

INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 51 N. 1 October 2020



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Scientific Research

International Journal of Innovation and Scientific Research (ISSN: 2351-8014) is an open access, specialized, peer-reviewed, and interdisciplinary journal that focuses on research, development and application within the fields of innovation, engineering, science and technology. Published four times per year in English, French, Spanish and Arabic, it tries to give its contribution for enhancement of research studies.

All research articles, review articles, short communications and technical notes are sent for blind peer review, with a very fast and without delay review procedure (within approximately two weeks of submission) thanks to the joint efforts of Editorial Board and Advisory Board. The acceptance rate of the journal is 75%.

Contributions must be original, not previously or simultaneously published elsewhere. 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

K. Messaoudi, Hochschule für Bankwirtschaft, Germany
Sundar Balasubramanian, Medical University of South Carolina, USA
Ujwal Patil, University of New Orleans, USA
Avdhoot Walunj, National Institute of Technology Karnataka, India
Rehan Jamil, Yunnan Normal University, China
Sankaranarayanan Seetharaman, National University of Singapore, Singapore
Fairouz Benahmed, University of Connecticut Health Center, USA
Achmad Choerudin, ST.,SE.,MM., Academy Technology of Adhi Unggul Bhirawa, Indonesia
Mohammad Ali Shariati, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Iran
Md Ramim Tanver Rahman, Jiangnan University, China
Rasha Khalil Al-Saad, Veterinary Medicine College, Iraq
Neil L. Egloso, Palompon Institute of Technology, Philippines
Sanjay Sharma, Roorkee Engineering & Management Technology Institute, India
Ahmed Nabile Emam, National Research Center (NRC), Egypt
Md. Arif Hossain Jewel, Rural Development Academy, Bangladesh
N. Thangadurai, Jayalakshmi Institute of Technology, India
Urmila Shrawankar, G H Rasoni College of Engineering, India
Goutam Banerjee, Visva-Bharati University, India
Santosh Kumar Mishra, S. N. D. T. Women's University, India
Anupam Kumar, Ashoka Institute of Technology & Management, India

Table of Contents

Producción de larvas de mosca doméstica <i>Musca domestica</i> L. en diferentes sustratos	1-8
<i>Enrique Casanovas Cosío, Daniel Perales Rosas, Alexis Suárez Del Villar Labastida, David Medina Vázquez, and Ricardo Hernández Pérez</i>	
La détermination in situ de la texture et de la classe texturale du sol dans le groupement de Luhihi, Sud Kivu en RDC	9-24
<i>Fabien Muliri Mugunda</i>	
Déterminants de faible taux d'affiliation à la Mutuelle de santé Bondeko	25-34
<i>Jean Bosco Bosso Mozanga, Daniel Matili Widobana, Jean Bosco YOATILE BENAGO, Jean Boniface Soge Sambu, and Jean-Pierre Basila Ilengi</i>	
Evaluation du niveau des connaissances des agents du Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi sur les problèmes de santé liés à l'ordinateur	35-44
<i>Emmanuel AZAMBINA TE SOMBO, Daniel Matili Widobana, and Akatimose Gidigidi Fifi</i>	
Système expert flou pour le diagnostic symptomatique des maladies tropicales : Cas de la malaria et de la fièvre typhoïde	45-52
<i>David Kutangila Mayoya and Deny Botha Matuba</i>	

Producción de larvas de mosca doméstica *Musca domestica* L. en diferentes sustratos

[Production of housefly larvae (*Musca domestica* L.) on different substrates]

Enrique Casanovas Cosío¹, Daniel Perales Rosas², Alexis Suárez Del Villar Labastida³, David Medina Vázquez⁴, and Ricardo Hernández Pérez⁵

¹CETAS, Centro para la Transformación Agrícola Sostenible. Universidad de Cienfuegos, Cuba

²Laboratorio de Agrobiagnóstico Fitolab S.A de C.V. Mexico, Bugambilia No. 9, Col. El Mirador de Puxtla, Cuautla, Morelos, C.P. 62 758, Mexico

³Department of Engineering, Technological University Indoamérica, Quito, Ecuador

⁴Facultad de Ciencias Agrícola. Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba

⁵Laboratorio de Agrobiagnóstico Fitolab S.A de C.V. México, Bugambilia No. 9, Col. El Mirador de Puxtla, Cuautla, Morelos, C.P. 62 758, Mexico

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 effect in the production of fly larvae using four substrates: wheat bran, corn germ, filter cake and rice bran adding 20% of pig manure was evaluated. Insects cages were used to raise the house flies, under a randomized block design with four replicates. The temperature inside the substrates and outside was measured. In each treatment the number of larvae obtained and the average weight of these were determined, calculating the corresponding yields. The weight and crude protein content of the substrates were determined, at the beginning and end of the experiment, as well as the presence of *Salmonella* spp. and faecal coliforms. The comparisons of the temperatures, and the variables corresponding to the larvae were made by means of simple Anova, and for the protein contents of the substrates tests of related samples were used ($P < 0.05$). The temperature within wheat bran was higher than the rest of the substrates ($P < 0.05$) from the third to the fifth day. The weight of the larvae of flies did not differ by substrates (0.016899 g to 0.018160 g). This last substrate was also the one that showed a higher yield of fly larvae (82.37 g/kg). There is a decrease in crude protein in bio transformed substrates. No presence of *Salmonella* spp. was detected in the substrates, but faecal coliforms were detected in the sow.

KEYWORDS: Food, swine waste, temperature, treatment, weight.

1 INTRODUCCIÓN

La naturaleza siempre ha proporcionado insectos como fuente de alimento para animales salvajes, los cuales tienen características nutricionales excepcionales ([8]; [28]). Esto genera la posibilidad de la investigación y uso de insectos disponibles en la naturaleza por la industria de alimentación animal, dado el carácter renovable y la posible rentabilidad económica asociadas a esta opción.

Cada día se hace más difícil la obtención de proteína tanto animal como vegetal, debido al deterioro ecológico provocado en gran medida por la actividad antrópica, por lo que es necesario buscar fuentes alternativas de proteína, de fácil obtención, a corto plazo y con un bajo costo de producción, que se puede convertir en una alternativa en las poblaciones de pocos recursos [15] y un reto para la industria [4].

Entre los insectos que podrían utilizarse como fuente de nutrientes en la alimentación animal se encuentra la mosca doméstica *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), cuya larva presenta varias características que la hacen adecuada a tales efectos: alto contenido de proteína y grasas, corto período de crecimiento y posibilidad de desarrollo en variedad de sustratos ([13], [12], [19], [20], [7]).

Sin embargo, los sustratos empleados mayoritariamente son heces fecales de animales, que presentan diferente calidad nutritiva para estos fines ([26], [4]). Existen resultados positivos en el rendimiento final de la canal en pollos de ceba, con el empleo del salvado de trigo transformado por larva de moscas con un 10% de inclusión en la dieta [11] y negativos en cerdos por su baja digestibilidad ([18], [10]).

No obstante, está muy poco descrito el empleo de otros sustratos asequibles, como el germen de maíz, la cachaza y la cáscara de arroz; todos ellos subproductos de la industria de bajo valor biológico y precios bajos en Cuba, que se pudieran potenciar con heces fecales de cerdos, para la producción de larvas de moscas.

Está esbozado la necesidad de estudiar diversos sustratos que permitan la obtención de proteína a través de los insectos [1]. Por lo que se planteó como objetivo investigar los rendimientos de la larva de mosca doméstica en los denominados sustratos con la adición de excreta de porcino.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en la finca "Punta La Cueva" del municipio de Cienfuegos, de la provincia del mismo nombre en Cuba, en el período del 17 al 25 de abril 2019.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL LARVARIO

Se construyó un larvario, cubierto con plástico negro, de 500 cm de largo y 85 cm de ancho, protegido por una malla antiáfido (2 mm) con una ventana para poder manipular los sustratos, que se depositaron en una plancha de zinc de 100 cm de largo por 50 cm de ancho con 16 divisiones, denominados cuadrantes con un área de 625 cm² (25 cm x 25 cm). Estos estaban divididos por listones de madera de siete cm de alto.

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

En un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas, se colocaron los siguientes tratamientos (sustratos): A- Salvado de trigo + agua + cerdaza; B-Germen de maíz + agua + cerdaza, C- Cachaza + agua + cerdaza; D- Cáscara de arroz + agua + cerdaza. La cerdaza se utilizó al 20% en todos los tratamientos.

2.4 PREPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SUSTRATOS

Los sustratos, salvado de trigo, cachaza y germen de maíz se obtuvieron de los procesos industriales de las respectivas fábricas del territorio. La denominada cáscara de arroz se obtuvo de molinos pequeños privados que descascaran el arroz y contiene algunas puntas del grano y residuos del proceso de pulidura.

Previamente cada sustrato fue secado al sol en un área de la finca cubierto con una malla metálica para evitar la contaminación por insectos. Cada sustrato fue humedecido con agua potable no clorada, hasta formar una mezcla homogénea semisólida, que se distribuyó uniformemente en cada cuadrante a una altura primaria entre 4-5 cm. La adición del agua se hizo todos los días en el horario del mediodía (13: 00 a 14: 00 H). Además, se removieron diariamente todos los sustratos después de humedecidos los mismos. La cerdaza empleada en cada sustrato, se trajo de una finca cercana donde había un establecimiento porcino de ceba en corrales. Los cerdos, en la fase de ceba (engorde), estaban aparentemente sanos y alimentados con concentrados porcinos conformados por maíz y soya. Previamente se expuso al sol la cerdaza en una bandeja protegida para reducir el contenido de materia seca, hasta un 85%.

Quince días antes de comenzar el experimento (2 de abril de 2019) se preparó un sustrato de salvado de trigo con cerdaza humedecido con agua con miel de caña de azúcar como atrayente, para la multiplicación de las moscas, que se colocó dentro de larvario con la puerta frontal abierta.

2.5 VARIABLES

Para cada réplica de cada tratamiento se tomaron las siguientes variables: Temperatura. Todos los días se tomaron los valores tanto de la temperatura ambiente dentro del larvario, como la temperatura presente en cada sustrato en el horario del mediodía (12: 00 a 13: 00 H). Los valores de temperaturas en cada cuadrante fueron tomados aleatoriamente en tres puntos distintos (uno al centro y los otros dos en los extremos) por un termómetro de alta, marca Skalenwert 0,5 K PGW 002. Masa de los sustratos. Cada sustrato se pesó (g), en una balanza digital antes de montar el experimento y luego de concluido el experimento. Agua. El agua utilizada se midió al inicio del experimento a través de una probeta graduada (ml). Larvas de moscas. Las larvas se comenzaron a cosechar cuando apareció la primera pupa. Luego de cosechadas se procedió al conteo de estas para cada sustrato. De cada cuadrante se tomaron 20 larvas al azar replicadas tres veces para conocer el peso de una larva, en una balanza analítica marca Acculab Sartoni Group. Las larvas se trasladaron en un pote individual con un mínimo de sustrato hasta el laboratorio, para evitar la deshidratación de estas. Rendimiento cuadrante (medio) g/m². El rendimiento cuadrante (medio) se calculó de la siguiente manera: Peso total de las larvas por cuadrante / Área de un cuadrante. Rendimiento (medio) g/kg. El rendimiento (medio) se calculó de la siguiente manera: Peso total de las larvas por cuadrante / Peso del sustrato utilizado.

2.6 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

De cada réplica, antes y después de concluido el experimento, se tomó una muestra de 100 g para enviar al laboratorio de bromatología de la UCTB de Suelos de Barajagua donde se realizó el análisis proximal, según [2]: porcentaje (%) de Materia Seca (%MS); porcentaje (%) de Proteína Bruta (%PB).

Con los valores obtenidos se estimaron los aportes de proteína bruta de los sustratos antes y después de transformarse por las larvas de moscas en gramos por kilogramo de materia seca y se obtuvieron las diferencias entre ellos.

2.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

De cada réplica se tomó una muestra de 25 g, más una muestra de cerdaza inicial y una del sustrato biotransformado, las cuales se enviaron al laboratorio del Centro Provincial de Higiene y Epidemiología (CPHEM) para realizar el análisis correspondiente a la presencia de: Salmonella [24], Coliformes fecales [23].

2.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Las variables se asentaron en el programa estadístico IBM.SPSS v23. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple. Previamente fueron corroborados los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas por la prueba de Levene. Las pruebas de post hoc para identificar diferencias entre los tratamientos se realizaron mediante la prueba de Tukey. La comparación entre los contenidos de proteínas (g) de los sustratos antes y después de transformados por las larvas de moscas se realizó mediante la prueba de muestras relacionadas. Los valores de P establecidos fueron de 0,05 y 0,01.

3 RESULTADOS

3.1 COMPARACIÓN DE LA TEMPERATURA DE LOS DIFERENTES SUSTRATOS EN EL PERÍODO DE FORMACIÓN DE LARVAS

La temperatura interior dentro del larvario estuvo desde 33,0 °C el primer día, hasta 28,0 °C el último día. Es de notar que en el sustrato de salvado de trigo la temperatura estuvo por encima de la temperatura dentro del larvario en los días 2, 3 y 4. La temperatura dentro del salvado de trigo fue superior al resto de los sustratos ($P < 0,05$) desde el tercer al quinto día (fig. 1).

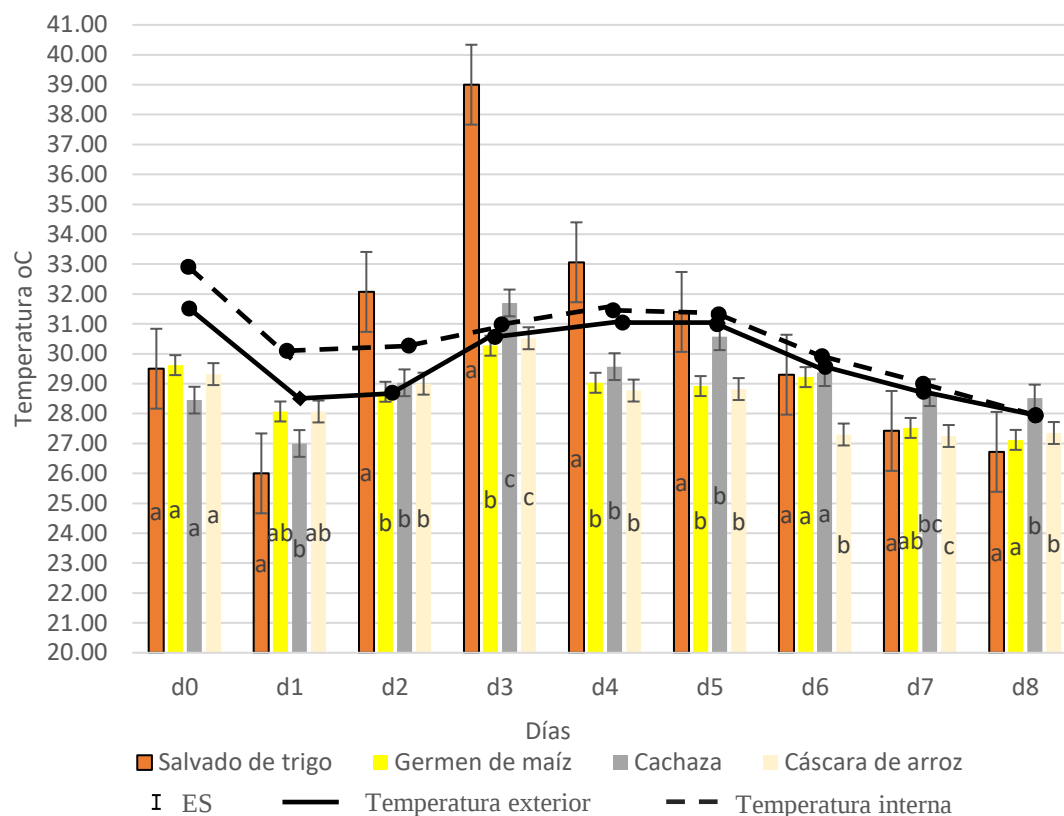


Fig. 1. Comparación de las temperaturas en cada sustrato y la temperatura exterior e interior en el larvario

Columnas con letras diferentes difieren para $P < 0,05$ (Tukey)

Fuente: Elaboración propia

Se observó que dentro del larvario la temperatura fue superior a la temperatura exterior, en todos los días excepto en el último día, que puede estar dado por los procesos de fermentación que ocurrieron en los sustratos y que el larvario estuvo cubierto por un nylon negro, colocado para mantener poca claridad dentro del larvario y evitar las corrientes de aire dentro del mismo. No obstante, dentro del larvario se permitió la ventilación en la parte inferior que estaba protegido por una malla de 2 mm, para evitar el escape de las moscas.

La temperatura alcanzada dentro de los sustratos fue superior en el sustrato de salvado de trigo, que no impidió la proliferación de las moscas.

3.2 CUANTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LARVAS EN CADA UNO DE LOS SUSTRATOS INCLUIDOS EN LA INVESTIGACIÓN.

La cantidad de agua empleada para humedecer los sustratos inicialmente fue de 285, 140, 440 y 300 ml, para el salvado de trigo, el germen de maíz, la cachaza y la cáscara de arroz, respectivamente. Para un metro cuadrado con una altura promedio de 5 cm sería necesario 4,56, 2,24, 7,04 y 4,80 L, respectivamente.

Con un peso similar con los cuatro sustratos empleados es importante conocer la cantidad de larvas para cada sustrato, que fue significativamente superior la cantidad de larvas en el salvado de trigo ($P < 0,05$) con respecto a los restantes.

Tabla 1. Comparación de la cantidad de larvas y sus pesos por tratamientos

Tratamientos	Larvas, u	Peso larva, g
Salvado de trigo	2857,50 ^d	0,018160 ^a
Germen de maíz	970,50 ^c	0,016899 ^a
Cachaza	773,25 ^b	0,016244 ^a
Cáscara de arroz	559,25 ^a	0,016218 ^a
ES±	1060,84 [*]	0,0021633 ^{NS}

Valores medios en columnas con superíndices diferentes difieren para $P < 0,05$ (Tukey)

Fuente: Elaboración propia

Los rendimientos de las larvas de moscas en base fresca fueron los mayores para los obtenidos en el sustrato de salvado de trigo 51,8922 gramos para 0,25 metros cuadrados ($P < 0,05$), que se infiere para un metro cuadrado una producción de 830,27 gramos (tabla 2).

Tabla 2. Rendimientos de larvas de moscas por metro cuadrado y kilogramo de sustrato en base fresca

Tratamientos	Peso total de las larvas por cuadrante, g	Rendimientos medios g/m ²	Rendimientos medios g/kg
Salvado de trigo	51,8922 ^d	830,2752 ^d	82,3686 ^d
Germen de maíz	16,4005 ^c	262,4080 ^c	52,0651 ^c
Cachaza	12,5607 ^b	200,9712 ^b	18,4716 ^b
Cáscara de arroz	9,0699 ^a	145,1184 ^a	12,5971 ^a
ES±	48,96 [*]	537,56 [*]	46,76 [*]

Valores medios en columnas con superíndices diferentes difieren para $P < 0,05$ (Tukey)

Fuente: Elaboración propia

3.3 COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE CADA SUSTRATO TRANSFORMADO POR LAS LARVAS DE MOSCAS.

Al incorporar la cerdaza seca a cada sustrato se encontró, como era de esperar, el mayor contenido de proteína bruta en el tratamiento de salvado de trigo y después en orden descendente los restantes.

El aporte en base seca de proteína de cada sustrato compuesto por 80% de salvado de trigo, germen de maíz, cachaza y cáscara de arroz con un 20% de cerdaza fue de 14,71%, 12,46%, 9,04%, y 7,72%, respectivamente. Esto se traduce en 147,1 g, 124,6 g, 90,4 g y 77,2 g por kilogramo de materia seca para cada uno de los sustratos mencionados anteriormente en el mismo orden (tabla 3).

En todos los sustratos al transformarse por las larvas de moscas se notó un decrecimiento, por kilogramo de materia seca, en el contenido de proteína bruta, con valores de 23,60, 34,40, 22,70 y 51,56 g para los tratamientos de salvado de trigo + cerdaza, germen de maíz + cerdaza, cachaza + cerdaza y cáscara de arroz + cerdaza, respectivamente. Se puede agregar que la proporción de conversión en proteína larval fue de 83,95%, 72,39%, 74,89% y 33,17%, para los mismos tratamientos, respectivamente. Estos valores deben haber sido incorporados a la formación de las larvas de moscas.

También, el mayor aporte de proteína de la mezcla de salvado de trigo con la cerdaza puede haber influido positivamente en la mayor cantidad de larvas de moscas obtenidas con relación a los otros tratamientos (tabla 3).

Tabla 3. Comparación de los aportes de proteína bruta de los sustratos sin transformar y transformados en gramos

Tratamientos	Sustrato sin transformar	Sustrato transformado	P
Salvado de trigo	147,10 ± 2,90	123,50 ± 1,50	0,008 **
Germen de maíz	124,60 ± 1,10	90,20 ± 1,30	0,002 **
Cachaza	90,40 ± 3,50	67,70 ± 1,30	0,002 **
Cáscara de arroz	77,16 ± 1,60	25,60 ± 1,90	0,003 **

Valores medios en las mismas filas difieren para ** $P < 0,01$

Fuente: Elaboración propia

De los sustratos empleados para la producción de larvas de moscas con la adición de un 20% de cerdaza en base fresca, los mejores valores de rendimiento por metro cuadrado y por kilogramo de sustrato se obtienen para el salvado de trigo.

3.4 VALORACIÓN DE LA INOCUIDAD DE LOS SUSTRATOS EMPLEADOS Y DE LAS LARVAS DE MOSCAS PRODUCIDAS.

Los resultados de laboratorio de las muestras enviadas no mostraron presencia de *Salmonella* spp. que se puede atribuir a que no se identificó en las heces de los cerdos empleadas para enriquecer los sustratos (tabla 4).

Tabla 4. Presencia de microorganismos patógenos en los sustratos biotransformados y la cerdaza

Sustratos	<i>Salmonella</i> spp.	Coliformes fecales
Salvado de trigo	Ausencia	Ausencia
Germen de maíz	Ausencia	Ausencia
Cachaza	Ausencia	Ausencia
Cáscara de arroz	Ausencia	Ausencia
Cerdaza	Ausencia	Presencia

Fuente: Elaboración propia

Para esta investigación la inocuidad indagada es mínima, pues solo se diagnosticó la presencia de coliformes fecales, por lo que se debería en futuras investigaciones ampliar el análisis.

4 DISCUSIÓN

La mayor temperatura encontrada dentro de los sustratos en el salvado, que posee la mayor cantidad de almidones respecto al resto, que la humedecerse se provoca un proceso de fermentación que libera calor. La cáscara de arroz está compuesta en su mayor parte por sílice (18,8% a 22,3%) según Bienvenido [16], que puede influir en la menor temperatura alcanzada, ya que este elemento es un mineral.

Las temperaturas para un buen desarrollo de las larvas de moscas en la literatura no siempre coinciden. La mayor temperatura alcanzada al tercer día en el salvado está en los límites para el desarrollo de las larvas según lo reportado por Miller [12] y superior a lo mencionado para las larvas por Cicková et al [14] y [3]. Estos valores son similares a los expuestos por Miranda y Tombrlin [6], quienes emplearon para la cría de larvas de mosca doméstica el salvado de trigo, utilizando una proporción de 1: 1 de agua y salvado de trigo.

Por otra parte, Cruz et al [27] informaron la mejor temperatura para el desarrollo de las larvas de moscas en el sustrato de salvado de trigo a los 20 °C, 23 °C y 26 °C; además señalan que superior a 29 °C las producciones de larvas de moscas en bandejas en estufas controladas fueron menores que las temperaturas mencionadas anteriormente.

Por su parte, Gállego [17] mencionó que las larvas de la mosca doméstica eclosionan a las 24 horas de la ovoposición y el rango de temperatura óptima es de 23 °C a 30 °C. Sin embargo, Escolástico et al [1] informaron que la especie de *M. domestica* es capaz de soportar temperaturas que van desde 5 °C a 45 °C.

La aparición de la primera pupa fue en todos los sustratos al octavo día de comenzado el experimento; que coincide con lo planteado por Marquéz [9] al referirse a que las larvas se desarrollan completamente entre tres y ocho días para luego pasar

al estadio de pupa y difiere de lo planteado por otros autores en cuanto a la variación del desarrollo larvario (una a dos semanas) ya que indican que en este período las larvas se alimentan de bacterias [21].

El estudio de Koné et al [22] en sustratos compuestos por heces de pollos, cerdos y vacas lecheras que mostró los mayores valores de 0,0174 g a 0,0191 g por larvas para el sustrato compuesto por las heces de vacas lecheras, que coinciden con los obtenidos en este experimento. Por lo que se puede sugerir que la composición de los sustratos no influye en el peso de las larvas, si se tiene en cuenta que era con el aporte de cerdaza.

No obstante, hay otros resultados que afirman que cuando más alta sea la tasa alimentación se incrementa más el peso de las larvas (4%- 16%), de la pupa (16%- 25%) y el adulto (8%- 25%), así como la longevidad del adulto (7%- 28%); con los mejores resultados obtenidos con la gallinaza, entre las larvas alimentadas con diferentes estiércoles de animales [6].

Los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento en g/kg son ligeramente inferiores a los logrados en Mali por Koné et al [22], que obtuvieron de 124 g/kg a 144 g/kg en condiciones de laboratorio con sustratos de heces de pollos, heces de pollo y sangre coagulada, estiércol ovino y sangre coagulada.

Además, estos autores concluyen que las heces de pollo fueron las de mejores rendimientos, no obstante, a poseer mayores valores de fibra bruta, pero que se atribuye los mejores rendimientos a las cantidades de nitrógeno en las mismas.

Con pesos similares en las larvas de moscas, ha influido en los rendimientos promedios por cada sustrato, tanto por metro cuadrado, como por kilogramo de sustrato la cantidad de larvas mayor obtenidas en el salvado de trigo.

Es una preocupación mundial, la transmisión de enfermedades que provoca la mosca doméstica y está regulado en muchos países su control en las granjas pecuarias. No obstante, la EFSA (European Food Safety Authority) manifiesta el posible uso de los insectos y los sustratos para la obtención de alimentos [25].

Tampoco se encontraron coliformes fecales, según los resultados del laboratorio en los sustratos empleados, aunque si existen en la cerdaza, cuestión obvia. Aunque no se encontraron coliformes fecales en los sustratos biotransformados, lo que se puede atribuir a las temperaturas alcanzadas en la fermentación de estos. Se destaca como positivo, a pesar del corto alcance del diagnóstico para la inocuidad, que las moscas obtenidas de la misma finca, donde existen otras especies de animales, no transmitieron estos patógenos.

5 CONCLUSIÓN

El mayor rendimiento de larvas de mosca doméstica fue obtenido con el sustrato compuesto por salvado de trigo y cerdaza. No se detectó *Salmonella* spp. como contaminantes, solo coliformes fecales en el sustrato que incluyó Cerdaza.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al dueño de la finca Emilio Bermúdez Cuellar y su esposa, por facilitar un espacio en su finca para el desarrollo de esta investigación. Este estudio se realizó como parte del proyecto “Alternativas para para la producción de proteína en sustratos con insectos”.

REFERENCIAS

- [1] A. van Huis, “Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review”. Journal of Insects as Food and Feed, vol. 6, no. 1, pp. 27-44, 2020. <https://doi.org/10.3920/JIFF2019.0017>.
- [2] AOAC. Official Methods of Analysis. 18th edn. Horwitz, W. (Ed.). Association of Analytical Chemists, AOAC International, Arlington Virginia, EE.UU, 2005. Recuperado de: <http://www.eoma.aoac.org/>.
- [3] B. Pastor, A. Martínez-Sánchez, and S. Rojo, “Parameters affecting larval development in the mass rearing of Musca domestica (Diptera: Muscidae)”. En: Abstract book of the International Conference Insects to Feed the World, May 14-17, 2014, Ede, the Netherlands, 2014.
- [4] B. Pastor, Y. Velasquez, P. Gobbi, P. and S. Rojo, “Conversion of organic wastes into fly larval biomass: bottlenecks and challenges”. Journal of Insects as Food and Feed, vol.1, no. 3, pp. 179-193, 2015. <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0024>.
- [5] C. Escolástico, M. Cabildo, R. Claramunt, and T. Claramunt, Organismos y poblaciones. Ecología I. Madrid, España: UNED, 2013. Recuperado de: www.books.google.com.

- [6] C. Miranda, and J. Tomberlin, "Life-history traits of the housefly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), reared on three manure types". En: The 2nd International Conference 'Insects to Feed the World' (IFW 2018) (34 pp.). Wuhan: Wageningen Academic Publisher, 2018. <https://doi.org/10.3920/JIFF2018.S1>.
- [7] C. Portillo Barrera, T. Villalta Hernández, and J. González López, "Producción de larva de mosca doméstica (*Musca domestica* L.) en granjas porcinas como alternativa en el manejo de estiércol, aprovechando su fuente proteica natural en la alimentación de gallinas ponedoras (*Gallus gallus*)". San Vicente: UES, 2013. Recuperado de: [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3521/1/Producciondelarvademoscadomestica \(Musca domestica\).pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3521/1/Producciondelarvademoscadomestica(Musca%20domestica).pdf)
- [8] C. Scholtz, and E. Holm, "Insects of Southern Africa". Butterworths, 1985.
- [9] D. Marquéz, "Nuevas tendencias para el control de los parásitos de bovinos en Colombia. Una estrategia sostenible para el siglo XXI". CORPOICA, 2003.
- [10] D. Martínez, M. Macías, C. Mederos, and J. Ly, "Digestibilidad y balance de N en cerdos alimentados con dietas de mieles de caña de azúcar y larvas de moscas". Revista Computadorizada de Producción Porcina, vol. 7, no. 2 pp. 47-53, 2000. Recuperado de: <http://www.ip.co.cu/RCP/ant/RCP7.2.pdf>.
- [11] E. Casanovas, and L. Rodríguez, "Effect in productive parameters with the inclusion in the diet wheat bran biotransformed by common housefly larvae (*Musca domestica* L.)". REDVET, vol.17, no. 2, pp.1-10, 2016. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020216.html>.
- [12] F. Miller, J. Teotia, T. Thatcher, "Digestion of poultry manure by *Musca domestica*". British Poultry Science, no. 15, p. 231, 1974. <https://doi.org/10.1080/00071667408416100>.
- [13] G. Lazo Funes, M. Zavala Cubas, and R. Baires Minero, "Uso de larva de mosca doméstica (*Musca domestica* L.) en diferentes porcentajes, como suplemento en la alimentación de codorniz (*Coturnix coturnix* japónica) en fase de engorde". San Vicente: UES, 2010. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/3736/1/tesiscodorniz.pdf>.
- [14] H. Cicková, B. Pastor, M. Kozánek, A. Martínez-Sánchez, S. Rojo, S., and P. Takác, "Biodegradation of pig manure by the housefly, *Musca domestica*: a viable ecological strategy for pig manure management". PLoS ONE, 7, e32798, 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032798>.
- [15] H. Gandai, E.T. Zannou-Boukaril, M. Kenis, C.A.A.M. Chrysostome, and G.A. Mensah, (2019). "Potentials of animal, crop and agri-food wastes for the production of fly larvae". Journal of Insects as Food and Feed, vol 5, no 2, pp. 59-67.2019. <https://doi.org/10.3920/JIFF2017.0064>.
- [16] J. Bienvenido, Rice: Chemistry and Technology. Minnesota, USA: The American Association of Cereal Chemist, 1985.
- [17] J. Gállego, "Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario". Universidad de Barcelona, España, 2006.
- [18] J. Ly, and M. Macías, "Salvado de trigo biotransformado con larvas de moscas (*Musca domestica* L.) para cerdos. Digestión de la pared celular e índices fermentativos fecales". Revista Computadorizada de Producción Porcina, vol. 5, no. 2 pp. 40-48, 1998. Recuperado de <http://www.ip.co.cu/RCP/ant/RCP52es.html>.
- [19] J. Teotia, and B. Miller, "Fly pupae as a dietary ingredient for starting chicks". Poultry. Science, no.52, p.1830,1973. <https://doi.org/10.3382/ps.0521830>.
- [20] J. Teotia, and B. Miller, "Nutritive content of house fly pupae and manure residue". British. Poultry Science, vol. 15, p.177,1974. <https://doi.org/10.1080/00071667408416093>.
- [21] K. Floate, T. Lysyk, and G. Gibson, "Haematobia irritans L., Horn fly, *Musca domestica* L., House fly, and *Stomoxys calcitrans* (L.), stable fly (Diptera: Muscidae)". En P. Mason, & D. Gillespie, Biological Control Programmes in Canada 2001-2012 (182 p.). Canadá: CABI, 2013.
- [22] N. Koné, M. Stylla, S. Nacambo, and M. Kenis, "Production of house fly larvae for animal feed through natural oviposition". Journal of Insects as Food and Feed, vol.3, no. 3, pp 177-186, 2017. <https://doi.org/10.3920/JIFF2018.S1>.
- [23] NC. 2006. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal — Horizontal Method for the enumeration of coliforms — Colony Count technique (ISO 4832: 2006, IDT). 20 p, 2006.
- [24] NC. 2008. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal — Method for the Detection of *Salmonella* spp. — Reference Method (ISO 6579: 2002, IDT). 36 p, 2008.
- [25] PROteINSECT, "Insect Protein- Feed for the Future. Addressing the need for feeds of the future today",2016. Recuperado de: www.proteinsect.eu.
- [26] R. Farkas, J. A. Hogsette, and L. Börzsönyi, "Development of *Hydrotaea aenescens* and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in poultry and pig manures of different moisture content". Environmental Entomology, vol. 27, pp. 695-699, 1998. <https://doi.org/10.1093/ee/27.3.695>.
- [27] S. Cruz Weigert, M. Chim Figueiredo, D. Loebmann, J. Reis Nunes, and A. Garcia dos Santos, "Influência da temperatura e do tipo de substrato na produção de larvas de *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera, Muscidae)". Revista. Brasileira de Zootecnia, vol. 31, no.5, pp. 1886-1889, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000800003>.
- [28] V. Resh, and R. Cardé, "Encyclopedia of insects". San Diego, CA.: Academic Press. 1168, 2003.

La détermination in situ de la texture et de la classe texturale du sol dans le groupement de Luhihi, Sud Kivu en RDC

[The in situ determination of the texture and the texture class of the soil in the Luhihi area, South Kivu in DRC]

Fabien Muliri Mugunda

Section Agronomie générale, Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires, ISEAV, Mushweshwe, 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: Our research has been focused on in situ determination of the texture and the textural class of soil in LUHIHI sector in South Kivu with the objective of determining the texture and textural class of soil in this sector by applying the method VSA. To achieve this research, we have processes with descriptive and statistical methods but also with several techniques including documentation, observation and data collection. To achieve this, we have chosen used seven trials of the VSA method including: the test launch of the ball, the test pressure, the bottle test, the test of the horizontal plane, the test of the shaken pellet, the test to crush dry soil as well as the handling of successive test. All these methods and techniques have allowed us to classify soil in a way our study area. From the standpoint of soil texture, the results of our work have proved that this sector consists essentially of clays, silts and sand. The results of determining the textural class allowed them to classify the soil as clay.

KEYWORDS: Soil, Texture, Texturale Class, Luhihi.

RESUME: Nos recherches ont été orientées sur la détermination in situ de la texture et de la classe texturale du sol dans le secteur de LUHIHI au Sud Kivu avec comme objectif de déterminer la texture et la classe texturale du sol de ce secteur par l'application de la méthode VSA. Pour la réalisation de cette dernière, nous avons procédé par des méthodes descriptives et statistiques mais aussi avec plusieurs techniques dont la documentation, l'observation et la collecte des données. Pour y parvenir nous avons choisis utilisés sept essais de la méthode VSA dont: le test du lancer de la boule, le test de la pression, le test de la bouteille, le test du jet horizontale, le test de la boulette secouée, le test de l'écrasement à sec du sol ainsi que le test de manipulation successive. Toutes ces méthodes et techniques nous ont permis de classer d'une façon pédologique notre secteur d'étude. Du point de vue texture du sol, les résultats de notre travail nous ont prouvés que ce secteur est constitué essentiellement par les argiles, les limons et les sables. Les résultats de la détermination de la classe texturale eux ont permis de classer ce sol comme étant argileux.

MOTS-CLEFS: Sol, Texture, Classe Texturale, Luhihi.

1 INTRODUCTION

Quel que soit l'utilisation envisagée d'un sol, il est important de connaître sa nature, la répartition des grains de différentes tailles qui le composent et cela par des études faites sur un nombre défini des échantillons au laboratoire [1].

Nous chercherons à mettre en application des nouvelles méthodes pour la détermination de cette dernière sur terrain sans aucune étude du laboratoire et nous aurons aussi à établir une classe texturale de ce sol de manière dont on mène telles études [2].

Loin d'être le fait du hasard, le choix de notre sujet a été motivé par le fait que les méthodes et techniques de la détermination de la texture du sol sur terrain restent moins connues et inapplicables dans nos sociétés.

Cette étude trouve son intérêt dans le fait qu'elle nous aidera à mieux maîtriser sur le plan pratique, les différentes techniques et méthodes de détermination de la texture du sol sur le terrain en dehors du laboratoire.

Les questions soulevées par l'étude, les inadéquations, les imperfections et les résultats auxquels l'étude aurait abouti, auront l'avantage de leur ouvrir la voie pour des études beaucoup plus élaborées et approfondies.

Généralement sur le monde entier, les activités humaines se passent sur la couche superficielle de la croûte terrestre constituée de sol [3]. C'est ainsi que chaque personne cherche à connaître les propriétés physico-chimiques de sol sur lequel il veut implanter son ouvrage pour enfin prendre des mécanismes des constructions appropriés à ce sol. Pour le faire généralement l'on recourt aux études approfondies au laboratoire.

Parlant sur la détermination in situ de la texture et de la classe texturale du sol, nous nous sommes posé quelques questions:

- Quelles seront les résultats de la détermination de la texture du sol que nous obtiendrons par la méthode VSA ?
- Quelle serait la texture et la classe texturale du sol trouver dans ce secteur en appliquant la méthode VSA?

En ce qui concerne la texture et la classe texturale, nous connaissons que le Nord Est du Sud Kivu dont fait partie Luhihi a été affecté par le volcanisme de la région et couvert par des Basaltes ainsi que des cendres volcaniques [4], [3]. Sur ce, il est évident que notre terrain d'étude soit constitué en grande proportion par des argiles issues de l'altération de ces basaltes et des cendres volcaniques; des limons et des sables à une faible proportion.

L'objectif principal de ce travail est de déterminer la texture et la classe texturale du sol de cette zone par l'application de la méthode VSA.

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODOLOGIE EXPERIMENTALE

2.1 MILIEU D'ETUDE

L'étude est réalisée dans le groupement de Luhihi, Territoire de Kabare, Province du Sud Kivu en République Démocratique du Congo situé à 2°30'78 de latitude Sud et 29°28'42 de longitude Est sur une altitude de 1533m [5].

L'expérimentation a été effectuée pendant la période allant de 20 Décembre 2019 au 15 Février 2020.

Luhihi est situé dans le Territoire de Kabare, sa situation dans le fossé d'Afrique centrale entre le mont Kahuzi et le lac Kivu. Avec son climat et sa fertilité, Luhihi constitue un milieu naturel qui est favorable à l'exploitation agro-pastorale [6].

Le groupement de Luhihi est aussi situé dans la collectivité de Kabare et limité au nord par le groupement de d'Irhambi, à l'Est par le lac Kivu et le groupement de Lugendo, à l'Ouest par le groupement de Bugorhe et Miti et au Sud par le groupement de Bushumba.

Le sol appartient à deux types de sols dont le type volcanique et le type forestier. Il a un pH qui varie de 4,7-7 car à certains endroits, il est de texture argileuse quelque fois compact, de couleur brun rougeâtre ayant un horizon A en grande partie pauvre en humus.

Voici les données relatives à l'analyse du sol du milieu expérimentale effectuée au laboratoire de l'INERA/Mulungu.

Tableau 1. Etat de lieu du sol

pH (R1, 2,3)	%C	%N	%C/N	Bases échangées Les Meg/100g		Observation
H ₂ O				Ca	Mg	
7,6	2,98	0,33	9,03	38	17	Sol composite

Interprétation:

- Acidité: c'est un sol neutre alcalin (pH: 6,7- 7,6)
- Rapport Carbone/Azote: sol avec minéralisation rapide: 9,0
- Sol moyen en matière organique: 2,98X17=50,66
- Teneur en Azote: « très faible »: 17
- Potentiel de fertilité « bon »: pH=7,6
- Probabilité de blocage de phosphore: à cause de sa teneur [6].

LA VÉGÉTATION

Elle est caractérisée en grande partie par la présence de *Digitaria*, *Imperata*, *Hyparrhenia* et quelques légumineuses tels que *Pueraria*, *Leucaena*, etc,

ASPECTS PÉDOLOGIQUES

Les sols de l'Est du Kivu ont été étudiés de manière systématique dans le cadre du projet "Carte Pédologique de l'Afrique Centrale" qui a également été à l'origine de la "Carte des Sols de la RDC". De cette étude, il est affirmé qu'il existe « une liaison étroite entre les propriétés physiques et physico-chimiques des sols du Kivu; d'une part, la nature de la roche-mère et, d'autre part, l'intensité de la pédogenèse ». Ainsi, sous conditions d'un bon drainage (comme cela est le cas sur les pentes et les hauts des vallées):

- Les sols développés sur granito-gneiss ont une couleur rouge-vif et une texture sablo-argileuse, composée de 50-60% d'argile et 30-40% de sables moyens et grossiers.
- Sur schistes les sols sont plutôt de couleur brun-jaune, et la texture est franchement limoneuse; les sables sont de taille fine.
- Les sols dérivés de grès et de quartzites sont multicolores (en fonction du ciment des grès) à blancs (quartzites), assez sableux et pratiquement dépourvus d'éléments nutritifs.
- Les produits d'altération dérivés de roches basiques intrusives, laves et cendres par contre ont une couleur rouge foncée et une texture très lourde (plus de 60-70% d'argile), comprenant encore des argiles gonflantes; ils sont riches en éléments nutritifs.
- Les propriétés des sols des bas-fonds reflètent les caractéristiques des matériaux parentaux du paysage autour. La particularité des sols de vallées est qu'à l'intérieur du bassin versant, ils forment une séquence de drainage progressif, allant de sols bien drainés dans les hauts de vallées, passant graduellement à des unités moyennement bien drainées (ou temporairement hydromorphes) dans la moyenne vallée et sur les bas de pentes, et à des sols nettement hydromorphes et/ou temporairement inondés dans la basse vallée. Cette dernière localisation marque également la présence de sols tourbeux sur des surfaces plus ou moins importantes.

Suite à cette liaison directe entre la nature des sols et la géologie/géomorphologie les grandes unités pédologiques du Kivu correspondent étroitement avec les grands ensembles paysagées. La description des sols du groupement de Luhiri a été faite en superposant la carte administrative et de la carte des sols et des zones agro écologiques.

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES PAR UNITE AGRO-ECOLOGIQUE

La carte pédologique a permis de différencier 9 unités de sols dont les caractéristiques et contraintes sont décrites ci-dessous. Ces sols constituent des dépôts alluviaux et colluviaux, ainsi que des sols partiellement formés en place [7].

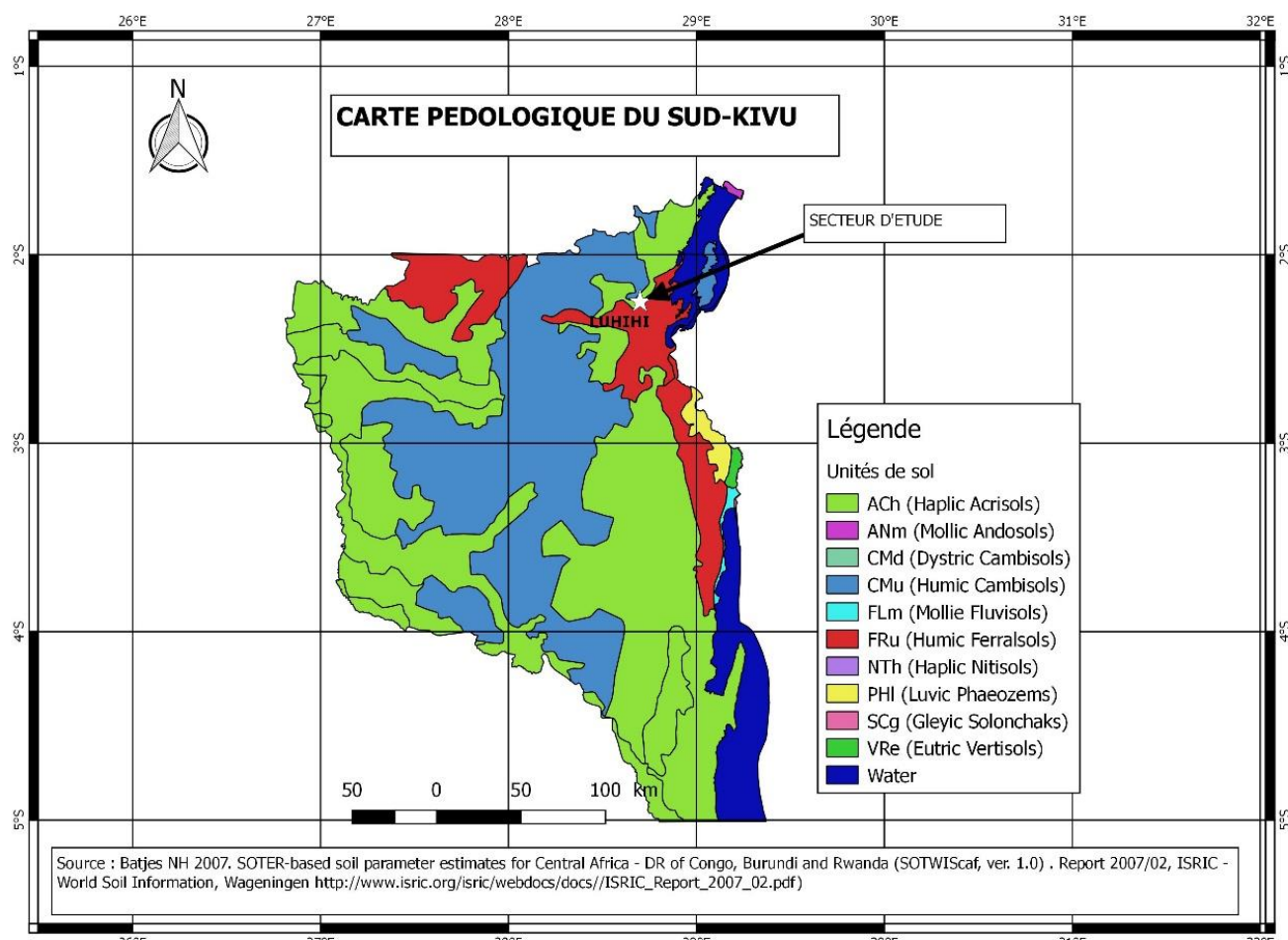


Fig. 1. Carte pédologique du Sud-Kivu

2.2 MATERIELS UTILISES

Pour mieux réaliser ce travail, nous avons utilisé les matériels suivants:

- La boussole de marque SILVA qui nous a aidé à faire la visée qui en soit nous a servi à déterminer notre maille d'échantillonnage.
- Un GPS de marque GARMIN (avec une marge d'erreur de $\pm 3m$): pour la prise des coordonnées géographiques des points d'échantillonnage.
- Un marteau pour désagréger le sol.
- Un appareil photo numérique: pour la prise des photos.
- Un tamis avec une maille de 2mm qui servait à enlever les grosses particules dans le sol afin de pouvoir effectuer des mesures sur un sol à granulométrie conforme.
- Une bouteille qui nous a servi à effectuer des franges granulométriques mais aussi à déterminer le pourcentage de chaque classe texturale.
- Un carnet de terrain qui nous a servi à prendre des observations faites sur nos cinq échantillons issus de notre secteur d'étude situé à LUHIHI au Sud Kivu.

2.3 METHODOLOGIE

Nous avons procédé à des méthodes et techniques bien spécialisées suivi d'un protocole approprié et adapté à notre sujet d'étude.

Sachant que la détermination de la texture du sol nécessite des types des méthodes et techniques qui peuvent servir à déterminer ce sol sans consulter le laboratoire. Pour aboutir à l'élaboration de cette œuvre, nous avons privilégié premièrement la méthode descriptive dont la méthodologie de la description du Visual Soil Assessment Methodology qui est une méthode de prospection pédologique des sols [8]. Par rapport à la méthode classique d'analyse des profils pédologiques,

elle se limite au niveau des horizons supérieurs du profil (épipedon). L'analyse comprend deux principales phases, le Visual Soil Quality Assessment et le Visual Soil Quality Measurement. La première traite les indicateurs visuels de la qualité des sols (activité biologique, Structure, Texture, Distribution des agrégats), la seconde traite les indicateurs mesurables (PH, Carbone organique, Dispersion et Flocculation, Conductivité hydraulique). Seule la première partie d'analyse a été faite en se basant sur la texture.

En terme d'efficacité, cette méthode est aussi bonne, moins coûteuse, elle analyse plusieurs détails en peu de temps et présente les particularités d'être plus adaptée aux diagnostics rapides des sols dans les conditions des projets de développement communautaires durables et qui impliquent une planification participative. Cette technique est appliquée sur un transect, une zone pilote de choix pour une région géomorphologique donnée. En pédologie, les observations morphologiques de la zone pilote représentative sont extrapolées sur toute la région géomorphologique [9].

A part la méthode descriptive nous avons utilisés aussi la méthode statistique qui nous a servie à interpréter les résultats de notre étude par des diagrammes statistiques. Les analyses et interprétations de nos résultats ont été faites moyennant le diagramme triangulaire de classification de sol fin, mais aussi nous avons fait recours au logiciel EXCEL pour faire l'interprétation statistique de nos résultats.

Pour les techniques sont la documentation, l'observation, la collecte et le traitement des données dont la confection des cartes:

Pour le faire nous avons choisis utiliser deux logiciels:

- EXCEL:

Il nous a servis à traiter les coordonnées géographiques avant de les importés dans QGIS en les transformant au format compatible avec ce dernier. En plus de cela il nous a aidés à faire l'interprétation statistique des résultats après l'analyse.

- QGIS:

C'est lui qui a été à la base de l'élaboration de notre carte d'échantillonnage moyennant des coordonnées géographiques déjà traités dans Excel.

3 PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

3.1 DESCRIPTION DES TESTS POUR LA DETERMINATION IN SITU DE LA TEXTURE ET DE LA CLASSE TEXTURALE DU SOL

Pour la détermination de la texture et de la classe texturale de ce sol, nous avons utilisés plusieurs tests dont nous allons décrire un après l'autre.

- Test du lancer de la boule

On prend une poignée de sol humide et on la presse pour en faire une boule. On lance la boule en l'air à 50 cm environ et la rattrapez..Si la boule se désagrège, le sol est pauvre et contient trop de sable.Si la boule reste formée, le sol est probablement bon et contient suffisamment d'argile.



Fig. 2. Démonstration du test du lancer de la boule

- Test de la pression

Elle consiste à prendre une poignée de sol et on l'humecte un peu d'eau de façon à lier le sol sans qu'il colle à la main. On la presse fortement, puis on ouvre la main... Si le sol garde l'empreinte de la main, c'est qu'il contient probablement assez d'argile. Si le sol ne garde pas l'empreinte de la main, c'est qu'il contient trop de sable.



Fig. 3. Démonstration du test de la pression

- Test de la bouteille

Cette technique consiste à mettre de sol dans une bouteille à hauteur de 5 cm et qu'on remplit l'eau. On remue bien le mélange d'eau et de sol, puis on le laisse reposer pendant une heure. Au bout d'une heure, l'eau se sera clarifiée et on verra que les particules les plus grosses se seront déposées. Au fond de la bouteille, se trouve une couche de sable et de gravier au milieu, une couche de limon. Au sommet, une couche d'argile. Si l'eau n'est pas encore claire, c'est qu'elle contient encore de très fines particules d'argile. A la surface de l'eau, on peut voir flotter des fragments de matière organique. Mesurer la hauteur des différentes couches (sable, limon et argile), et on évalue la proportion approximative de chacune d'elles.

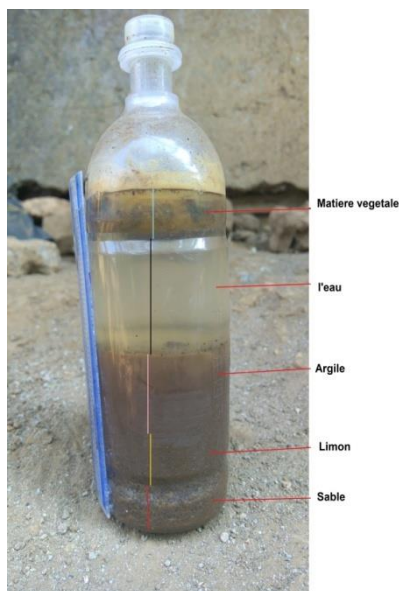


Fig. 4. Test de la bouteille

- Test du jet horizontal de la balle:

Elle consiste à prendre une poignée de sol; on la mouille un peu et on malaxe jusqu'à ce qu'elle prenne une consistance pâteuse.

On continuera à la travailler entre le pouce et l'index et former une balle humide d'environ 3 cm de diamètre. On peut déterminer la texture du sol d'après la façon dont la balle réagit quand on la projette sur une surface dure, telle qu'un mur ou

un arbre. Si la balle, sèche ou mouillée, ne fait que quelques éclaboussures, le sol est de texture grossière. Si, une fois sèche, la balle laisse un impact semblable à celui d'un fusil de chasse, et si, quand elle est humide, elle garde sa forme après avoir été projetée sur une cible à moyenne distance, le sol est de texture moyennement grossière.

Si la balle se brise au moment de l'impact quand elle est sèche, et conserve sa forme quand elle est humide sans adhérer à la cible, le sol est de texture moyenne. Si la balle conserve sa forme après des lancers à longue distance quand elle est humide, et adhère à la cible tout en étant facile à détacher, le sol est de texture moyennement fine. Si la balle reste fortement collée à la cible quand elle est humide, et devient un projectile très dur quand elle est sèche, le sol est de texture fine.



Fig. 5. Jet horizontale de la balle sur un arbre

- Test de la boulette secouée

Elle consiste à prendre une poignée de sol et on la mouille bien; on fait une boulette de 3 à 5 cm de diamètre. On place la boulette sur la paume de la main; elle a un aspect luisant. On la secoue rapidement d'un côté à l'autre en observant sa surface.

Si la surface de la boulette ternit rapidement et qu'on puisse facilement briser la boule entre les doigts, c'est un sable ou un sable limoneux.

Si la surface de la boulette met plus de temps à ternir et qu'on sente une petite résistance en brisant la boule entre les doigts, c'est un limon ou un limon argileux.

Si la surface de la boulette ne change pas d'aspect et qu'on ait du mal à la briser, c'est une argile ou une argile silteuse.

- Test de l'écrasement à sec

On prend un petit échantillon de sol sec dans la main; on l'écrase entre les doigts. Si l'échantillon offre peu de résistance et tombe en poussière, c'est un sable fin ou un sable limoneux fin, ou contenant très peu d'argile. Si l'échantillon offre une résistance moyenne, est une argile silteuse ou une argile sableuse. S'il offre une grande résistance, c'est de l'argile.



Fig. 6. L'écrasement d'un sol sec par la main

- Test des manipulations successives

Ce test vous donne une idée plus juste de la texture du sol, mais il faut l'effectuer en suivant scrupuleusement la marche indiquée ci-après. En effet, pour qu'il réussisse, il faut à chaque épreuve une proportion de plus en plus grande de limon et d'argile. On prend une poignée de sol et on la mouille un peu dans la main pour que le sol commence à s'agglomérer, mais sans adhérer à la main. On roule l'échantillon pour en faire une boule d'environ 3 cm de diamètre. Puis on pose la boule, si elle se désagrège, c'est du sable; si elle reste agglomérée, on passe à l'épreuve suivante.

On roule la boulette pour lui donner la forme d'une saucisse de 6 à 7 cm de long. Si elle ne garde pas cette forme, c'est un sable limoneux. Si elle garde cette forme, passez à l'épreuve suivante.

On continue à rouler la saucisse jusqu'à ce qu'elle ait une longueur de 15 à 16 cm. Si elle ne garde pas cette forme, c'est un limon sableux. Si elle garde cette forme, on passe à l'épreuve suivante.

On essaiera de courber la saucisse en demi-cercle. Si on n'y parvient pas, c'est un limon.

Si on y parvient, on passe à l'épreuve suivante:

On continuera à recourber la saucisse pour former un cercle complet. Si on n'y parvient pas, c'est un limon lourd, si on y parvient et que la saucisse se fissure légèrement, c'est une argile légère.

Si on y parvient, sans que la saucisse se fissure, c'est une argile.

3.2 DETERMINATION DE LA TEXTURE DU SOL

La détermination de la texture du sol a été faite systématiquement sur cinq échantillons récoltés dans notre secteur d'étude qui ont été décrits un après l'autre et pour lequel nous avons émis une analyse et interprétation.

1. Echantillon A:

Il était pris sur l'horizon B de couleur gris-noirâtre:

- Test du lancer de la boule:

Après avoir fait ce test, nous avons remarqué que la boule ne se désagrège pas. Comme la boule ne se désagrège pas, donc nous avons un sol riche en argiles et limons mais pauvres en sables.

- Test de la pression:

Pour cet échantillon, ce test nous a montré que le sol gardait des empreintes de la main d'où nous constatons que ce sol contient beaucoup d'argiles et limons que des sables.

- Test de la bouteille:

Avec ce test nous avons constaté que la proportion approximative des argiles et limons est plus grande que celle du sable.

- Test du jet horizontal de la balle:

Après avoir fait passer cet échantillon à ce test nous avons constaté que ce sol a une texture moyennement fine.

- Test de la boulette secouée:

Ce test a abouti à des résultats admettant que ce sol est d'une texture limoneux-argileuse

- Test de l'écrasement à sec

Après avoir appliqué ce test à cet échantillon nous remarquons que ce dernier présente quelque résistance à l'écrasement d'où, nous pouvons dire que cet échantillon a une grande proportion des limons et des argiles que les sables.

- Test des manipulations successives

L'application de ce test sur ce dernier échantillon prouve que nous sommes en présence d'une argile légère.

Ayant appliqué tous ces tests à cet échantillon, nous avons conclu que ce dernier contient une grande proportion en argile et limon que celle du sable.

2. Echantillon B:

Il était prélevé sur l'horizon B de couleur gris-noirâtre, aussi nous avons pris en compte l'analyse et l'interprétation.

- Test du lancer de la boule

Après avoir effectué ce test, nous avons remarqué que la boule présente quelques petites désagréations. Comme la boule se désagrège un tout petit peu, cela veut dire que ce sol est riche en argiles et limons et contient une quantité en sables importante.

- Test de la pression

Pour cet échantillon, ce test nous démontre que le sol gardait des empreintes de la main d'où nous constatons que ce sol contient beaucoup des sables et limons que des sables.

- Test de la bouteille

Avec ce test nous avons constaté que la proportion approximative des argiles et limons est plus grande que celle du sable.

- Test du jet horizontal de la balle

Ce test démontre que ce sol a une texture moyennement fine

- Test de la boulette secouée

Ce test a abouti à des résultats admettant que ce sol est d'une texture limoneuse argileuse

- Test de l'écrasement à sec

Après avoir appliqué ce test à cet échantillon, nous remarquons que ce dernier présente quelque résistance à l'écrasement d'où, nous pouvons dire que cet échantillon a une grande proportion de limons et d'argiles que les sables.

- Test des manipulations successives

L'application de ce test sur ce dernier échantillon prouve que nous sommes en présence d'un limon lourd. Pour ce deuxième échantillon nous remarquons que la proportion de sable devient un peu important que dans le premier.

3. Echantillon C:

Cet échantillon a été pris sur l'horizon B de couleur gris-noirâtre et nous prenons en compte l'analyse et interprétation.

- Test du lancer de la boule

En faisant ce test, nous avons remarqué que la boule ne se désagrège pas. Comme la boule ne se désagrège pas, donc nous avons un sol riche en argiles et limons mais pauvres en sables.

- Test de la pression

En appliquant ce test nous nous sommes rendus compte que le sol gardait des empreintes de la main d'où nous avons constatés que ce sol contient beaucoup d'argiles et limons que des sables.

- Test de la bouteille

Avec ce test nous avons constaté que la proportion approximative des argiles et limons est plus grande que celle du sable.

- Test du jet horizontal de la balle

Après avoir fait passer cet échantillon à ce test nous avons constaté que ce sol a une texture moyennement fine.

- Test de la boulette secouée

Ce test a abouti à des résultats qui montrent que ce sol est d'une texture limoneuse argileuse

- Test de l'écrasement sec

Après avoir appliqué ce test à cet échantillon, nous remarquons que ce dernier présente quelque résistance à l'écrasement d'où, nous pouvons dire que cet échantillon a une grande proportion des limons et argiles que des sables.

- Test des manipulations successives

L'application de ce test sur l'échantillon prouve que nous sommes en présence d'une argile légère. Cetroisièmeéchantillon nous conduitaux résultats qui nous montrent que ce sol a une grande proportion d'argiles que des limons et des sables.

4. Echantillon D

Le prélèvement de ce dernier a été fait sur l'horizon B de couleur gris-noirâtre en tenant compte de l'analyse et interprétation.

Il a été soumis aux tests suivant:

- Test du lancer de la boule

Après avoir soumis cet échantillon à ce test, nous avons remarqués que la boule ne se désagrège pas. Comme la boule ne se désagrège pas, donc nous avons un sol riche en argiles et limons mais pauvres en sables.

- Test de la pression

Ce test de la pression nous a prouvé que le sol gardait des empreintes de la main d'où le constat est que ce sol est beaucoup constitué d'argiles et limons que des sables.

- Test de la bouteille

Avec ce test nous avons constatés que la proportion approximative d'argiles et limons ne pas de plus en plus grande que celle du sable.

- Test du jet horizontal de la balle

Le constat est que ce sol a une texture moyenne à moyennement fine.

- Test de la boulette secouée

Ce test a abouti à des résultats admettant que ce sol est d'une texture limoneuse argileuse.

- Test de l'écrasement à sec

Après avoir appliqué ce test à cet échantillon nous remarquons qu'il présente quelque résistance à l'écrasement d'où, nous pouvons dire que cet échantillon a une grande proportion des limons et des argiles que les sables.

- Test des manipulations successives

L'application de ce test sur cet échantillon prouve que nous sommes en présence d'une argile limoneuse. Il contient une grande proportion en éléments fin.

5. Echantillon E:

Il était pris sur l'horizon B de couleur gris-noirâtre toujours tenant compte d'analyse et interprétation:

- Test du lancer de la boule

Ce test prouve que la boule ne se désagrège pas pour cet échantillon; comme la boule ne se désagrège pas, donc nous avons un sol riche en argile et limons mais pauvres en sables.

- Test de la pression

Cet échantillon étant passé à ce test, il nous a montré que le sol garde des empreintes de la main d'où nous constatons que ce sol contient beaucoup d'argiles et limons que des sables.

- Test de la bouteille

En séparant les particules de cet échantillon avec ce test, nous avons constaté que la proportion approximative d'argiles et limons est plus grande que celle du sable.

- Test du jet horizontal de la balle

Le constat est que ce sol a une texture moyenne et moyennement fine.

- Test de la boulette secouée

Ce test admet que ce sol est d'une texture limoneuse argileuse

- Test de l'écrasement à sec

Ce sol présente quelque résistance à l'écrasement d'où, nous pouvons dire que cet échantillon a une grande proportion des limons et d'argiles que les sables.

- Test des manipulations successives

Nous constatons que nous sommes en présence d'une argile légère après avoir passé à ce test.

3.3 TABLEAU D'ECHANTILLONAGE

Tableau 2. Résultats obtenus après avoir fait passer les échantillons aux différents tests d'analyses

N° Echantillons	Test du lancer de la boule	Test de la pression	Test de la bouteille	Test de jet horizontal	Test de la boulette secouée	Test de l'écrasement à sec	Test de manipulation successive	Observation (Interprétation)
A	La boule Ne se désagrège pas	Il y a des empreintes	L'argile domine	Moyennement fine	Limon argileuse	Il y a résistance	Le sol garde sa forme	Sol argileux
B	Elle ne se désagrège pas	Un peu d'empreintes	L'argile, limon dominant	Moyennement fine	Limon	Peu des résistances	Le sol ne garde pas sa forme	Sol limoneux
C	La boule se désagrège un peu	Un peu d'empreintes	Les limons dominant	Moyennement fine	Limon	Peu des résistances	Le sol ne garde pas sa forme	Un limon avec peu des sables
D	Elle ne se désagrège pas	Il y a des empreintes	L'argile domine	Moyennement fine	Limon argileuse	Il y a résistance	Le sol garde sa forme	Sol argileux
E	La boule se désagrège	Pas d'empreintes	Sables et limons dominant	Texture fine	Limons et sables	Pas de résistance	Il ne garde pas sa forme	Un limon sableux

Nous remarquons qu'après avoir analyser les échantillons, la majeure partie a une grande proportion en argiles suivis des limons. Mais le sable a une petite proportion sur les échantillons examinés.

Globalement, nous avons constaté qu'il y a 3 types de texture du sol dont l'argile, le limon et le sable, Par voie de conséquence nous pouvons conclure que notre terrain est argileux partant de cette description.

3.4 DETERMINATION DE LA CLASSE TEXTURALE

Comme signaler dans le chapitre précédant seul la technique de la bouteille a été utilisée pour la détermination de la classe texturale, mais aussi nous avons fait intervenir le diagramme triangulaire de sol fin pour le faire.

1. Echantillon A

Après ce test, nous avons trouvé que la proportion des sables sur 5cm de volume de sol contenu dans une bouteille est de 0.75cm soit 15%, la proportion des limons est de 1.25cm soit 25% et celle d'argiles étant 3cm correspondant à 60%.

C'est ainsi qu'avec ces pourcentages, et moyennant le diagramme triangulaire de sol fin, nous avons réussi à déterminer la classe texturale pour notre premier échantillon comme étant une argile en plotant ces pourcentages dans le diagramme comme suit:

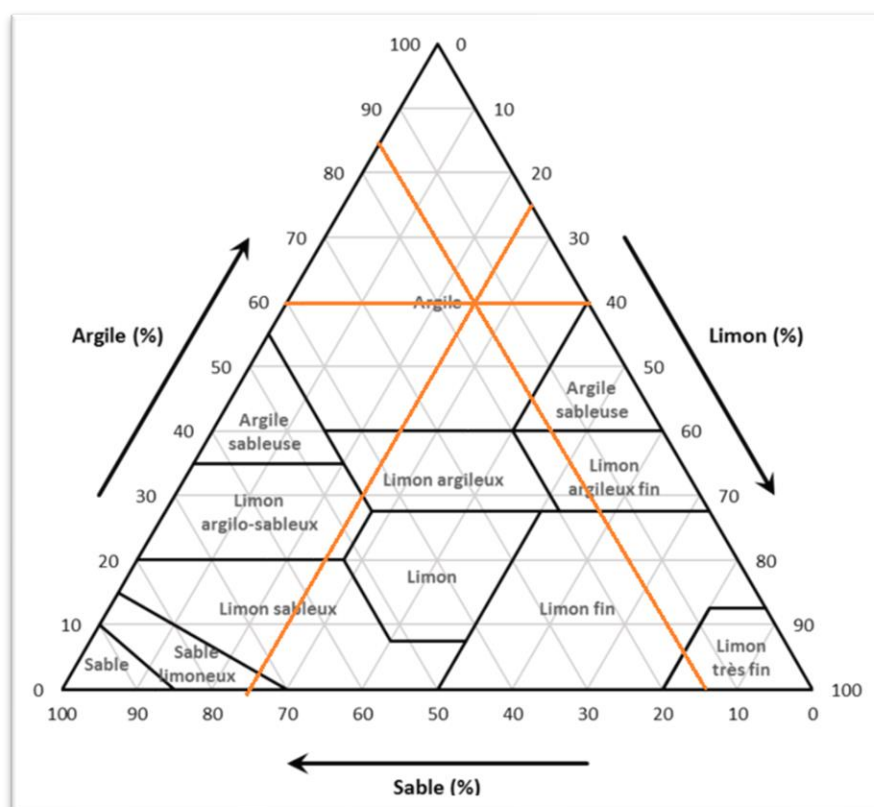


Fig. 7. Interprétation du premier échantillon dans le diagramme triangulaire

Cette expérience a été répétée pour tous les autres échantillons et le résultat qui en découle est tel que repris dans le tableau suivant:

Tableau 3. Résultats obtenus pour chaque échantillon après le test de la bouteille ainsi que les résultats de leur interprétation dans le diagramme triangulaire

No Echantillons	% Sable	% Limon	% Argile	Interprétation
A	29	40	31	Limon argileux
B	12	38	50	Argile
C	5	49	46	Argile silteuse
D	28	48	24	Limon
E	30	50	20	Limon silteux

Après avoir interprété les résultats se trouvant dans le tableau ci-haut, nous constatons qu'il y a 5 classes texturales dans ce secteur dont:

Les argiles, les argiles silteuses, les limons, les limons silteux ainsi que les limons argileux.

Cette interprétation nous prouve que ces sont les argiles qui dominent sur tous les échantillons analysés, ce qui rend clair que ce milieu d'étude est constitué en grande partie par un sol argileux.

3.5 INTERPRETATION STATISTIQUES DES DONNEES

Interprétation statistique pour la texture

- Le diagramme en bâton

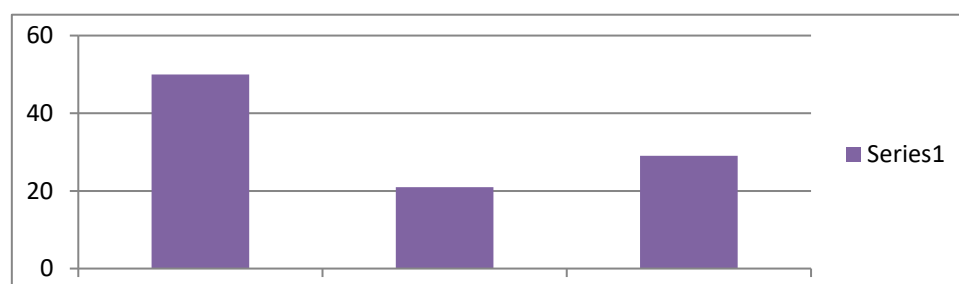


Fig. 8. Interprétation des données texturales dans le diagramme en bande

- Diagramme circulaire

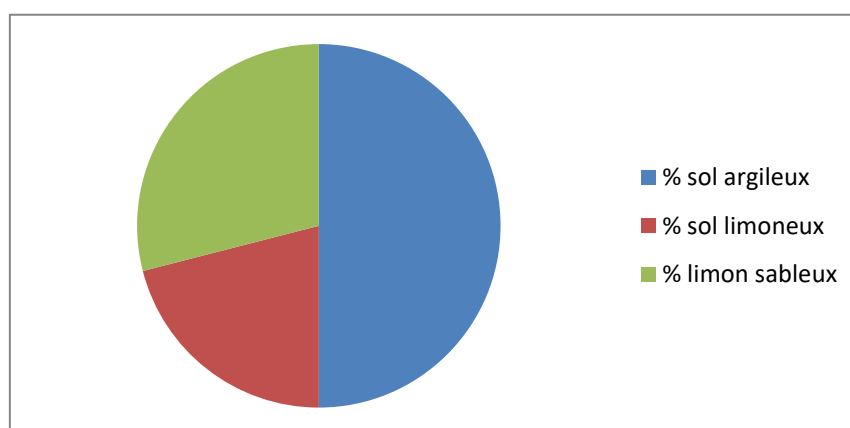


Fig. 9. Interprétation des données dans le diagramme circulaire

Pour la texture, après avoir interpréter les données dans les deux diagrammes précédents, nous avons remarqué que la texture argileuse occupe 50% sur l'ensemble des tous les échantillons analysés et que la texture limoneuse et sableuse occupent le 50% restant.

Interprétation statistique pour la classe texturale

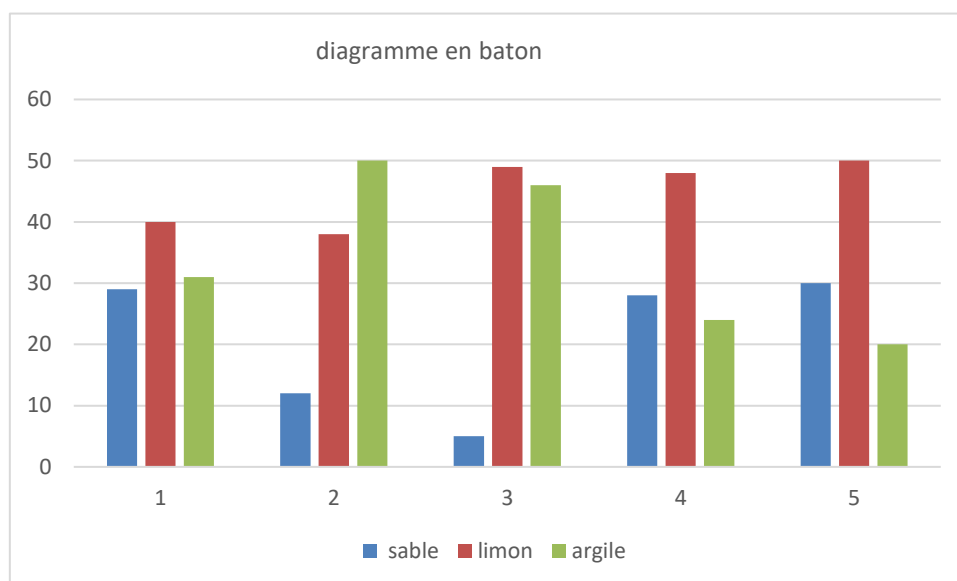


Fig. 10. Interprétation des données pour la classe texturale dans le diagramme en bâton

- Le diagramme en bande

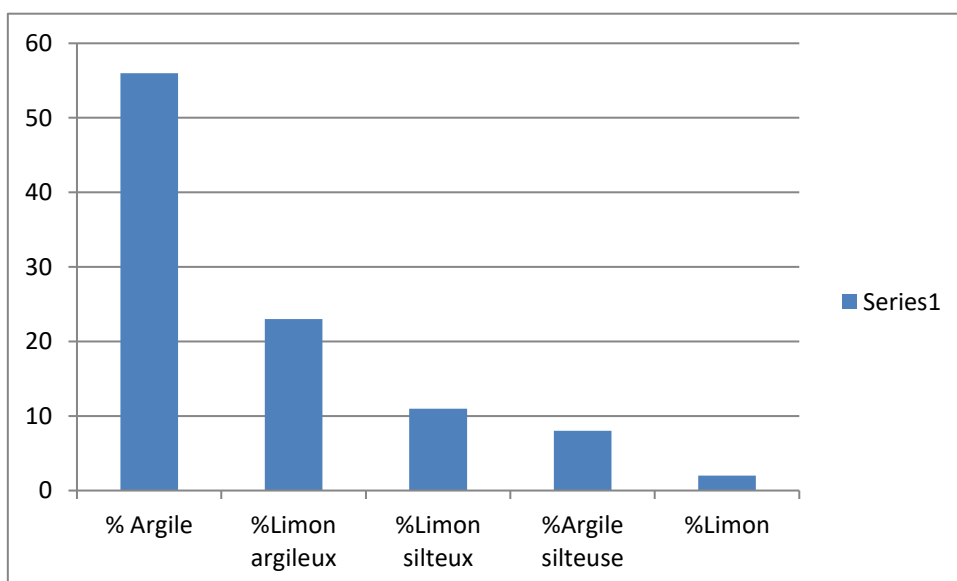


Fig. 11. Interprétation des données pour la classe texturale dans le diagramme en bande

Nous avons choisi interpréter les données issues du tableau 2 statistiquement comme suit:

Sur 5 échantillons analysés et interprétés dans le diagramme triangulaire la majorité se retrouve dans la classe texturale d'argiles; nous avons remarqué en dessous de la moyenne un échantillonnage de moins de 50% étant des limons argileux; et d'autres en trace en limons silteux, argiles siltesuses et très fin de limons.

- Le diagramme circulaire

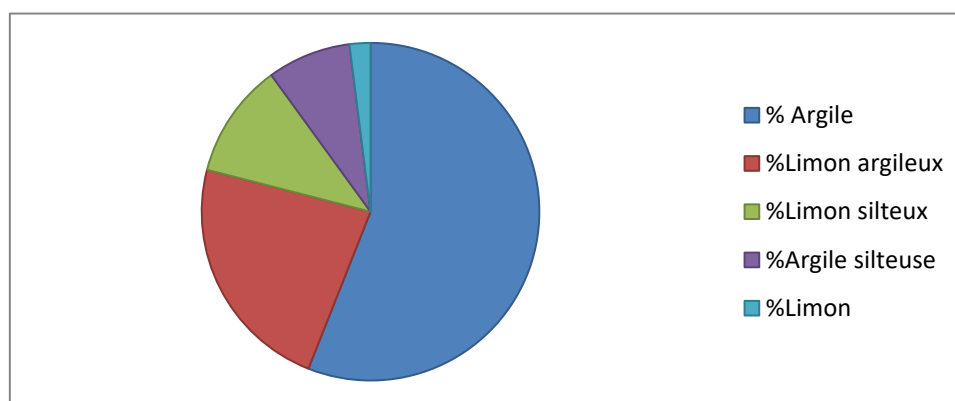


Fig. 12. *Interprétation des données pour la classe texturale dans le diagramme circulaire*

4 DISCUSSION DES RESULTATS

Le test du lancer de la boule sur presque toutes les données nous a montré que la texture de ce sol était souvent argileuse ou limoneuse alors que le test de la bouteille lui, nous a prouvé que la majorité de ces échantillons sont des argiles. Les cinq autres tests eux aussi sont venus prouver que ce sol est d'une texture argileuse. Partant de ça, nous pouvons conclure partiellement que le sol de ce secteur est d'une texture argileuse qui peut être témoigné par les fentes de dessiccations que nous avons observées.

Une étude [11-13] a confirmé le résultat de l'analyse pédologique faite par l'INERA/MULUNGU et le résultat de cette dernière sur le sol de Mushweshwe et Luhihi attestant que les deux origines se confirment notamment le volcanique et le forestier. En plus de cela, ce sol est en majeure partie un sol neutre et alcalin dans le bas-fond.



Fig. 13. *Fentes de dessiccations témoignant la présence des argiles dans le milieu*

A ce qui concerne la classe texturale, nous avons amené et interprété dans le diagramme triangulaire les données issues du test de la bouteille où les résultats nous ont prouvés aussi que la majorité d'entre eux sont des argiles.

5 CONCLUSION

Nos recherches ont été orientées sur la détermination in situ de la texture et de la classe texturale du sol dans le groupement de Luhihi au Sud-Kivu en République Démocratique du Congo ayant comme objectif de déterminer la texture et la classe texturale du sol de cette entité par l'application de la méthode VSA. Pour la réalisation de cette dernière, nous avons procédé par des méthodes descriptives et statistiques mais aussi avec plusieurs techniques dont la documentation, l'observation et la collecte des données.

Pour y parvenir nous avons utilisés sept tests de la méthode VSA dont: le test du lancer de la boule, le test de la pression, le test de la bouteille, le test du jet horizontale, le test de la boulette secouée, le test de l'écrasement à sec du sol ainsi que le test de manipulation successive. Toutes ces méthodes et techniques nous ont permis de classer d'une façon pédologique notre

milieu d'étude. Du point de vue texture du sol, les résultats de notre travail nous ont prouvés que Luhihi est constitué essentiellement par les argiles, les limons et les sables. Les résultats de la détermination de la classe texturale eux ont permis de classer ce sol comme étant argileux. D'où nous confirmons les hypothèses selon lesquelles le sol de l'entité serait constitué de l'argile.

REFERENCES

- [1] Birasa E. Claude, 1985: Présentation du projet carte pédologique du Rwanda, premier séminaire national sur la fertilisation des sols au Rwanda.
- [2] Nyabyenda et V. Rutunga, Fertilisation à l'ISAR, 1985: premier séminaire sur la fertilisation des sols au Rwanda.
- [3] Villeneuve M. 1974: Remarques sur le volcanisme du Sud du Lac Kivu.
- [4] Meyer 1954: Morphologie, volcanisme et sédimentation dans le rift du Sud-Kivu.
- [5] Rapport annuel des activités de l'IPA, 1970.
- [6] Rapport annuel de l'INERA / MULUNGU, 2017.
- [7] Birasa E.C., Bizimana I., Bouckaert W., Gallez A., Maesschalck G. & J. Vercruysse, 2006: Soil and terrain database of central Africa DR of Congo, Burundi and Rwanda.
- [8] Niang A., Gahamanyi A, et Styger E. 1993: Etat des connaissances sur les *Leucaenas* spp et perspectives de recherche pour le Rwanda, ISAR,.
- [9] Hydroplan, Ingénieur GmbH & S.H.E.R, Août 2002: Schéma Directeur d'Aménagement des Marais, de protection des Bassins Versants et de la Conservation des sols,.
- [10] Birasa E. Claude, 1985. Etude de la qualité de la dégradation du sol dans le bassin de l'AKAGERA.
- [11] Lunze, L., 2000. Possibilités de gestion de la fertilité de sol au Sud-Kivu montagneux. 28-. In: le développement rural en RDC au tournant du millénaire. Journées scientifiques du centre d'étude et de recherche pour la promotion rurale, CERPRU Bukavu Sud-Kivu, République Démocratique du Congo: 295pp.s.
- [12] Janssen, B.H.; Guiding, F. C. T.; Brakhekke, W. E. and Dohme, P. A. E.; 1992. Quantitative evaluation of soil fertility and the response to fertilizers. Department of soil science and Plant Nutrition. Wageningen Agricultural University. Africa. A report for IFDC Africa. 92pp.
- [13] Mulumuna, W. L. J., 2010. Caractérisation comparée de l'état de fertilité des sols cultivés au sud-kivu, selon les critères paysans et les normes de laboratoire. Mémoire de DEA, Université de Kinshasa. Inédit: 84pp.

Déterminants de faible taux d'affiliation à la Mutuelle de santé Bondeko

[Determinants of low affiliation rate to Bondeko Health Mutual]

*Jean Bosco Bosso Mozanga, Daniel Matili Widobana, Jean Bosco Yotile Benago, Jean Boniface Soge Sambi,
and Jean-pierre Basila Ilengi*

Institut Supérieur des Techniques Médicales de Gemena, 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 study is the result of a survey of 344 people in the Bwamanda Health Zone specifically in 8 health areas on the determinants of low affiliation to the Bondeko Health Mutual in the Provincial Division of Southern Ubangi Health. In the Democratic Republic of Congo. We conducted a descriptive retrospective study aimed at improving the conditions for universal access to health care by identifying the factors that may affect affiliation to the health insurance system of developing countries. Considering the contribution and the importance of a mutual health in the accessibility of care in health facilities, this research is based on the observation that Bondeko Health Mutual is one of the oldest in the DRC but also constituted for certain country a model to follow for others including Rwanda. Despite its seniority it turns out that the annual affiliation rate does not believe in relation to the expected population. The results of this research revealed that poverty, discouragement of providers, number of people in the household and high affiliation fees are the determinants of weak community affiliation in this research.

KEYWORDS: Mutual health, affiliates, health insurance, solidarity, risk, membership.

RESUME: Cette étude est le résultat d'une enquête menée auprès de 344 personnes dans la Zone de Santé de Bwamanda précisément dans 8 aires de santé sur les déterminants de la faible affiliation à la mutuelle de santé Bondeko dans la Division Provinciale de la Santé du Sud Ubangi en République Démocratique du Congo. Le choix de ces 8 aires de santé se justifie par le fait que nous les avons ciblés suite au faible taux d'affiliation de la population au cours de trois dernières années. Nous avons mené une étude rétrospective descriptive avec visé d'améliorer les conditions d'accessibilité universelle aux soins de santé en déterminant les facteurs qui peuvent influencer sur l'affiliation au système de mutuelle de santé des pays en développement. Considérant l'apport et l'importance d'une mutuelle de santé dans l'accessibilité des soins dans les structures de santé, cette recherche part du constat que la Mutuelle de santé Bondeko compte parmi les plus anciennes en RDC mais aussi a constitué pour certain pays un modèle à suivre pour d'autres notamment le Ruanda. Malgré son ancienneté il s'avère que le taux d'affiliation annuelle ne croit pas par rapport à la population attendue.

Les résultats obtenus de cette recherche ont révélé que la pauvreté, le découragement des prestataires, le nombre des personnes dans le foyer et les frais d'affiliation élevés constituent les déterminants de la faible affiliation des communautés dans cette recherche.

MOTS-CLEFS: Mutuelle de santé, affiliés, assurance-maladie, solidarité, risque, adhésion.

1 INTRODUCTION

Dans beaucoup de pays en voie de développement, la majorité des micro-entreprises se trouvent dans l'économie informelle là où le déficit de protection sociale est le plus important. Ce déficit atteint des proportions considérables dans certaines régions du monde.

On estime, par exemple, que près de 80% de la population d'Afrique subsaharienne n'a pas accès de manière satisfaisante aux soins de santé de base. (METPS, 2013).

La protection sociale est d'abord un droit légitime de tout individu. Elle est également une condition du progrès économique et social. L'absence de protection sociale peut avoir des conséquences graves non seulement pour la santé des personnes travaillant dans les micro-entreprises mais aussi pour le fonctionnement de celles-ci.

En effet, il arrive souvent que pour faire face à des dépenses de santé, un micro-entrepreneur soit contraint de vendre une partie de ses biens de production. En plus, l'absentéisme est souvent expliqué par l'état de santé des travailleurs, ce qui occasionne une faible productivité. La micro-entreprise étant souvent la plus importante source de revenus des ménages, cette situation affecte directement le bien-être familial.

Si le droit à la protection sociale s'étendant à l'ensemble des micros entrepreneurs apparaît comme légitime tant du point de vue de l'équité que de l'efficacité, des interrogations subsistent encore sur les moyens concrets à y accéder. Les expériences validées sont encore peu nombreuses.

Dans ce domaine, plus encore que dans d'autres, exige le pragmatisme et l'innovation pour déterminer les mécanismes les plus appropriés qui permettront de fournir la couverture universelle de la protection sociale à tous.

L'accès à partir des systèmes de sécurité sociale, des systèmes de santé publique et des programmes d'assistance sociale doivent être impulsés par l'Etat. Le développement de systèmes de protection décentralisés résultant d'initiatives locales; l'articulation des systèmes décentralisés avec les autres systèmes de protection sociale.

Les mutuelles de santé sont le produit d'initiatives locales. Elles combinent les principes fondamentaux de l'assurance, de la participation et de la solidarité. Elles mettent en jeu une assurance, puisque moyennant le versement des cotisations, le membre perçoit de l'ensemble du groupe une indemnité lorsque survient un risque. Elles ont comme base la solidarité, car si tous les membres cotisent, seuls ceux qui sont affectés par un risque social déterminé bénéficient d'un soutien financier. Elles promeuvent la participation car l'adhésion est libre et tous les adhérents ont le droit de participer, directement ou indirectement, aux différentes instances de décision et de contrôler le fonctionnement de leur mutuelle.

Les mutuelles de santé liées aux associations de micro-entrepreneurs restent encore peu nombreuses. Elles font cependant l'objet d'un intérêt croissant de la part de ces associations et des promoteurs des micro-entreprises. Il est important de connaître les informations de base nécessaires à ces personnes pour apprécier l'intérêt mais aussi les difficultés de la création de ces mutuelles. Ces difficultés ne sont pas à sous-estimer au regard de la relative nouveauté du sujet. Dans beaucoup de cas, les micro-entrepreneurs, en particulier ceux opérant dans l'économie informelle, sont des personnes pauvres.

Il est légitime, au nom de l'équité, que les mécanismes de protection sociale des personnes bénéficient d'un soutien financier permettant de faire jouer la solidarité au niveau national. Si, dans des nombreux pays, les possibilités de soutien financier sont très réduites voire nulles, le souci d'équité doit être préservé dans le développement futur des systèmes mutualistes.

2 METHODOLOGIE

2.1 TYPE D'ÉTUDE

Cette étude est rétrospective descriptive qui a consisté à identifier les déterminants de la faible affiliation à la mutuelle de santé Bondeko de 2015 à 2017.

2.2 POPULATION

La population de cette étude est constituée de la population de la zone de santé de Bwamanda qui compte 16 aires de santé parmi lesquelles nous avons tiré 50% des aires de santé.

2.3 ECHANTILLONNAGE

La présente étude concerne un échantillon de 320 enquêtés en raison de 20 habitants par aire de santé et 24 prestataires de soins dont 3 par structure sanitaire ayant la responsabilité de collecte des fonds auprès des affiliés. Ce qui donne un total de 344 comme la taille de l'échantillon.

2.4 CRITÈRES D'INCLUSION

- Etre population d'une des aires de santé tirées
- Etre présent le jour de l'enquête
- Etre prestataire dans une des structures qui couvre l'aire de santé
- Avoir presté au moins un an dans la structure
- Accepter volontairement de participer à l'enquête

2.5 CRITÈRE D'EXCLUSION

Est exclu de cette étude, toute personne n'ayant rempli les critères d'inclusion ci-haut.

2.6 TECHNIQUE DE COLLECTE DES DONNÉES

La méthode d'enquête soutenue par la technique de questionnaire auto administré nous ont permis de collecter les données relatives à cette étude.

INSTRUMENT DE COLLECTE DES DONNÉES

Nous avons construit un questionnaire sur base de nos questions de recherche. Cet instrument est composé des questions fermées et semi-ouverte dont:

- La première section a porté sur les caractéristiques sociodémographiques des enquêtés: l'âge, le sexe, le niveau d'étude, la composition familiale.
- La seconde section a porté sur les déterminants de la faible affiliation à la mutuelle de santé: le niveau d'instruction des enquêtés, la qualité de soins administrés, la motivation des prestataires de la mutuelle, le niveau socioéconomique de la population.

2.7 VALIDITE ET FIABILITE DE L'OUTIL

2.7.1 VALIDITÉ

Nous avons utilisé la méthode de validation par consensus des experts qui consiste à soumettre l'instrument de collecte des données aux personnes ressources dans le domaine afin de vérifier la pertinence du contenu en rapport avec les objectifs de l'étude.

2.7.2 FIABILITÉ

Après avoir requis l'avis favorable des experts, nous avons procédé à un pré-test dans la Zone de Santé BOTO auprès de 20 personnes sur base des critères de sélection, ce qui nous a permis par consensus des personnes ressources de détecter les problèmes éventuels et de supprimer d'autres ambiguïtés dans son contenu.

2.7.3 CONTRÔLE DES BIAIS

Pour éviter les biais, nous avons retenu pour l'enquête que les sujets qui répondaient aux critères de sélection, aussi la prudence des enquêteurs pendant l'administration du questionnaire pour éviter la contamination épidémiologique.

2.8 ANALYSE DES RÉSULTATS

Les données recueillies sont saisies, codifiées, nettoyées, traitées et analysées par le logiciel SPSS version 16.0. Le test de chi carré de Yates a servi pour vérifier la différence entre les catégories des sujets de l'enquête.

CONTRÔLE DE QUALITÉ DES DONNÉES

La vérification des fiches était faite directement après l'administration pour s'assurer du remplissage correct, de l'exhaustivité, de la cohérence et de la vraisemblance des données recueillies et ceci pour tous les questionnaires.

3 PRESENTATION DES RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUE DES ENQUÊTÉS

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon le sexe

Sexe	Nombre	%
M	304	88,4
F	40	11,6
Total	344	100

Ce tableau relatif à la répartition des enquêtés selon le sexe nous renseigne que sur les 344 personnes enquêtées, il y a 304 hommes soit une proportion de 88,4 et 40 femmes soit 11,6%.

Tableau 2. Répartition des enquêtés selon la tranche d'âge du chef de ménage

Tranche d'âge en année	Fréquence	%
19 – 28	58	16,9
29 – 38	143	41,6
39 – 48	82	23,8
49 – plus	61	17,7
Total	344	100

Au regard de tableau 2 qui présente la situation des enquêtés selon la tranche d'âge, il y ressort que sur un total de 344 personnes représentant notre échantillon d'enquête; 58 soit 16,9 % se trouvent dans la tranche d'âge de 19 - 28 ans, 143 soit 41,6% dans 29 - 38 ans, 82 soit 23,8% dans 39 - 48 ans et 61 soit 17,7% sont dans la tranche d'âge de 50 ans et plus ce qui prouve que les personnes plus enquêtées se trouvent dans la tranche d'âge de 29 - 38 ans.

Tableau 3. Répartition des enquêtés selon le niveau d'études du chef de ménage

Niveau d'études	Fréquence	%
Primaire	169	49
Secondaire	93	27
Sans niveau	82	24
Total	344	100

En ce qui concerne le résultat des enquêtés repris dans le tableau 3 relatif à la répartition des enquêtés selon le niveau d'étude, nous avons trouvé 169 soit 49% du niveau primaire, 93 soit 27% de secondaire et 82 soit 24% de sans niveau. C'est-à-dire la majorité de nos enquêtés sont du niveau primaire.

Tableau 4. Répartition des enquêtés selon la profession du chef de ménage

Profession	Fréquence	%
Enseignant	84	26,3
Cultivateur ou Agriculteur	229	71,6
Commerçant	7	2,1
Total	320	100

Il ressort au regard de tableau 4 en rapport avec la répartition des enquêtés selon la profession que 84 soit une proportion de 26,3% représente les enseignants, 229 soit 71,6% sont des agriculteurs, et 7 soit 2,1% sont des commerçants. Ceci montre que la plupart de la population enquêtée ont comme profession agriculteur.

3.2 VARIABLES RELATIVES AU SUJET

Tableau 5. Taux d'affiliation à la Mutuelle de Santé par rapport à la population de la Zone de Santé de 2015 à 2017

Année	Population totale de la ZS	Nombre d'affiliés	Taux d'affiliation en %
2015	228 713	64 326	28,1
2016	235 574	65 635	27,9
2017	242 641	70 092	28,9
Moyenne		66684	28,3

Tableau 6. Opinion des enquêtés selon le moyen de subsistance du chef de ménage

Moyen	Fréquence	%
Salaire	64	20
Petit commerce	39	12,2
Agriculture	217	67,8
Total	320	100

Au regard de tableau 6 qui s'articule sur l'opinion des enquêtés en matière de moyen de survie, il ressort que 64 soit 20% vivent de leur salaire, 39 soit 12,2 % vivent de petit commerce et que 217 soit 67,8 % vivent de l'agriculture.

Tableau 7. Opinion des enquêtés sur les dépenses journalières pour subvenir au besoin de la famille

Dépenses en FC	Fréquence	%
300 – 1000	166	52
1100 – 2000	110	34
2100 – 3000	38	12
3100 – plus	6	2
Total	320	100

Le résultat obtenu de tableau 7 prouve que sur 320 personnes enquêtées sur les dépenses journalières pour subvenir au besoin de la famille, 166 soit 52% sont dans la fourchette de 300 - 1000fc, 110 soit 34% sont ceux qui dépensent 1100 - 2000fc, 38 soit 12% dépensent 2100 - 3000fc et que 6 seulement soit 2% qui dépensent 3100fc et plus.

Tableau 8. Opinion des enquêtés selon le nombre de personnes prise en charge dans le foyer

Nombre de personne	Fréquence	%
2 à 5	93	29
6 à 10	157	49
11 – plus	70	22
Total	320	100

Ce tableau 8 relatif à l'opinion des enquêtés selon le nombre de personnes prises en charge dans le foyer, démontre que sur un total de 320 enquêtés 93 soit 29 % de ménage sont constitués de 2 - 5 personnes, 157 soit 49 % ont 6 - 10 personnes en charge et 70 qui ont à leur charge 11 personnes et plus.

Tableau 9. Appréciation des enquêtés sur les frais d'affiliation à la MUSABO

Appréciation	Fréquence	%
Abordable	99	31
Trop cher	221	69
Total	320	100

Le tableau 9 nous renseigne que 99 soit 31 % personnes enquêtés apprécient abordable le frais d'affiliation à la MUSABO, et que 221 personnes soit 69 % le juge trop cher.

Tableau 10. Appréciation des enquêtés sur la satisfaction des soins fourni au niveau de l'HGR et CS

Appréciation	Fréquence	%
Satisfait	160	50
Non satisfait	86	27
Très satisfait	13	4
Pas du tout satisfait	61	19
Total	320	100

Les résultats au regard de tableau 10 montrent que, la moitié de nos enquêtés disent qu'ils sont satisfait des soins fournis au niveau de l'HGR et CS, alors que 27% parlent de la non satisfaction, 19% ne sont pas du tout satisfaits et enfin, 4% seulement disent qu'ils sont très satisfaits.

3.3 APPRÉCIATION DES PRESTATAIRES DE LA MUTUELLE DE SANTÉ

Tableau 11. Opinion des prestataires sur la satisfaction de la prime octroyée par le service de la mutuelle

Opinion	Fréquence	%
Oui	3	11
Non	21	89
Total	24	100

Il ressort au regard des résultats obtenus dans le tableau 11 en rapport avec l'opinion des prestataires sur la satisfaction de la prime octroyée par le service de la mutuelle que, 3 soit 11% des prestataires seulement attestent avoir été satisfait et que 21 soit 89% disent non c.à.d. ils ne sont pas satisfaits.

Tableau 12. *Opinion des prestataires sur les raisons de faible affiliation à la mutuelle*

Critère	Fréquence	%
Négligence de la population	3	12
Pauvreté	11	47
Découragement	6	23
Prix exorbitant de timbre	4	18
Total	24	100

Le tableau 12 donne la répartition des prestataires de service de mutuelle sur les raisons de la faible affiliation à la mutuelle de santé.

Il y ressort que la pauvreté constitue la raison principale soit 47% de nos enquêtés suivi de découragement avec 23% ainsi que le prix exorbitant de timbre d'affiliation qui représente 18% des opinions des enquêtés et que La négligence de la population occupe respectivement 12% des opinions de nos enquêtés.

4 INTERPRETATION DES RESULTATS

Le signe positif obtenu par la variable Niveau d'instruction montre que plus les gens sont instruits, plus grand est la probabilité qu'ils acceptent d'adhérer à une mutuelle de santé parce qu'ils comprennent facilement le risque qu'ils courent lorsqu'ils tombent malades.

La liaison entre l'état civil et le choix d'adhésion à une mutuelle de santé est une liaison positive. Ce qui veut dire plus les gens sont mariés, plus ils acceptent d'adhérer à une mutuelle de santé. Elle peut s'expliquer par le fait que les Chefs des ménages mariés sont conscients des dépenses énormes à effectuer sans l'apport des mutuelles de santé.

La liaison entre la qualité de soins et le choix d'adhésion à une mutuelle de santé est une liaison négative. Il apparait donc, que plus la qualité de soins reçus par les abonnés est bonne, plus ils acceptent d'adhérer à une mutuelle de santé. Ce qui explique que les mutuelles de santé garantissent une bonne qualité de soins à leurs membres.

Le signe positif obtenu par le coefficient de la variable taille de ménage montre que plus il y a des individus dans un ménage, plus élevée est la probabilité qu'ils acceptent d'adhérer à une mutuelle de santé.

Le revenu a aussi une influence sur l'adhésion aux mutuelles de santé du fait que c'est grâce au revenu du chef de ménage qu'il peut payer les frais d'adhésion. Ce qui implique que plus grand est le revenu du chef de ménage, plus grand est le nombre des personnes qu'il fait affilier à la mutuelle.

Les variables dont les coefficients ne sont pas significatifs (l'âge, la religion, l'alternative de recours aux soins) n'influent pas sur la probabilité de choix d'adhésion à une mutuelle de santé.

Les variables qui sont significatifs influent sur la probabilité d'adhésion à une mutuelle de santé. Ainsi, le signe négatif du coefficient de la variable niveau d'instruction signifie que la probabilité d'adhésion à une mutuelle de santé diminue avec le niveau d'instruction.

Donc une sensibilisation des gens non scolarisés pourrait agir, dans un premier temps sur l'accès aux mutuelles de santé et le taux de fréquentation des centres de santé et enfin sur le bien-être des populations en matière sanitaire.

Le signe positif du coefficient de la variable « état civil » signifie que la probabilité d'adhésion à une mutuelle augmente si les Chefs des ménages sont en majorité mariés. Ceci s'explique par le fait que généralement, les mariés (monogames ou polygames) ont en charge un nombre important d'individus. Donc pour pallier aux difficultés de paiement de soins de santé, ils préféreraient adhérer à une mutuelle de santé.

Le signe positif obtenu par le coefficient de la variable taille de ménage montre que plus les individus sont nombreux dans le ménage, plus grande est la probabilité qu'ils acceptent d'adhérer à une mutuelle de santé. Ceci peut s'expliquer par le niveau élevé des dépenses de soins de santé. Le niveau d'instruction agit négativement sur la probabilité d'adhésion lorsqu'il s'agit d'un individu moins instruit et positivement lorsque l'on a un niveau d'instruction élevé.

Enfin, la qualité de soins reçus influence positivement la probabilité de choix d'adhésion à une mutuelle de santé. Plus les soins reçus sont de bonne qualité, plus grande est la probabilité d'adhérer à une mutuelle de santé.

L'adhésion aux mutuelles de santé dépend aussi des frais d'adhésion. Les mutuelles de santé les moins chères attirent plus d'adhérents.

5 DISCUSSION DES RESULTATS

L'analyse des tableaux 1, 2 et 3 indiquent que le faible taux d'adhésion à la mutuelle au sein de sa population cible qui était de 28% en 2015 est passé à 29, 47 %, en 2016 et d'environ 28,1%, en 2017. Ce taux qui est descendu en 2017 a connu une augmentation de 1,47 en 2016 contre une baisse de 1,6% en 2017. L'on constate donc que le niveau des adhésions évolue très faiblement par rapport aux effectifs sur la population et en plus cette légère évolution n'est pas soutenue.

Les chefs de ménages sont en majorité des cultivateurs parmi les membres de la mutuelle de santé de Musabo (71,6%), suivi des enseignants (26,3%), enfin quelques petits commerçants (2,1%) qui s'intéressent rarement de la mutuelle de santé. Il a été découvert que 88,4% des chefs de ménages sont des hommes contre, 11,6 % des femmes. Ce résultat diffère de celui mené sur la mutuelle de santé de Muresha au Rwanda par Bachibola Munganga appelé MUSAMU sur les déterminants de l'affiliation à cette mutuelle. Cette étude a révélé que les femmes mariées se soucient de l'adhésion à la Musamu soit 56,6% et 54% sont jeunes, 8% des étudiants, les cultivateurs sont dans l'ordre de 38%.

Les études menées par KUTZIN et BAMUN (1992), selon lesquelles des résultats encourageants de préfinancement communautaire des soins de santé comme alternative à l'accès aux soins de santé de qualité des populations vulnérables comparés aux mécanismes traditionnels de financement de type in put ont été observés à l'hôpital de Bwamanda en 1992.

Parmi ces résultats observés, l'on avait noté le système de financement autonome par augmentation de la mobilisation des ressources des services de santé dans la région. Mais, par contre, la principale faiblesse de cette approche était qu'elle avait entraîné un accès inéquitable aux soins de santé entre membres et non membres du système.

Bien plus, il était apparu des possibilités de hasard moral en ce sens que les membres du système avaient tendance à une sur consommation des services offerts dans la mesure où le coût inhérent à un tel comportement était assez moindre pour eux comparativement à celui que pourrait supporter les non-membres.

Par ailleurs, 89,2% des membres pensent que la Musabo n'est pas bien géré par les responsables mais 10,7% des membres manifestent un avis contraire. Et, par le fait même ils peuvent affecter l'utilisation des services de santé car cet effectif approche proportionnellement la population d'étude.

Pour ceux-ci, la pauvreté constitue un déterminant pour la non affiliation (46,9%) suivi du découragement (23,08%) ce qui s'explique par le fait qu'une frange importante des enquêtés (26,9%) se disent non satisfaits de la qualité de soins fournis par les structures (HGR et CS) ainsi que le frais d'affiliation qu'ils trouvent exorbitant.

L'étude a aussi révélé que la pauvreté constitue un des déterminants de la faible affiliation à la Musabo ce qui se traduirait par les résultats des tableaux 7 et 8 selon lesquels 52% des enquêtés vivent avec maximum 1000 FC par jour alors que la majorité des ménages sont constitué de 6 à 10 personnes ce qui explique qu'une personne vit avec 125 FC par jour, signe d'extrême pauvreté mais aussi l'opinion des prestataires qui témoignent que la pauvreté constitue un déterminant de la non affiliation à la Musabo. Ceci rencontre le résultat de l'étude menée par Bachibola Munganga sur la Muresha.

6 CONCLUSION

Nous voici aux termes de cette étude intitulé « **Déterminants de faible taux d'affiliation à la Mutuelle de santé Bondeko dans la zone de santé Rurale de Bwamanda (MUSABO)** ». Nous avons mené une étude rétrospective descriptive afin d'étudier les facteurs favorisant l'adhésion ou non des ménages dans la mutuelle de santé à Musabo. Les données disponibles de cette étude sont celles qui sont récoltées au sein de la mutuelle de santé qui ont été complétées par des descentes de terrain dans les villages habités par les affiliés qui sont dans les aires de santé dans lesquelles sont érigés les formations sanitaires conventionnées.

Pour récolter ces données, nous nous sommes servis des outils et techniques suivantes:

- La revue documentaire.
- Un Questionnaire d'enquête
- L'entretien
- Observation active

Les principaux résultats obtenus au cours de cette étude sont:

QUANT AUX DÉTERMINANTS SOCIOÉCONOMIQUES DE LA FAIBLE ADHÉSION DES MÉNAGES À LA MUTUELLE DE SANTÉ À MUSABO

Les chefs des ménages éprouvent des difficultés de faire adhérer tous leurs dépendants qui sont estimés entre 6 à 10 personnes. Les effectifs d'adhésion à la Musabo en 2017 est de trop bas en dessous de la moyenne proportionnellement à la population totale pour les trois années de notre étude.

Ce sont des familles nombreuses et, le frais d'adhésion jugé très chère par plus de la moitié, le chômage, la pauvreté des chefs de ménages, des personnes d'ores et déjà vulnérables restent le goulot d'étranglement de l'adhésion des ménages.

EN CE QUI CONCERNE LES DÉTERMINANTS LIÉS À LA MUTUELLE DE SANTÉ

La Mutuelle de Santé Bondeko est loin de respect des procédures et de satisfaire ses prestataires ce qui constitue une source de démotivation pour eux.

La qualité de soins administrés aux membres est jugée non satisfaisante par eux-mêmes ainsi que le niveau très bas des chefs des ménages qui constitue aussi un frein pour la bonne compréhension des problèmes liés à la santé mais aussi et surtout pour trouver un emploi décent qui puissent leur permettre de résoudre les problèmes de leurs foyers.

RECOMMANDATIONS

AUX GESTIONNAIRES DE LA MUTUELLE

- D'éviter la dilapidation des fonds générés pour des activités autres ou secondaire que le remboursement qui constitue la raison principale de l'existence de la mutuelle.
- Mettre en place un système comptable transparent pouvant permettre aux affiliés à se rendre compte de l'utilisation des fonds cotisés,
- Passer à temps la commande des intrants pour éviter le retard dans le démarrage des activités de la campagne;
- Bien motiver les prestataires en vue de les encourager à la sensibilisation massive de la communauté;
- Respecter la période de l'affiliation et commencer à temps le remboursement pour éviter de décourager la communauté;

AUX PRESTATAIRES DE LA MUTUELLE

- De veiller au respect du principe d'affiliation familial et non céder à la tentative de la communauté de ne faire affilier que les personnes de leur choix.

REFERENCES

- [1] AKTOUK, O. (1992), Méthodes des sciences sociales et approche qualitative des organisations. Une introduction à la démarche classique une critique, presse de l'université de Québec.
- [2] COCHEUR A, (2010), « La santé en Afrique: le rôle des mutuelles », in Alter Ego n° 42.
- [3] Defourny et, Faillon J, (2001): « Les déterminants de l'adhésion aux mutuelles de santé en Afrique subsaharienne »: un inventaire des travaux empiriques, Mondes en développement: n° 153.
- [4] Jean- JACQUES et PROTET, (2000) « Droit de la sécurité sociale », 9ème éd, Paris, Dalloz.
- [5] KUNZIN et BAMUN, (1992) « les déterminants de l'adhésion aux mutuelles de santé en Afrique subsaharienne: un inventaire des travaux empiriques ».
- [6] HNP Advisory services, (2004): Les mutuelles de santé en Afrique subsahariennes, Etat de lieu et réflexions sur un agenda de recherche.
- [7] LOHATA T. (Prof) (2012): Méthodologie et Epistémologie des sciences sociales via Sciences Politique et Administrative, éd. Presse Universitaire du Sankuru.
- [8] PINTO GRAWITZ M, (1971): « Méthodes de Recherche en Sciences Sociale », 4ème édition, Dalloz, Paris.
- [9] Schneider P, Diop, Pand F, Bucyana S, (2000): «Development and implementation of prepayment schemes in Rwanda», MD/partnerships for Health Reform (PHR) project 2010.
- [10] Yemerck Bimam J, (2009): « Préfinancement Communautaire des soins de santé comme alternative à l'accessibilité aux soins de santé de qualité des populations vulnérables »: une évaluation du consentement à payer des populations rurales au centre du Cameroun.
- [11] Faisabilité de la mise en œuvre de mutuelles de Santé en République Démocratique du Congo, Septembre-Octobre 2004. Rapport de mission. Ministère de la Santé Publique, République Démocratique du Congo, Coopération Technique Belge, Institut de Médecine Tropicale, Anvers, Belgique, 2004.
- [12] OMS, Note technique sur le financement de la santé, Régimes d'assurances maladie communautaires dans les pays en développement: faits et problèmes et perspectives, 2ème version, OMS /EI, 2003, pp 40.
- [13] Plans national de développement sanitaire PNDS 2015-2020, Ministère de la santé publique de la République Démocratique du Congo.
- [14] Séminaire nationale « Réflexions sur la réforme en cours en RD Congo.
- [15] UNICEF –RDC (ex-ZAIRE), le financement communautaire des soins SSP, Initiative de Bamako, module de formation.

Evaluation du niveau des connaissances des agents du Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi sur les problèmes de santé liés à l'ordinateur

Azambina Te Sombo Emmanuel, Matili Widobana Daniel, and Akatimose Gidigidi Fifi

Institut Supérieur des Techniques Médicales de Gemena, 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: A descriptive study was conducted at the Office of the Provincial Division of Health of South Ubangi to assess the level of knowledge of the agents there affect on health problems related to the computer. The main concern was to determine the level of the agents on the pathologies related to the use of the computer. The survey was conducted with a population of 40 agents, from which we extracted a sample of 35 agents present and having the computer as a working tool and this in the period from January 15 to March 15, 2018. The latter has led the following results: knowledge of health problems related to the use of the computer gave, based on observed frequencies, 36%. This result being lower than our acceptability criterion, led to the conclusion that the agents of the Provincial Division of Health of South Ubangi have little knowledge of health problems related to the use of the computer.

KEYWORDS: Evaluation, Knowledge, Health problems, Pathologies, Computer.

RESUME: Une étude descriptive a été réalisée au Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi pour évaluer le niveau des connaissances des agents y affecter sur les problèmes de santé liés à l'ordinateur. La préoccupation principale était de déterminer le niveau des agents sur les pathologies liées à l'utilisation de l'ordinateur.

L'enquête a été réalisée auprès d'une population de 40 agents, dont nous avons extrait un échantillon de 35 agents présents et ayant l'ordinateur comme outil de travail et cela à la période du 15 janvier au 15 mars 2018. Cette dernière a conduit aux résultats suivants: les connaissances sur les problèmes de santé liés à l'utilisation de l'ordinateur ont donné, à partir des fréquences observées, 36 %.

Ce résultat étant inférieur à notre critère d'acceptabilité, a conduit à la conclusion selon laquelle les agents de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi ont une faible connaissance sur les problèmes de santé liés à l'utilisation de l'ordinateur.

MOTS-CLEFS: Evaluation, Connaissances, Problèmes de santé, Pathologies, Ordinateur.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLÉMATIQUE

Depuis sa toute première apparition, l'ordinateur a beaucoup évolué. Il est passé d'un outil rare, cher, compliqué, imposant et peu concluant à celui de maintenant, accessible à tous, transportable partout, très performant, etc.

Cet accès facile par tout le monde fait de lui un élément de la vie de tous les jours et qui nous sert dans bien des domaines. A l'heure actuelle, il est en effet rare de ne pas voir un ordinateur dans un foyer, au travail, à l'école... Bref, l'ordinateur est partout.

Cependant, et malgré tout ce qu'il nous apporte, malgré le fait qu'il facilite bien des choses, l'ordinateur n'est pas inoffensif pour autant et son utilisation n'est pas sans conséquences si elle se trouve excessive ou mal employée.

L'ordinateur provoque ainsi un grand nombre d'effets négatifs tant sur la santé que sur la société. On peut noter que ses problèmes sont parfois étroitement liés entre eux.

Ainsi, l'ordinateur entraîne par exemple des troubles de sommeil que ce soit dans le cas d'une utilisation normale, abusive, excessive ou encore suite à l'apparition d'une maladie telle que la cyberdépendance, elle-même engendrée par l'usage de l'ordinateur.

De la même façon, on peut constater que les problèmes de santé causés par une mauvaise utilisation de l'ordinateur peuvent avoir des répercussions au sein de la société: en passant beaucoup plus de temps qu'on ne le devrait sur l'ordinateur, une prise de poids peut être constatée et la population d'un pays se voit « grossir » ou être touchée par l'obésité et le surpoids. Et, bien que les causes de ce problème ne se résument pas uniquement à l'usage de l'ordinateur, ce dernier y contribue tout de même.

Toutefois, l'utilisation de l'ordinateur, qu'elle soit abusive ou non, favorise l'apparition de problèmes au sein de la société. Le fait que l'ordinateur se soit démocratisé et soit devenu accessible à tous, a fait de lui un élément incontournable de la vie courante.

Comme de plus en plus d'activités professionnelles, éducatives et récréationnelles requièrent l'utilisation d'un ordinateur, chacun devrait être conscient des risques liés à la santé comme le syndrome du canal carpien, les lésions causées par des tensions ou des stress répétitifs, le syndrome de la vision artificielle, les radiations électromagnétiques, la dépression, la cyberdépendance, l'habitude de travail, la fatigue visuelle, les troubles musculo-squelettiques, etc.

Les problèmes de santé liés à l'utilisation de l'ordinateur, qui commencèrent à être mentionnés aux Indes il y a quelques années, sont devenus une véritable épidémie chez les utilisateurs. Il est ainsi prouvé que la durée de travail et les problèmes dus à l'emploi d'un ordinateur sont étroitement liés.

Dans le monde, il est estimé que 25% de personnes utilisant ce matériel souffrent de plusieurs pathologies, et, les Etats-Unis, à eux seuls, dépensent plus de 2 milliards de dollars par an pour avoir ignoré ce genre de problème.

Eu égard à ce qui précède, notre préoccupation est de savoir: quel est le niveau des connaissances des agents de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi sur les problèmes de santé liés à l'utilisation de l'ordinateur ?

1.2 HYPOTHÈSE

Ainsi, l'hypothèse postulée est la suivante: les agents du Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi n'ont pas de connaissances suffisantes sur les pathologies liées à l'utilisation de l'ordinateur.

1.3 INTÉRÊT DU SUJET

Cet article revêt un double intérêt:

SUR LE PLAN PRATIQUE

Cette recherche permet de sensibiliser les utilisateurs sur les pathologies liées à l'utilisation de l'ordinateur et leur doter d'un arsenal des méthodes à utiliser pour prévenir ces pathologies.

SUR LE PLAN SCIENTIFIQUE

Elle permet la diffusion des connaissances dignes d'intérêt dans le souci de réduire de manière drastique le taux de pathologies liées à l'utilisation de l'ordinateur et de vulgariser les documents contenant les mesures préventives de base.

1.4 TYPE ET DOMAINE DE RECHERCHE

Cette recherche est de type descriptif et s'inscrit dans le domaine de la santé publique.

2 PROBLEMES DE SANTE LIES A L'UTILISATION DE L'ORDINATEUR

Les pathologies liées à l'utilisation de l'ordinateur sont bien plus faciles à prévenir qu'à guérir et il est préférable d'avoir une bonne hygiène de vie face aux ordinateurs et de travailler dans des conditions ergonomiques optimales.

2.1 LE SYNDROME DU CANAL CARPIEN

C'est une inflammation du nerf médian due à sa compression à l'intérieur du canal carpien situé au niveau du poignet.

Il est prouvé que les mouvements répétés du poignet tels qu'ils se produisent lors de l'emploi d'un clavier d'ordinateur peuvent provoquer une inflammation du tunnel carpien, provoquant ainsi le syndrome du canal carpien.

2.2 LES LÉSIONS CAUSÉES PAR DES TENSIONS OU DES STRESS RÉPÉTITIFS

Ce sont des lésions occasionnées par un mouvement répétitif qui peut endommager les tendons, les nerfs, les muscles et d'autres tissus souples. Ces lésions sont en nombre croissant en raison d'une augmentation de l'emploi d'ordinateurs, de mauvaises techniques d'utilisation du clavier et de mauvaises positions face à l'écran.

Le manque de pauses durant le travail et l'emploi d'une force excessive avec le clavier ou la souris entraînent des lésions causées par des tensions ou des stress répétitifs.

2.3 LE SYNDROME DE LA VISION ARTIFICIELLE

Le syndrome de la vision artificielle, ou Computer Vision Syndrome, est un problème oculaire et visuel lié au travail rapproché dont on fait l'expérience devant un ordinateur.

Les symptômes en sont une certaine fatigue, des maux de tête, des yeux secs, une vision trouble, des douleurs dans la nuque et le dos, une perception altérée des couleurs, la double-vision, etc.

Ceux qui utilisent un ordinateur plus de 2 heures par jour risquent de développer le syndrome de la vision artificielle. Certaines conditions prédisposent à cette pathologie, comme des troubles oculaires mal ou non-corrigés ou un dysfonctionnement binoculaire.

Un éclairage insuffisant, une distance inappropriée entre les yeux et l'écran, un poste de travail mal agencé, un mauvais contraste, un écran trop brillant, tous ces facteurs contribuent au syndrome de la vision artificielle.

2.4 LA DÉPRESSION

Une étude récente a démontré une forte corrélation entre le temps passé sur Internet et une augmentation des cas de dépression. Il est fort possible que les individus se retrouvant dans cette situation ont une vie sociale limitée. Ce qui les enferme encore plus dans leur solitude et leur dépression.

2.5 LA CYBERDÉPENDANCE

Analogue à celui du jeu pathologique ou des achats compulsifs, les symptômes de la cyberdépendance sont assez spécifiques:

- La sensation du bien-être, voire d'euphorie devant l'ordinateur;
- L'inaptitude d'arrêter l'activité en cours et le désir de passer plus de temps devant l'écran;
- La négligence de la famille et des amis, les mensonges à l'employeur et aux proches concernant l'activité;
- La sensation de vide, la dépression et l'irritabilité loin de l'ordinateur.

En plus des symptômes psychologiques, il existe des signes cliniques comme le syndrome du tunnel carpien, les yeux desséchés, des migraines, des maux de dos, une mauvaise nutrition, le manquement aux règles d'hygiène élémentaires ou des problèmes de sommeil.

Le cyberdépendant est donc une personne qui ne peut s'empêcher de se connecter à Internet, qui ressent le besoin permanent de se connecter. Cela lui permet d'assouvir ses envies, de réduire son anxiété, d'éprouver du plaisir, de soulager une tension intérieure telle que le stress, etc.

2.6 LES TROUBLES MUSCULO SQUELETTIQUES

Généralement causés par une mauvaise utilisation ou manipulation de l'ordinateur, les troubles musculo squelettiques sont des pathologies, de problèmes liés aux muscles, aux tendons et aux nerfs des membres et de la colonne vertébrale. Les poignets, les coudes (épicondylite), les épaules (tendinite), le dos (lombalgie) et le cou sont des exemples de parties du corps pouvant être touchés par un trouble musculo squelettique.

2.7 LA FATIGUE VISUELLE

Comprend des tensions dans les yeux, des larmoiements, des picotements, des migraines ophtalmiques, des visions floues, des éblouissements, une baisse de la vue, etc.

2.8 LES HABITUDES DE TRAVAIL

En travaillant avec l'ordinateur, certains préalables sont de mise. S'ils ne sont pas observés, ils peuvent créer des habitudes qui sont pour la plupart de cas irréparables et provoquent ensuite certaines habitudes souvent irrémédiables.

Il faut observer des habitudes telles que: une posture appropriée doit être adoptée afin de réduire le stress sur les muscles, les os et les tendons; s'asseoir droit avec les bras atteignant le clavier à un angle de 100°; les genoux doivent dépasser d'environ 10 à 15 cm de la chaise et être pliés à 90°; la chaise doit être ajustable et soutenir le dos dans son entier; la hauteur doit être ajustée de manière à ce que les genoux se trouvent légèrement en-dessous du niveau des hanches.

3 MILIEU, MATERIEL ET METHODOLOGIE

3.1 MILIEU D'ÉTUDE

L'institution de santé qui nous a servi de cadre d'étude est le Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi. L'étude a été réalisée durant la période allant du 15 janvier au 15 mars 2018.

3.2 MATÉRIEL DE COLLECTE DES DONNÉES

L'outil de collecte des données était un questionnaire structuré renfermant les questions fermées.

3.3 MÉTHODOLOGIE

3.3.1 POPULATION

La population cible est constituée de l'ensemble des agents travaillant au Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi. Cette population est de 35 agents.

3.3.2 ÉCHANTILLON

L'échantillon est de type non probabiliste identifié par commodité; il est constitué des agents du bureau de Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi sur base des critères de sélection bien choisis.

A) CRITÈRES D'INCLUSION

- Etre agent travaillant au Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi;
- Disposer d'un ordinateur comme outil de travail;
- Etre présent au moment de l'enquête;
- Etre disponible à répondre aux questions;
- Etre collaborant avec l'enquêteur.

B) CRITÈRES D'EXCLUSION

Tous les agents de santé qui ne répondent pas aux critères ci-haut sont exclus de cette étude.

C) TAILLE DE L'ÉCHANTILLON

Le nombre des sujets faisant l'objet de cette étude s'élève à 35 répartis selon le sexe.

3.4 MÉTHODES ET TECHNIQUES**3.4.1 MÉTHODE**

La méthode d'enquête a permis de recueillir les informations auprès des sujets enquêtés.

3.4.2 TECHNIQUE

Le questionnaire comprenant les questions fermées a consisté à obtenir des réponses auprès des enquêtés.

3.5 CRITÈRES D'ACCEPTABILITÉ

Pour faciliter l'interprétation objective et logique des résultats, nous avons fixé le critère d'acceptabilité par rapport au score moyen à 60 %.

3.6 TRAITEMENT DES DONNÉES

Pour faciliter le traitement des données, nous avons procéder de la manière suivante:

- Dépouillement (tri de données);
- Encodage avec le logiciel SPSS²⁰;
- Le traitement des données avec le même logiciel;
- L'analyse descriptive

- Par analyse descriptive on a : $\% = \frac{ni \times 100}{N}$

Puis :

$$\text{Score moyen} = \frac{\text{Fréquence observée (Fo)}}{\text{Fréquence attendue (Fa)}} \times 100$$

4 RESULTATS

Les résultats sont présentés sous forme des tableaux et figures sur base des paramètres définis par l'étude.

4.1 CARACTÉRISTIQUES DES ENQUÊTÉS

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon la tranche d'âge et le sexe

Age	Sexe				Total	
	Masculin		Féminin			
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
26–30 ans	0	0	2	40	2	6
31–35 ans	1	3	0	0	1	3
36–40 ans	3	10	2	40	5	14
41–45 ans	12	40	1	20	13	37
46–50 ans	10	33	0	0	10	29
51 et plus	4	13	0	0	4	11
Total	30	100	5	100	35	100

Il résulte de ce tableau que sur 35 enquêtés, 2 soit 6%, tous de sexe féminin appartiennent à tranche d'âge située entre 26-30; 1 de sexe masculin soit 3 % est dans la tranche d'âge entre 31-35; 5 soit 14 % dont 3 de sexe masculin et 2 de sexe féminin sont dans la tranche d'âge située entre 36-40 ans; 13 soit 37 % dont 12 de sexe masculin et 1 de sexe féminin sont situés entre 41-45 ans; 10 soit 29 %, tous de sexe masculin sont dans la tranche d'âge de 46-50 ans et 4 soit 11 %, de sexe masculin ont 51 ans et plus.

Tableau 2. Statut matrimonial

Statut matrimonial	Sexe				Total	
	Masculin		Féminin			
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Célibataire	0	0	2	6	2	6
Marié (e)	30	85	2	6	32	91
Veuf (e)	0	0	1	3	1	3
Divorcé (e)	0	0	0	0	0	0
Total	30	85	5	15	35	100

Ce tableau montre que sur 35 enquêtés, 32 soit 91 % sont mariés dont 30 de sexe masculin et 2 de sexe féminin; 2 soit 6 % sont célibataires et de sexe féminin, tandis que 1 soit 3 % est veuve.

Tableau 3. Niveau d'instruction

Niveau d'instruction	Sexe				Total	
	Masculin		Féminin			
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Sans niveau	0	0	0	0	0	0
Primaire	0	0	0	0	0	0
Secondaire	0	0	0	0	0	0
Supérieur/Universitaire	30	86	5	14	35	100
Total	30	86	5	14	35	100

Il ressort de ce tableau que tous les enquêtés, 35 soit 100 % ont un niveau supérieur ou universitaire dont 30 de sexe masculin soit 86 % et 5 de sexe féminin soit 14 %.

Tableau 4. Catégorie

Personnels	Sexe				Total	
	Masculin		Féminin			
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Professionnels de santé	30	86	3	9	33	94
Non professionnels de santé	0	0	2	6	2	6
Total	30	86	5	15	35	100

Le résultat de ce tableau indique que sur 35 enquêtés, 33 soit 94 % sont des professionnels de santé dont 30 de sexe masculin et 3 de sexe féminin, contre 2 soit 6 tous de sexe féminin qui sont non professionnelles de santé.

Tableau 5. Fonction au Bureau de la Division Provinciale de la Santé

Fonction	Sexe				Total	
	Masculin		Féminin			
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Chef de Bureau	5	14	0	0	5	14
Encadreur Provincial Polyvalent	4	11	1	3	5	14
Analyste	14	40	0	0	14	40
Analyste assistant	2	6	0	0	2	6
Partenaire	4	11	2	6	6	17
Administratif	1	3	2	6	3	9
Total	30	86	5	14	35	100

On constate dans ce tableau que sur 35 enquêtés, 14 soit 40% sont des analystes et tous de sexe masculin; 6 soit 17 % sont des partenaires dont 4 de sexe masculin et 2 de sexe féminin; 5 soit 14 % sont des chefs de bureau et tous de sexe masculin; 5 soit 14 % sont des encadreurs provinciaux polyvalents dont 4 de sexe masculin et 1 de sexe féminin; 3 soit 9% sont des administratifs dont 1 de sexe masculin et 2 de sexe féminin et enfin 2 soit sont des analystes assistants, tous de sexe masculin.

Tableau 6. Temps passé devant l'ordinateur par jour

Temps passé devant l'ordinateur	Sexe				Total	
	Masculin		Féminin			
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
3 à 4 heures	0	0	2	6	2	6
5 à 6 heures	5	14	0	0	5	14
7 à 8 heures	9	26	1	3	10	29
Plus de 8 heures	16	46	2	6	18	51
Total	30	86	5	14	35	100

Il ressort de ce tableau que sur 35 enquêtés, 18 soit 51 % passent plus de 8 heures de temps devant l'ordinateur dont 16 de sexe masculin et 2 de sexe féminin; 10 soit 29 % passent 7 à 8 heures de temps devant l'ordinateur dont 9 de sexe masculin et 1 de sexe féminin; 5 soit 14 % passent 5 à 6 heures du temps devant l'ordinateur, tous de sexe masculin contre 2 soit 6 % passent 3 à 4 heures du temps devant l'ordinateur, tous de sexe féminin.

4.2 CONNAISSANCE DES ENQUETES SUR LES PROBLEMES DE SANTE

Tableau 7. Relation entre la catégorie et la connaissance des problèmes de santé liés à l'ordinateur

N°	Pathologies	Connaissance	Fréquence	%
1	Syndrome du canal carpien	Oui	4	11
		Non	31	89
Total			35	100
2	Lésions causées par des tensions ou des stress répétitifs	Oui	7	20
		Non	28	80
Total			35	100
3	Syndrome de la vision artificielle	Oui	12	34
		Non	23	66
Total			35	100
4	Radiations électromagnétiques	Oui	6	17
		Non	29	83
Total			35	100
5	Dépression	Oui	11	31
		Non	24	69
Total			35	100
6	Cyberdépendance	Oui	5	14
		Non	30	86
Total			35	100
7	Habitudes de travail	Oui	29	83
		Non	6	17
Total			35	100
8	Fatigue visuelle	Oui	32	91
		Non	3	9
Total			35	100
9	Troubles musculo-squelettiques	Oui	7	20
		Non	28	80
Total			35	100

Le résultat de ce tableau montre que sur 35 enquêtés:

- 4 soit 11 % connaissent le syndrome du canal carpien contre 31 soit 89 % qui ne le connaissent pas;
- 7 soit 20 % ont la connaissance des lésions causées par des tensions tandis que 28 soit 80% l'ignorent;
- 12 soit 34% connaissent le syndrome de la vision artificielle, par contre, 23 soit 65% sont dans l'ignorance;
- 6 soit 17 % ont la connaissance des radiations électromagnétiques tandis que 29 soit 83 % en sont ignorants;
- 11 soit 31 %, tous professionnels de santé connaissent la dépression cependant 24 soit 69 % ne la connaissent pas;
- 5 soit 14%, tous professionnels de santé ont la connaissance de la cyberdépendance pendant que 30 soit 86 % n'en ont pas connaissance;
- 29 soit 83 % connaissent les habitudes de travail contre 6 soit 17 % qui ne les connaissent pas;
- 32 soit 91 % ont la connaissance de la fatigue visuelle par contre 3 soit 9 % qui l'ignorent;
- et enfin 7 soit 20% dont connaissent les troubles musculo squelettiques contre 28 soit 80% qui n'en ont pas connaissance.

Tableau 8. Tableau synthèse de connaissances des pathologies liées à l'ordinateur

N°	PATHOLOGIES	FA	FO	%
01	Syndrome du canal carpien	35	4	11
02	Lésions causées par des tensions ou des stress répétitifs	35	7	20
03	Syndrome de la vision artificielle	35	12	34
04	Radiations électromagnétiques	35	6	17
05	Dépression	35	11	67
06	Cyberdépendance	35	5	14
07	Habitude de travail	35	29	83
08	Fatigue visuelle	35	32	91
09	Troubles musculo squelettiques	35	7	20
	TOTAL	315	113	36
	SCORE MOYEN	36 %		

4.3 DISCUSSION DES RESULTATS

Il découle de ces résultats ce qui suit:

La majorité de nos enquêtés sont dans les tranches d'âge situées entre 41-45 ans (13 soit 37%) et entre 46-50 ans (10 soit 29%).

Le travail à la Division Provinciale de la Santé est plus centré sur le coaching, ce qui demande un plus de vigueur pour bien parcourir les zones de santé. Et comme la supervision, compte tenu de l'état très délabré de la route, se fait en moto, les hommes plus recrutés que les femmes.

Vu les tâches à accomplir, tous nos enquêtés ont un niveau supérieur ou universitaire.

Quant au statut matrimonial, les mariés sont majoritaires (32 soit 91 %). Ceci s'explique aussi par les tranches d'âge auxquelles ils appartiennent.

33 soit 94 % de nos enquêtés sont des professionnels de santé. Ceci leur permet de bien superviser, coordonner, encadrer et orienter les autres professionnels de santé.

Concernant les fonctions, il y a lieu de remarquer que 45,7 %, c'est-à-dire 16 sur 35 enquêtés sont des analystes et leurs assistants, sachant que le gros du travail (élaboration des rapports, encodage des données) est effectué par eux.

Considérant le temps que les agents de la Division Provinciale de la Santé passe devant l'ordinateur, plus de la moitié de nos enquêtés (18 soit 51 %) passent plus de 8 heures, puis 10 soit 29 % passent 7 à 8 heures devant l'ordinateur.

Quant à la connaissance des pathologies liées à l'utilisation de l'ordinateur, le résultat se présente de la manière suivante:

- 11 % ont la connaissance du syndrome du canal carpien;
- 20 % connaissent les lésions causées par les tensions ou des stress répétitifs;
- 34% connaissent le syndrome de la vision artificielle;
- 17 % ont la connaissance des radiations électromagnétiques;
- 31 % ont la connaissance de la dépression;
- 14 % connaissent la cyberdépendance;
- 83 % connaissent les habitudes de travail;
- 91 % ont la connaissance de la fatigue visuelle et
- 20% connaissent les troubles musculo squelettiques.

Ce résultat donne un score moyen de 36%.

4.4 VERIFICATION DE L'HYPOTHESE

En effet, le résultat global confirme l'hypothèse selon laquelle les agents du Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi n'ont pas de connaissances suffisantes sur les problèmes de santé liés à l'utilisation de l'ordinateur car le score moyen est de 36%, un résultat largement inférieur au critère d'acceptabilité fixé à 60%.

5 CONCLUSION

La préoccupation principale de cette étude était d'évaluer le niveau de connaissances des agents du Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi sur les problèmes de santé liés à l'utilisation de l'ordinateur. Ce travail a conduit aux résultats selon lesquels les agents du Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi sont en majorité des professionnels de santé (94 %) et passent beaucoup de temps à travailler avec l'ordinateur (7-8 heures et plus de 8 heures).

Leur statut de professionnel de santé n'a pas épargné leur ignorance sur les problèmes de santé liés à l'utilisation de l'ordinateur. Ce qui a donné un score moyen de 36%, résultat largement inférieur au critère d'acceptabilité fixé à 60 %.

Au regard des résultats de cette enquête et surtout sur le risque de contracter une des pathologies ci-haut énumérées, les efforts à déployer doivent être centrés sur la prévention et en constituent une stratégie prioritaire dans la lutte contre les problèmes de santé liés à l'utilisation de l'ordinateur; promouvoir l'éducation sanitaire; intégrer une politique efficace de sensibilisation des agents du Bureau de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi sur les mesures préventives quant à ce.

REFERENCES

- [1] BÊME D. (2001), Ce que vous risquez devant votre ordinateur.
- [2] CHOUDHARY S., VIJAYA R., SUNEETHA S. (2003), Attitude alters the Risk for Development of RSI in Software Professionals.
- [3] WOLTON D. (2003), *L'autre mondialisation*, Paris, Flammarion.
- [4] BRETON Ph. (2000), Le culte de l'Internet, une menace pour le lien social ?, Paris, La découverte.
- [5] ROCHET, J., TIROLE, J. (2003), Platform Competition in Two-sided Markets, Journal of the European Economic Association.
- [6] SUMEDHA M JOSHI, Les problèmes de santé liés à l'utilisation de l'ordinateur.
- [7] The Times of India (2003), Computer users falling into mousetrap: Doctors.
- [8] <http://histoire.info.online.fr/pdp1.html>.
- [9] <http://histoire.info.online.fr/php3/rech.php3?rech=pdp-8>.
- [10] <http://delamours.ru/technologie/7373-avantages-et-inconvenients-des-ordinateurs.html>.
- [11] <http://www.itespresso.fr/lusage-intensif-de-lordinateur-portable-serait-dangereux-pour-la-santé-19545.html>.
- [12] <http://www.vnunet.com/vnunet/news/2191350/laptops-pain-neck-students>.
- [13] <http://www.ucl.ac.uk>.

Système expert flou pour le diagnostic symptomatique des maladies tropicales : Cas de la malaria et de la fièvre typhoïde

David Kutangila Mayoya and Deny Botha Matuba

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: We build an expert system for the tropical diseases diagnosis based on fuzzy symptoms. In effect, for a given disease, each symptom is assigned a weight indicating its belonging degree to the fuzzy set of symptoms that determine that disease. So, from a set of fuzzy symptoms, the expert system determines a disease by aggregating symptoms weights to calculate the certainty degree of the diagnosis realized.

KEYWORDS: Artificial Intelligence, Expert System, fuzzy subset.

RESUME: Nous développons un système expert pour le diagnostic des maladies tropicales sur base des symptômes flous. En effet, pour une maladie donnée, chaque symptôme reçoit une pondération qui indique son degré d'appartenance à l'ensemble flou des symptômes déterminant cette maladie. Ainsi à partir d'un ensemble de symptômes flous, le système expert détermine une maladie en agrégeant les pondérations des symptômes pour déterminer le niveau de certitude du diagnostic réalisé.

MOTS-CLEFS: Intelligence artificielle, système expert, sous-ensemble flou.

1 INTRODUCTION

D'aucuns savent que la santé est l'une des conditions essentielles du développement durable. Et en matière de la santé, il n'y a pas de bonne thérapeutique sans qu'elle ne procède d'un diagnostic efficace et précis de la maladie. Des outils d'aide au diagnostic des maladies relèvent du domaine de l'Intelligence Artificielle, plus précisément du domaine des Systèmes Experts.

Le nombre important des patients dans les centres de santé face à la carence des médecins d'une part, la réalité selon laquelle les médecins, en tant qu'humains sont confrontés à la fatigue, à la démotivation, à la maladie et même à la mort, nous conduisent à la question suivante:

Comment et avec quel degré de certitude, en dehors des médecins, l'Intelligence Artificielle peut-elle contribuer au diagnostic médical ?

En première hypothèse, l'Intelligence Artificielle permettrait le diagnostic médical à l'aide des Systèmes Experts. En deuxième hypothèse, la certitude du diagnostic médical serait garantie par l'agrégation des degrés d'appartenance des symptômes au sous-ensemble flou des symptômes d'une maladie.

Ainsi l'objectif de ce papier est de développer un système expert qui réaliserait le diagnostic des maladies tropicales en se basant sur un ensemble de symptômes flous. Il s'agira donc d'un système expert flou de diagnostic symptomatique des maladies tropicales, précisément la malaria et la fièvre typhoïde.

Pour y arriver, nous ferons recours au processus d'ingénierie de connaissance qui s'appuie sur la technique d'interview. Il s'agira, en première étape, de réaliser des interviews auprès des spécialistes du domaine, les médecins dans ce cas, afin d'extraire la connaissance et l'expertise suffisante concernant les maladies tropicales sous étude. En deuxième étape, il sera

question d'expliciter cette connaissance en règles d'inférence qui permettront au système expert de prendre des décisions. Cet ensemble de règles d'inférence constituera la base de connaissance du système expert et cette base sera implémentée dans un langage approprié de développement des systèmes experts, en l'occurrence CLIPS (C Language Integrated Production System).

Notre recherche se circonscrit à deux maladies tropicales, à savoir la malaria et la fièvre typhoïde, en raison de leur fréquence élevée dans les régions tropicales, précisément dans la ville de Kinshasa.

Dans les lignes qui suivent, nous présenterons la base théorique de notre recherche y compris la revue de la littérature, les symptômes des maladies sous étude tels que obtenus des médecins interviewés, les règles d'inférence découlant de cette connaissance, l'expérience computationnelle et la conclusion.

2 LES CONCEPTS THÉORIQUES EXPLOITÉS ET REVUE DE LA LITTÉRATURE

Dans l'ouvrage de Stuart Russell et Peter Norvig [6], il est dit que le domaine de l'Intelligence Artificielle ne tente pas seulement de comprendre comment les hommes pensent mais aussi s'efforce de construire des entités intelligentes. Dans la même publication, quelques domaines de l'Intelligence Artificielle sont cités notamment l'apprentissage, la perception, le jeu d'échecs, la démonstration des théorèmes mathématiques, l'écriture des poésies et le diagnostic des maladies. L'Intelligence Artificielle synthétise et automatise des tâches intellectuelles comme la perception, le raisonnement, l'apprentissage, la prise de décision.

Dans la publication de Giarratano [1], on peut trouver quelques domaines de l'Intelligence Artificielle comme le traitement du langage naturel, la compréhension, la vision, la parole, la robotique, les systèmes neuronaux artificiels et les systèmes experts, objet du présent papier.

Un système expert est défini, dans le même ouvrage [1], comme un programme intelligent qui utilise la connaissance et les mécanismes d'inférence pour résoudre des problèmes qui sont tellement difficiles qu'ils exigent une expertise humaine significative pour leur solution.

Comme dit plus haut, le diagnostic des maladies a été l'une des premières préoccupations de l'Intelligence Artificielle, dans le domaine des systèmes experts.

Le premier système expert de diagnostic médical fut le Mycin en 1973, duquel on doit la structure basique des systèmes experts composée de la base de connaissance et du moteur d'inférence [1].

La base de connaissance ou système de production est l'ensemble de règles de type SI ... ALORS ..., appelées règles de production. Le moteur d'inférence est l'algorithme qui sélectionne dans la base de connaissance, la règle ou les règles d'inférence qui déterminent le comportement du système expert devant un problème (un fait) à résoudre.

Mais pour que le raisonnement de toute entité intelligente soit réaliste et proche du raisonnement humain, l'incertitude doit être prise en compte dans le raisonnement.

Mathématiquement, l'incertitude a toujours été abordée grâce à la théorie des probabilités. Ainsi, les systèmes experts stochastiques utilisent les probabilités dans la réalisation de leurs inférences.

Mais, depuis 1965, Zadee introduisit la notion des sous-ensembles flous (fuzzy sets) [2] qui s'oppose aux sous-ensembles vulgaires. Cette notion a significativement révolutionné l'Intelligence Artificielle en lui permettant de faire face à l'incertitude. Dès lors naquirent des nouveaux concepts ayant très avec l'incertitude tels que la logique floue, le raisonnement flou, systèmes experts flous, le softcomputing [4], etc.

Tout part de la notion d'appartenance. Soit E un ensemble et A un sous-ensemble de E : $A \subset E$. On a l'habitude d'indiquer par le symbole $\in$ qu'un élément x de E appartient à A : $x \in A$. On peut aussi utiliser, pour indiquer cette appartenance, un concept, celui de « fonction d'appartenance », $\mu_A(x)$, dont la valeur indique si oui ou non, x appartient à A :

$$\begin{aligned}\mu_A(x) &= 1 \text{ si } x \in A \\ &= 0 \text{ si } x \notin A\end{aligned}$$

La fonction caractéristique prend seulement la valeur 0 ou la valeur 1. Dans ce cas, le sous-ensemble A est un sous-ensemble vulgaire de E .

Imaginons maintenant que cette fonction caractéristique puisse prendre quelque valeur dans l'intervalle $[0, 1]$, un élément x de E pourrait ne pas appartenir à A ($\mu_A(x) = 0$), appartenir un peu à A ($\mu_A(x) = 0.1$), appartenir assez à A ($\mu_A(x) = 0.5$) ou appartenir fortement à A ($\mu_A(x) = 0.9$).

Le concept mathématique défini par $\tilde{A} = \{x_i | \mu_A(x_i)\}$, $x_i \in E$, $i = 1, 2, \dots$ est dit « sous-ensemble flou de E ».

L'opération consistant à assigner des degrés d'appartenance à un sous-ensemble flou aux éléments d'un ensemble de référence (le référentiel) porte le nom de fuzzification.

En ce qui nous concerne, le référentiel E représente l'ensemble fini des symptômes à considérer, et A le sous-ensemble flou de E déterminant une maladie tropicale donnée avec un certain degré d'appartenance à A .

Il y a plusieurs opérations de manipulation des degrés d'appartenance. Lorsqu'une maladie est déterminée par l'occurrence de plusieurs symptômes flous, les degrés d'appartenance de ceux-ci seront agrégés par la fonction OU logique qui s'énonce comme suit:

Soient $\tilde{a} = \mu_A(x_1)$ et $\tilde{b} = \mu_A(x_2)$, deux variables floues, alors $\tilde{a} \vee \tilde{b} = \max(\tilde{a}, \tilde{b})$.

La littérature en matière des systèmes experts flous abonde dont [3] qui a inspiré le présent papier. Mais le présent papier aborde le diagnostic à partir de deux sous-ensembles flous d'un même référentiel des symptômes, l'un pour la malaria et l'autre pour la fièvre typhoïde. Une autre alternative au système expert flou est celle présentée dans [5].

3 LES SYMPTÔMES DE LA MALARIA ET DE LA FIÈVRE TYPHOÏDE

D'après les médecins consultés, les symptômes de la malaria et de la fièvre typhoïde, pris ensemble, sont nombreux. Nous nous sommes accordés avec les médecins pour retenir les plus fréquemment observés, notamment:

- A. Courbature
- B. Fièvre
- C. Frisson
- D. Maux de tête
- E. Maux de ventre
- F. Vertige
- G. Vomissement

4 FUZZIFICATION DES SYMPTÔMES

Tous les symptômes retenus n'ont pas le même poids dans la détermination des maladies sous-étude. Par exemple, la courbature détermine plus fortement la malaria que la fièvre; les maux de ventre déterminent plus fortement la fièvre typhoïde que le vomissement.

Ainsi, soit $S = \{A, B, C, D, E, F, G\}$, le référentiel des symptômes retenus, alors définissons deux sous-ensembles flous $\tilde{M}$ et $\tilde{T}$ respectivement pour les symptômes de la malaria et les symptômes de la fièvre typhoïde auxquels les symptômes du référentiel S appartiennent avec des degrés d'appartenance différents compris dans l'intervalle $[0, 1]$. Puisque les degrés d'appartenance sont estimés par les médecins sur base de leur expérience, à la place des valeurs absolues, nous avons utilisé des variables floues pour laisser aux médecins la liberté de les modifier selon leur expérience.

$$\tilde{M} = \{A | \mu_{\tilde{M}}(A), B | \mu_{\tilde{M}}(B), C | \mu_{\tilde{M}}(C), D | \mu_{\tilde{M}}(D), E | \mu_{\tilde{M}}(E), F | \mu_{\tilde{M}}(F), G | \mu_{\tilde{M}}(G)\}$$

$$\tilde{T} = \{A | \mu_{\tilde{T}}(A), B | \mu_{\tilde{T}}(B), C | \mu_{\tilde{T}}(C), D | \mu_{\tilde{T}}(D), E | \mu_{\tilde{T}}(E), F | \mu_{\tilde{T}}(F), G | \mu_{\tilde{T}}(G)\}$$

5 LES RÈGLES D'INFÉRENCE DU SYSTÈME EXPERT

Soient d'une part M , la malaria et $\mu(M)$, le degré de certitude de la malaria, et d'autre part T , la fièvre typhoïde et $\mu(T)$, le degré de certitude de la fièvre typhoïde, alors les règles suivantes permettent au système expert de déterminer $\mu(M)$ et $\mu(T)$:

$$R1: A \rightarrow \begin{cases} \mu(M) = \mu(M) \vee \mu_{\bar{M}}(A) \\ \mu(T) = \mu(T) \vee \mu_{\bar{T}}(A) \end{cases}$$

$$R2: B \rightarrow \begin{cases} \mu(M) = \mu(M) \vee \mu_{\bar{M}}(B) \\ \mu(T) = \mu(T) \vee \mu_{\bar{T}}(B) \end{cases}$$

$$R3: C \rightarrow \begin{cases} \mu(M) = \mu(M) \vee \mu_{\bar{M}}(C) \\ \mu(T) = \mu(T) \vee \mu_{\bar{T}}(C) \end{cases}$$

$$R4: D \rightarrow \begin{cases} \mu(M) = \mu(M) \vee \mu_{\bar{M}}(A) \\ \mu(T) = \mu(T) \vee \mu_{\bar{T}}(A) \end{cases}$$

$$R5: E \rightarrow \begin{cases} \mu(M) = \mu(M) \vee \mu_{\bar{M}}(E) \\ \mu(T) = \mu(T) \vee \mu_{\bar{T}}(E) \end{cases}$$

$$R6: F \rightarrow \begin{cases} \mu(M) = \mu(M) \vee \mu_{\bar{M}}(F) \\ \mu(T) = \mu(T) \vee \mu_{\bar{T}}(F) \end{cases}$$

$$R7: G \rightarrow \begin{cases} \mu(M) = \mu(M) \vee \mu_{\bar{M}}(G) \\ \mu(T) = \mu(T) \vee \mu_{\bar{T}}(G) \end{cases}$$

Nous n'avons pas placé les règles concernant la lecture des symptômes et l'affichage des décisions, vu leur trivialité.

6 EXPÉRIENCES COMPUTATIONNELLES

Nous avons implémenté le système expert en attribuant aux symptômes les degrés d'appartenance tels que repris dans les tableaux suivants:

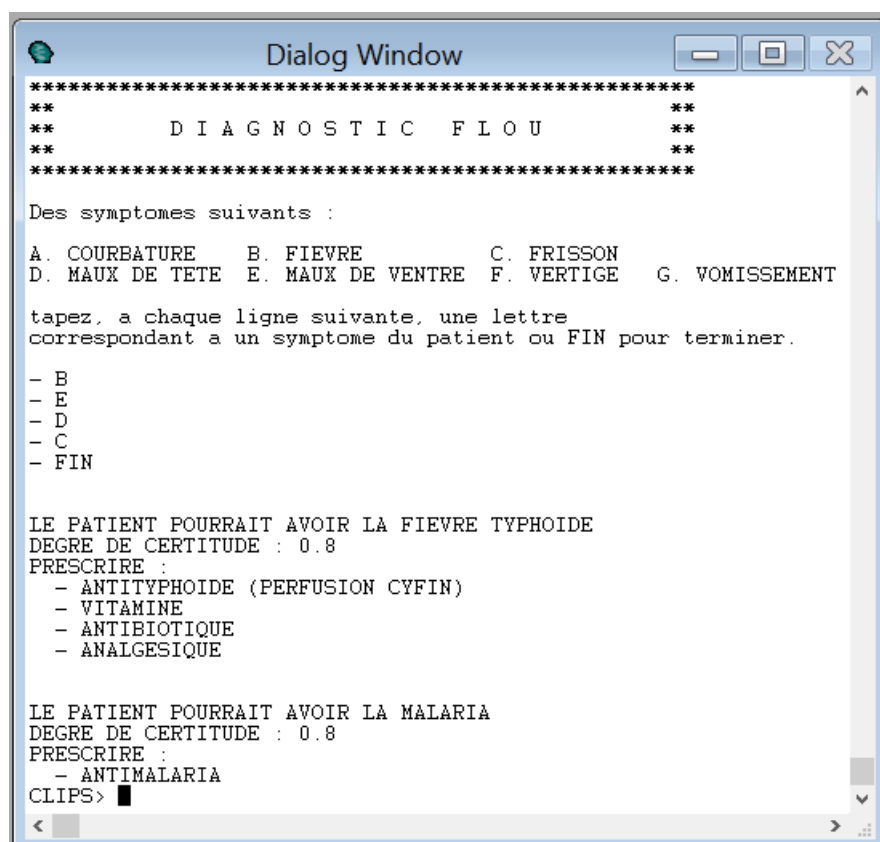
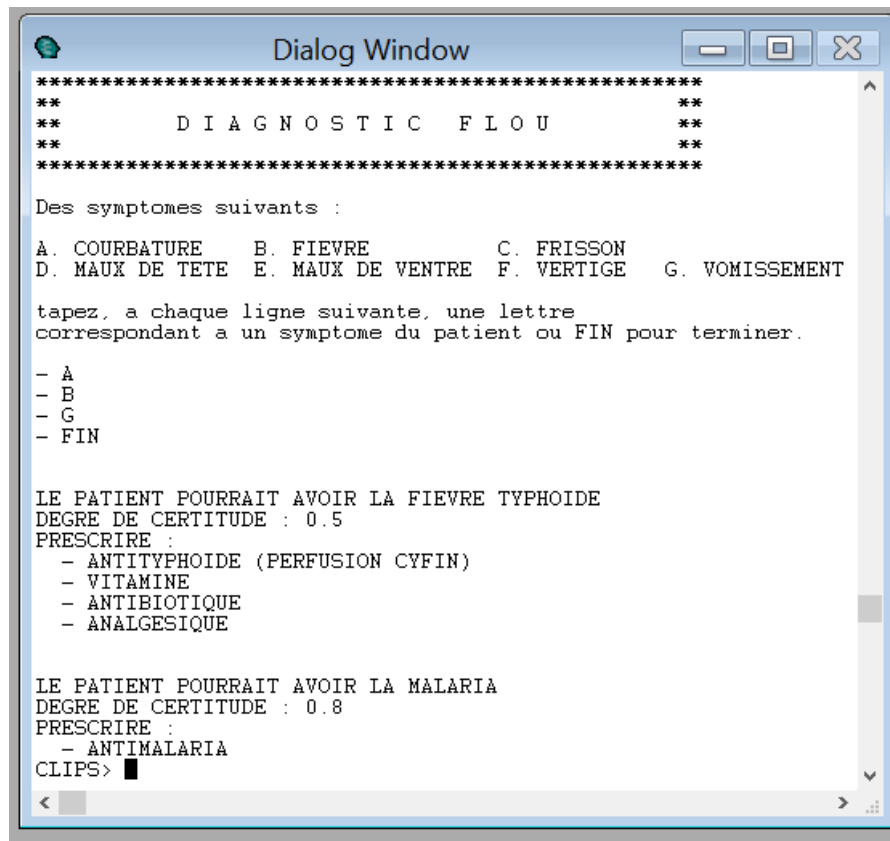
1. Sous-ensemble flou des symptômes de la malaria

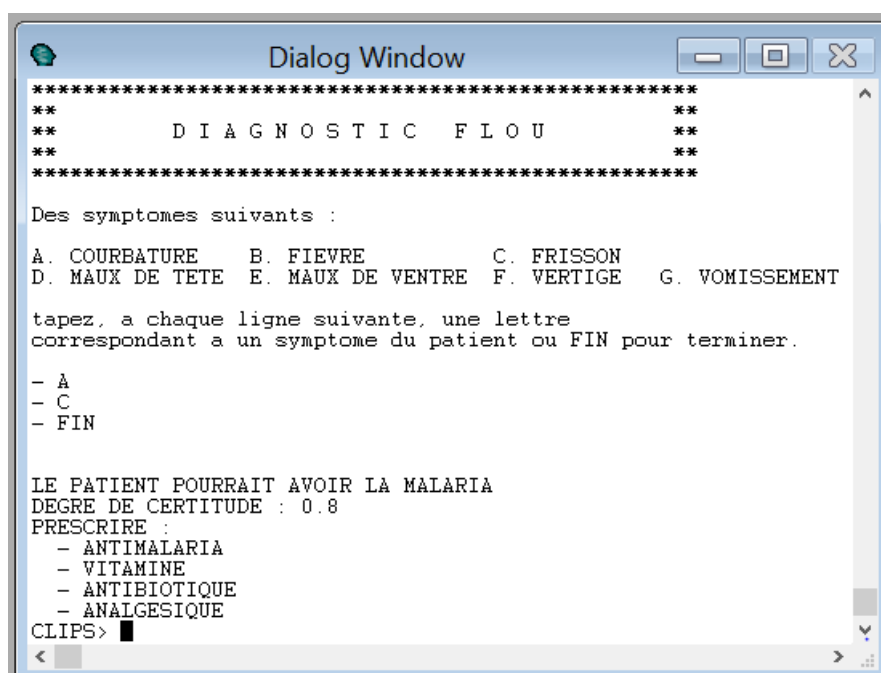
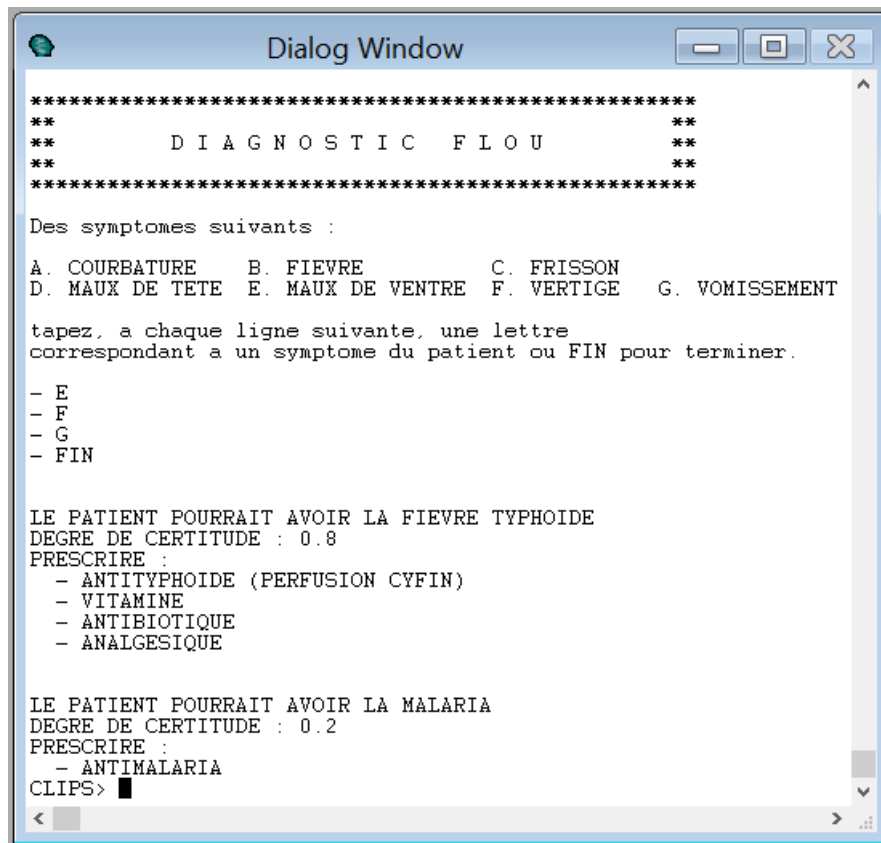
Symptôme	Degré d'appartenance
A	0.8
B	0.3
C	0.8
D	0.5
E	0.0
F	0.2
G	0.3

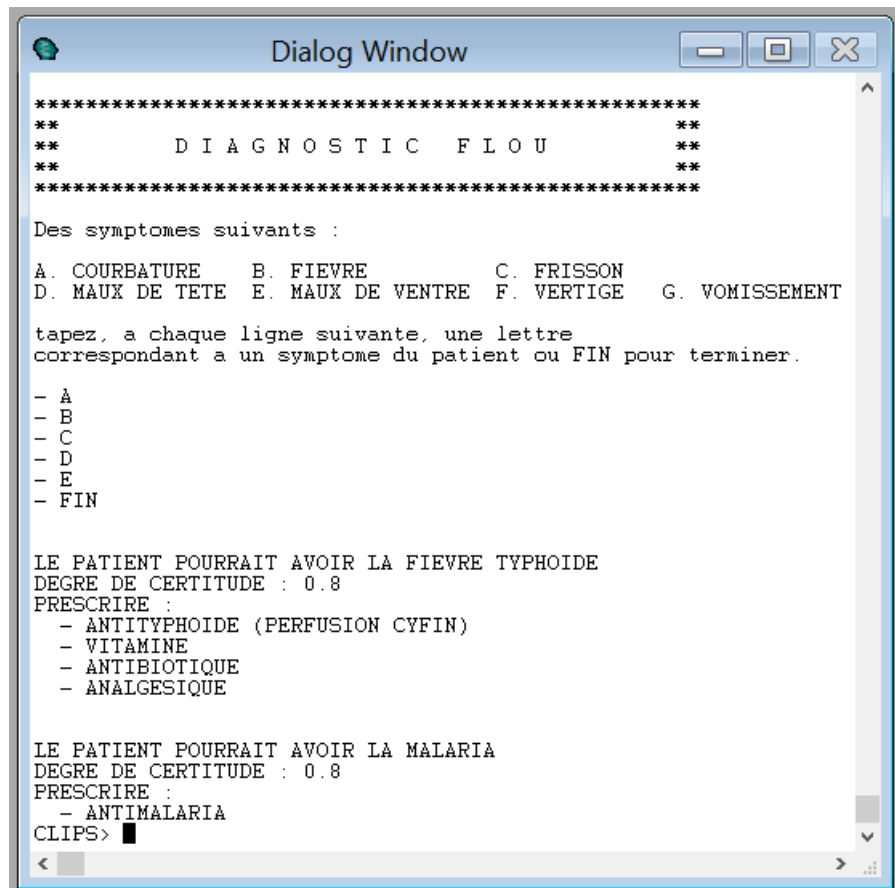
2. Sous-ensemble flou des symptômes de la fièvre typhoïde

Symptôme	Degré d'appartenance
A	0
B	0.4
C	0
D	0.6
E	0.8
F	0.1
G	0.5

Nos différentes expériences computationnelles sont présentées à travers les captures d'écran suivantes:







7 CONCLUSION

Dans ce papier, nous avons tenté de répondre à la question de savoir comment l'Intelligence Artificielle pouvait contribuer au diagnostic médical ainsi que le degré de certitude de cette solution.

Tout au long du papier, nous avons présenté la base théorique de notre recherche, les symptômes des maladies sous étude tels qu'obtenus des médecins interviewés, les règles d'inférence découlant de cette connaissance, et les expériences computationnelles avec leurs résultats.

Pour y arriver, nous avons fait recours au processus d'ingénierie de connaissance qui nous a permis de réaliser des interviews auprès des médecins afin d'extraire la connaissance et l'expertise suffisante concernant le diagnostic de la malaria et de la fièvre typhoïde, ensuite d'explicitier cette connaissance en règles d'inférence que nous avons implémentées en langage CLIPS.

Aux vu des résultats obtenus, nous pouvons confirmer notre hypothèse de départ.

Toutefois, nous admettons que les résultats obtenus dépendent purement et simplement de la fonction d'appartenance et que des résultats encore meilleurs pourraient être obtenus avec une fonction d'appartenance plus réaliste sur un nombre plus ou moins exhaustif des symptômes.

Loin de nous la prétention d'avoir parfaitement achevé cette recherche, nous espérons que des recherches et travaux ultérieurs y apporteront un gain de perfection.

REFERENCES

- [1] Giarratano, « Expert systems, principles and programming, PWS Publishing Company, 1998.
- [2] Kauffman, « Introduction à la théorie des sous-ensembles flous », Masson et Cie, vol. 1, 1973.
- [3] Kaseka, « Système Expert Flou pour le diagnostic de la malaria basé sur la fièvre » in revue de l'Université Notre Dame du Kasayi (UKA), 2017.
- [4] Kutangila Mayoya D., « Modelos basados en softcomputing para resolver problemas de localizacion », Thèse doctorale défendue à l'Université de Granada (Espagne), 2005.
- [5] Kutangila Mayoya D., « Système expert stochastique de diagnostic médical. Cas de la fièvre typhoïde et de la malaria », Journées Scientifiques de l'Université William Booth à Kinshasa, 2018 [sous presse].
- [6] Russell S. et Norvig P., « Artificial Intelligence, the modern approach », Pearson Printice Hall, 2000.

