

INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 69 N. 1 October 2023



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

Etude de l'élimination des déséquilibres et harmoniques dans un réseau de distribution basse tension par un filtre actif parallèle à quatre bras contrôlés par un régulateur neuro-flou: Cas du réseau basse tension du quartier MAMPALA	1-22
<i><u>KYONI NKULU Idriss, NTAMBWE SAPU Aaron, and ZALI MUNUNGA Franck</u></i>	
Estimation de la demande énergétique de la commune annexe de la ville de Lubumbashi, province du Haut Katanga RD Congo	23-41
<i><u>KYONI NKULU Idriss, NTAMBWE SAPU Aaron, and Ngenda Banka Richard</u></i>	
Évaluation du traitement par thérapies cognitivo-comportementales des troubles psychiques dans la ville de Goma: De 2021 à 2022	42-51
<i><u>AKILIMALI KANANE-Muzinge and MUNATSI BIKULO Noble</u></i>	
Morphométrie et structure de l'estomac des poissons du genre <i>Chrysichthys</i> de cinq hydrosystèmes de Côte d'Ivoire	52-59
<i><u>Coulibaly Tionrotia Alice Sita Ouattara, Moussoh Beugré Auguste, and Adepo-Gourene Beatrice Abouo</u></i>	
Influence du milieu social sur les questions posées par les enfants de 3 à 6 ans dans la cité de Lodja en RD Congo	60-65
<i><u>N'SODI BIN DIYONGA Marc</u></i>	
Incidence d'estime de soi sur le rendement en mathématiques des écoliers de 6e année de la Ville Province de Kinshasa	66-80
<i><u>GUMEAVUKILI TAWANE Ferdinanda and MBADU KHONDE Léon</u></i>	
Profil des éducatrices de l'enseignement maternel à Kisangani (RD Congo)	81-94
<i><u>Constance BOYOMBI Igumbe</u></i>	
Corrélation entre la performance des élèves de 5e année primaire de Kisangani en orthographe française et en compréhension de texte	95-102
<i><u>Emile Malamba Shongo</u></i>	
Motivations à la base du choix d'une filière d'études par les élèves finissants le cycle secondaire de la ville de Kisangani	103-111
<i><u>Matthieu YAFOLA AKAKA</u></i>	
Caractéristiques socio-agronomiques des exploitations rizicoles et perception paysanne des pratiques de gestion de la pyriculariose du riz à la Vallée du Kou et du Sourou au Burkina Faso	112-120
<i><u>Souleymane Ouattara, Honoré Kam, ZOUGRANA Sylvain, SÉRÉMÉ Abdoulaye, and KOÏTA Kadidia</u></i>	
Sickle Cell Disease Thirty-Three Years of Research Experience in Gabon: A Comprehensive Review	121-128
<i><u>Lucrèce M. Délicat-Loembet, Linda Sono D.E., Arielle Mbila, and Dieudonné Nkoghe</u></i>	
Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de la lagune Aghien (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)	129-142
<i><u>Goe Bi Sehi Antoine, Brou Loukou Alexis, Serge Koffi EHOUMAN, Akahoua Brou David, Dao Hamidou, Kamagate Bamory, and Kouassi Kouakou Lazare</u></i>	
Analyse de la décision d'externalisation de la fonction comptable dans les PME au Cameroun	143-153
<i><u>Donald Fabiol Puitassa Fomekong, Romuald Temomo Wamba, and Georges Wandji</u></i>	
État de l'art sur les phénomènes en présence dans les systèmes de transmissions par courroie	154-174
<i><u>Donald Romarick Rotimbo Mbourou, Marius Béka, and Gaston N'Tchayi Mbourou</u></i>	
Les dispositifs d'appui et de financement destinés aux entrepreneurs: Etat des lieux	175-190
<i><u>Hayat QADECH, Said EL GANICH, Abellah NOUIB, Hanqa HACHIMI, and Badia Oulhadi</u></i>	
Flore, structure et domaines d'utilisation du peuplement ligneux des Systèmes Agroforestiers traditionnels à cacaoyers de la localité de Konankro (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)	191-200
<i><u>Diomande Valouthy Paul-Alex, Annick KOULIBALY, Kouadio N'Dah Kouamé Cyriac, Dramane Koffi Bakari, N'Guéssan Kan Patrice Urbain, and Boko Brou Bernard</u></i>	
Problématique de lubrification du moteur TIGER dans la ville de Mbujimayi	201-208
<i><u>Georges KABAMBA MWENDA KAZADI, Patrick KALALA MUANISHAYI, Patrick MUPOYI KAZADI, François TSHILUMBA BILENGI, Faustin TSHIMANGA KASONGA, John KABANGU MPOYI, Fiston NTUMBA KABUYA, and Vincent KALAMBAYI MUAKA</u></i>	

Patrick KALALA MUANISHAYI, Emmanuel KAZADI CIMANGA, Patrick MUPOYI KAZADI, François TSHILUMBA BILENGI, Faustin TSHIMANGA KASONGA, John KABANGU MPOYI, Patrick KAZADI KALONJI and Fiston NTUMBA KABUYA

Etude de l'élimination des déséquilibres et harmoniques dans un réseau de distribution basse tension par un filtre actif parallèle à quatre bras contrôlés par un régulateur neuro-flou: Cas du réseau basse tension du quartier MAMPALA

[Study of the elimination of unbalances and harmonics in a low voltage distribution network by a four-arm parallel active filter controlled by a neuro-fuzzy regulator: Case of the low voltage network in the MAMPALA district]

KYONI NKULU Idriss, NTAMBWE SAPU Aaron, and ZALI MUNUNGA Franck

Université de Lubumbashi, Route Kasapa, 1825 Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2023 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 imbalances experienced by low voltage distribution networks following the individualization of energy consumption among domestic subscribers as well as the presence of non-linear loads in the network, reduce the quality of electrical energy and are accompanied by consequences which can on the one hand reduce the lifespan of certain equipment and on the other hand, lead to a resizing of equipment and cables in the network. However, the objective pursued in this work was to carry out a study that could eliminate imbalances and reduce the rates of harmonic distortions in a low voltage network.

Indeed, the processed data were obtained following measurements carried out at the secondary level of transformer number 13 of 160kVA of the distribution network of the Gécamines city (MAMPALA district). These different measurements were carried out over a period of one week for a sampling time of 20 min using an MS2205 three-phase digital clamp multimeter.

Analysis of different data has proven that this network is out of balance with imbalance rates of up to 26%. The presence of non-linear loads in this network generates harmonic currents with harmonic distortion rates of up to 13.8 or 14% which leads to the presence of distorting power in the network. The latter reached a peak of around 15kVAD.

Different techniques for decontaminating low voltage networks are possible, within the framework of this thesis we have opted for the modern depollution technique, that is to say active filtering. We used a four-arm parallel active filter. The reference currents were identified using the synchronous reference method, the DC bus voltage was controlled by a neuro-fuzzy regulator and the filter was controlled by modulated hysteresis.

The results obtained after simulation on Matlab-Simulink proved that connecting the four-arm parallel active filter to the low voltage network eliminated the imbalance and reduced the current harmonic distortion rate from 13.8 to 1.59%.

KEYWORDS: imbalances, nonlinear loads, four-arm parallel active filter, synchronous frame of reference, neuro-fuzzy, modulated hysteresis.

RESUME: Les déséquilibres que connaissent les réseaux de distribution basse tension suite à l'individualisation de la consommation de l'énergie chez les abonnés domestiques ainsi que la présence des charges non linéaires dans le réseau, réduisent la qualité de l'énergie électrique et sont accompagnés des conséquences qui peuvent d'une part réduire la durée de vie des certains équipements et d'autre part, conduire à un redimensionnement des équipements et des câbles dans le réseau. Cependant, l'objectif poursuivi dans ce travail a été de faire une étude pouvant éliminer les déséquilibres et réduire les taux de distorsions en harmoniques dans un réseau basse tension.

En effet, les données traitées ont été obtenues suite aux mesures effectuées au secondaire du transformateur numéro 13 de 160kVA du réseau de distribution de la cité Gécamines (quartier MAMPALA). Ces différentes mesures ont été réalisées sur une

période d'une semaine pour un temps d'échantillonnage de 20min au moyen d'un multimètre numérique MS2205 à pince triphasé.

L'analyse de différentes données a prouvé que ce réseau est en déséquilibre avec des taux de déséquilibre allant jusqu'à 26%. La présence des charges non linéaires dans ce réseau engendre des courants harmoniques avec des taux de distorsion en harmoniques allant jusqu'à 13.8 soit 14% ce qui conduit à la présence d'une puissance déformante dans le réseau. Cette dernière a atteint un pic d'environ 15kVAD.

Différentes techniques de dépollution des réseaux basse tension sont possibles, dans le cadre de ce mémoire nous avons opté pour la technique de dépollution moderne c'est-à-dire le filtrage actif. Nous avons utilisé un filtre actif parallèle à quatre bras. L'identification des courants de références s'est faite par la méthode de référentiel synchrone, le contrôle de la tension du bus continu s'est fait par un régulateur neuro-flou et la commande du filtre par hystérésis modulée.

Les résultats obtenus après simulation sur Matlab-Simulink, ont prouvé que, le branchement du filtre actif parallèle à quatre bras sur le réseau basse tension a éliminé le déséquilibre et a réduit le taux de distorsion en harmonique de courant de 13.8 à 1.59%.

MOTS-CLEFS: déséquilibres, charges non linéaires, filtre actif parallèle à quatre bras, référentiel synchrone, neuro-floue, hystérésis modulée.

1 INTRODUCTION

La plupart des équipements domestiques et industriels fonctionnent avec de l'énergie électrique. Ces derniers ont besoin d'une énergie de bonne qualité pour bien fonctionner pendant un certain nombre d'années, tel que prévu par le concepteur. Cette énergie parvient aux abonnés grâce au réseau électrique.

Dans le cadre de ce travail, nous nous intéressons uniquement à la qualité de l'énergie électrique dans un réseau de distribution basse tension. Ce dernier permet de connecter les abonnés domestiques sur le réseau, pour l'alimentation de leurs charges habituellement en triphasé ou en monophasé.

Les déséquilibres et les distorsions en harmoniques détruisent la qualité de l'énergie électrique. Cette énergie est principalement produite et distribuée sous forme de tensions triphasées sinusoïdales, elle permet de fournir la puissance électrique nécessaire aux différentes charges sur le réseau électrique.

L'objectif de ce travail, va consister à faire une étude qui permettra d'éliminer les déséquilibres au secondaire d'un transformateur MT/BT ainsi que de limiter les harmoniques en temps réel en utilisant un convertisseur statique.

2 ANALYSE DU RÉSEAU BT DU QUARTIER MAMPALA

Le choix du réseau de distribution est porté sur le quartier MAMPALA de la cité Gécamines Lubumbashi. Ce quartier est alimenté par le transformateur abaisseur MT/BT numéro 13 du réseau de distribution de la Gécamines. Ce transformateur (figure1) est situé au croisement des avenues chute LOFOYI et barrage INGA. La réalisation des mesures s'est faite pendant une semaine soit du 20 au 26 Septembre 2021. Les prélèvements journaliers (figure 2) ont été faits pendant 12h et 30min soit de 6h50 à 19h30 chaque fois après 20 minutes, ce qui nous a permis de réaliser au moins 39 séries de mesures par jour et un total de 373 séries de mesures pour toute une semaine.

Les mesures ont été réalisées au moyen d'un multimètre numérique MS2205 à pince triphasé (Figure 2). C'est un appareil portable testeur de puissance harmonique intelligent, avec deux fonctions de test de courant numérique et de test de puissance.



Fig. 1. Transformateur N°13 de la cité Gécamines



Fig. 2. Multimètre MS2205 connecté au sectionneur jeu de barres

En effet, durant toute la semaine, le taux de déséquilibre en tension Voltage unbalance Factor (VUF) ainsi que le taux de distorsion en harmonique de tension étant négligeables soit $VUF \leq 0.9\%$ et $THD_u \leq 2\%$, les résultats présentés ne concernent que les ondes de courant qui ont donné des taux tels que le Current Unbalance Factor (CUF) et THD_i considérables.

2.1 ANALYSE DU DÉSÉQUILIBRE EN COURANT

Avant de faire une analyse sur le déséquilibre en courant, analysons d'abord le taux de charge ainsi que la puissance active consommée :

- Les mesures du courant de la charge dans les trois phases ont montré que la troisième phase est la plus chargée du réseau. Les pics de courants sont observés dans la matinée entre 7 et 9 heure, autour de midi entre 11 et 13heure. La charge est faible autour de 16h puis augmente dans la soirée aux environs de 17h. La relation (1) détermine le taux de charge du transformateur en pourcentage, par le rapport entre le courant mesuré dans le réseau et le courant nominal du transformateur :

$$\tau = \frac{I_{mes}}{I_{nom}} \times 100 \quad (1)$$

Avec $I_{nom} = 255A$.

Cependant, la figure 3 illustre l'évolution du taux de charge déterminé par rapport à la phase la plus chargée (troisième). Le taux max enregistré en semaine est de 118% et ce dernier est inférieur à 120%, ce qui justifie que le transformateur supporte une charge admissible et n'est pas en surcharge.

- Les mesures de la puissance active ont montré que la charge du transformateur évolue au cours des journées, les grandes consommations sont enregistrées dans la matinée et dans la soirée. Les courbes de puissance superposées à la figure 4 ont été obtenues par la sommation des puissances mesurées dans chaque phase. La puissance max consommée au cours de la semaine est de 151.48KW (Dimanche 6h50) et la puissance min de 92.23KW (Dimanche 16h 30).

➤ L'analyse du déséquilibre en courant se fait sur base de la détermination du taux de déséquilibre. La relation (2), nous permet de déterminer le taux de déséquilibre en courant CUF_i , par le rapport entre la composante inverse et la composante directe. Ces composantes sont obtenues à l'aide de la transformation de Fortescue.

$$CUF_i = \frac{I_i}{I_d} \quad (2)$$

Cependant, le taux de déséquilibre en courant ne doit pas dépasser 10% sur 95% des mesures prélevées en semaine [1]. La figure 5 illustre le profil du taux de déséquilibre en semaine. Le pic du CUF_i enregistré au cours de la semaine est de 26% (samedi à 11h30). Ainsi, en observant la figure 5 le CUF_i est supérieur à 10% sur une longue période au cours de différentes journées de la semaine. Ce qui prouve que la norme sur le déséquilibre en courant n'est pas vérifiée et que le réseau de distribution est en déséquilibre.

Le réseau est en déséquilibre, cela justifie la présence de la composante homopolaire et donc d'un courant permanent dans le neutre. La figure 6 montre que le plus grand courant mesuré dans le neutre est de 145.7A (Dimanche 9h 30).

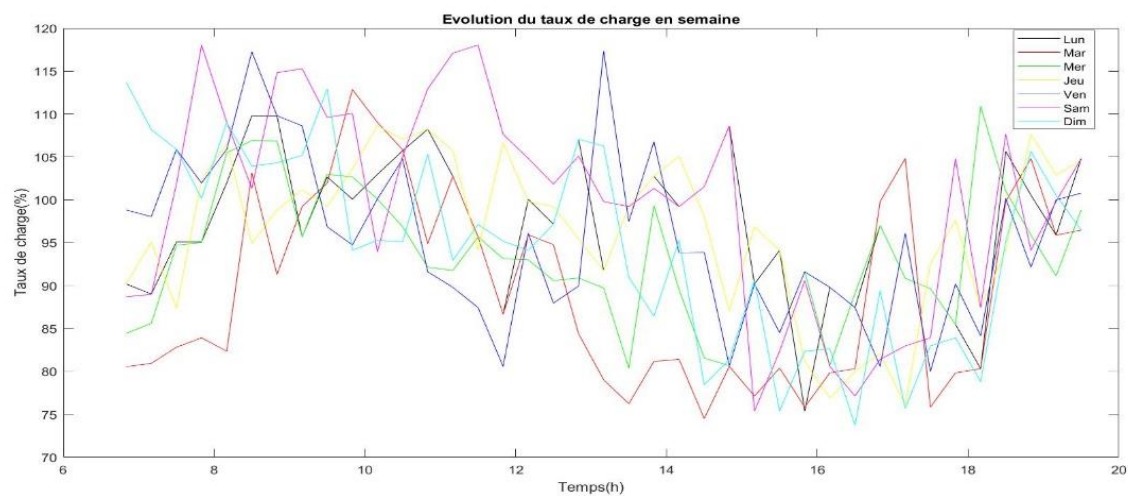


Fig. 3. Evolution du taux de charge

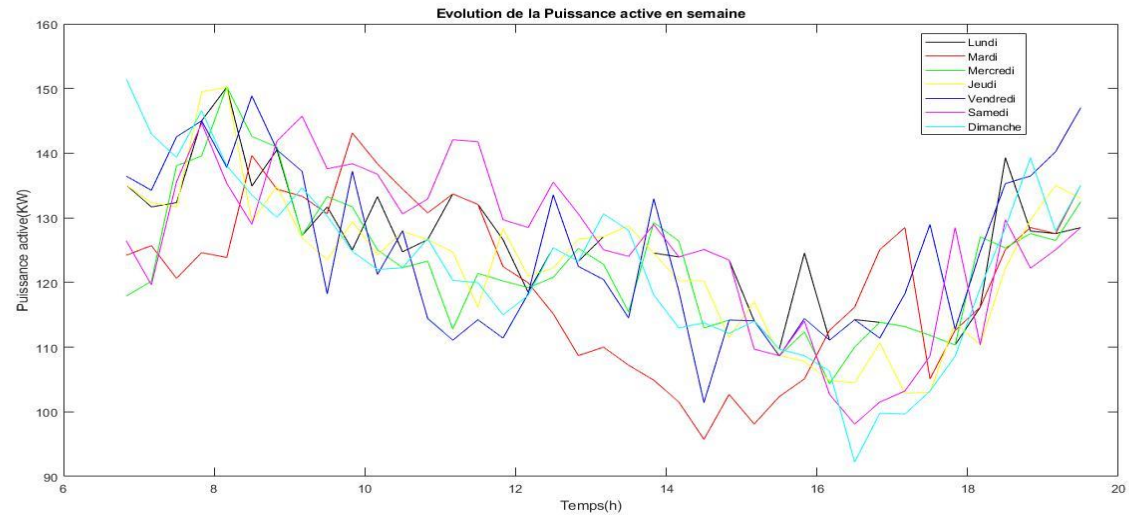


Fig. 4. Evolution de la puissance active

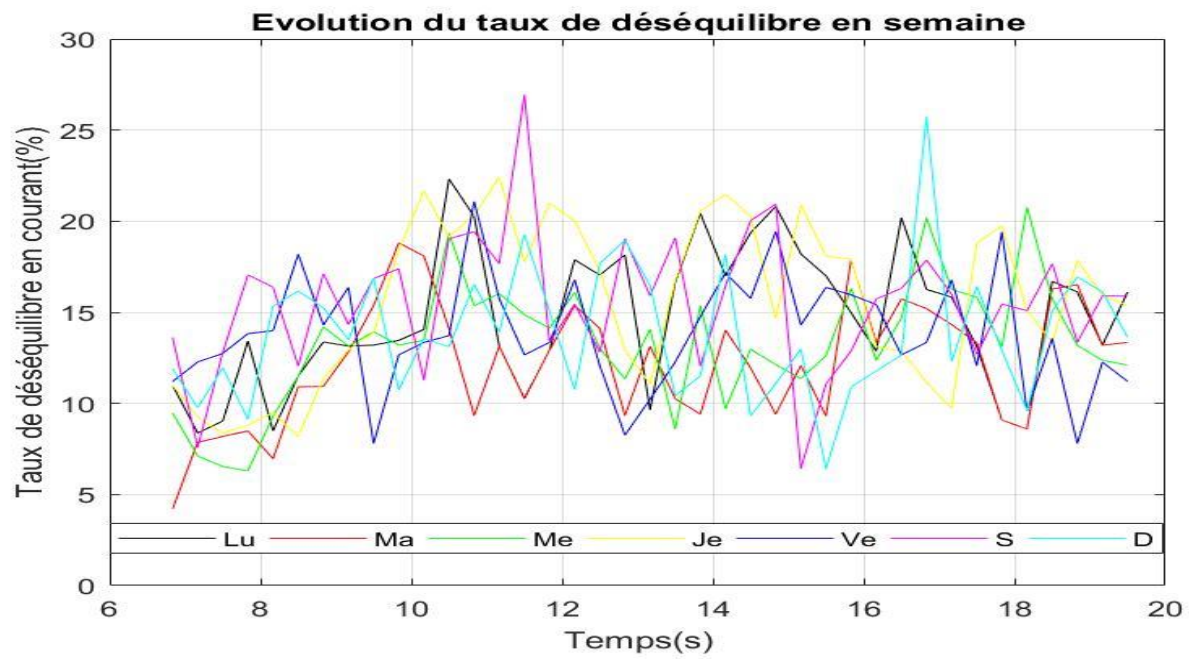


Fig. 5. Taux de déséquilibre en courant

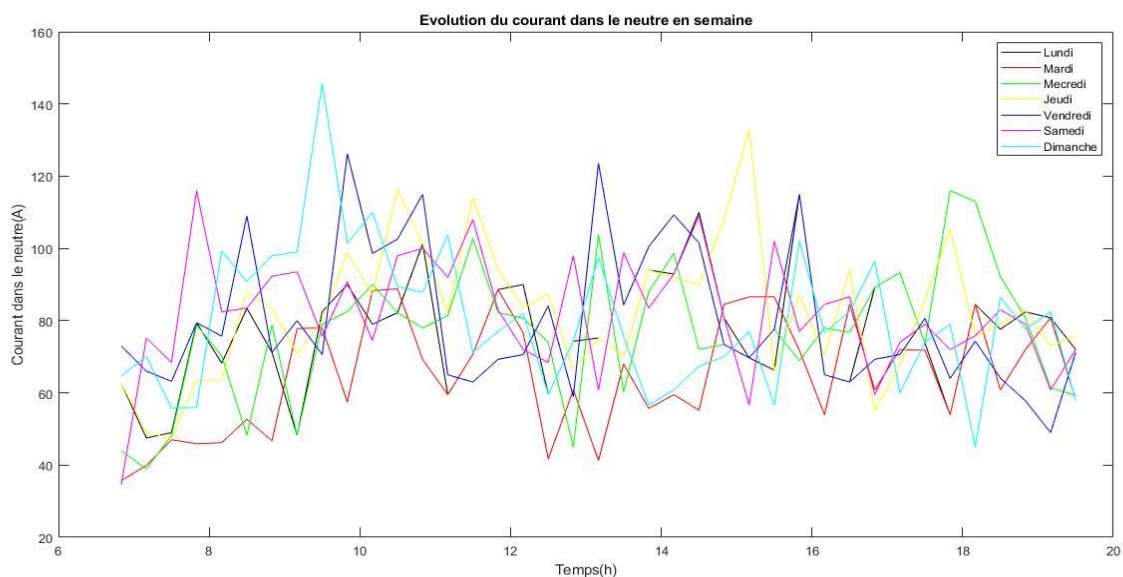


Fig. 6. Courant dans le neutre

2.2 ANALYSE DE LA DISTORSION EN HARMONIQUE ET PUISSANCE DÉFORMANTE

Pour toutes les mesures réalisées, la plus grande valeur du THD_i enregistrée est de 13.8% dans la troisième phase, pour un facteur de crête FC de 1.66. En observant les différentes mesures réalisées, l'harmonique de rang trois est le plus prépondérant comparativement aux autres rangs, avec un taux de distorsion allant de 3.9 à 13.2% comme présenté à la figure 7.

Les courants sont distordus dans les 3 phases, la figure 8 présente les trois ondes de courants qui ne sont pas sinusoïdaux avec des THD_i de 11 ; 10.5 et 12.9% respectivement pour la première, deuxième et troisième phase.

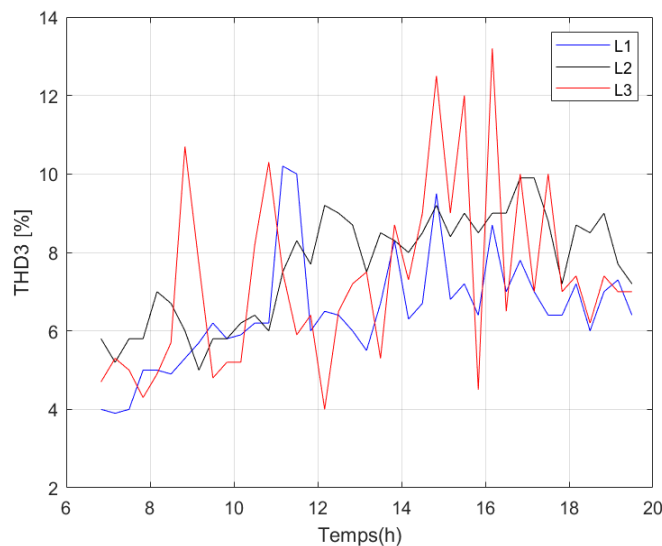


Fig. 7. Evolution l'harmonique de rang 3 dans les 3 phases

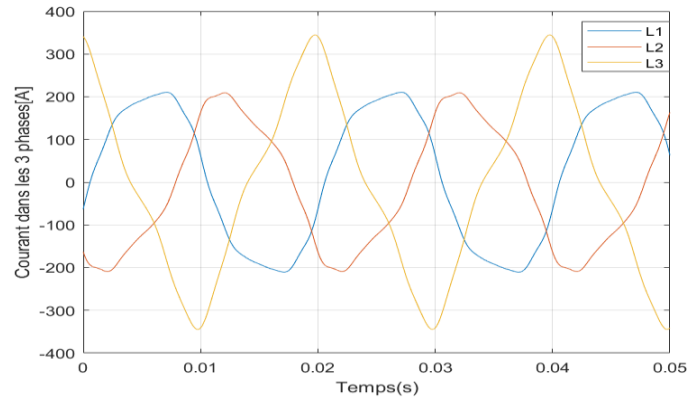


Fig. 8. Courants distordus dans les 3 phases

Les différentes composantes harmoniques présentes dans le réseau engendrent la puissance déformante. Cette puissance est déterminée par la relation (3) :

$$D = \sum_{i=1}^3 V_i * I_{Hi} \quad (3)$$

Avec i : le nombre de phases et I_{Hi} : le courant harmonique de la phase i .

Le profil de cette puissance est présenté à la figure 9. Pour toutes les mesures enregistrées au courant de la semaine, la puissance déformante max est de 14.725KVAD (Samedi le 25/09/2021 à 14h50) et la puissance min est de 6.7KVAD (Samedi le 25/09/2021 à 6h50).

Le courant dans le neutre est déformé avec des THD_i allant de 20 à 70%. Sur la figure10 se trouve la forme de l'onde distordue pour un THD_i de 70%. L'harmonique de rang 3 est prépondérant suite à la superposition de tous les harmoniques de rang trois du système dans le neutre.

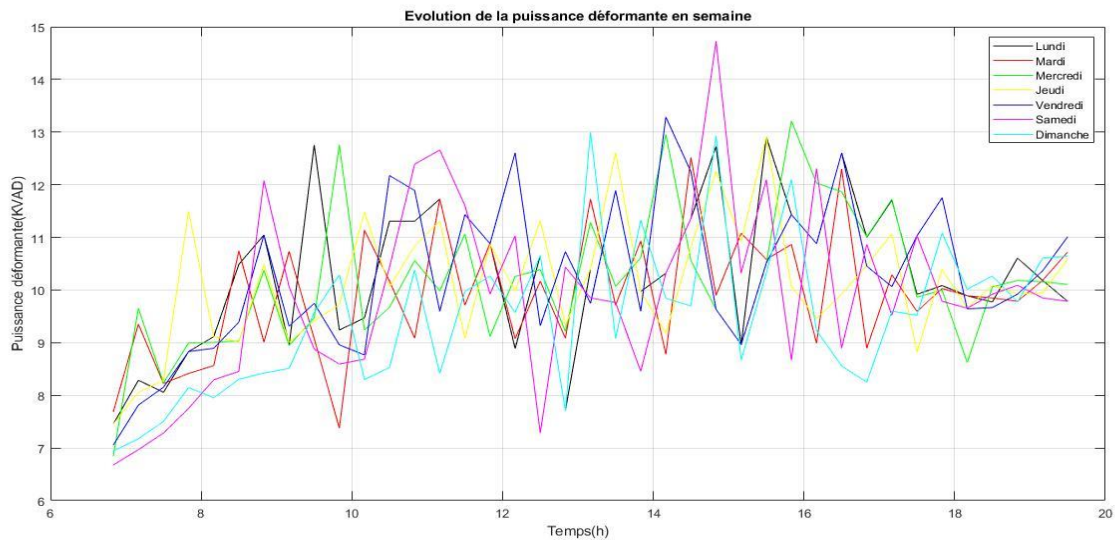


Fig. 9. Puissance déformante

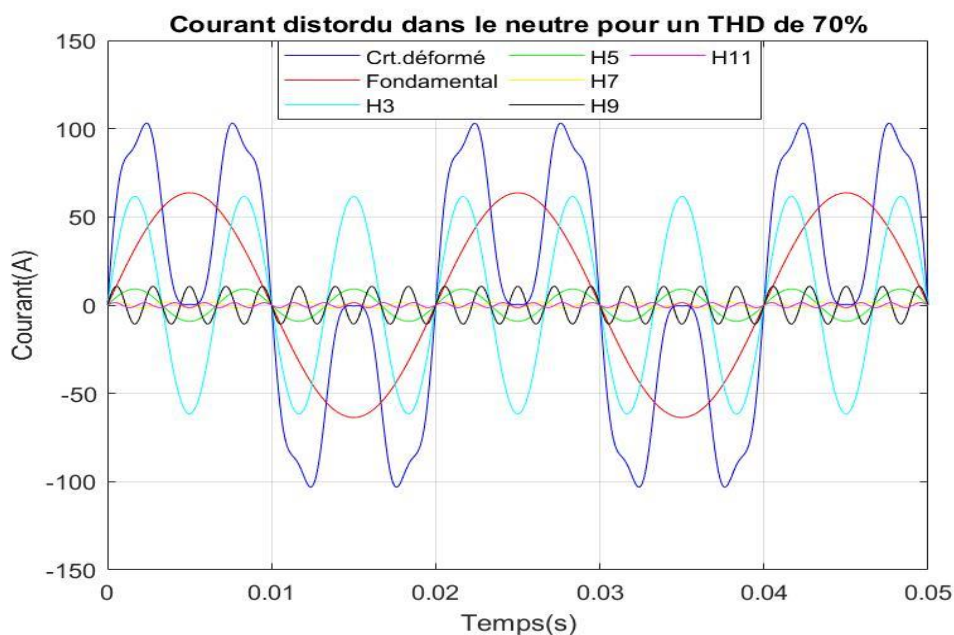


Fig. 10. Courant distordu dans le neutre pour un THD_i de 70%

3 MODÉLISATION DU FILTRE ACTIF PARALLÈLE (FAP) À QUATRE BRAS

Le filtre actif connecté en parallèle sur le réseau, comme le montre la figure 11, est le plus souvent commandé comme un générateur de courant. Il injecte dans le réseau des courants perturbateurs égaux à ceux absorbés par la charge polluante, mais en opposition de phase avec ceux-ci. Le courant côté réseau est alors sinusoïdal.

Ainsi l'objectif du FAP consiste à empêcher les courants perturbateurs (harmoniques, réactifs et déséquilibrés), produits par des charges polluantes, de circuler à travers l'impédance du réseau, située en amont du point de connexion du filtre actif.

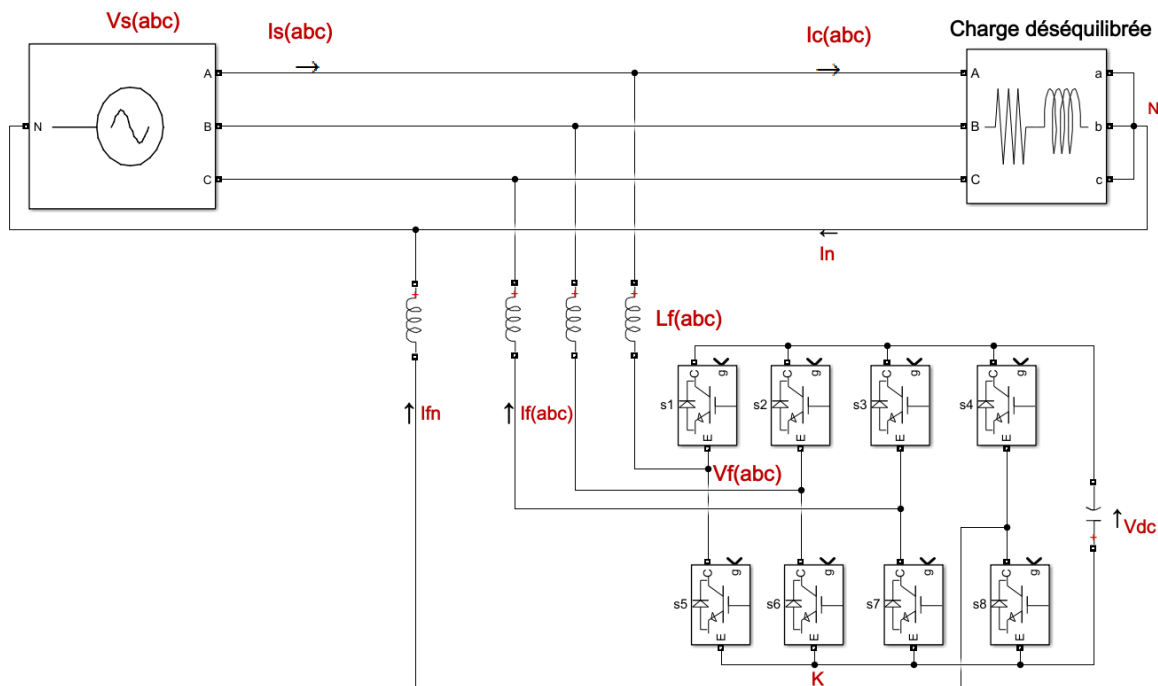


Fig. 11. Filtre actif parallèle à quatre bras

Dans les applications de fortes puissances, la structure des onduleurs à trois niveaux est la plus adaptée, par rapport à la structure à deux niveaux, du fait que les tensions et les courants de sortie présentent un taux de distorsion harmonique nettement inférieur. La figure 11 présente un onduleur triphasé à structure de tension. Il se compose de quatre bras à interrupteurs réversibles en courant, commandés à la fermeture et à l'ouverture, réalisés à partir des interrupteurs (ils peuvent être soit des MOSFET pour les faibles puissances et fréquences très élevées, des IGBT pour les grandes puissances et fréquences élevées, ou des GTO pour les très grandes puissances et fréquences faibles) [28] et des diodes en antiparallèle qui assurent la circulation du courant de roue libre. Le stockage de l'énergie du côté continu se fait par l'intermédiaire d'un condensateur C_{dc} de tension V_{dc} , cette tension à ses bornes, est maintenue à une valeur quasi constante. La fluctuation de cette tension doit être faible d'une part pour ne pas dépasser la limite de tension des semi-conducteurs, et d'autre part, pour ne pas dégrader les performances du filtre actif. Le filtre de sortie est un filtre passif habituellement du premier ordre (L_f, R_f), employé pour connecter l'onduleur de tension au réseau électrique [19].

Dans l'hypothèse où le système est équilibré, les tensions de la source (relations 4) sont définies comme suit :

$$\begin{aligned} V_{Sa}(t) &= V_m \sin(\omega t) \\ V_{Sb}(t) &= V_m \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \\ V_{Sc}(t) &= V_m \sin(\omega t + 2\pi/3) \end{aligned} \quad (4)$$

En raison de la topologie du filtre, les lois de Kirchhoff permettent d'écrire les relations (5) de la manière suivante :

$$\begin{aligned} V_{Sa} + V_{Sb} + V_{Sc} &= 0 \\ i_{Sa} + i_{Sb} + i_{Sc} &= 0 \\ i_{Ca} + i_{Cb} + i_{Cc} &= 0 \\ i_{fa} + i_{fb} + i_{fc} &= 0 \end{aligned} \quad (5)$$

Les interrupteurs des bras de l'onduleur fonctionnent en complémentarité plus précisément quand celui du haut, T_i est conducteur celui du bas T_{i+4} est bloqué (T_i est " fermé " et T_{i+4} est " ouvert "). Par conséquent, il est possible de déduire les valeurs suivantes :

- $T_i = 1$ si T_{i+4} est ouvert $\rightarrow v_{fak} = V_{dc}$
- $T_i = 0$ si T_{i+4} est fermé $\rightarrow v_{fak} = 0$

Avec : $i = 1$ à 4

En appliquant la loi des mailles, les expressions du vecteur $V_{f(a,b,c)}$ sont définies par les relations (6) :

$$\begin{aligned} V_{fa} &= V_{Sa} - L_f \frac{di_{fa}}{dt} - Ri_{fa} = (T_1 - T_4) V_{dc} \\ V_{fb} &= V_{Sb} - L_f \frac{di_{fb}}{dt} - Ri_{fb} = (T_2 - T_4) V_{dc} \\ V_{fc} &= V_{Sc} - L_f \frac{di_{fc}}{dt} - Ri_{fc} = (T_3 - T_4) V_{dc} \\ \frac{dV_{dc}}{dt} &= \frac{1}{C_{dc}} [T_1 i_{fa} + T_2 i_{fb} + T_3 i_{fc} - T_4 i_{fn}] \end{aligned} \quad (6)$$

Les états de commutation pour ce type d'onduleur sont présentés dans le tableau 1. Ils sont obtenus (relations 7) grâce aux expressions suivantes :

$$V_{fa} = (T_1 - T_4) V_{dc}$$

$$V_{fb} = (T_2 - T_4) V_{dc} \quad (7)$$

$$V_{fc} = (T_3 - T_4) V_{dc} \quad i_{dc} = T_1 i_{fa} + T_2 i_{fb} + T_3 i_{fc} - T_4 i_{fn}$$

Tableau 1. Tensions générées par l'onduleur à quatre bras

K	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	V _{fa}	V _{fb}	V _{fc}
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	V _{dc}	0	0
2	0	1	0	0	0	V _{dc}	0
3	1	1	0	0	V _{dc}	V _{dc}	0
4	0	0	1	0	0	0	V _{dc}
5	1	0	1	0	V _{dc}	0	V _{dc}
6	0	1	1	0	0	V _{dc}	V _{dc}
7	1	1	1	0	V _{dc}	V _{dc}	V _{dc}
8	0	0	0	1	-V _{dc}	-V _{dc}	-V _{dc}
9	1	0	0	1	0	-V _{dc}	-V _{dc}
10	0	1	0	1	-V _{dc}	0	-V _{dc}
11	1	1	0	1	0	0	-V _{dc}
12	0	0	1	1	-V _{dc}	-V _{dc}	0
13	1	0	1	1	0	-V _{dc}	0
14	0	1	1	1	-V _{dc}	0	0
15	1	1	1	1	0	0	0

4 DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DU FAP À QUATRE BRAS

Les trois principaux paramètres qu'il faut déterminer, dans la conception du circuit de puissance, afin d'assurer une commande adéquate et une bonne qualité de filtrage sont :

- La valeur de tension de référence de la capacité (V_{dcref}) ;
- La valeur de la capacité de stockage (C_{dc}) ;
- Le choix du type de filtre en sortie de l'onduleur de tension, ainsi que le dimensionnement de ses paramètres.

4.1 DÉTERMINATION DE LA TENSION DE RÉFÉRENCE DU BUS CONTINU (V_{dcref})

Une nouvelle hypothèse a été introduite [12] [20] selon laquelle, la valeur pratique de l'inductance L_f est généralement faible, suite au choix d'une fréquence de commutation élevée du FAP. Cela entraîne que la tension de l'onduleur V_{fa} est approximativement égale à la tension de source V_s . Donc, pour un coefficient de réglage maximal ($ma = 1$), l'expression de V_{dcref} est donnée par la relation (8) :

$$V_{dcref} = 2\sqrt{2}V_s \quad (8)$$

En plus, avec l'hypothèse que la tension V_{dcref} doit être réglée pour être à 10% de plus que la tension maximale d'entrée de l'onduleur, d'où la relation (9) :

$$V_{dcref} = (1.1) 2\sqrt{2}V_s \quad (9)$$

4.2 DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DU CONDENSATEUR (C_{dc})

La détermination de la valeur de la capacité du condensateur de stockage d'énergie (C_{dc}) peut-être estimée en se basant sur le principe de l'échange instantané de l'énergie nécessaire pour subvenir à une augmentation ou une diminution d'un échelon de puissance imposé par la charge (régime transitoire), en appliquant le concept de l'équilibre d'énergie. Un autre principe réside dans la réduction des oscillations de la tension du bus continu V_{dc} imposées par les harmoniques de la charge non linéaire ou au déséquilibre de celle-ci en régime permanent, l'aspect déséquilibre s'applique aussi au cas d'une charge linéaire.

la sélection de la valeur de la capacité du condensateur C_{dc} est régie par la réduction des oscillations à la pulsation (2ω), cas le plus défavorable de la tension causé par le déséquilibre de la charge (absence d'une phase).

Considérons l'égalité des deux puissances instantanées (équation 10) des deux côtés de l'onduleur dans le repère stationnaire (α, β) :

$$\begin{aligned} P_{\frac{dc}{ac}}^{\alpha\beta} &= V_{dc} I_{dc} \\ &= v_{f\alpha}(t) \cdot i_{f\alpha}(t) + v_{f\beta}(t) \cdot i_{f\beta}(t) \\ &= \sqrt{2} V_{f\beta} \cdot \sin(\omega t) \cdot \sqrt{2} I_{f\beta} \cdot \sin(\omega t - \varphi_\beta) + \sqrt{2} V_{f\alpha} \cdot \cos(\omega t) \cdot \sqrt{2} I_{f\alpha} \cdot \cos(\omega t - \varphi_\alpha) \end{aligned} \quad (10)$$

Cette dernière expression peut s'écrire sous forme de l'équation (11) :

$$P_{\frac{dc}{ac}}^{\alpha\beta} = V_{f\beta} \cdot I_{f\beta} [\cos(\varphi_\beta) - \cos(2\omega t - \varphi_\beta)] + V_{f\alpha} \cdot I_{f\alpha} [\cos(\varphi_\alpha) + \cos(2\omega t - \varphi_\alpha)] \quad (11)$$

Relativement aux conditions de la charge, les deux cas suivant sont envisagés :

- Si la charge triphasée est équilibrée, alors $V_{f\beta} = V_{f\alpha} = V_f$; $I_{f\beta} = I_{f\alpha} = I_f$ et $\varphi_\beta = \varphi_\alpha = \varphi$, et l'équation (11) peut s'écrire sous forme de l'équation (12) :

$$P_{\frac{dc}{ac}}^{\alpha\beta} = V_{dc} \cdot i_{dc} = 2V_f \cdot I_f \cdot \cos(\varphi) \quad (12)$$

Nous constatons que le bus continu ne contient pas d'oscillations.

- Si la charge triphasée est déséquilibrée, alors la relation (13) est donnée par :

$$\begin{aligned} P_{\frac{dc}{ac}}^{\alpha\beta} &= V_{dc} \cdot i_{dc} = \underbrace{[V_{f\beta} \cdot I_{f\beta} \cdot \cos(\varphi_\beta) + V_{f\alpha} \cdot I_{f\alpha} \cdot \cos(\varphi_\alpha)]}_{\text{terme continu}} \\ &+ \underbrace{[-V_{f\beta} \cdot I_{f\beta} \cdot \cos(2\omega t - \varphi_\beta) + V_{f\alpha} \cdot I_{f\alpha} \cdot \cos(2\omega t - \varphi_\alpha)]}_{\text{terme alternatif}} \end{aligned} \quad (13)$$

Il apparait que le premier terme de la puissance (terme continu) de l'équation (13) est constant et correspond à la valeur que le FAP doit produire pour maintenir la tension du bus continu constante. Alors que le deuxième terme (terme alternatif) est une puissance du second harmonique produit par le FAP pour compenser la puissance de la charge déséquilibrée. Le terme alternatif de la puissance provoquera des oscillations du second harmonique de la tension superposée au terme continu de la tension du bus continu.

En prenant le cas extrême du déséquilibre, où : $\varphi_\beta = \varphi_\alpha - \pi$,

$V_{f\beta} = V_{f\alpha} = V_{dc}/2$, $I_{f\beta} = 0$, $\frac{I_{f\alpha}}{2} = I_{dc}$, de l'équation (13) nous obtenons donc les équations (14) et (15) :

$$P_{\frac{dc}{ac}}^{\alpha\beta} = V_{dc} \cdot I_{dc} = \left[\frac{V_{dc}}{2} I_{f\alpha} \cdot \cos(\varphi_\alpha) \right] + \left[\frac{V_{dc}}{2} I_{f\alpha} \cdot \cos(2\omega t \varphi_\alpha) \right] \quad (14)$$

$$i_{dc} = \underbrace{[I_{dc} \cdot \cos(\varphi_\alpha)]}_{I_{dc}(\omega)} + \underbrace{[I_{dc} \cdot \cos(2\omega t - \varphi_\alpha)]}_{I_{dc}(2\omega)} \quad (15)$$

A partir du deuxième terme (relation 15) du courant oscillant à la pulsation (2ω), la tension alternative crête- crête du bus continu ($\tilde{v}_{dc}$) se détermine par la relation (16) :

$$\tilde{v}_{dc}(t) = \frac{1}{C_{dc}} \int I_{dc} \cdot \cos(2\omega t - \varphi_\alpha) dt = \frac{I_{dc}}{2 \cdot \omega \cdot C_{dc}} \sin(2\omega t - \varphi_\alpha) \quad (16)$$

Alors l'amplitude des oscillations ($\tilde{v}_{dc}$) est déterminée par l'équation (17) et de cette équation est déduite la capacité du condensateur donnée par la relation (18) :

$$\tilde{v}_{dc} = \frac{I_{dc}}{2 \cdot \omega \cdot C_{dc}} \quad (17)$$

$$C_{dc} = \frac{I_{dc}}{2 \cdot \omega \cdot \tilde{v}_{dc}} \quad (18)$$

4.3 DÉTERMINATION DU FILTRE DE SORTIE (L_f)

Le dimensionnement de L_f est réalisé avec la contrainte selon laquelle pour une fréquence de commutation donnée, la pente du courant I_f est plus petite que celle d'une porteuse triangulaire définissant cette fréquence de commutation. La pente de la porteuse triangulaire χ est définie par l'équation (19) :

$$\chi = 4 \cdot \varepsilon \cdot f_{ond} \quad (19)$$

Telle que: ε est l'amplitude de l'onde triangulaire, f_{ond} est la fréquence de commutation des interrupteurs du filtre actif.

La relation (20) nous donne alors la pente maximale dans le cas d'un filtre actif à point milieu :

$$\frac{di_f}{dt} = \frac{0.5V_{dc} + V_{Fmax}}{L_f} \quad (20)$$

D'où une valeur (relation 21) de l'inductance L_f est donnée par :

$$L_f = \frac{0.5V_{dc} + V_{Fmax}}{4 \cdot \varepsilon \cdot f_{ond}} \quad (21)$$

5 IDENTIFICATION DES COURANTS DE RÉFÉRENCE PAR LA MÉTHODE DE RÉFÉRENTIEL SYNCHRONE

Dans la méthode du repère synchrone, appelée aussi méthode des courants instantanés d et q, les courants de la charge sont transformés dans le repère synchrone. Elle permet d'obtenir des meilleures performances même si la tension du réseau est perturbée ou déséquilibrée [19].

La figure 12 représente le schéma de principe de cette méthode.

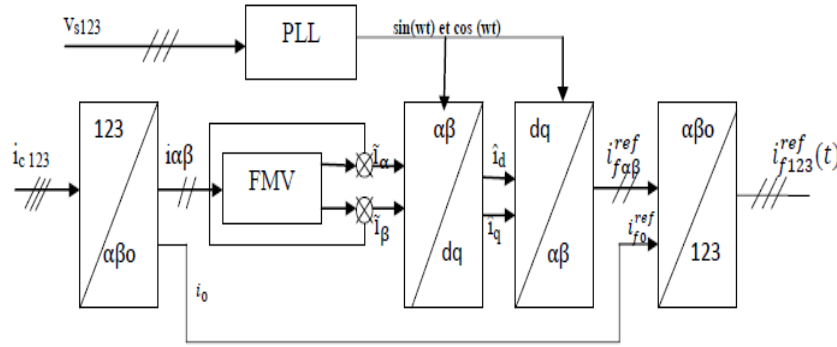


Fig. 12. Extraction des harmoniques par méthode de référentiel synchrone

A partir des courants i_α et i_β obtenus par la transformation de Concordia (relation 22) les composantes harmoniques de courants sont extraites à l'aide d'un filtre multi variables. Dans ce cas, les courants $\tilde{i}_\alpha$, $\tilde{i}_\beta$ sont transformés dans un référentiel synchrone d-q. Ce dernier étant synchronisé avec les tensions de source, et tournant à la même fréquence. Cette transformation est définie par la relation (22)

$$\begin{bmatrix} \tilde{i}_d \\ \tilde{i}_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\omega t) & \sin(\omega t) \\ -\sin(\omega t) & \cos(\omega t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{i}_\alpha \\ \tilde{i}_\beta \end{bmatrix} \quad (22)$$

Où (ωt) représente la position angulaire du repère tournant, est une fonction linéaire de la pulsation angulaire. Ce repère de référence tourne à une vitesse constante en synchronisme avec les tensions triphasées.

Enfin, les courants de référence (relation 23) sont générés dans le plan triphasé 1-2-3 et définis comme suit :

$$\begin{bmatrix} i_{f1}^{ref} \\ i_{f2}^{ref} \\ i_{f3}^{ref} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{f\alpha}^{ref} \\ i_{f\beta}^{ref} \\ i_{f0}^{ref} \end{bmatrix} \quad (23)$$

L'une des caractéristiques les plus remarquables de cet algorithme est que les courants de référence sont directement obtenus à partir des courants de la charge polluante, sans tenir compte des tensions du réseau. Ceci est un avantage important puisque la génération des courants de compensation ne sera affectée ni par les distorsions, ni par les déséquilibres présents dans les tensions de source, renforçant ainsi la robustesse et la performance de la compensation. Cependant, la transformation du plan α - β vers le référentiel d-q des signaux en sinus et cosinus, synchronisés avec les tensions simples du réseau, est indispensable. Ces derniers sont créés en utilisant, dans chaque phase, une boucle à verrouillage de phase, plus connue sous la nomination anglo-saxonne Phase Locked Loop (PLL) [19].

6 SYNTHÈSE D'UN CONTRÔLEUR ANFIS POUR LA RÉGULATION DE LA TENSION DU BUS CONTINU

6.1 DESCRIPTION ET STRUCTURE DU CONTRÔLEUR ANFIS PROPOSÉ

Le contrôleur neuro-flou développé dans cette partie comprend une entrée 'e' et une seule sortie 'V' qui représentent respectivement l'erreur et la commande (Figure 13).

Nous avons utilisé un contrôleur ANFIS pour que la tension moyenne aux bornes du condensateur soit maintenue à une valeur quasi constante, ce contrôleur permet une génération automatique de règles flous à dix ensembles basées sur le modèle d'inférence de Sugeno.

6.2 APPRENTISSAGE DU CONTRÔLEUR "ENTRAÎNEMENT D'UN RÉSEAU ANFIS"

L'apprentissage de notre contrôleur (Figure 14) est effectué par le biais de l'algorithme de rétropropagation, afin de déterminer les paramètres des prémisses (ajustement des paramètres liés aux fonctions d'appartenance) et l'estimation des paramètres conséquents par la méthode des moindres carrés. Ce qui a pour appellation "apprentissage hybride" [18].

Le réseau ANFIS utilisé dans ce travail a été programmé par la boîte à outil de la logique floue dans le logiciel Matlab (version 2018a), avec lequel les règles floues (Si-Alors) avec leurs fonctions d'appartenance appropriées à 10 ensembles ont été construites. Après apprentissage du système neuro-flou adaptatif (ANFIS), nous avons testé sa généralisation, en présentant des données de validation (figure 14).

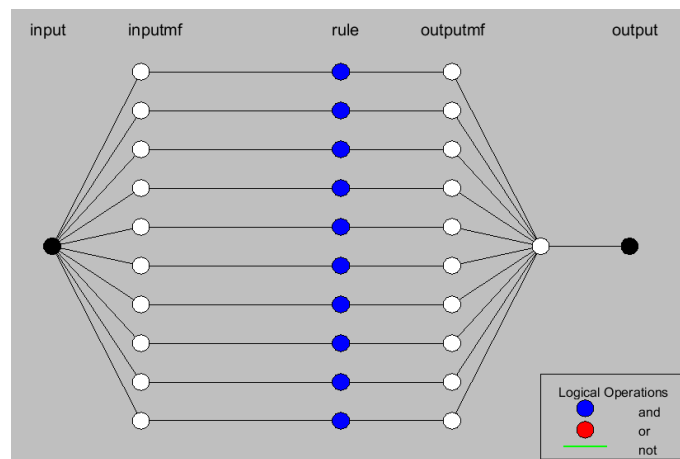


Fig. 13. Structure neuronale proposée par Matlab

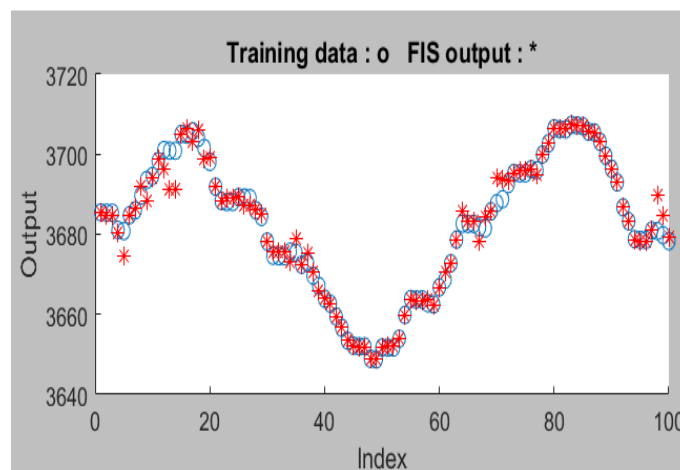


Fig. 14. Test d'apprentissage

7 PRÉSENTATION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Dans cette section nous nous sommes intéressés à l'application de la commande ANFIS (régulation de la tension du bus continu) dans le filtrage actif parallèle (figure 15). L'identification des courants de référence est faite par la méthode de référentiel synchrone avec FMV (figure 16) et la technique appliquée pour la commande des interrupteurs de notre filtre est la commande par hystérésis modulée (figure 16).

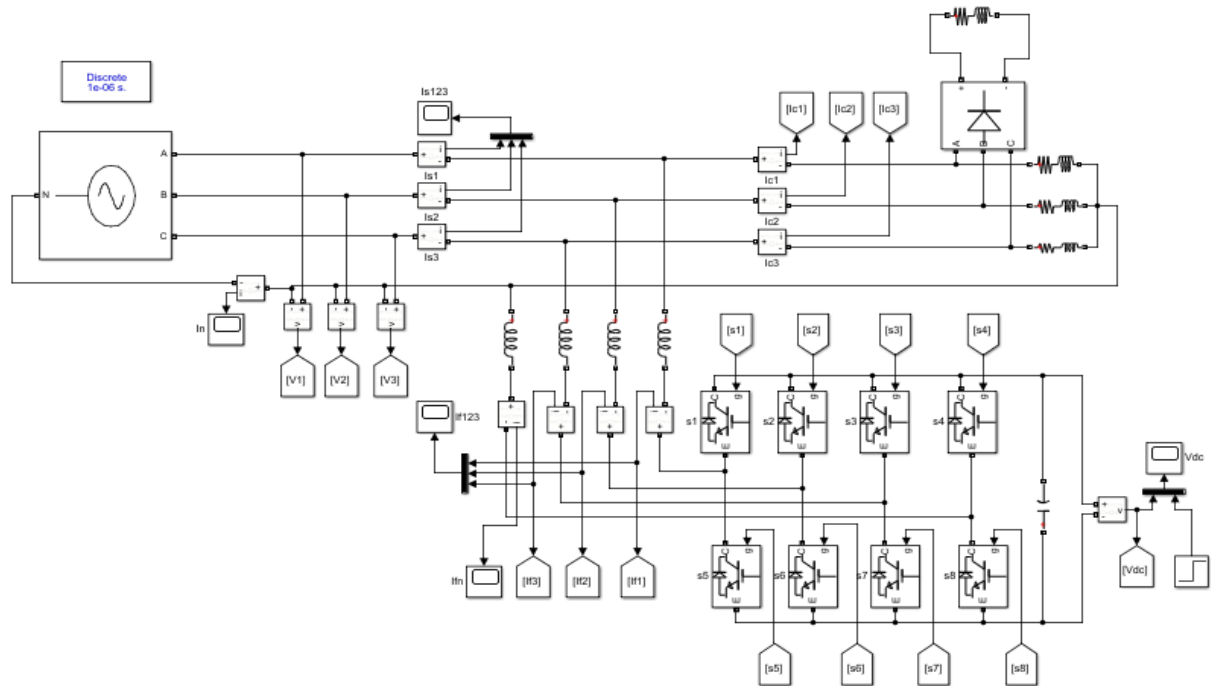


Fig. 15. Circuit de puissance du filtre actif parallèle à quatre bras

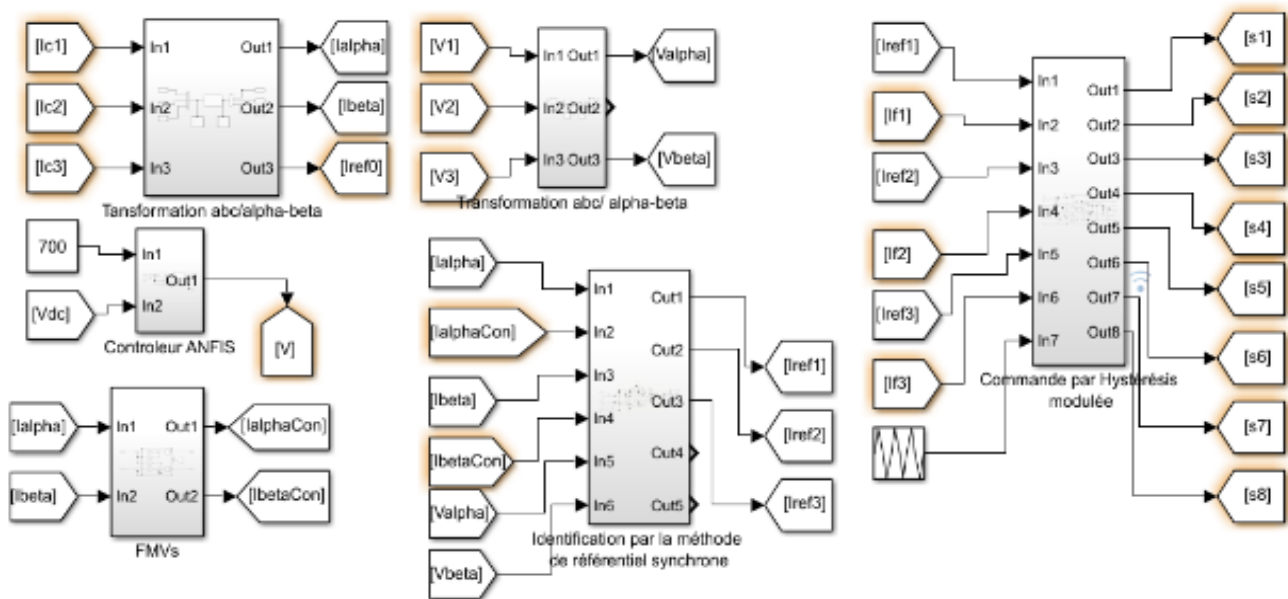


Fig. 16. Contrôle et commande du filtre

Le tableau 2 reprend les paramètres utilisés dans notre modèle pour la réalisation du filtrage.

Tableau 2. Paramètres de simulation du filtre actif parallèle

Système	Désignations	Valeurs
Source d'alimentation	Tension efficace simple Fréquence	$V_s = 220V$ $f = 50Hz$
Paramètres du filtre	Tension de référence Capacité du condensateur Inductance de couplage Bande hystérésis	$V_{dcref} = 700V$ (relation 9) $C_{dc} = 3200\mu F$ (relation 18) $L_f = 7mH$ (relation 21, pour une fréquence de commutation fixée à 23.5kHz) $\Delta H = 0.02A$
Charge linéaire	Trois charges constituées d'un circuit RL couplées en étoile.	$P_1 = 37.88kW, Q_1 = 8.31kVAR$ $P_2 = 27.98kW, Q_2 = 8.6 kVAR$ $P_3 = 57.64kW, Q_3 = 8.6 kVAR$
Charge non linéaire	Pont redresseur triphasé alimentant une charge RL	$P_R = 8kW$ $Q_L = 3 kVAR$

Le modèle à simuler a été réalisé par la toolbox Simulink du logiciel Matlab version 2018a, le temps de simulation a été fixé à 0.5 seconde.

Avant filtrage, notre réseau a présenté un déséquilibre comme présenté à la figure 17. La figure 18 illustre le spectre de la première phase pour un THD de 13.82%.

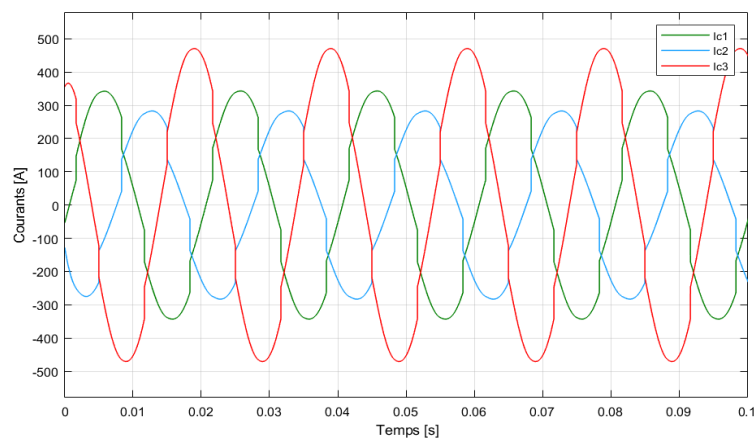


Fig. 17. Courants de la source en déséquilibre

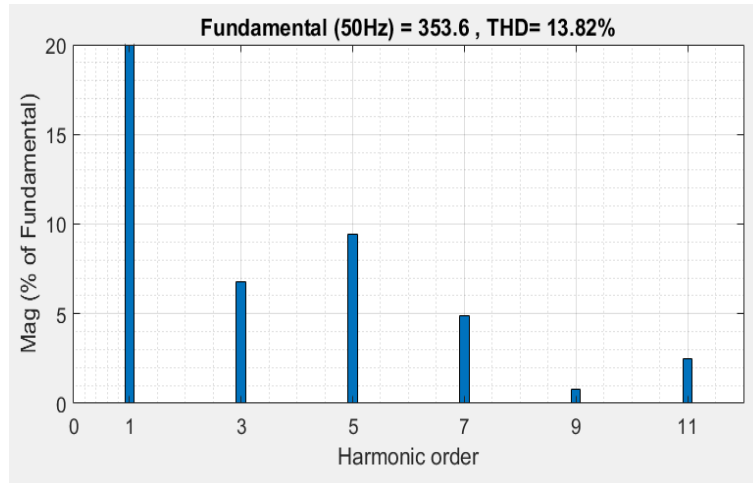


Fig. 18. Spectre du courant de la source

Le branchement du filtre au réseau nous a permis d'éliminer le déséquilibre et de réduire le taux de distorsion en harmonique.

La figure 19 nous montre que pour une tension de référence de 700V, le régulateur ANFIS qui contrôle la tension du bus continu a permis d'atteindre cette consigne après un temps d'environ 0.06 seconde et de la maintenir autour de celle-ci.

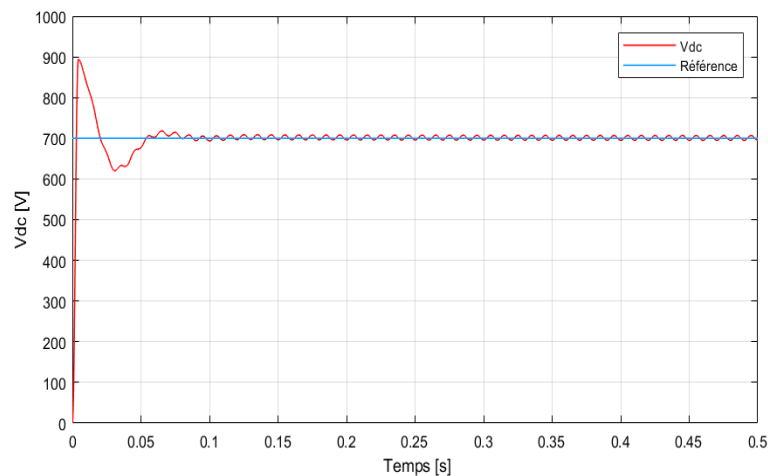


Fig. 19. Tension du bus continu Vdc

L'utilisation de l'algorithme d'identification par la méthode de référentiel synchrone, nous a permis de déterminer les trois courants de référence à injecter dans le réseau. Ces différents courants sont illustrés par les figures 20, 21 et 22 respectivement pour la première, deuxième et troisième phase.

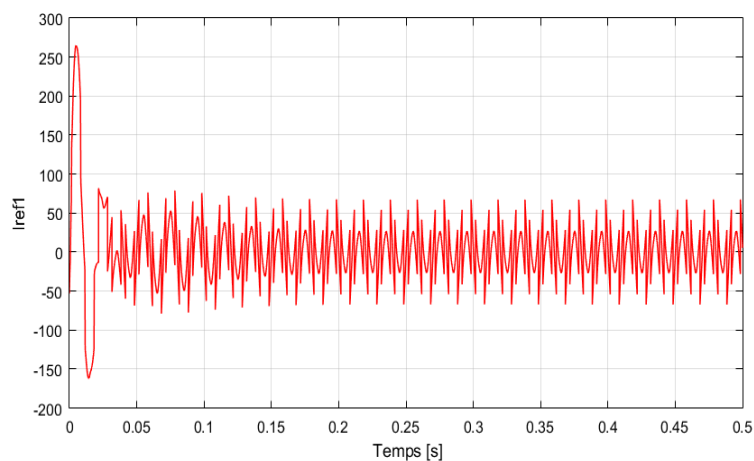


Fig. 20. Courant de référence de la première phase

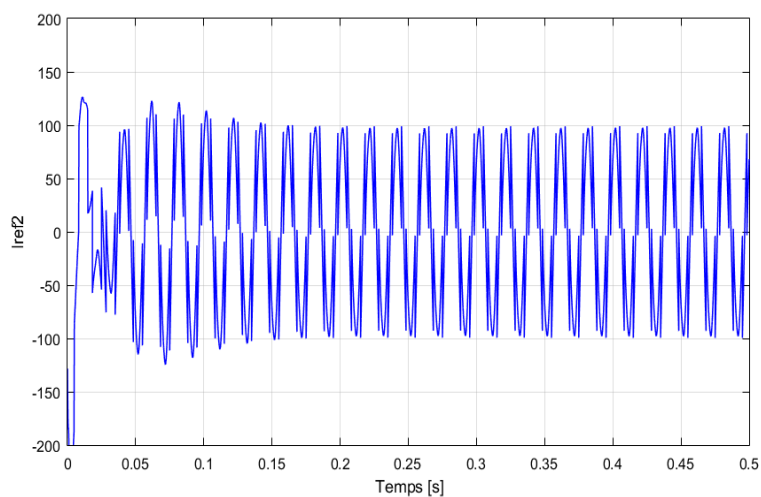


Fig. 21. Courant de référence de la deuxième phase

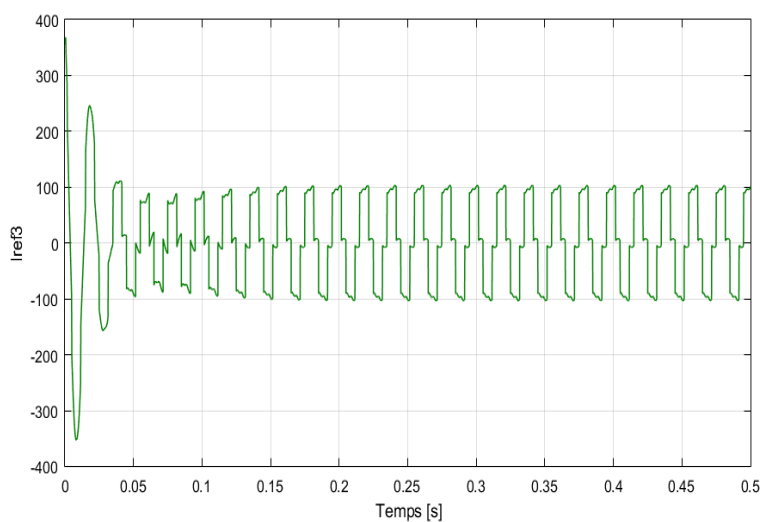


Fig. 22. Courant de référence de la troisième phase

Après injection des courants de références dans le réseau, les figures 23 et 24 montrent que du côté transformateur, les tensions simples sont en équilibre ainsi que les courants dans les trois phases. La figure 25 reprend le spectre de l'onde de tension qui est une sinusoïde pure ($THD_u = 0\%$).

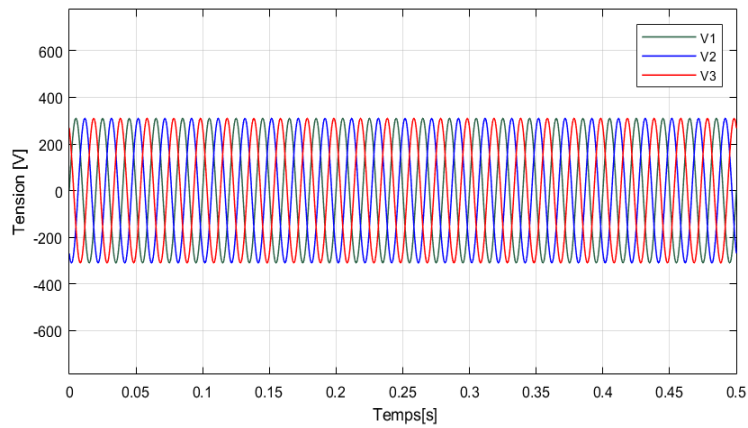


Fig. 23. Tensions simples de la source

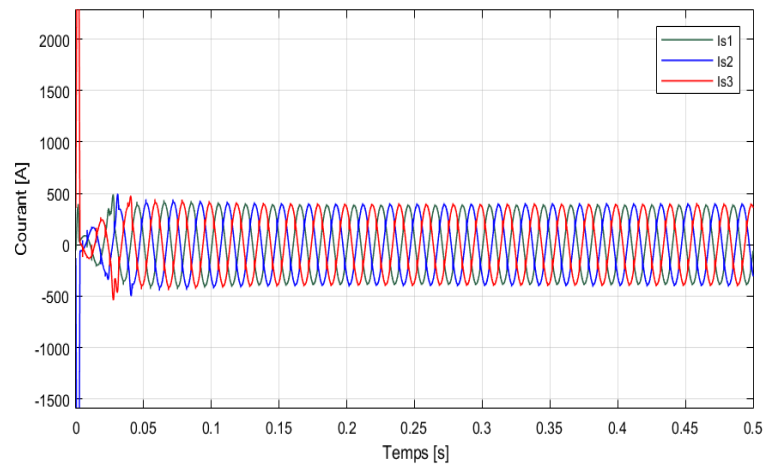


Fig. 24. Ondes de courants après filtrage

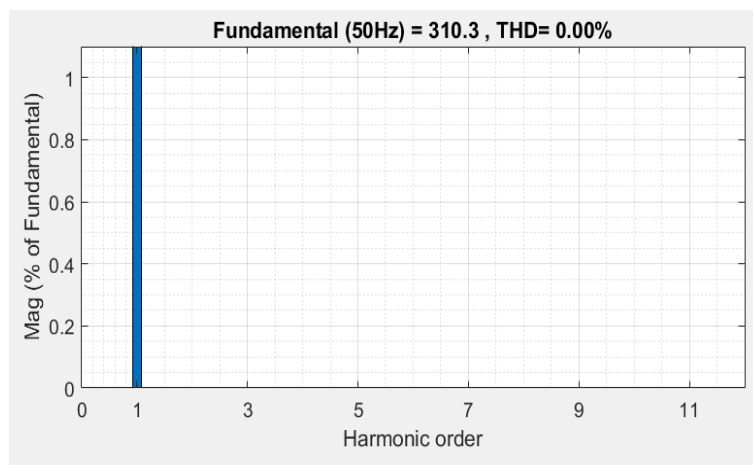


Fig. 25. Spectre de l'onde de tension

Le THD_I doit normalement être inférieur à 5% après filtrage, par l'injection de différents courants de référence dans le réseau, à l'exemple de la première phase, le THD_I est passé de 13.82 à 1.59 % (figure 26).

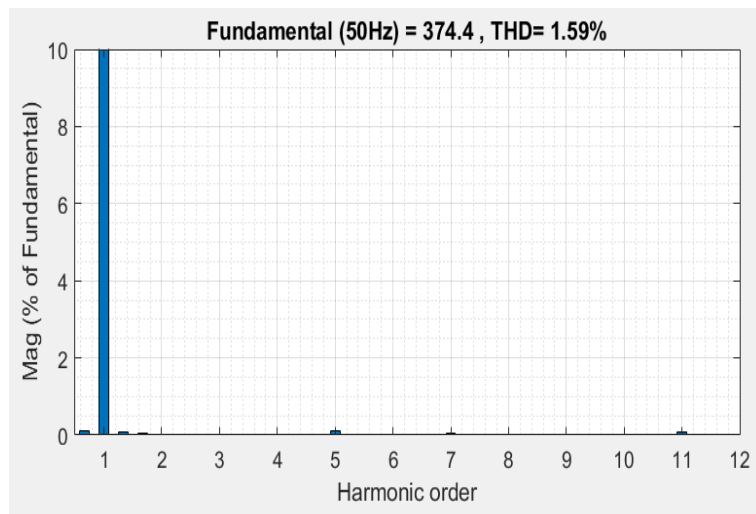


Fig. 26. Spectre de l'onde de courant après filtrage

Par rapport à la présence du courant dans le neutre (figure 27), nous remarquons que ce dernier est éliminé (figure 28) après filtrage par l'injection d'un courant dans ce dit neutre.

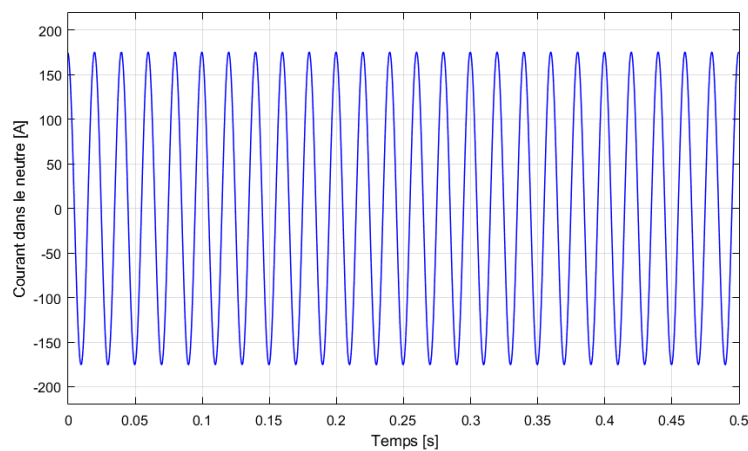


Fig. 27. Courant dans le neutre avant filtrage

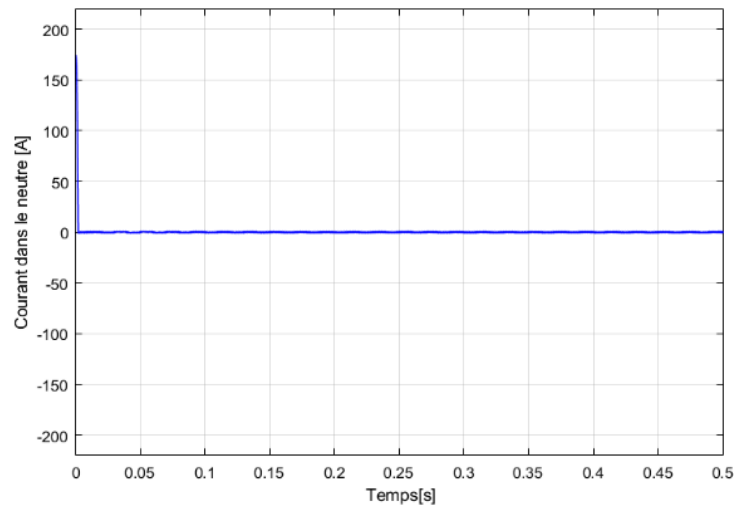


Fig. 28. Courant dans le neutre après filtrage

8 CONCLUSION

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'amélioration de la qualité d'énergie électrique et plus particulièrement de la compensation des déséquilibres et de la pollution en harmoniques qui sont à la base de plusieurs perturbations et endommagement de certains équipements raccordés au réseau basse tension.

D'où, l'objectif de ce travail était d'analyser l'état du réseau électrique (déséquilibres et harmoniques) et de proposer une technique de filtrage moderne qui, en temps réel doit éliminer les déséquilibres et réduire le taux de distorsion en harmoniques.

Les expérimentations effectuées dans cette étude renseignent ce qui suit :

Les mesures réalisées ont prouvé après analyse que le réseaux basse tension ciblé est en déséquilibre avec des taux de déséquilibre allant jusqu'à 26%, et la présence des charges non linéaires avec des taux de distorsion en harmonique de courant allant jusqu'à 13.8% a engendré une puissance déformante maximale de 15kVAD.

Les résultats obtenus après simulation sur Matlab-Simulink ont prouvé que, le filtrage actif parallèle appliqué au réseau, contrôlé au moyen d'un régulateur neuro-flou est efficace et a permis d'éliminer le déséquilibre et de réduire le taux de distorsion en harmonique de courant de 13.8 à 1.59%.

Ce taux étant inférieur à 5% est donc acceptable dans le réseau.

REFERENCES

- [1] A. Julian et O. Fernandez, Intégration des Véhicules Electriques dans le réseau électrique résidentiel : impact sur le déséquilibre et stratégies V2G innovantes, Thèse de doctorat, université de Grenoble, 2014.
- [2] O. Malaoui, Élimination du déséquilibre dans les réseaux électriques, Mémoire de Master, Ecole supérieure de technologies industrielles - ANNABA, 2020
- [3] H. Sakkou, Conception d'un compensateur actif multifonctions corrigeant toutes les perturbations en tension générées par les charges non linéaires et les fours à arc, Mémoire de Master, Ecole de technologie supérieure Université du Québec, 2007
- [4] V. Beauvois, Qualité de la tention, qualité de l'électricité, ATT00254, Fascicule technique, Université de Liège, 2008.
- [5] B. Farida, Qualité de l'énergie électrique et norme IEEE-519. Mémoire de Master, Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi, 2009.
- [6] E. Félice, La qualité des réseaux électriques, Article, p33, Mars 2015.
- [7] D. Xuan-Linh D, H. Emmanuel, B. Hamid B, M. Petit, H. Pham, Etude de l'équilibrage des courants de phases par convertisseur statique dans un réseau de distribution, Article, Saint-Louis, France. hal-01083910, pp 1-11, Juin 2014
- [8] I. Vanya, Méthodes d'analyse de la qualité de l'énergie électrique. Application aux creux de tension et à la pollution harmonique, Mémoire de Master, Université Joseph-Fourier - Grenoble I, Octobre 2009

- [9] A. Badr-Eddine, Filtrage d'harmoniques dans un réseau mixte photovoltaïque électrique par estimation adaptative coupe-bande, Mémoire de Master, Université du Québec à Montréal, Décembre 2017
- [10] S. Messouter et L. Djedjiga, Analyse du courant du neutre dans un système triphasé en présence de charges non linéaires, TFE, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2009
- [11] H. Nassar, Qualité de l'onde électrique et moyens de mitigation, Thèse de Doctorat, Ecole de technologie supérieure Université du Québec, Janvier 2003.
- [12] C. Abdelmadjid, Filtrage actif triphasé pour charges non linéaires, Thèse de doctorat, Université de Ferhat Abbas de Sétif, Octobre 2010.
- [13] M. Epanya, Application du filtrage actif pour une mise en œuvre de méthode de prédiction et de contrôle d'harmoniques dans un réseau de distribution électrique, Mémoire de Master, Université du Québec, Septembre 2010.
- [14] D. Thirault, Architectures des Réseaux de Distribution pour l'Electrification rurale des Pays en Développement, Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, mars 2004.
- [15] T. Wildi et G. Sybille, Electrotechnique, Troisième édition, Institut de recherche d'Hydro-Québec, Université De Boeck, ISBN PUL 2-7637-7593-4, pp 810-831, 2000.
- [16] T. Abderrahmane et Y. Slimani, Etude des systèmes électriques perturbés déséquilibrés et courts-circuits, Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Septembre 2014.
- [17] H. Alilouch, Conception et analyse des performances d'un contrôleur flou pour un système de réglage de tension automatique, Mémoire de Master, Université du Québec en Abitibi Témiscamingue, Mars 2020.
- [18] S. Hafsia, Commande d'un Filtre actif parallèle à quatre bras par des techniques avancées, Mémoire de Master, Université Mohamed Khider – Biskra, Mars 2015.
- [19] I. Ghabbane, Commande d'un Filtre Actif Triphasé Parallèle par Différents régulateurs, Mémoire de Master, Université Mohamed Kheider – Biskra, Février 2011.
- [20] O. Saihi, Modélisation et simulation des filtres de puissance actifs, Mémoire de Master, Université Larbi Ben M'Hidi de Oum El Bouaghi, Juin 2014.
- [21] F. Benikhlef, Apport de la logique floue et des algorithmes génétiques à l'optimisation de la commande IFOC d'un moteur asynchrone triphasé, Mémoire de Master, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Octobre 2013.
- [22] S. Chekroun, Commande neuro-floue sans capteur de vitesse d'une machine asynchrone triphasée, Mémoire de Master, Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technologique d'Oran, Octobre 2009.
- [23] T. Amane, Contribution des réseaux neuro-flous et algorithmes génétiques à la reconnaissance de la parole, Thèse de Doctorat, Université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed BOUDIAF, Mai 2010.
- [24] K. Guesmi et N. Essounbouli, Synthèse d'un contrôleur flou pour la régulation d'un convertisseur statique, Mémoire de Master, Université de Reims Champagne-Ardenne, Septembre 2019.
- [25] D. Abdellah, Répartition optimale des puissances utilisant les techniques de l'intelligence artificielle, Thèse de Doctorat, Université des frères Mentouri Constantine, Juillet 2016
- [26] https://fr.electricalinstallation.org/frwiki/Mesure_des_harmoniques_dans_les_reseaux_electriques. (s.d.). [En ligne] consulté le 15/09/2021.
- [27] H. Djeghloud, Filtrage actif de puissance, Thèse de Doctorat, Université Mentouri Constantine, 2007.
- [28] Xu, J. (2018). Filtrage actif parallèle des harmoniques des réseaux de distribution d'électricité. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de LORRAINE, 1994.
- [29] K. Djazia, Etude des filtres actifs pour réseaux déséquilibrés et distordus, Thèse de Doctorat, Université FERHAT ABBAS – SETIF 1, 2015.

Estimation de la demande énergétique de la commune annexe de la ville de Lubumbashi, province du Haut Katanga RD Congo

[Contribution to improving the reliability of the electric network of Katanga province RD Congo]

Kyoni Nkulu Idriss, Ntambwe Sapu Aaron, and Ngenda Banka Richard

Université de Lubumbashi, Route Kasapa, 1825 Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2023 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: It is following the increase in the population of the city of Lubumbashi on the one hand and the intensification of semi-industrial activity on the other hand that we deemed it appropriate to undertake a study on the estimation of the energy demand of the annex commune of the city of Lubumbashi.

The choice of the annex commune was motivated by the fact that it is the belt of the city of Lubumbashi and is currently undergoing spectacular development in infrastructure and will therefore need a significant demand for electrical energy.

The city of Lubumbashi is made up of seven municipalities which are: Lubumbashi, Kamalondo, Kenya, Katuba, Kampemba, Ruashi and the Annex commune. The growth rate over the last ten years of sampling is estimated at 42% and clearly shows that there is a need to know the demand trend curve in order to predict future energy needs.

The objective of this communication will then be to estimate the energy demand of the Annex municipality.

To achieve our objective, we started by mapping the said municipality by listing the different loads (houses, schools, churches, semi-industrial sector, etc.), so to assess future energy demand, we used the Bottom-up model.

KEYWORDS: Estimate, demand, energy, municipality, Lubumbashi.

RESUME: C'est suite à l'accroissement de la population de la ville de Lubumbashi d'une part et à l'intensification de l'activité semi industrielle d'autre part que nous avons jugé bon d'entreprendre une étude sur l'estimation de la demande énergétique de la commune annexe de la ville de Lubumbashi.

Le choix de la commune annexe a été motivé par le fait qu'elle est la ceinture de la ville de Lubumbashi et subit à ce jour un développement spectaculaire en infrastructure et donc aura besoin d'une importante demande en énergie électrique.

La ville de Lubumbashi est composée de sept communes qui sont: Lubumbashi, Kamalondo, Kenya, Katuba, Kampemba, Ruashi et la commune Annexe. Le taux de croissance sur les dix dernières années d'échantillonnage est évalué à 42% et montre clairement qu'il y a nécessité de connaître la courbe de tendance de la demande afin de prédire le besoin énergétique futur.

L'objectif de cette communication sera alors d'estimer la demande énergétique de la commune Annexe.

Pour arriver à notre objectif, nous avons commencé par cartographier ladite commune en répertoriant les différentes charges (maisons, écoles, églises, secteur semi-industriel,...), ainsi pour évaluer la demande énergétique future, nous avons eu recours au modèle Bottom-up.

MOTS-CLEFS: Estimation, demande, énergie, commune, Lubumbashi.

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

Malgré les dispositions prises par le gestionnaire du réseau électrique, la Société Nationale d'Electricité (SNEL), en procédant par des délestages tournants des consommateurs pour soulager le réseau, les coupures intempestives du courant électrique ne cessent d'être enregistrées pendant les heures de pointe dans la ville de Lubumbashi en général et dans la commune annexe en particulier.

Cela est dû à une croissance accentuée de la charge dans les zones urbaines sur les dix dernières années mais également à une production quasi statique depuis plus de cinquante années.

Pour améliorer la qualité de l'énergie électrique ou la fiabilité du réseau, il est primordial d'avoir une connaissance de la demande énergétique afin d'assurer une bonne gestion de l'énergie électrique d'une part et d'investir dans le parc de production d'autre part.

1.2 OBJECTIF

L'objectif particulier de cette communication est de:

Estimer le besoin énergétique de la commune Annexe à ce jour et de l'extrapoler à l'horizon 2030.

Pour atteindre cet objectif, nous avons commencé par une identification rigoureuse des différentes charges qui sont répertoriées dans ladite commune.

2 DESCRIPTION DU RÉSEAU URBAIN

2.1 PRÉSENTATION DU SITE

La commune annexe est la plus grande des toutes les communes de la ville de Lubumbashi. Elle s'étend sur une superficie de 727,76 km² [1]. L'exercice de 2019, portant sur le recensement de la population dans la commune, a enregistré approximativement 443823 habitants (environ 19,035% de la population de Lubumbashi) répartis sur un ensemble de huit quartiers.

La figure 1 illustre les différents quartiers de la commune annexe.

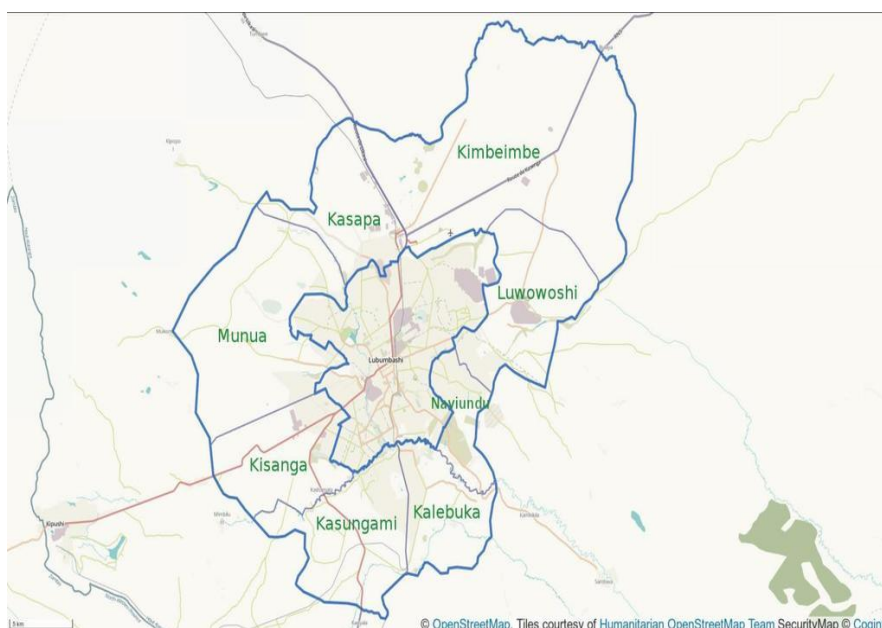


Fig. 1. Localisation des quartiers de la commune Annexe

Tableau 1. Taux de répartitions des feeders dans la commune annexe.

COMMUNE ANNEXE				
POSTE	FEEDER	P ^{CE} INSTALE FEEDER kVA	P ^{CE} INSTALE COMMUNE kVA	ξ [%]
NR 15	KIMILOLO	4020	1660	41,29
	SINTEXKIN	7205	1345	18,67
	MAISHA	4120	1930	46,84
	MUNUA15	6915	2675	38,68
	SNCC	5575	2990	53,63
	KILWA	10995	1400	12,73
ZIL	MONASTERE	7410	2810	37,92
	SOLBENA	7260	1730	23,83
	RUASHI 2	11445	3790	33,11
	CIMENTERIE	5500	1530	27,82
KARAVIA	RUBI	7555	3540	46,86
UNILU	UNILU/MET	9940	1880	18,91
KATUBA	CEPSE	4880	2390	48,97
	KISALE	3550	630	17,75
AR 6,6	CUIVRE	11725	3560	30,36
	Gde BOUCLE	565	315	55,75
S/S SOMIKA	SOMIKA	2410	2410	100

2.5 PROFIL DE CHARGE DE LA COMMUNE ANNEXE

En se servant des analyseurs montés sur chaque feeder, le profil de charge de la commune annexe est bien connu. La figure 3 illustre le profil de charge sur chaque feeder dans la commune annexe.

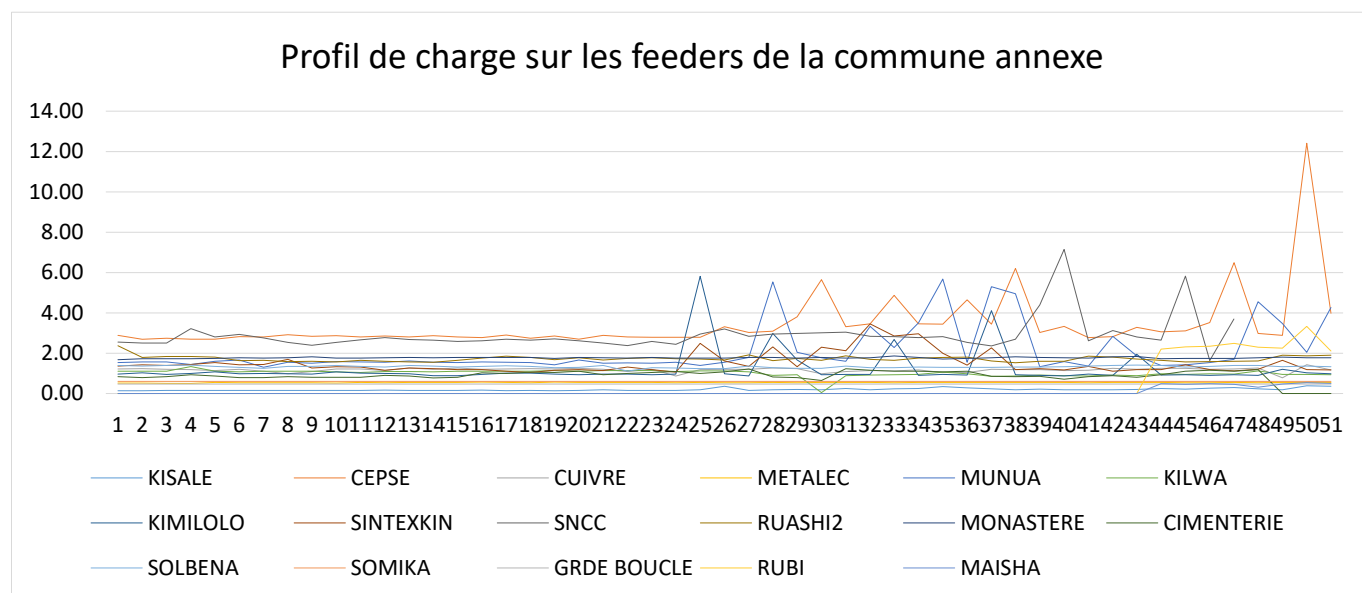


Fig. 3. Profil de charges sur chaque feeder dans la commune annexe.

En appliquant la loi de la superposition des effets, nous obtenons la figure 4, qui illustre le profil de charge de la commune annexe.

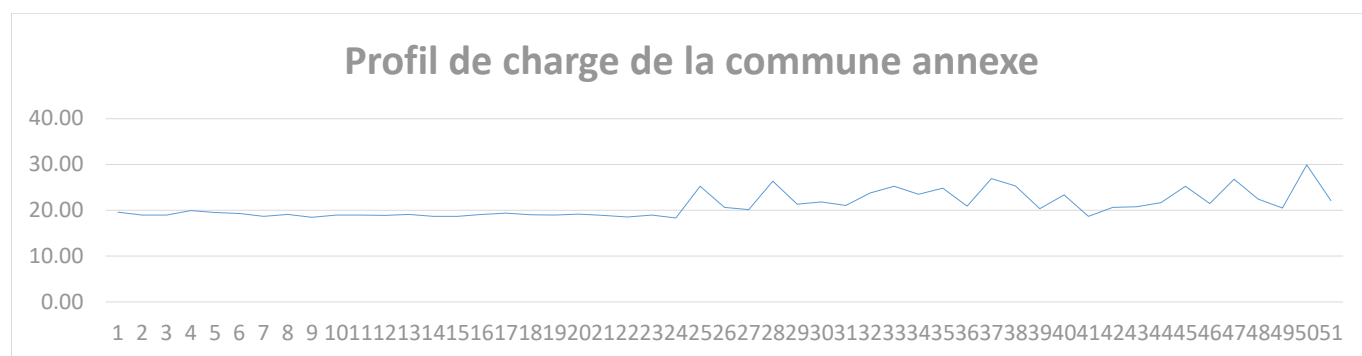


Fig. 4. Profil de charge de la commune annexe

2.6 SITUATION DÉMOGRAPHIQUE

L'objectif sera d'étudier l'évolution de la population de la commune annexe durant les dix dernières années.

La littérature [1], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13] nous donne le nombre d'habitants par année dans ladite commune comme cela est montré dans le tableau 2.

Tableau 2. Données démographiques de la commune annexe

Evolution démographique de la commune de 2009 à 2019		
ANNEE	HABITANS	τ [%]
2009	383399	
2010	386498	0,81
2011	391937	1,41
2012	395985	1,03
2013	398674	0,68
2014	402793	1,03
2015	411296	2,11
2016	420621	2,27
2017	431297	2,54
2018	438845	1,75
2019	443823	1,13

Le taux d'accroissement moyen de la population de la commune sur toute la période d'observation considérée est de 15,76%, soit un apport de 2.52 % par rapport au taux d'accroissement moyen de la ville. La figure 5 illustre l'évolution démographique de la commune Annexe depuis 2009 jusqu'en 2019.

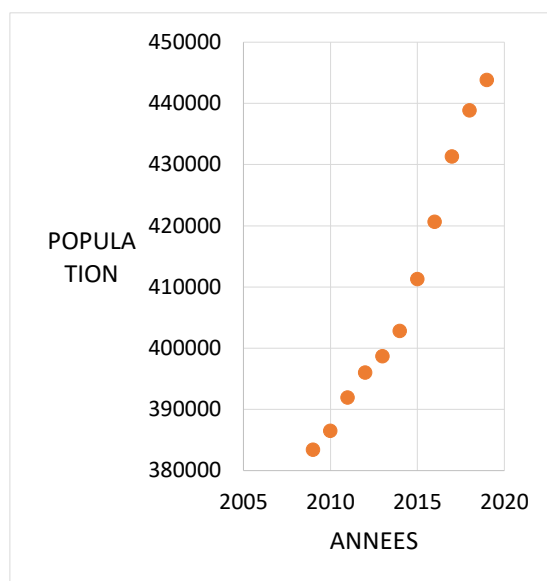


Fig. 5. Évolution démographique de la commune annexe sur dix ans

2.7 CARACTÉRISATION DES ABONNÉS DANS LA COMMUNE ANNEXE

Les activités menées par le service de recensement lors de la distribution des moustiquaires imprégnées en 2019 pour la lutte contre le paludisme et le questionnaire mis en ligne portant connaissance des nombres d'habitants par ménage nous indiquent une moyenne de sept personnes par ménage dans la commune.

C'est ainsi que nous pouvons déterminer le nombre des ménages qui en réalité constitue le nombre d'abonnés (clients) connecté au réseau. Généralement, un client peut posséder plusieurs sites de travail, qui nécessitent une consommation de l'énergie électrique, il est donc nécessaire d'identifier les différents secteurs présents dans la commune, tout en spécifiant leurs nombres et leurs caractéristiques [14]. Les secteurs sont:

- Le secteur résidentiel;
- Le secteur tertiaire;
- Le secteur semi-industriel.

2.7.1 LE SECTEUR RÉSIDENTIEL

En se référant à la littérature [13], le nombre de ménages (clients) dans la commune annexe au cours de l'exercice 2019 a été estimé à 63403. La consommation énergétique de ce secteur est caractérisée de manière générale par les appareils présents chez le client.

2.7.2 SECTEUR TERTIAIRE

Le secteur tertiaire [12] prend une place considérable dans la consommation de l'énergie électrique, il s'agit de: lieux de commerce, les supers marchés, les hôtels, les restaurants, les églises, les écoles, etc. La consommation est caractérisée par le type d'appareils, le service rendu, le nombre des jours ouvrables ainsi que le nombre d'heures de travail par jour. Le tableau 3 fournit les éléments du secteur tertiaire, suivant le rapport de la commune [10].

Tableau 3. Charges du secteur tertiaire.

N°	TYPE D'EXPLOITATION	NOMBRE
01	Églises	324
03	Écoles	205
04	Hôtels	13
05	Charcuteries, super marché	36
06	Restaurants	8
07	Hôtels, restaurants	2
08	Agence de transport	16
09	Dépôt et entrepôt	19
10	Night-club	12
11	Centre de santé	152
12	Orphelinat + maison d'ACC	9
13	Banques	2

2.7.3 SECTEUR SEMI-INDUSTRIEL

Dans le secteur semi-industriel, nous rencontrons les petites activités mettant en œuvre les appareils électriques tels que des petits moteurs, les postes à souder, des résistances qui génèrent une quantité importante de chaleur. Ce sont, notamment, les petites entreprises de transformation et de service [13]. Ce secteur reprend les mêmes caractéristiques que celles du secteur tertiaire [13]. Nous avons dans le tableau 4 les différents éléments du secteur semi-industriel.

Tableau 4. Activités du secteur semi-industriel

N°	TYPE D'EXPLOITATION	NOMBRE
1	Boulangerie	2
2	Menuiserie et scierie	24
3	Atelier de soudure	19
4	École technique	1
5	Scierie	6
6	Pressing	14

2.8 MODÈLE DE CHARGES

La phase la plus importante lors d'une étude de planification d'un réseau est la modélisation de la charge; cependant il existe un nombre conséquent des modèles dans la littérature, il s'agit notamment des modèles permettant une prévision à court terme, à moyen terme et à long terme. Ces modèles peuvent se baser sur les mesures de la consommation individuelle, soit par le parc d'appareils, les modèles de la demande en énergie électrique à différents niveaux d'agrégation spatiale (quartier, commune, ville...) et temporelle (pas de temps précis: minutes, journalier, mensuelle ou annuelle) [15]. Face à la diversité des modèles, certaines études les classent en deux grandes catégories, dont le modèle top-down ou l'approche ascendante et le modèle Bottom-up ou l'approche descendante.

Le modèle retenu est celui de Bottom up basé sur la consommation par appareil parce qu'il est effectué avec un très haut niveau de détails établissant ainsi une simulation pour chaque appareil [15].

2.8.1 CONSTRUCTIONS DU MODÈLE

En se référant aux activités des abonnés, trois modèles ont été construits partant des secteurs susmentionnés dans la commune. Nous avons les données sur le parc d'appareil que nous avons eu grâce à un recensement effectué durant le mois de février 2020 sur les ménages, nous avons par la même occasion récoltés quelques informations sur les facteurs comportementaux, soit la fréquence d'utilisation des appareils et nous en avons déduit le taux de possession, en ce qui concerne les facteurs technologiques des appareils en particulier la puissance nominale nous avons pris la moyenne tel que présentée dans la littérature [16]. Partant de toutes ces spécifications nous avons pu mettre sur pied une base de données pour chaque secteur.

2.8.1.1 MODÈLE DU SECTEUR RÉSIDENTIEL

Les charges rencontrées dans le secteur résidentiel, leurs puissances nominales, leurs taux de possession, leurs fréquences d'utilisation ainsi leur nombre par abonné sont identifiées dans le tableau 5.

Tableau 5. Parc d'appareils résidentiel et les facteurs influents.

<i>Appareils</i>	<i>Puissance nominale [W]</i>	<i>Taux de possession [%]</i>	<i>Fréquence d'utilisation</i>	<i>Temps [h]</i>	<i>Nombre</i>
Plaque électrique	1500	68,4	6h à 7h, 11h à 13h30, 18h à 19h	4,5	1
Chauffe-eau	1100	56	05h30 à 6h45	1,25	1
Fer à repasser	1000	96	6h à 7h, 11h à 12h	2	1
Sèche-cheveux	300	17,5	06h à 7h	1	1
Fontaine d'eau	400	43	5h/j	5	1
Congélateur	300	78,9	24h/24	24	1
Réfrigérateur	100	80	24h/24	24	1
Aspirateur	800	1,5	07h à 7h30	0,5	1
Téléphone mobile	5	100	2h/j	2	5
Télévision plasma	200	95	07h à 23h	16	1
Ordinateur	30	88	5h/j	5	1
Ventilateur	50	36	3h/j	3	1
Climatiseur	3519.06	5,3	4h/j	4	1
Lampe économique	15	80	06h à 22h	16	5
Lampe à inca.	100	49,1	06h à 22h	16	5
Bouilloire	1000	56	06h à 07h	0,5	1

Partant de ces informations sur le parc d'appareils de la zone, le facteur technologique, l'interaction entre les appareils et les utilisateurs et le taux de possession de chaque appareil, la consommation d'un ménage sera donnée par la relation (1):

$$P_a^j = n \cdot P_n \cdot \Delta t \quad (1)$$

Avec:

- P_a^j : la consommation d'un ménage;
- n : le nombre d'appareils;
- P_n : la puissance nominale totale;
- Δt : le temps d'utilisation.

La consommation d'un type d'appareils sur l'ensemble de la zone sera donnée par la consommation de cet appareil dans un ménage, multipliée par son taux de possession. Le tableau 6 donne la consommation de chaque appareil.

Tableau 6. Consommation agrégée de la commune par type d'appareil.

Appareils	P_n [W]	Taux de possession [%]	Temps [h]	Nombre	P_a^j [kWh/j]	P_a^z [kWh/mois]
Plaque électrique	1500	68,4	4,5	1	6,75	8781950
Chauffe-eau	1100	56	1,25	1	1,38	1464609
Fer à repasser	1000	96	2,5	1	2,50	4565016
Sèche-cheveux	300	17,5	1	1	0,30	99859,73
Fontaine d'eau	400	43	6	1	2,40	1962957
Congélateur	300	78,9	24	1	7,20	10805393
Réfrigérateur	250	80	24	1	6,00	9130032
Aspirateur	800	1,5	0,75	1	0,60	17118,81
Téléphone portable	5	100	2	5	0,05	95104,5
Télévision plasme	50	95	17	1	0,85	1535938
Ordinateur	30	88	5	1	0,15	251075,9
Ventilateur	50	36	3	1	0,15	102712,9
Climatiseur	3519,06	5,3	4	1	14,08	1419037
Lampe économique	15	80	17	5	1,28	1940132
Bouilloire	1000	56	0,5	1	0,50	532585,2
$P_{résid}^z$ [kWh]					44,18	42703520

En conséquence, la consommation journalière et mensuelle dans le secteur résidentiel d'un ménage est de 44,18 kWh et 42703,52 MWh. Pour ce faire, en se basant sur les facteurs comportementaux, la fréquence et le temps d'utilisation, nous avons pu tracer le profil de charge d'un ménage comme illustré par les figures 6, 7 et 8.

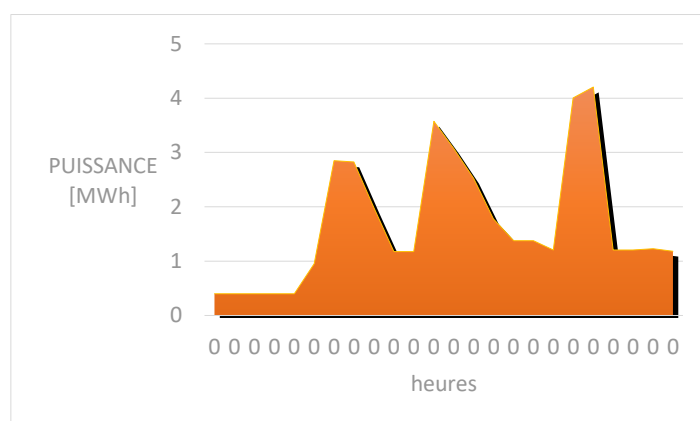


Fig. 6. Profil de la consommation d'un ménage pour un jour ouvrable.

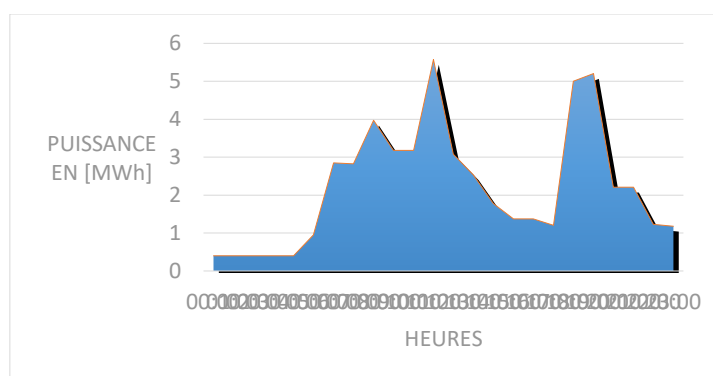


Fig. 7. Profil de la consommation d'un ménage pour un samedi.

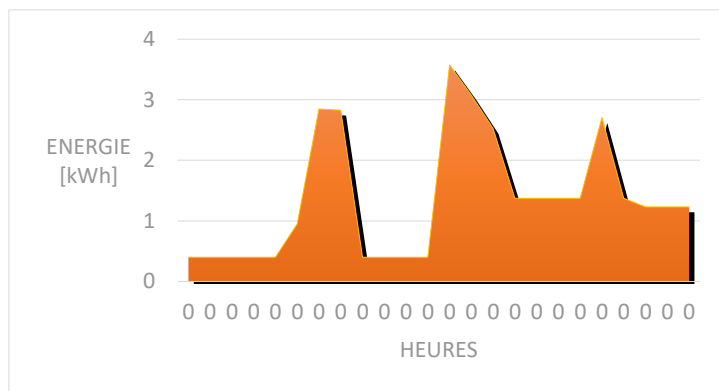


Fig. 8. Profil de la consommation d'un ménage pour un dimanche.

2.8.1.2 MODÈLE DU SECTEUR TERTIAIRE

a) Modèle de consommation d'un restaurant

Nous avons considéré la consommation moyenne d'un restaurant dont la puissance de pointe est répartie par usage et corrigée par le facteur de foisonnement [16] tel que repris dans le tableau 7.

Tableau 7. Taux d'utilisation lors de la pointe et coefficient de foisonnement.

Usage	Part d'utilisation lors de la pointe cuisine	Coefficient de foisonnement
Chaud	12%	0,65
Froid	47%	0,56
Lavage	19%	0,9
Ventilation	7%	0,97
Éclairage	11%	0,8
Divers	4%	0,07

Ces valeurs ont été établies après une étude sur un restaurant pendant une année [16]. Nous considérons donc la consommation d'usage chaud dans le tableau 8.

Tableau 8. Estimation de la consommation journalière cuisine restaurant

Appareils	P_n [W]	Nombre	Temps [h]	P_a^j [kWh/j]
Four électrique	4000	2	10	80
Cuisinière	3000	4	10	120
Bouilloire	1000	5	5	25
Cafetière	1000	5	2	10
Friteuse	3500	1	8	28
$\sum P_a^j$ [kWh]				263

Partant des informations des tableaux 7 et 2.8, nous pouvons calculer la consommation d'un restaurant moyen, donnée dans le tableau 9.

Tableau 9. Consommation moyenne journalière d'un restaurant.

Usage	Part d'utilisation lors de la pointe cuisine	Coefficient de foisonnement k_s	P_a^j [kWh]	$k_s P_a^j$
Chaud	12%	0,65	263	171
Froid	47%	0,56	1030	577
Lavage	19%	0,9	416	375
Ventilation	7%	0,97	153	149
Éclairage	11%	0,8	241	193
Divers	4%	0,07	88	6
			$\sum k_s P_a^j$ [kWh]	1470

b) Modèle de la consommation d'un hôtel

L'échantillon considéré est un hôtel type 3 étoiles dont le parc d'appareil est classé par service (accueil, cuisine, chambre et buanderie ou blanchisserie). Le tableau 10 nous répertorie tous les appareils présents ainsi que leurs spécifications fonctionnelles.

Tableau 10. Estimation de la consommation journalière d'un hôtel avec restaurant

Appareils	P_n [W]	Nombre	Temps	P_a^{hotel} [kWh/j]
ACCUEIL ET CUISINE				
Climatiseur	1200	3	12	43,2
Camera	10	6	24	1,44
Écran	300	2	24	14,4
Ordinateur	80	2	24	3,84
Éclairage	36	120	24	97,92
Chauffe bain	2500	1	3	7,5
Cuisinière	3000	2	6	36
Four électrique	4000	1	6	24
Cafetière	1000	10	0,5	5
Lave-vaisselle	1100	1	2	2,2
Congélateur	300	3	24	21,6
Réfrigérateur	250	2	24	12
Bouilloire	1000	3	2	6
CHAMBRE		Somme		198,3
Télévision	50	1	3	0,15
Éclairage	15	5	5	0,375
Climatisation	1200	1	4	4,8
BLANCHISSERIE		Somme		72,15
Lave-linge	2500	1	3	7,5
Sèche-linge	2500	1	3	7,5
Fer à repasser	1000	5	5	25
		Somme		40
$\sum P_{Ap}^{\text{hotel}}$ [kWh]		310.45		

Nous avons pour la commune annexe un ensemble de 14 hôtels dont deux hôtels 3 étoiles et 2 hôtels 1 étoile et les autres sont non classés [13]. Le tableau 11 reprend la consommation en tenant compte des chambres par hôtel.

Tableau 11. Estimation de la consommation de tous les hôtels de la commune.

Nombre d'hôtel	Nombre des chambres	Puissance
3	12	7279,032
3	10	6227,76
7	8	12078,472
1	7	1550,284
Somme [kWh]		27135,548

La consommation trouvée tient compte du fait que tous les hôtels présentent les mêmes caractéristiques, et ainsi que les comportements, nous aurons approximativement une consommation mensuelle de 814,066 MWh.

c) Modèle de consommation d'une école

Le tableau 12 nous montre les appareils indispensables dans une école et le temps d'utilisation.

Tableau 12. Estimation de la consommation d'une école

Appareils	P _n [W]	Nombre	Temps	P _a ^{école} [kWh/j]
Lampe de classe	36	100	7	25,2
Lampes couloir	36	25	24	21,6
Projecteur	60	8	15	7.2
Ordinateur	80	25	3	6
Imprimante	200	5	1	1
Photocopieuse	200	5	1	1
		$\sum P_{Ap}^{école}$		107,6

La consommation journalière, soit 107.6 kWh, est calculée par rapport aux jours ouvrables, soit 5 jours par semaine, en considérant une semaine anglaise. Nous avons donc 22 jours ouvrables au cours d'un mois ce qui ramène la consommation à 2,3672 MWh et 4 week-ends soit 8 jours de service minimum (lampes de couloir et projecteurs en service) soit 28.8 kWh avec une consommation de 0,2304 MWh, ce qui nous ramène à une consommation mensuelle de 2,5976 MWh. L'ensemble des écoles sur la commune est de 204 [13], nous aurons donc une consommation de 529,9104 MWh par mois.

d) Consommation d'une église

Le tableau 13 nous montre les appareils indispensables dans une église et leurs temps d'utilisation.

Tableau 13. Estimation de la consommation d'une église.

Appareils	P _n [W]	Nombre	Temps	P _a ^{église} [kWh/j]
Ventilation	200	24	10	48
Lampes	40	100	10	40
Projecteurs	750	6	24	108
Microphone	20	15	8	2,4
Mixeur	1200	2	5	12
Synthétiseur	45	1	4	0,18
Amplificateur	1500	2	8	24
Baffle	1000	5	5	25
		$\sum P_{Ap}^{église}$ [kWh]		211,58

En semaine la consommation est faible (deux lampes sur dix sont allumées en continu et un projecteur sur deux), la consommation pour le jour sans culte s'élève à 55 kWh par jour.

De ce qui précède la consommation mensuelle est de 2,2772 MWh.

e) Consommation d'un super marché

Nous allons considérer le mini marché puis généraliser aux super marché et charcuterie.

Tableau 14. Estimation de la consommation d'un super marché.

Appareils	P_n [W]	Nombre	Temps	P_a^{supma} [kWh]
Congélateur	350	5	24	42
Réfrigérateur	350	3	24	25,2
Lampe	15	12	18	3,24
Camera	7	3	24	0,504
Balance	5	4	18	0,36
Climatiseur	1200	2	12	28,8
Ordinateur	80	3	18	4,32
Écran plasma	300	2	24	14,4
$\sum P_{Ap}^{supma}$ [kWh]				118,824

La consommation mensuelle s'élève à 3,57 MWh, l'ensemble de la commune comprend 16 mini-marchés ce qui ramène la consommation pour cette entité à 57,04 MWh.

2.8.1.3 MODÈLE DU SECTEUR SEMI- INDUSTRIEL

Dans ce secteur, nous trouvons: la menuiserie avec soudure, le pressing et les autres entités que nous pouvons assimiler à l'une de ces deux entités.

MODÈLE DE LA CONSOMMATION D'UNE MENUISERIE AVEC SERVICE DE SOUDURE

Le tableau 15, montre les appareils indispensables dans une menuiserie avec service de soudure, le coefficient d'utilisation et leur temps d'utilisation.

Tableau 15. Estimation de la consommation d'une menuiserie avec service de soudure.

Appareils	P_n [W]	Nombre	ku	Temps [h]	P_a^{supma} [kWh]
Scie à ruban	11	1	1	8	88,00
Goupille	2,2	2	0,6	8	21,12
Scie circulaire	2,2	2	0,6	8	21,12
Toupie	7	1	0,75	7	36,75
Perceuse à main	0,7	3	0,6	2	2,52
Poste	3,6	2	0,9	8	51,84
Disqueuse	2	3	0,75	4	18,00
$\sum P_{Ap}^{supma}$ [kWh]					239,35

Nous trouvons une consommation journalière de 239,35 kWh soit 7,18 MWh par mois. A cette entité nous assimilerons les scieries et les ateliers de soudure.

La nombre de ces entités dans la commune est de 49, ce qui donne une consommation mensuelle de 351,3545 MWh.

MODÈLE DE LA CONSOMMATION D'UN PRESSING

Le tableau 16, montre les appareils indispensables dans un pressing et leur temps d'utilisation.

Tableau 16. Estimation de la consommation d'un pressing

Appareils	P_n [W]	Nombre	Temps [h]	P_a^{supma} [kWh]
Lave-linge	2500	1	8	20
Sèche-linge	3000	1	8	24
Instaureuse	3000	1	2	6
Emballieuse	6500	1	0,75	4,875
Fer à repasser	1000	2	4	8
Climatisation	1200	2	8	19,2
$\sum P_{Ap}^{supma}$ [kWh]				82,075

Nous avons trouvé une consommation moyenne journalière de 82,08 kWh 2,46 MWh, sur l'ensemble de la commune nous avons 73,8675 MWh.

3 ESTIMATION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DE LA COMMUNE ANNEXE

Partant des estimations des consommations par entité et par secteur, nous allons déduire la consommation de la commune annexe. Pour ce faire, il a fallu réajuster les différentes consommations en considérant un service minimum pour le Week end, (cas des écoles, menuiserie) et pour d'autres entités, il se présente un service maximum le week-end tel que les églises.

Le tableau 3.1, donne les différentes consommations par secteur et sur l'ensemble de la commune.

Tableau 17. Estimation de la consommation de la commune annexe.

P_j^z [MWh/jrs. ou]	P_j^z [MWh/w.end]	P_j^z [MWh/sem.]	P_j^z [MWh/mois]
Secteur résidentiel			
8684,2455	3068,9731	11753,219	50486,5726
Secteur semi-industriel			
Menuiserie et soudure			
58,64075	11,72815	70,3689	304,9319
Pressing			
5,74525	1,14905	6,8943	29,8753
Secteur tertiaire			
Écoles			
117,096	33,2928	150,3888	648,3936
Églises			
99	63,474	162,474	689,496
Restaurants			
58,8	28,736	87,536	373,664
Supers marchés			
21,38832	6,601248	27,989568	120,5136
Hôtels			
21,784	8,7136	30,4976	130,704
Consommation totale de la commune			
9066,69982	3222,667948	12289,36817	52784,151

Le besoin énergétique de la commune annexe a été évalué à 52.78 GWh par mois dont 50.486 GWh pour le secteur résidentiel, soit **95.6%** de la consommation totale, et 4.35% pour les autres secteurs. Lors de la construction des modèles de charge dans le secteur tertiaire et semi industriel, nous n'avons pas tenu compte des entités telles que les centres de santé, les dépôts et les agences de transport parce qu'elles sont considérées comme moins énergivores. A cet effet, pour établir un modèle de consommation de la commune annexe qui se rapproche beaucoup plus de la réalité, nous avons considéré que ces secteurs négligés représentent 10% de la consommation dans le secteur tertiaire et semi industriel, ce qui ramène la consommation à **53,01 GWh** par mois.

3.1 EVALUATION DU DÉFICIT ÉNERGÉTIQUE

Le déficit énergétique est l'écart entre la production et la demande. Etant donné que nous avons déjà la tendance de la production par le biais des analyseurs et cela évaluée à 29,92 MW ou une production mensuelle de **21,5424 GWh**.

En considérant le besoin énergétique de la commune annexe, le déficit est de **31.47 GWh** soit **59,36%**.

3.2 PROJECTION DE LA CONSOMMATION À L'HORIZON 2030

3.2.1 PROJECTION DE LA DÉMOGRAPHIE

L'idée est celle de déterminer le taux de croissance (τ) de la population durant les dix dernières années. La littérature [17] donne la relation pour déterminer ce taux.

$$\tau = \sqrt[t]{\frac{P_{Ab}}{P_{Ar}}} - 1$$

Avec:

- ✓ P_{Ar} : La population recensée durant l'année de référence soit dans notre cas l'année 2009, elle est de 383498 habitants.
- ✓ P_{Ab} : La Population recensée durant l'année de base soit 2019, elle est de 443823 habitants.
- ✓ t : la période d'observation

Et le taux s'évalue directement à **0.0147**.

Le taux de croissance trouvé servira à faire des projections jusqu'à l'horizon 2030; la littérature [17] donne la relation devant servir à la projection.

$$P_n = P_{Ar} * (1 + \tau)^n$$

Avec:

P_n : La population projetée à l'année n ;
 n :: nombre d'année projeté.

Le tableau 18 et la figure 9 illustrent respectivement les populations et le nombre des manages projetés en 2030.

Tableau 18. *Projection démographique de la commune annexe de 2020 à 2030.*

n	Année	P _n	Ménages
0	2019	443823	63403
1	2020	450354	64336
2	2021	456982	65283
3	2022	463707	66244
4	2023	470531	67219
5	2024	477456	68208
6	2025	484482	69212
7	2026	491612	70230
8	2027	498847	71264
9	2028	506188	72313
10	2029	513637	73377
11	2030	521196	74457

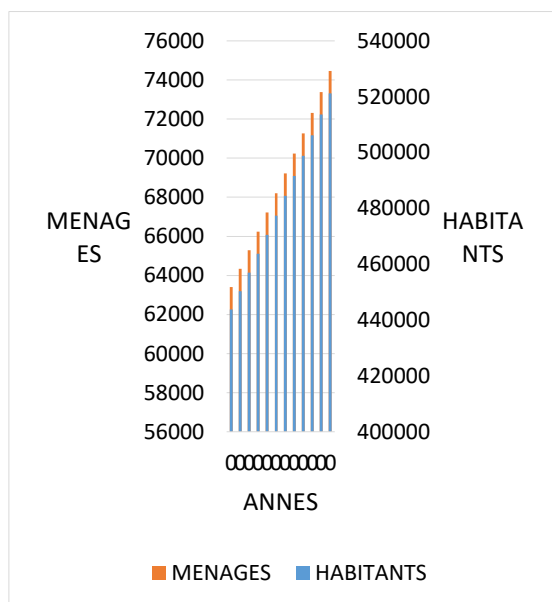


Fig. 9. *Évolution de la population projetée*

3.2.2 EVOLUTION DE LA CONSOMMATION EN FONCTION DE LA DÉMOGRAPHIE

La littérature [18] montre que le besoin énergétique d'une zone est directement proportionnel à la dynamique de sa population (évolution démographique) et de ses infrastructures dans les différents secteurs. Nous allons évaluer dans cette partie, la demande énergétique pour les dix prochaines années en considérant juste la dynamique de la population et les autres secteurs comme déjà évoqué ne représenteront qu'environ 5% de la demande énergétique chaque année sur l'ensemble de la commune. Par ailleurs nous considérons la production de l'énergie constante dans le temps.

Le tableau 19 donne en GWh par mois, l'évolution de 2020 jusqu'en 2030, de la demande énergétique dans chaque secteur, la consommation globale ainsi que le déficit (δ).

Tableau 19. Evolution de la demande énergétique en fonction de la démographie.

ANNEES	POPULATION	MENAGES	P ^z _{résid}	P ^z _{ter/s.ind}	P ^z _{glob}	P ^z _{produite}	δ [%]
2019	443823	63403	50,487	2,527	53,014	21,5424	59,365
2020	450354	64336	51,230	2,654	53,884	21,5424	60,021
2021	456982	65283	51,984	2,786	54,771	21,5424	60,668
2022	463707	66244	52,749	2,926	55,675	21,5424	61,307
2023	470531	67219	53,525	3,072	56,597	21,5424	61,937
2024	477456	68208	54,313	3,226	57,539	21,5424	62,560
2025	484482	69212	55,112	3,387	58,499	21,5424	63,175
2026	491612	70230	55,923	3,556	59,480	21,5424	63,782
2027	498847	71264	56,746	3,734	60,481	21,5424	64,381
2028	506188	72313	57,582	3,921	61,502	21,5424	64,973
2029	513637	73377	58,429	4,117	62,546	21,5424	65,557
2030	521196	74457	59,289	4,323	63,611	21,5424	66,134

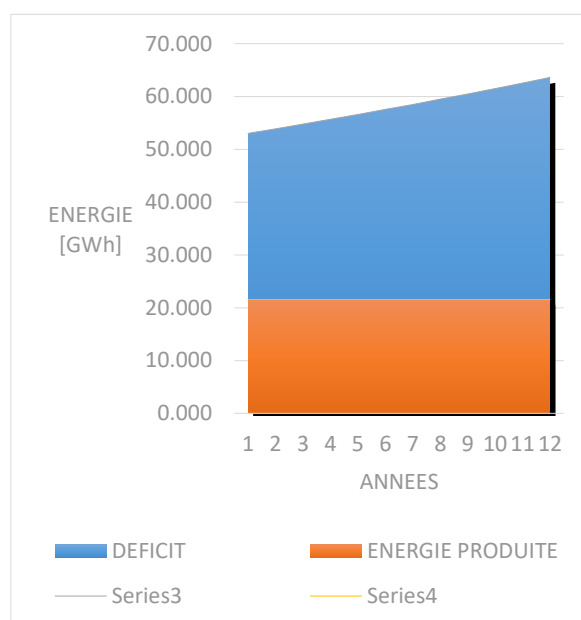


Fig. 10. Evolution de la demande énergétique sur les dix prochaines années.

Nous voyons bien qu'à travers les deux courbes que le déficit énergétique ne cesse d'augmenter au point d'atteindre en 2030 un palier de **66.134%** soit **42.0686 GWh**.

4 CONCLUSION

Le besoin énergétique dans la commune annexe augmente exponentiellement d'année en année suite à la croissance démographique pendant que la production est quasi statique. Face à cette triste réalité, le gestionnaire du réseau recourt au délestage chronique pour satisfaire tant soit peu ses abonnés. Il s'avère important de connaître le besoin énergétique actuel et celui projeté jusqu'en 2030 pour assurer la sécurité et la sûreté dans la distribution de l'énergie. Il faudrait alors que le gestionnaire pense à investir dans les ouvrages de production pour satisfaire la clientèle.

REFERENCES

- [1] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2009, administration du territoire, commune Annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2009.
- [2] C. NDULU et LWAMBA SIMANYAMA, «Rapport mensuel des données collectées sur les analyseurs, » Inédit, Lubumbashi, 2020.
- [3] B. D. SNEL, «Rapport du centre de distribution de Lubumbashi tableau relevé des points courant sur les feeders, » Inédit, Lubumbashi, 2020.
- [4] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2010, administration du territoire, Commune annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2010.
- [5] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2011, administration du territoire, Commune annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2011.
- [6] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2012, administration du territoire, Commune annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2012.
- [7] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2013, administration du territoire, Commune annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2013.
- [8] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2014, administration du territoire, Commune annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2014.
- [9] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2015, administration du territoire, Commune annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2015.
- [10] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2016, administration du territoire, Commune annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2016.
- [11] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2010, administration du territoire, Commune annexeRapport annuel de l'exercice 2017, administration du territoire, Commune annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2017.
- [12] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2018, administration du territoire, Commune annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2018.
- [13] B. C. Annexe, «Rapport annuel de l'exercice 2019, administration du territoire, Commune annexe, » Inédit, Lubumbashi, 2019.
- [14] T. Barbier, «Modélisation de la consommation électrique à partir de grandes masses de données pour la simulation des alternatives énergétiques du futur. Energie électrique, » PSL Research University, 2017.
- [15] H. Audrey, M. Sinqui et C. Boudesocque, «Prospectives d'évolution de la consommation électrique domestique à l'horizon 2030, » INP Toulouse, Toulouse, 2011.
- [16] ENERTECH, «Etude des consommations électriques de la cuisine du lycée JULES GUESDE, » ENERTECH, MONTPELIER, sept 2009.
- [17] F.PELLETIER, «Apreçu sur les methodes de projection de population, » Dakar, 2016.
- [18] J. LILLEN, «transport et modelisation de l'énergie électrique, » Institut d'électricité de Montefiore, Liege, 2006.
- [19] D. P. E. BENIN, «Deficit énergétique et competitivité de l'économie Beninoise: Etude deficit éenergetique rapport final, » 2015.
- [20] B. A. Developpement, «Etude relative au diagnostic et à l'évaluation des besoins de renforcement des capacités du secteur de l'énergie, » Tunis, 2013.
- [21] M.-H. Dabat, D. Litvine et S. Mouras, «Comprendre, évaluer et predire la demande d'énergie: un defi pour les pays en développement, » *Montpellier Energy Conference 2014*, pp. 1-16, 2 Novembre 2014.
- [22] G. Binet, *Modelisation en puissance des usages électriques du secteur résidentiel Français la Problematique du Foisonnement*, EDF, 2015.
- [23] O. Chaouy, «Load Profiling: Estimation d'une courbe de Consommation et Precision d'Estimation, » EDF R&D, Paris, 2004.
- [24] A. D. P. R. GOMEZ, «Etude sur la modelisation des charges dans un contexte de gestion locale de la demande dans une installation residentielle, » Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, 2016.
- [25] D. THIRAUT, «Architecture des réseaux de distribution pour l'électrification des pays en développement, » Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble, 2009.
- [26] B. ALLIBE, «Modélisation des consommations d'énergie du secteur résidentiel Français à long terme: amélioration du réalisme comportemental et scénarios volontaristes, » Ecole de hautes études en science sociale, 2013.
- [27] B. BOUDJEMA, «Etude des capacités et perspective de production d'énergie électrique en Algerie, » Université Abderrahmane MIRA/ALGERIE, 2015.
- [28] B. KDI/SNEL, «Taux des charges de sous station et postes du réseau urbain de Lubumbashi, rapport 2011, » Inédit, Lubumbashi, 2011.

- [29] B. KDI/SNEL, «Taux des charges de sous station et postes du réseau urbain de Lubumbashi, rapport 2012, » Inédit, Lubumbashi, 2012.
- [30] B. KDI/SNEL, «Taux des charges de sous station et postes du réseau urbain de Lubumbashi, rapport 2012, » Inédit, Lubumbashi, 2012.
- [31] B. KDI/SNEL, «Taux des charges de sous station et postes du réseau urbain de Lubumbashi, rapport 2013, » Inédit, Lubumbashi, 2013.
- [32] B. KDI/SNEL, «Taux des charges de sous station et postes du réseau urbain de Lubumbashi, rapport 2014, » Inédit, Lubumbashi, 2014.
- [33] B. KDI/SNEL, «Taux des charges de sous station et postes du réseau urbain de Lubumbashi, rapport 2015, » Inédit, Lubumbashi, 2015.
- [34] B. KDI/SNEL, «Taux des charges de sous station et postes du réseau urbain de Lubumbashi, rapport 2016, » Inédit, Lubumbashi, 2016.
- [35] B. KDI/SNEL, «Taux des charges de sous station et postes du réseau urbain de Lubumbashi, rapport 2017, » Inédit, Lubumbashi, 2017.
- [36] B. KDI/SNEL, «Taux des charges de sous station et postes du réseau urbain de Lubumbashi, rapport 2018, » Inédit, Lubumbashi, 2018.
- [37] B. KDI/SNEL, «Taux des charges de sous station et postes du réseau urbain de Lubumbashi, rapport 2019, » Inédit, Lubumbashi, 2019.
- [38] B. Distribution/SNEL, «Tableau de relevé des pointes de courant, rapport 2019, » Inédit, Lubumbashi, 2019.
- [39] K. D. e. M. M., «Détermination des profils des charges des consommateurs BT et MT du réseau et sureté de fonctionnement du réseau de distribution de la ville de Lubumbashi, » memoireonline, Lubumbashi, 2006.

Évaluation du traitement par thérapies cognitivo-comportementales des troubles psychiques dans la ville de Goma: De 2021 à 2022

[Evaluation of treatment with cognitive-behavioral therapies for mental disorders in the city of Goma: From 2021 to 2022]

AKILIMALI KANANE-Muzinge¹ and MUNATSI BIKULO Noble²

¹Licencié en Sciences Psychologiques à l'Université de Goma, Chef de Travaux et Enseignant-Chercheur, Département de Psychologie, Domaine des Sciences Psychologiques et de l'Éducation, Université de Goma, RD Congo

²Chercheur, Licencié en Sciences Psychologiques à l'Université de Goma, RD Congo

Copyright © 2023 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: What disorders are treated by Cognitive-Behavioural Therapy (CBT) ? Which CBT techniques are most commonly used for treatment? What are the major challenges encountered in the use of CBT? These are the concerns of this research. Some of the mental health facilities in the city of Goma where CBT is applied were targeted. Using the survey method supported by the interview and documentary technique, then accompanied by thematic content analysis, we noted that depressive disorders, post-traumatic stress disorder, substance abuse and addictive disorders, acute stress, generalised anxiety disorder, delusional disorders and social phobia followed by chronic hallucinatory psychosis and PMD are the main psychopathologies dealt with. Cognitive restructuring, modelling, assertiveness techniques and acceptance and commitment therapy are hardly ever used; psychoeducation and relaxation remain the most widely used CBT techniques. The lack of adequate training by CBT therapists, the incompleteness of sessions (some stop after 3 or 4 sessions) by patients, the client's level of education, the lack of a well-defined institution in the region or in the country as a whole that specialises in CBT training, and patients' socio-economic difficulties are the main challenges encountered in the use or practice of CBT.

KEYWORDS: Cognitive-Behavioural Therapy, mental disorders.

RESUME: Quels sont les troubles traités par la TCC ? Quelles techniques de TCC le plus utilisées pour le traitement ? Quels défis majeurs rencontrés dans l'utilisation des TCC. Telles sont les préoccupations de cette recherche. Certaines structures de prise en charge des troubles psychiques de la ville de Goma dans lesquelles s'appliquent les TCC ont été ciblées. En recourant à la méthode d'enquête appuyée par la technique d'entretien et documentaire, ensuite accompagnée par l'analyse thématique de contenu, nous avons remarqué que les troubles dépressifs, le trouble stress post-traumatique, la toxicomanie et les troubles addictifs, le stress aigu, le trouble d'anxiété généralisée, les troubles délirants et la phobie sociale s'en suivent, la psychose hallucinatoire chronique et la PMD sont les principales psychopathologies traitées. La restructuration cognitive, le modeling, la technique d'affirmation de soi et la thérapie d'acceptation et d'engagement ne sont presque pas été utilisées; la psychoéducation et la relaxation restent les plus reprises comme techniques de TCC les plus utilisées. Le manque d'une formation adéquate par les thérapeutes en TCC, l'inachèvement des séances (certains s'arrêtent à 3 ou 4 séances) par les patients, le niveau de scolarité du client, le manque d'une institution bien définie dans la région ou dans le pays entier qui est spécialisée en formation TCC, les difficultés socioéconomiques des patients sont les principaux défis rencontrés dans l'utilisation ou la pratique des TCC.

MOTS-CLEFS: Thérapies cognitivo-comportementales, troubles psychiques.

1 INTRODUCTION

Les thérapies cognitives et comportementales sont aujourd'hui assez structurées pour pouvoir comprendre et répondre à des troubles bien identifiés. Des traitements spécifiques existent maintenant pour traiter l'anxiété, la dépression, les attaques de paniques, les troubles de la personnalité... Les avancées des thérapies comportementales et cognitives permettent aussi de prendre en charge plus que les troubles classiques, et les thérapeutes TCCistes (comme ils se reconnaissent entre eux) sont quotidiennement sollicités pour traiter la boulimie, l'anorexie, le jeu compulsif, ou aujourd'hui les addictions à internet et aux jeux vidéo (Chepelle et Al., 2018).

A cet effet, les thérapies cognitives et comportementales (TCC) s'imposent comme l'une des référentiels dominant le champ de l'accompagnement (thérapeutique, de coaching ou de développement personnel) au niveau international et connaissent un franc succès en France et dans plusieurs pays. Approches orientées vers la solution et centrées sur l'ici et maintenant, elles proposent un travail conjoint de la pensée et du comportement qui en résulte. (Cyrille, 2020).

Pour Cyrille (2020, p. 74), les approches TCC s'adressent à tous les patients, des enfants aux vieillards, en passant par les adultes de tout âge. Elles sont susceptibles d'apporter une aide dans la plupart des situations psychologiques problématiques, qu'il s'agisse de gênes psychologiques légères ou de troubles graves. Pour certaines difficultés, l'aide d'une TCC peut être suffisante et très efficace (la plupart des troubles anxieux légers à modérés, les troubles dépressifs légers et modérés, certaines difficultés relationnelles, un besoin de soutien, certains troubles du sommeil, de la sexualité...).

Une étude européenne rapporte qu'approximativement un individu sur quatre tombe dans le critère de trouble mental reconnu par le DSM-IV à un moment de sa vie. Les troubles de l'humeur (13,9 %), troubles anxieux (13,6 %) ou troubles liés à l'alcool (5,2 %). Approximativement un individu sur dix rencontre un critère durant une période de 12 mois. Les femmes et les jeunes individus sont majoritairement liés aux troubles mentaux (Alonso, 2004). Une étude de 2005 portant sur 16 pays européens rapporte que 27 % des adultes en Europe sont affectés par au moins un trouble mental durant une période de 12 mois. En France, 3 % des décès résultent des maladies mentales et 15 % de la population souffre de troubles mentaux. Le suicide est la deuxième cause de mortalité chez les adolescents et la première chez les individus âgés entre 25 et 35 ans. La prise en charge, qu'elle soit spécialisée ou non, reste non optimale, même si elle semble meilleure dans les pays à hauts revenus (Wang et al., 2007).

L'intérêt d'une réflexion psychopathologique et clinique est d'associer et mobiliser conjointement au dégageant éventuel d'un diagnostic, une compréhension des processus en jeu qui contribuent à organiser cette façon d'être au monde, aux autres et à soi-même. Le symptôme est le témoin d'un certain état de l'économie psychique du patient qui s'avère en difficulté pour traiter les conflits. Plus encore, il détient un pouvoir organisateur sur la personnalité ; parce qu'il permet pour un temps d'apaiser l'angoisse et procure des bénéfices secondaires, il contribue à soutenir le patient et tend ainsi à s'auto-renforcer, au risque cependant de devenir nuisible. Ainsi, s'il est essentiel de bien connaître les grandes lignes des diverses organisations psychopathologiques, il importe tout autant de demeurer à l'écoute de la singularité du fonctionnement psychique de la personne que l'on rencontre, et la valeur fonctionnelle, pour elle, des symptômes qu'elle déploie pour l'aider à atténuer sa souffrance par des psychothérapies (Catherine et Benoit, 2011, p.147).

Les études menées par Dennis et Christine (2021, p.3) ont démontré l'efficacité des thérapies cognitives et comportementales pour traiter un grand nombre de problèmes psychologiques, notamment la dépression, l'anxiété, la colère, les troubles alimentaires, la consommation de drogues et les problèmes relationnels.

La TCC est un traitement de durée brève, de quelques mois, qui vise à changer les pensées ou attitudes jugées dysfonctionnelles. Celles qui accompagnent la dépression sont en effet jugées responsables des épisodes dépressifs et l'une des hypothèses cognitivistes est que le sujet fait l'auto entretient sans en avoir conscience. La psychothérapie a pour objectif l'identification de ces distorsions et la proposition de nouveaux schémas mis en pratique au moyen d'exercices (Clarisse, 2009, p.94).

Dans les ouvrages présents en France et aux Etats-Unis, la plupart des protocoles de thérapie comportementale et cognitive sont construits sur les piliers suivants: l'exposition, la restructuration cognitive, l'affirmation de soi et l'entraînement aux compétences sociales, la décentration (Vincent, 2018).

Le protocole de thérapie individuelle de Heimberg et Juster (1994), réactualisé par Hope, Heimberg et Turk (2010, p. 38) est le modèle le plus utilisé par le monde pour le traitement de l'anxiété sociale et il est de 16 sessions de thérapie individuelle de 50 à 60 minutes chacune, sur 20 semaines.

En Afrique, particulièrement en République Démocratique du Congo, les travaux portant sur l'application des thérapies cognitivo-comportementales demeurent encore peu décrits pour explorer leur efficacité dans la prise en charge.

Après une supervision régulière des apprenants stagiaires affectés dans différentes structures sanitaires et suivi des cas dans la ville de Goma, nous avons été curieux de constater un recours systématique dans la pratique aux TCC dans la prise en charge de différents troubles psychiques par les psychologues cliniciens/psychothérapeutes qui, à notre avis semblerait avoir un écart avec certaines théories et pratiques transmises dans différents ouvrages. Sur base de ces observations nous nous sommes posé ces questions : quels sont les troubles psychologiques les plus traités par les TCC dans les institutions de prise en charge de la ville de Goma? Quelles sont les techniques cognitivo-comportementales les plus utilisées dans la prise en charge ou le traitement des troubles psychiques ? Quelles sont les difficultés auxquelles se confrontent les thérapeutes lors de l'application ou la pratique des TCC ?

De ces considérations, nous présumons les TCC traiteraient un grand nombre de problèmes psychologiques, notamment la dépression, l'anxiété, les troubles alimentaires, le trouble stress post traumatique, les troubles addictifs; la restructuration cognitive, la psychoéducation, la pleine conscience, la relaxation, l'exposition, la thérapie d'acceptation et d'engagement (ACT), la désensibilisation systématique seraient les techniques mises en marche pour traiter psychologiquement les troubles psychiques; les défis majeurs dans l'application du TCC seraient liés au manque de la formation approfondie du thérapeute en TCC, au nombre des séances par les patients, à l'âge et aux cout financier chez les patients.

2 METHODOLOGIE

Pour mieux éclairer nos objectifs d'études, il nous a paru opportun de procéder méthodiquement. De prime à bord, nous avons consulté les psychothérapeutes qui appliquent les TCC travaillant dans les hôpitaux de Goma, à savoir heal-Africa, hôpital CBCA Virunga, hôpital CBCA Ndosho, hôpital Kyeshero et le CHNP/Goma pour consulter les fiches des malades ayant été soignés ou traités par les psychothérapies cognitivo-comportementales au sein de ces hôpitaux en vue d'analyser l'application scientifiques des TCC, les TCC plus utilisés pour le traitement, les troubles traités localement par les TCC et les défis rencontrés dans la pratique.

2.1 POPULATION ET ÉCHANTILLON D'ÉTUDE

Dans cette étude, la population d'étude est infinie, elle est constituée des patients, à travers leurs certificats ou le rapport de l'expertise qui fait le bilan de la prise en charge et ayant été soignés ou traités par les techniques de psychothérapies cognitivo-comportementales au sein des hôpitaux de la ville de Goma (spécialement heal-Africa, hôpital CBCA Virunga, hôpital CBCA Ndosho, hôpital Kyeshero et le CHNP/Goma) et des psychothérapeutes qui appliquent les TCC travaillant dans ces hôpitaux respectifs.

Une portion de la population gardant toujours les mêmes caractéristiques que la population constitue un échantillon d'une étude. Il peut être représentatif ou pas, selon qu'il a été constitué. Ainsi, nous avons soumis notre enquête sur une portion 134 sujets ayant été suivis et traités en TCC à travers les rapports d'expertise et de prise en charge disponibles et 5 thérapeutes pris en raison de leur disponibilité et accessibilité. Notre échantillon est donc du type occasionnel. Parmi les sujets, il y a des psychologues ou psychothérapeutes et aussi les malades déjà traités (les fiches des malades traités) et répondant aux critères d'inclusion de notre étude. Cet échantillon n'est pas représentatif, donc les résultats issus de cette étude sont simplement indicatifs et ne peuvent en aucun cas être généralisables sur toute la population.

2.2 MÉTHODES ET TECHNIQUES

Dans cette recherche, nous avons recouru à la méthode d'enquête appuyée par la technique d'entretien et documentaire, ensuite accompagnée par l'analyse thématique de contenu.

L'enquête consiste à reconstruire les faits ou récits en rassemblant les avis et les témoignages. Elle a pour but de réunir les faits manifestés sur un problème étudié, par-là, elle vise à recueillir l'information nécessaire à l'étude (Mucchielli, 1968). Nous avons à cet effet préparé un guide d'entretien axé sur l'approche thérapeutique de TCC suivi et pour quel trouble et une fiche de récolte des données en consultant de manière approfondie les rapports des prises en charges des malades ayant été soignés par les TCC tout en respectant l'anonymat. Nous nous sommes aussi entretenus de manière non semi-directive avec les psychologues/ psychothérapeutes affectés dans les services de psychothérapie des hôpitaux cités précédemment et leurs réponses verbales étaient enregistrées à travers un enregistreur et conservées sur un CD pour nous rendre compte de leur pratique des TCC.

La technique documentaire renvoie à toute source de renseignement déjà existante à laquelle le chercheur peut avoir accès. Elle nous a permis de consulter les fiches de consultation et de suivi psychologique des malades passifs.

L'analyse des données a été rendu possible grâce à l'analyse de contenu, qui selon Bardin (1977) est un ensemble d'instruments méthodologiques de plus en plus raffinés et en constante amélioration s'appliquant à des « discours » extrêmement diversifiés et fondé sur la déduction ainsi que l'inférence. Il s'agit d'un effort d'interprétation qui se balance entre deux pôles, d'une part, la rigueur de l'objectivité, et, d'autre part, la fécondité de la subjectivité. L'analyse thématique du contenu nous a servi pour la présentation des données issues des entretiens avec les thérapeutes.

Pour les données issues de la technique documentaire, elles ont été dépouillées grâce au logiciel Excel. Ce dernier a permis le rassemblement des catégories et en produisant un corpus de toutes les réponses et en formulant de leurs fréquences le calcul de pourcentage pour toutes les propositions adoptées.

3 RESULTATS

Nous présentons les résultats selon les thématiques retenues dans cette recherche axées sur l'application des TCC, troubles traités par TCC, techniques TCC plus utilisées pour le traitement et défis ou difficultés dans la pratique.

3.1 RÉSULTATS GLOBAUX DES ENTRETIENS

Cette partie comprend les différentes réactions des psychothérapeutes par rapport aux thématiques proposées issues des entretiens. Elles sont présentées dans des grilles thématiques.

3.1.1 GRILLES THÉMATIQUES DES ENTRETIENS

3.1.1.1 TROUBLES TRAITÉS PAR THÉRAPIE COGNITIVO COMPORTEMENTALE

Tableau 1. Troubles traités par TCC

Troubles traités par la TCC	
Répondant	Extraits
LH	Normalement pour la thérapie cognitivo-comportementale, c'est la dépression . Les personnes qui présentent la dépression bénéficient le plus de cette approche. Eh...notre cible ce sont les victimes des violences sexuelles, violences basées sur le genre et les survivantes des fistules vaginales; la plupart de ces cas présentent la dépression et à part ces cas, il y a aussi d'autres cas qui nous arrivent confrontés aux problèmes de la vie qu'ils ont vécus. La tranche d'âge que nous prenons en charge par les TCC est entre 18 ans et plus.
DV	Bon, la pathologie ne dépend pas de l'âge (X2). Il n'y a pas une pathologie appropriée pour un âge. Donc la TCC, normalement nous l'utilisons pour des troubles dépressifs . Quand quelqu'un a des idées suicidaires, la TCC va aider à changer ce comportement en le remplaçant par un comportement normal. Pour ne citer que cela, il y a d'autres pathologies auprès desquelles elle intervient comme le trouble de stress post-traumatique .
GN	Dans la plupart des cas des personnes sur lesquelles j'ai appliqué la thérapie, la plupart c'étaient les cas de phobie sociale, dépression et aussi des cas des idées suicidaires. Il m'arrive de la pratiquer surtout chez les adultes.
DK	Certains troubles que nous essayons de soigner au sein de notre structure...pratiquement nous recevons souvent les victimes des violences sexuelles et d'autres victimes des violences basées sur le genre, deuxièmement nous intervenons avec les TCC dans la globalité ou dans l'ensemble des patients de l'hôpital. Pour les victimes des violences sexuelles, elles ont des pathologies psychologiques spécifiques notamment le stress aigu et le TSPT auxquels nous associons le NET (Narrative Exposure Therapy) à la TCC classique. Ces victimes présentent aussi la dépression , parfois l'anxiété . Nous prenons également en charge les toxicomanes et les autres formes des troubles addictifs.
EC	Comme nous travaillons dans un monde purement psychiatrique, il nous arrive de nous confronter à une panoplie de problèmes psychologiques auxquels nous adressons les TCC. Nous trouvons entre autres la psychose maniaco-dépressive, le TSPT, la dépression, les bouffées délirantes polymorphes , la toxicomanie quelques-fois et tant d'autres situations, les âges étant tous confondus.

La thérapie Cognitivo Comportementale intéresse les cinq thérapeutes que nous avons interviewés. D'une part, dit Mr DK, parce qu'elle intervient dans la globalité ou l'ensemble des malaises vécues par les patients. D'autre part, Mme LH a pu signaler l'existence des traumatismes issus des viols aboutissant aux TSPT et dépressions innombrables. Ensuite, Mr EC témoigne de la multiplicité des troubles tels que la PMD, la toxicomanie et tant d'autres. En dernier, Mr DV signale des cas des idées suicidaires qui ne cessent de lui consulter.

La zone Est de la République Démocratique du Congo dans laquelle ces thérapeutes travaillent est essentiellement une zone en conflit, pleine des traumatismes où les guerres, viols, tueries priment sur les autres aspects de la vie. Les traumatismes vécus sont sources des TSPT, de la dépression, du TAG, de certains comportements addictifs auxquels les TCC s'adressent pour le traitement. Mme GN l'adresse également au traitement de la phobie sociale.

3.1.1.2 TECHNIQUES DE TRAITEMENT LES PLUS UTILISÉES EN THÉRAPIE COGNITIVO COMPORTEMENTALE.

Tableau 2. Techniques de traitement utilisées par les thérapeutes en thérapies cognitivo-comportementales

Techniques de traitement utilisées en TCC	
Répondant	Extraits
LH	Les techniques que nous mettons en place il y a, eh...on prend la psychoéducation où on apprend au patient comment prendre soin de soi; il y a aussi la relaxation en appliquant la respiration profonde. A part ça, nous pouvons prendre d'autres mais pas d'habitude.
DV	C'est beaucoup plus la relaxation et la psychoéducation qu'on utilise juste pour stimuler la personne. Vous voyez, il y a d'autres qui présentent bien sûr le mutisme, des silences pleins, c'est la relaxation qui va aider la personne à se sentir encore mieux.
GN	Eeeeeh, pour les techniques que j'utilise souvent, il y a d'abord la psychoéducation qui est nécessaire tout au début et peut se faire même à la fin. Il y a aussi la restructuration cognitive qui est utilisée dans la thérapie cognitive, là je fais allusion à la deuxième vague des TCC, à part ça il y a aussi le modeling dans la première vague qui est comportementale où moi-même je montre l'exemple au patient pour qu'il puisse me suivre, cette technique je l'utilise pour les cas de phobie sociale où je dois me tenir devant la masse des gens pour parler et lorsque les cas me voient, ils sont demandés d'appliquer aussi la même chose. Il y a aussi une autre technique, c'est une thérapie en soi, la thérapie d'acceptation et d'engagement ; il m'arrive aussi d'utiliser la psychologie positive pour aider les patients.
DK	Nous ne faisons pas seulement des thérapies individuelles, nous faisons également des thérapies de groupe pour les patients ayant survécu aux problèmes similaires. Nous utilisons la psychoéducation également. Nous utilisons les techniques d'exposition, de relaxation ou de pleine conscience, nous intervenons avec l'affirmation de soi. Mais en général, on utilise la restructuration cognitive. La TCC dure entre huit à douze séances en raison de 30 à 60 minutes par séance.
EC	Pour certains cas, nous essayons de pratiquer la restructuration cognitive en modifiant les schèmes de pensées. Nous utilisons grandement la psychoéducation, la relaxation dans certaines situations. Comme nous recevons un grand effectif des toxicomanes dans notre centre, nous associons aussi la thérapie motivationnelle et la thérapie familiale le plus souvent dans ces cas.

Certaines techniques TCC sont pratiquées par presque tous les praticiens interviewés, qu'ils soient spécialement formés ou non. D'une part, la psychoéducation est commune; d'autre part la relaxation axée sur la respiration profonde. Il arrive également que certaines autres techniques soient appliquées par les uns sans être appliquées par les autres.

Malgré la multiplicité et la naissance des vagues des TCC, en majeure partie, ce sont les deux techniques cités ci-haut qui ont été répétées dans la pratique. On remarque aussi Mme GN fait recours à la restructuration cognitive, le modeling et à la thérapie d'acceptation et d'engagement. A son tour, Mr DK ajoute la technique d'affirmation de soi parmi ses techniques d'usage.

Signalons que des nombreuses techniques TCC ne sont pas utilisées par les thérapeutes dans la prise en charge des troubles psychiques faute d'une formation inadéquate. La thérapie de soutien est une approche très conjointement utilisée avec les TCC. Pour les cas des traumatismes, la NET renforce les TCC et la thérapie motivationnelle vient appuyer les TCC dans la prise en charge de la toxicomanie et des addictions.

3.1.1.3 DÉFIS/DIFFICULTÉS DANS LA PRATIQUE ET LE TRAITEMENT AVEC TCC

3.1.1.3.1 FORMATION THÉRAPEUTES

Tableau 3. *Formation des thérapeutes en thérapies cognitivo-comportementales*

Défis de formation en TCC	
Répondant	Extraits
LH	Oui, nous avons commencé par la formation, nous avons été formées et après la formation nous avons fait la pratique; nous avons commencé à pratiquer dans notre milieu professionnel. Il y a eu une partie apprise au niveau de l'Université et l'autre partie c'est postuniversitaire quand on a commencé à travailler avec d'autres collègues psychologues en 2020. La formation avait pris quinze jours et le formateur était un psy accrédité en TCC. Nous avons aussi eu des brevets attestant cette formation.
DV	Notre base de formation en thérapies cognitivo-comportementales est tirée de l'Université, aussi au sein de certaines formations dans lesquelles nous participons on parle un peu des TCC, une formation proprement dite nous ne l'avons pas encore, mais c'est prévu déjà mais on ne l'a pas encore reçu. C'est un peu ça !
GN	Ben Oui, j'ai une formation que j'ai reçu de l'Université dans le cours des thérapies cognitivo-comportementales et je n'ai pas encore reçu d'autres formations postuniversitaires; seulement que je me documente beaucoup plus dans différents ouvrages, des podcasts, des vidéos et autres sources pour acquérir une certaine connaissance en TCC.
DK	Oui, j'ai reçu une formation postuniversitaire, il s'agit bien évidemment avec l'organisation BMZ/Francarita en collaboration avec le Centre Hospitalier NeuroPsychiatrique de Goma. La formation avait duré une semaine et elle avait regroupé certains autres psychologues de certaines structures de la ville de Goma et c'était en 2021.
EC	Evidemment nous avons reçu une formation d'abord universitaire, puis postuniversitaire avec une organisation qui est venue au sein de notre centre. Notre formation avait pris une semaine et elle s'était passée en 2021, tout en rassemblant d'autres psychologues œuvrant dans d'autres structures sanitaires.

La formation en TCC a été faite par les 5 Psychologues interviewés. Cette formation est surtout basique et acquise en grande partie à l'Université d'une part, et est en plus postuniversitaire d'autre part. Le point commun entre ceux ayant une formation postuniversitaire et ceux ne l'ayant pas est qu'ils appliquent tous les TCC dans leur pratique psychothérapeutique.

On constate que, Mme LH a une formation postuniversitaire ayant duré deux semaines en 2020, Mr DK et EC ont également bénéficié d'une formation postuniversitaire d'une semaine en 2021.

En effet, il est remarqué que la durée de leur formation est courte, ne correspondant pas au temps et heures prévus pour un apprentissage plus ou moins bien fait des TCC et qu'il n'y a pas une organisation ou association officielle pour une formation adéquate en psychothérapies.

Les deux autres psychothérapeutes ont affirmé de n'avoir jamais suivi une formation officielle des TCC après leurs cursus universitaires. Ils se contentent des notions acquises au banc de l'Université pour aider les gens à se porter bien. Toutefois, Mme GN a signalé faire une autoformation en TCC pour une mise à niveau; de l'autre côté, Mr DV participe aussi aux ateliers où l'on parle des TCC et est prêt à participer à une formation des TCC proprement dite prévue par son institution dans les prochains jours.

3.1.1.3.1.1 SÉANCES ET DIFFICULTÉS SOCIO-ÉCONOMIQUE

Tableau 4. Défis rencontrés par les thérapeutes dans l'application des TCC liés aux séances et situation socio-économique

Difficultés/défis majeurs dans l'application des TCC	
Répondant	Extraits
LH	Oui, la difficulté majeure je dirai...parce que d'habitude on peut aller à 12 séances en TCC, mais la plupart ne terminent pas jusqu'aux 12 séances. Ils peuvent s'arrêter en cours parce que ça devient beaucoup et puis la plupart de nos malades fistuleuses ne passent pas beaucoup de temps ici à l'hôpital; ils doivent rentrer dans leurs milieux respectifs et c'est en dehors de Goma. Il y en a ceux qui commencent et n'arrivent pas jusqu'à la dernière séance. Pour les cas aussi en ambulatoire, il y en a toujours ceux qui sont perdu de vue.
DV	Je ne sais pas beh ! les difficultés... les sujets sont différents. Ça peut réussir chez l'un, chez l'autre non. Il y a une difficulté socioéconomique, ça c'est une difficulté majeure. Tu peux l'utiliser aujourd'hui, demain, mais après demain la personne ne se présente plus à cause du manque d'argent comme raison.
GN	Il y a certainement des défis. Mais le défis le plus majeur d'abord c'est la langue, parce que souvent c'est passable lorsqu'on s'exprime en Français, quand ça devient en Swahili, la traduction de différents termes devient un problème un peu difficile. Mais aussi avec les cas qui n'ont pas un niveau intellectuel élevé, cela est observé comme un blocage.
DK	Concernant les difficultés auxquelles nous nous confrontons, Oui il y a des difficultés. La première difficulté telle que vous pouvez le constater c'est le refus de parler, narrer le vécu pour certains patients. Une autre difficulté c'est le non-respect des rendez-vous/séances dû au manque de moyen économique qui explique le manque de transport. C'est ainsi que vous trouverez qu'il y a celles ou ceux qui peuvent faire trois ou quatre séances de TCC et lâcher sans que la thérapie n'aie atteint l'objectif. Certains patients n'arrivent pas à adhérer au traitement.
EC	Ben, les défis sont nombreux, surtout dans un contexte Africain où notre domaine doit multiplier des preuves pour s'attester. Nous nous heurtons tout d'abord à la difficulté liée aux formateurs des TCC, ceci s'explique par le fait qu'aucune organisation n'est régionalement ou nationalement faite pour cette tâche. Nous remarquons aussi que bon nombre des patients n'arrivent pas jusqu'à la fin de la cure, d'où l'arrêt brutal sans qu'on puisse se rendre compte des résultats obtenus. Certaines personnes suivis en ambulatoire ne continuent pas avec les séances en accusant le manque de transport comme étant à la base.

Chacun des thérapeutes a signalé les défis majeurs faisant obstacle au succès de la TCC lors de son administration. L'inachèvement des séances (certains s'arrêtent à 3 ou 4 séances) étant l'élément commun. Le niveau de scolarité du client a été signalé par Mme GN, pour elle, tous les concepts des techniques cognitivo-comportementales sont en Français ou en Anglais et cela amène le thérapeute à ne pas bien cadrer les termes dans langue du patient selon son niveau de compréhension. Mr EC place le manque d'une institution bien définie dans la région ou dans le pays entier qui est spécialisée en formation TCC comme étant à la base des autres difficultés rencontrées sur terrain.

Les difficultés socioéconomiques empêchent certains patients à continuer dans leur processus de prise en charge.

3.2 RÉSULTATS ISSUS DES RAPPORTS D'EXPERTISE ET DE PRISE EN CHARGE DES MALADES

Dans cette partie nous présentons les fréquences et les pourcentages des variables en étude obtenues à partir des fiches des malades ayant été pris en charge à l'aide des TCC.

Il s'agit essentiellement des résultats en rapport avec la Thérapie cognitivo-comportementale: les troubles diagnostiqués et traités par les différentes thérapies cognitivo-comportementales; les techniques utilisées pour le traitement des troubles et les défis rencontrés au moment des séances.

3.2.1 TROUBLES DIAGNOSTIQUÉS ET TRAITÉS PAR LA TCC

Tableau 5. Répartition des troubles traités selon les diagnostics enregistrés

Troubles diagnostiqués et traités	f	%
TAG (Trouble d'Anxiété Généralisée)	8	5,9
Toxicomanie et troubles addictifs	24	17,9
Trouble délirant	6	4,5
Troubles psychosomatiques	4	2,9
Troubles dépressifs	36	26,8
TSPT (Trouble de Stress Post Traumatique)	30	22,4
Stress aigu	16	11,9
Phobie sociale	6	4,5
Psychose hallucinatoire chronique	4	2,9
Total	134	100

Les fréquences exprimées dans ce tableau se présentent comme suit: sur 134 patients suivis en TCC, les troubles dépressifs viennent en première position (26,8%), suivis du trouble stress post-traumatique (22,4%), la toxicomanie et les troubles addictifs représentent aussi une proportion considérable (17,9%), suivis du stress aigu (11,9%), puis le trouble d'anxiété généralisée (5,9%), les troubles délirants et la phobie sociale s'en suivent avec chacun 4,5% et la psychose hallucinatoire chronique vient en dernier (2,9%). Les autres désordres psychiques liées aux circonstances de la vie sont à une faible proportion et n'ont pas fait l'objet d'un suivi thérapeutique à proprement parler.

3.2.2 TECHNIQUES TCC UTILISÉES POUR LE TRAITEMENT

Tableau 6. Répartition des techniques TCC utilisées pour le traitement des troubles

Technique	f	%
Psychoéducation	128	95,5
Relaxation	102	76,1
Exposition	13	9,7
Restructuration cognitive	7	5,2

Ce tableau nous donne une vue d'ensemble de quelques techniques cognitivo-comportementales utilisées telles que: la psychoéducation qui a été en grande partie utilisée (95,5%), la relaxation qui représente aussi une proportion non négligeable de 76,1%, l'exposition (9,7%) et la restructuration cognitive n'a été utilisée que pour 5,2% des cas.

Tableau 7. Autres techniques utilisées avec les TCC

Technique	f	%
Thérapie de soutien	74	55,2
NET (Narrative Exposure Therapy)	23	17,1
TFS (Thérapie Familiales et Systémiques)	27	20,1
Thérapie motivationnelle	20	14,9

Il s'observe dans ce tableau que la thérapie de soutien est la plus utilisée conjointement avec les TCC, à 55,2% des cas, la thérapie familiale et systémique s'en suit avec une proportion de 20,1%, ensuite la thérapie d'exposition narrative (17,1) et la thérapie motivationnelle (14,9%). La NET a été surtout enregistrée chez les personnes ayant survécu aux traumatismes; la thérapie motivationnelle à son tour, chez les toxicomanes et les personnes aux conduites addictives.

3.3 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Ce passage sur la discussion apporte des éléments explicatifs aux différents résultats obtenus dans cette étude. Ces résultats sont discutés à la lumière des études théoriques et empiriques recensées et traitant des TCC, ses techniques, sa formation, les difficultés liées à sa livraison.

3.3.1 LES TROUBLES TRAITÉS PAR LES TCC

Conformément à notre premier objectif de recherche, les résultats illustrent que les troubles dépressifs viennent en première position, suivis du trouble stress post-traumatique, la toxicomanie et les troubles addictifs représentent aussi une proportion considérable, le stress aigu, puis le trouble d'anxiété généralisée, les troubles délirants et la phobie sociale, la psychose hallucinatoire chronique, la PMD étant aussi citée par certains praticiens. La pratique des TCC chez les enfants est rare, comme l'a indiqué Mme GN dans ses propos. Ces résultats viennent compléter ceux trouvés par Delphine Berger (2019) sélectionnés des six articles qui mettent en évidence l'efficacité des TCC (qu'elles soient appliquées par les thérapeutes ou les infirmiers spécialisés) pour soigner les troubles dépressifs.

3.3.2 LES TECHNIQUES COGNITIVO-COMPORTEMENTALES UTILISÉES

En ce qui concerne le deuxième objectif, nos résultats montrent que certaines techniques TCC sont pratiquées par presque tous les praticiens interviewés, qu'ils soient spécialement formés ou non. D'une part, la psychoéducation est commune; d'autre part la relaxation axée sur la respiration profonde. On a remarqué aussi que Mme GN fait recours à la restructuration cognitive, le modeling et à la thérapie d'acceptation et d'engagement. A son tour, Mr DK ajoute la technique d'affirmation de soi parmi ses techniques mises en pratique. Ce qui nous signale que nombreuses techniques TCC ne sont pas utilisées par les thérapeutes dans la prise en charge des troubles psychiques faute d'une formation inadéquate, qu'ils s'arrêtent seulement à la psychoéducation et quelques-fois à la relaxation. Nos résultats se marient à ceux de Lydia Fadhili (2019) qui témoignent de l'efficacité de la psychoéducation dans la prise en charge des certains troubles et plus spécialement les troubles bipolaires.

3.3.3 LES DÉFIS MAJEURS RENCONTRÉS DANS LA LIVRAISON DES TCC

Plusieurs défis majeurs se présentent dans l'utilisation ou la pratique des TCC. Pour ce qui est de la profession et de la formation thérapeutique en TCC, les résultats renseignent que 100% des sujets sont psychologues affirmant tous avoir été formés en TCC. Cette formation est surtout basique et acquise en grande partie à l'Université d'une part, et est en plus postuniversitaire d'autre part. Mme LH a une formation postuniversitaire ayant durée deux semaines en 2020, et Mr EC et DK ont également bénéficié d'une formation postuniversitaire d'une semaine en 2021, les deux autres s'arrêtant seulement aux notions acquises à l'Université. Pour ce qui est de la supervision, après leur formation, Mme LH était supervisée chaque fois qu'elle allait finir avec deux cas pour améliorer sa pratique; Mr DK était également supervisé tout le temps après qu'il ait reçu quatre ou cinq cas; Mr EC recevait une supervision tous les mois; pour les deux autres thérapeutes, la supervision n'a jamais été reçue. Nos résultats semblent avoir un écart de rigueur que ceux de Guido et Lucio (2006) selon lesquels la formation et la supervision répondent aux critères suivants: pour l'AFTCC (Association Française de Thérapie Comportementale et Cognitive) dure trois années (au total 30 jours de cours) et est ouvert aux psychiatres et aux psychologues cliniciens. Les étudiants doivent être supervisés dans le traitement de deux patients par un aîné expérimenté et agréé par l'institut d'enseignement. La formation proposée par l'IRCCADE (Institut de Recherche Comportementale et Cognitive sur l'Anxiété et la Dépression) dure trois ans, dont la troisième année est destinée à renforcer les compétences: séances de supervision de cas en groupe évaluées par un mémoire clinique. Cette dernière année comporte quatre demi-journées, assurées par deux superviseurs à chaque fois, afin de favoriser au maximum le travail par les étudiants.

Pour les séances subies par les patients, les résultats montrent que l'inachèvement des séances (certains s'arrêtent à 3 ou 4 séances) par les patients est l'élément commun rencontré chez tous les thérapeutes. Le niveau de scolarité du client a été signalé par Mme GN; Mr EC place le manque d'une institution bien définie dans la région ou dans le pays entier qui est spécialisée en formation TCC comme étant à la base des autres difficultés rencontrées sur terrain. Les difficultés socioéconomiques empêchent certains patients à continuer dans leur processus de prise en charge; également l'âge du patient selon les propos de Mr DV. Ces résultats sont non loin de ceux obtenus par Lydia Fadhili (2019) selon lesquels, quant aux obstacles rencontrés dans l'application de la psychoéducation, une proportion de 0,45 parmi les thérapeutes atteste les incohérences du patient qui limitent l'application de cette thérapie, une grande proportion des patients interrompt les séances de psychoéducation, parfois sans motif.

4 CONCLUSION

Comme nous l'avons dit, ce travail est du type exploratoire. Après analyse et interprétation des résultats, il se dégage que les troubles dépressifs, le trouble stress post-traumatique, la toxicomanie et les troubles addictifs, le stress aigu, le trouble d'anxiété généralisée, les troubles délirants et la phobie sociale s'en suivent, la psychose hallucinatoire chronique et la PMD

sont les principales psychopathologies traitées; la restructuration cognitive, le modeling, la technique d'affirmation de soi et la thérapie d'acceptation et d'engagement ne sont presque pas été utilisées; la psychoéducation et la relaxation restent les plus reprises comme techniques utilisées; les thérapeutes en TCC sont psychologues avec une formation post universitaire s'arrêtant au maximum à deux semaines de formation; l'inachèvement des séances (certains s'arrêtent à 3 ou 4 séances) par les patients, le niveau de scolarité du client, le manque d'une institution bien définie dans la région ou dans le pays entier qui est spécialisée en formation TCC, les difficultés socioéconomiques sont les principaux défis rencontrés dans la pratique.

A l'issu des techniques et méthodes utilisées dans cette recherche, nos hypothèses de recherches ont été vérifiées comme suit:

Par rapport aux troubles les plus traités par des thérapies cognitivo-comportementales, plusieurs troubles ont été recensées telles que les troubles dépressifs (26,8%), le trouble stress post-traumatique (22,4%), la toxicomanie et les troubles addictifs (17,9%), le stress aigu (11,9%), puis le trouble d'anxiété généralisée (5,9%), les troubles délirants et la phobie sociale s'en suivent avec chacun 4,5% et la psychose hallucinatoire chronique (2,9%), la PMD étant aussi citée par certains praticiens. Ce qui nous amène à confirmer notre première hypothèse.

Concernant les techniques cognitivo-comportementales utilisées par les thérapeutes, nous infirmons notre deuxième hypothèse selon laquelle la restructuration cognitive, la psychoéducation, la pleine conscience, la relaxation, l'exposition, la thérapie d'acceptation et d'engagement (ACT), la désensibilisation systématique seraient les techniques mises en marche pour traiter psychologiquement les troubles psychiques. Car il sied de signaler que la psychoéducation et la relaxation ont été les plus utilisées. On a remarqué aussi que la restructuration cognitive, le modeling, la technique d'affirmation de soi et la thérapie d'acceptation et d'engagement n'ont presque pas été plus utilisées mais citées par certains enquêtés.

En fin, nous avons pu remarquer que les défis sont dominants quant à l'utilisation des TCC comparativement aux réussites chez les thérapeutes; ceci grâce à l'analyse de contenu issue des entretiens avec ces derniers. Ces résultats nous permettent de confirmer la troisième hypothèse.

Partant de ces résultats, nous voudrions rappeler que les TCC sont l'un des champs psychothérapeutiques qui démontrent de leur efficacité si elles sont bien appliquées. Les difficultés pouvant se rencontrer en cours des thérapies, il est parfois possible de les détourner par une expertise bien battue. Il est donc opportun que les psychothérapeutes acquièrent des habiletés pour la livraison de ces techniques, qu'ils soient formés suffisamment, formés sur l'approche avant d'aborder la personne humaine.

REFERENCES

- [1] Alonso, J., Angermeyer, M., Bernert, S., et al. (2004). Prevalence of mental disorders in Europe: *results from the European Study of the Epidemiology of Mental Disorders (ESEMeD) project*, (10), 21–79.
- [2] Bardin, L. (1977). *L'analyse de contenu*. Paris: PUF.
- [3] Catherine, C. et Benoit, V. (2011). *Psychologie clinique et psychopathologie*. Paris: PUF.
- [4] Clarisse, F. (2009). *Les dépressions*. France: Springer-verlag.
- [5] Cyrille, B. (2020). Introduction aux thérapies cognitivo-comportementales. 2^{ème} édition. Paris: Dunod.
- [6] Chapelle, F., Monié, B., Poinot, R. et Rusinek, S. (2018). *Thérapies comportementales et cognitives en 37 notions*. Paris: Dunod, 3^{ème} édition.
- [7] Denis, G. et Christine, P. (2021). *Le grand livre des thérapies cognitives et comportementales*. Vergèze: Thierry souccar éditions, 2^{ème} édition.
- [8] Heimberg, R.G. et Juster, H.R. (1994). Treatment of social phobia in cognitive-behavioral groups. *J. Clin. Psychiatry*, 55 (6, suppl.), 38-46.
- [9] Mucchielli, R. (1968). *Le questionnaire d'enquête psychologique*. Paris: éd. Sociale française.
- [10] Vincent, T. (2018). *Comprendre et traiter l'anxiété sociale. Nouvelles approches en TCC*. Paris: Dunod.
- [11] Wang, P., Aguilar-Gaxiola, S., Alonso, J. et al., (2007). « Use of mental health services for anxiety, mood, and substance disorders in 17 countries in the WHO world mental health surveys », *Lancet*, 370 (9590), 841-850. (PMID 17826169, PMCID PMC2847360, lire en ligne).
- [12] Lydia, F. (2019). Efficacité de la psychoéducation dans la prise en charge des patients souffrant des troubles bipolaires au centre psychiatrique SOSAME de Bukavu [Mémoire de licence]. Bukavu: ULPGL/Bukavu.
- [13] Delphine, B. (2019). Les troubles dépressifs traités par thérapie cognitivo-comportementale effectuée par des infirmiers spécialisés en corrélation avec le retour au travail. [Mémoire de maitrise]. Hes.so, Genève.

Morphométrie et structure de l'estomac des poissons du genre *Chrysichthys* de cinq hydrosystèmes de Côte d'Ivoire

[Morphometry and stomach structure of fish of the genus *Chrysichthys* from five hydrosystems in the Ivory Coast]

Coulibaly Tionrotia Alice Sita Ouattara¹, Moussoh Beugré Auguste², and Adepo-Gourene Beatrice Abouo²

¹Centre de Recherche Océanologique, Département Aquaculture, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Pôle Pêche et Aquaculture, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this study was to test the validity of using morphometric data and stomach morphology to differentiate species of the genus *Chrysichthys*. Forty-one morphological measurements and three meristics descriptors were recorded for each of the 203 specimens sampled in five Ivorian river basins. The stomach structure of around thirty fish was also analyzed. The result confirmed the presence of the species of the two subgenera of the genus *Chrysichthys* found in West Africa. It is the subgenus *C. chrysichthys*, represented by the species *C. maurus* and the subgenus *C. melanodactylus* whose species are *C. nigrodigitatus* and *C. johnelsi*. The results of the examination of fish stomach shapes also showed speciation in individuals of the *Chrysichthys* genus. Specimens of *Chrysichthys nigrodigitatus* showed five morphotypes, each specific to the environment of the fish. The species *Chrysichthys maurus* is characterized by two morphotypes while only one morphotype has been revealed within *Chrysichthys johnelsi*. The shape of the stomach therefore differs according to the species and the environment of the fish. In the end, the anatomy of the stomach confirmed the differentiations made by the study of morphometric variables.

KEYWORDS: Shape, metric, belly, cat-fish, characterization, Ivorian.

RESUME: Cette étude vise à tester la validité de l'utilisation des données morphométriques et de la morphologie des estomacs dans la différenciation des espèces du genre *Chrysichthys*. Pour ce faire, quarante-une mensurations morphologiques et trois descripteurs méristiques ont été relevés sur chacun des 203 spécimens échantillonnés dans cinq bassins hydrographiques ivoiriens. La structure de l'estomac d'une trentaine de poissons a aussi été analysée. Les résultats de la morphométrie ont confirmé la présence des deux sous-genres de *Chrysichthys* rencontrés en Afrique de l'Ouest. Il s'agit du sous-genre *C. chrysichthys*, représenté par l'espèce *C. maurus* et du sous-genre *C. melanodactylus* dont les espèces sont *C. nigrodigitatus* et *C. johnelsi*. Les résultats de l'examen des formes d'estomac des poissons ont aussi montré une spéciation des individus du genre *Chrysichthys*. En effet, les spécimens de *Chrysichthys nigrodigitatus* ont présenté cinq morphotypes qui sont chacun spécifique du milieu d'origine des poissons. L'espèce *Chrysichthys maurus* a répertorié deux morphotypes tandis qu'un seul morphotype a été révélé au sein de *Chrysichthys johnelsi*. La forme de l'estomac diffère donc selon l'espèce et selon l'environnement des poissons. En définitive, l'anatomie de l'estomac a permis de confirmer les différenciations faites par l'étude des variables morphométriques.

MOTS-CLEFS: Forme, métrique, panse, poisson-chat, caractérisation, bassins ivoirien.

1 INTRODUCTION

La recherche scientifique, par la collecte des données sur les ressources issues des pêches de capture et de l'aquaculture, contribue à une meilleure connaissance des stocks disponibles. Ces informations aident à la mise en place de mesures de conservation et de protection des ressources halieutiques [1]. La préservation de la biodiversité et la gestion durable des écosystèmes aquatiques nécessite donc une connaissance approfondie des espèces qui peuplent les milieux. Toutefois, l'inventaire du poisson-chat du genre *Chrysichthys* se heurte à la difficulté d'identification des spécimens répertoriés dans les bassins hydrographiques ivoiriens [2]. En effet, en raison de leur grande ressemblance, leur séparation taxonomique est assez laborieuse [3]. Par conséquent, les travaux de recherche explorent les pistes susceptibles de faciliter la classification des espèces de ce genre. Dans cette optique, la présente analyse se propose d'associer l'examen de la morphologie des estomacs à l'approche morphométrique qui est habituellement utilisée dans la distinction des poissons du genre *Chrysichthys*. A terme, cette étude permettra de porter un diagnostic plus précis concernant la caractérisation des espèces de ce genre.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1 ZONE D'ÉTUDE

Les poissons du genre *Chrysichthys* ont été échantillonnés dans les six hydro-systèmes que sont d'Est en Ouest: la lagune Aby, le fleuve Comoé, la lagune Ebrié, la rivière Agneby et le fleuve Bandama (figure 1). Les sites d'échantillonnage ont été sélectionnés par rapport à leur facilité d'accès et à la disponibilité des poissons.

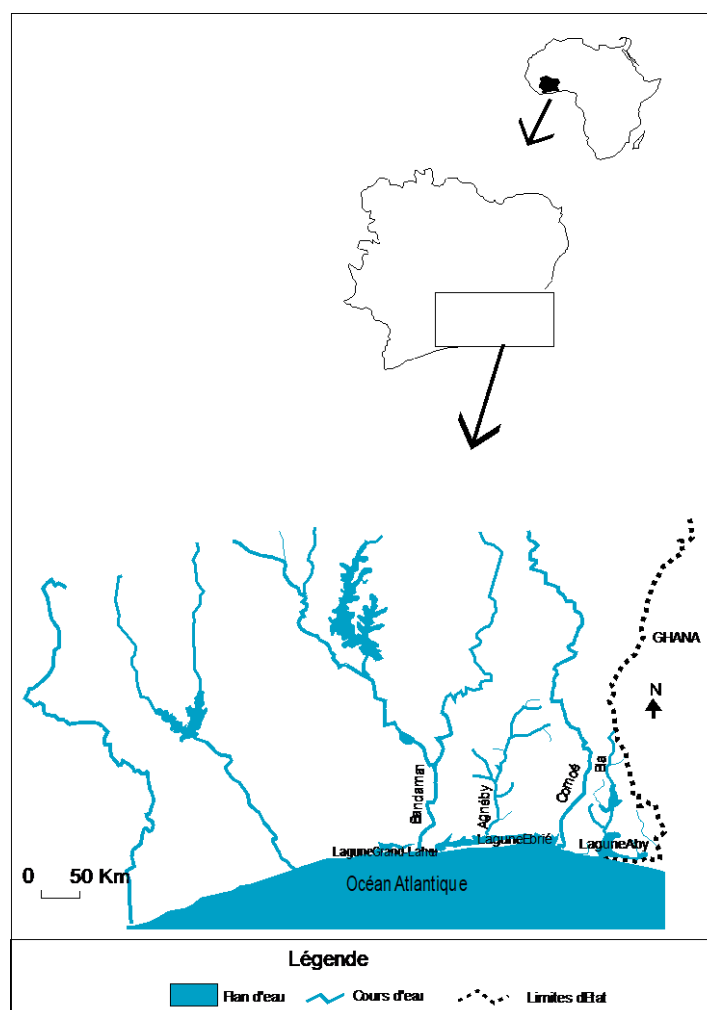


Fig. 1. Sites d'échantillonnage des poissons du genre *Chrysichthys*

2.2 ANALYSE MORPHOMÉTRIQUE

Le matériel biologique est constitué de 204 poissons du genre *Chrysichthys* provenant de pêches commerciales. Sur chaque poisson, 41 mensurations ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse de type Junior, de précision 0,05 mm (figure 2). Afin d'éviter les variations de taille liées aux différences d'âge entre les individus, les données métriques ont été converties en pourcentage de la longueur standard, exceptées celles concernant la tête qui ont été rapportées en pourcentage de la longueur de la tête [4], [5].

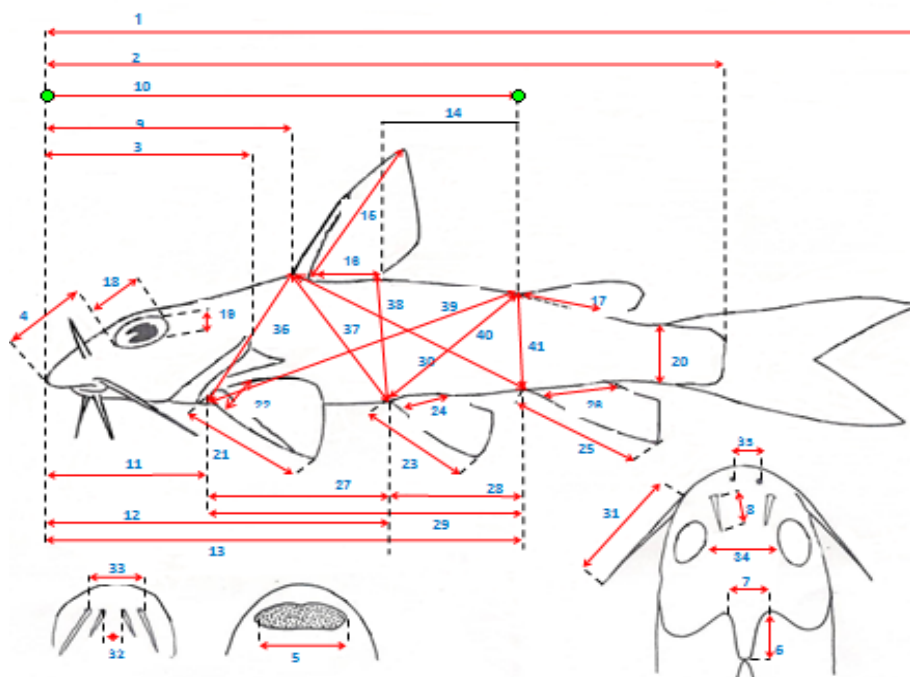


Fig. 2. Mesures métriques sur chaque poisson.

NB: 1 Longueur totale (LT); 2 Longueur standard (LS); 3 Longueur de la tête (LTe); 4 longueur du museau (LM); 5 Largeur de la bande prémaxillaire (LgBpm); 6 Longueur du processus occipital (LPO); 7 Largeur du processus occipital (LgPO); 8 Longueur du barbillon nasal (LBN); 9 Longueur prédorsale (LPrD); 10 Longueur préadipéuse (LPrAd); 11 Longueur prépectorale (LPrPt); 12 Longueur prépelvienne (LPrPl); 13 Longueur préanale (LPrAn); 14 distance dorsale-adipéuse (DDAd); 15 Longueur dorsale (LD); 16 base dorsale (BD); 17 base adipéuse (BAd); 18 diamètre horizontal de l'œil (DO1); 19 diamètre vertical de l'œil (DO2); 20 Hauteur du pédoncule caudal (HPC); 21 Hauteur de la pectorale (HPt); 22 base de la pectorale (BPt); 23 Hauteur de la pelvienne (HPl); 24 base de la pelvienne (BPl); 25 Hauteur de l'anale (HAn); 26 base anale (BAn); 27 distance pectorale/pelvienne (DPtPl); 28 distance pelvienne/anale (DPIAn); 29 distance pectorale/anale (DPtAn); 30 Hauteur du corps (HC); 31 Longueur du barbillon mandibulaire1 (LBM1); 32 Longueur du barbillon mandibulaire2 (LBM2); 33 Longueur du barbillon mandibulaire3 (LBM3); 34 distance inter-orbitale (DIO); 35 distance inter-narines (DIN); 36 distance pectorale/dorsale (DPtD); 37 distance pelvienne/dorsale (DPID); 38 Distance anale/dorsale (DAnD); 39 distance pectorale/adipéuse (DPtAd); 40 distance pelvienne/adipéuse (DPIAd); 41 distance anale/adipéuse (DAnAd).

En plus de variables continues, trois variables méristiques suivantes ont été considérées:

- Le nombre de branchiospines sur la partie supérieure du premier arc branchial (Br sup);
- Le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br inf);
- Le nombre de microbranchiospines (micro br).

Les différences entre les spécimens « caractère par caractère » ont été notées afin de répertorier et d'identifier le nombre de groupes-espèces. La matrice de classification, résultant de l'Analyse Factorielle Discriminante des variables, a ensuite permis d'estimer le pourcentage d'individus bien classés et de prédire le groupe d'appartenance des nouvelles observations. Enfin, les espèces reconnues valides ont été nommées.

2.3 MORPHOLOGIE DES ESTOMACS

L'anatomie comparée du tube digestif a porté sur une trentaine de spécimens appartenant aux trois espèces identifiées par l'analyse morphométrique: *Chrysichthys maurus*, *C. nigrodigitatus* et *C. johnelsi*. Sur chaque individu, après ouverture de la cavité abdominale, l'estomac a été repéré, prélevé, vidé de son contenu, rincé à l'eau et conservé dans l'alcool à 70 °C.

La comparaison des estomacs s'est faite à deux niveaux: entre les spécimens au sein d'une même espèce et entre différentes espèces.

3 RÉSULTATS

3.1 ANALYSE MORPHOMÉTRIQUE

3.1.1 ANALYSE DE L'ENSEMBLE DES SPÉCIMENS ÉCHANTILLONNÉS (GROUPE G)

L'analyse des descripteurs sur l'ensemble des spécimens a montré que tous les caractères ont une distribution uni-modale à l'exception de la variable nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br inf) qui présente une distribution bimodale (figure 3). Cette variable a donc été retenue pour la répartition des spécimens de *Chrysichthys*. Ceux-ci ont été scindés en deux lots: le groupe G1 qui se caractérise par 8 à 13 branchiospines et le groupe G2 qui en comprend 14 à 17.

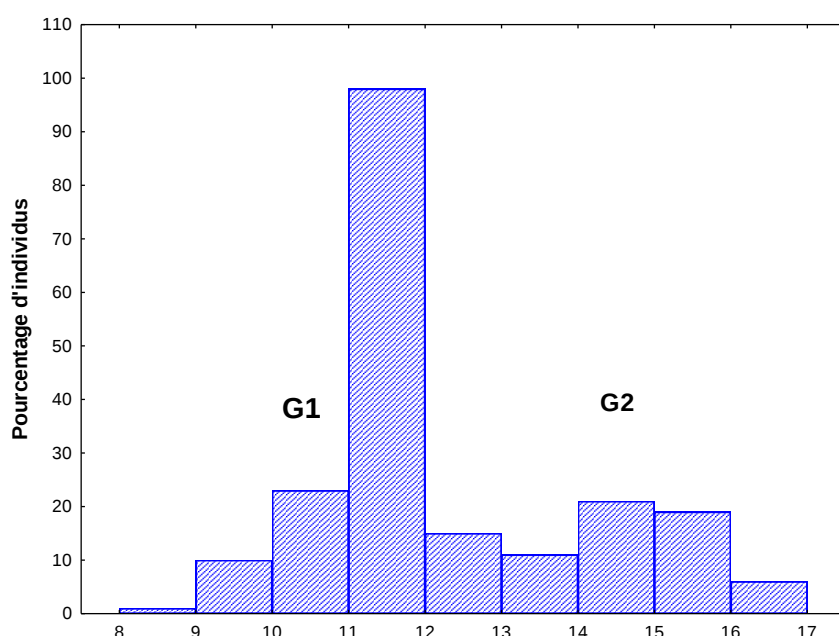


Fig. 3. Fréquence du nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial

Les résultats de l'Analyse Factorielle Discriminante sont présentés dans le tableau I. Les valeurs enregistrées confirment à 99,01 % l'appartenance des spécimens aux différents groupes-espèces définis. Seul un spécimen de chaque lot est reclassé dans l'autre lot.

Tableau 1. Répartition des spécimens des groupes G1 et G2 à partir de l'analyse discriminante

	Pourcentage correct de classification	G2	G1
G2	98,21	55	1
G1	99,01	1	147
Total	99,32	56	148

3.1.2 ETUDE DU GROUPE G1

L'analyse effectuée sur les 148 spécimens a montré que tous les descripteurs ont une distribution uni-modale. Aucun ne permet de scinder ce groupe. Il faut remarquer qu'au sein de ce taxon, les spécimens du fleuve Bandama se caractérisent par un long filament sur la nageoire dorsale.

3.1.3 ETUDE DU GROUPE G2

Le caractère «largeur de la bande prémaxillaire» présente une distribution bimodale. Sur la figure 4, le graphique met en évidence deux entités distinctes. Les faibles valeurs de la largeur de la bande prémaxillaire définissent les populations de G21 (19,6 à 28,9). Quant aux valeurs élevées (30 à 37), elles sont caractéristiques des spécimens de G22. Il faut souligner que dans le sous-groupe G22, certains spécimens se particularisent par un museau large et rectangulaire.

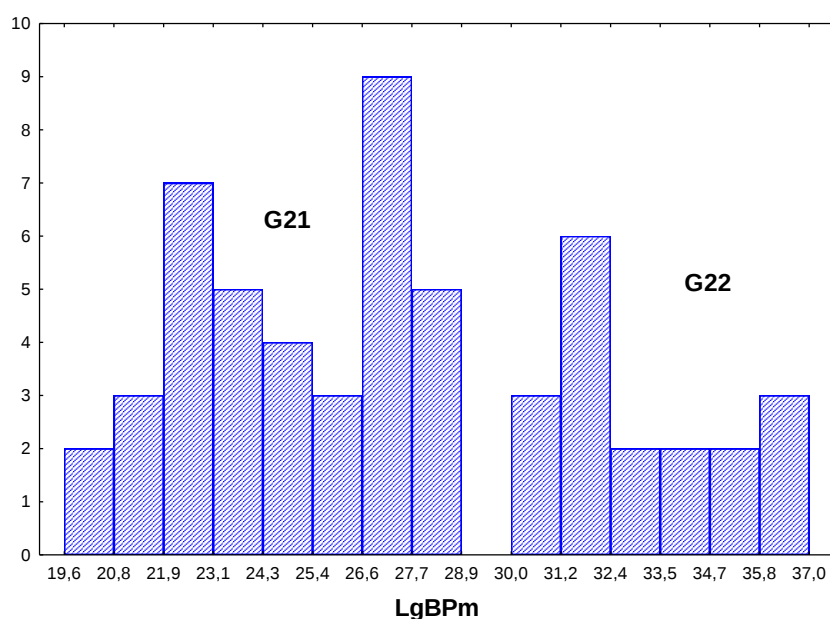


Fig. 4. Distribution des fréquences de la largeur de la bande prémaxillaire des spécimens du sous-groupe G2.

Les résultats de l'analyse factorielle discriminante sont présentés dans le tableau III. Les valeurs enregistrées dans ce tableau confirment à 100 % l'appartenance des spécimens aux différents groupes-espèces définis.

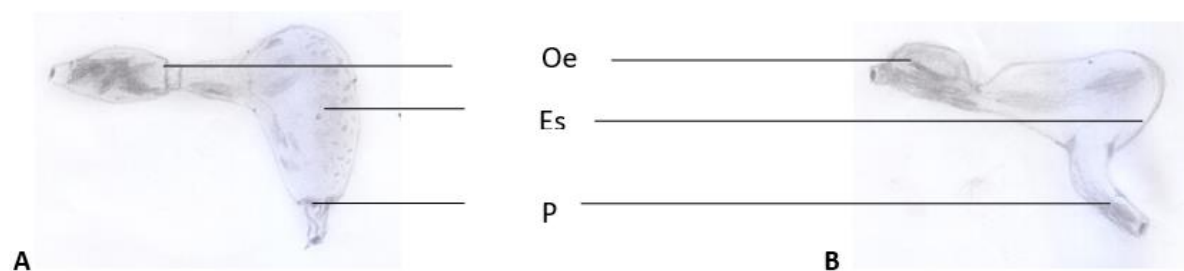
Tableau 2. Répartition des spécimens des sous-groupes G21 et G22 à partir de l'Analyse Discriminante des données.

	Pourcentage correct de classification	G21	G22
G21	100	38	0
G22	100	0	18
Total	100	38	18

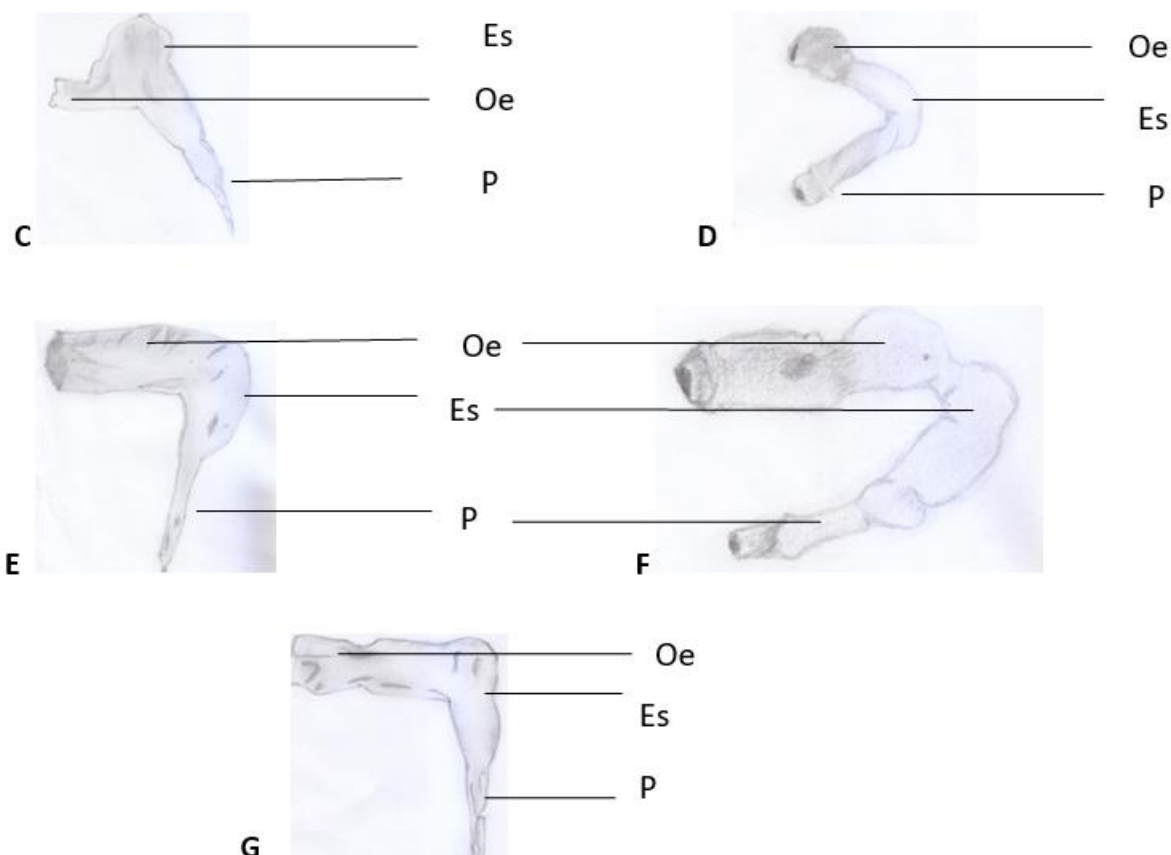
3.2 ANALYSE DE L'ANATOMIE DES ESTOMACS

L'étude des variables morphométriques ont mis en évidence trois espèces. L'analyse de l'estomac de ces spécimens du genre *Chrysichthys* a révélée une diversité de formes (figure 5).

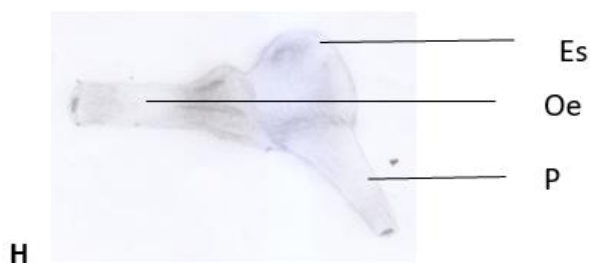
- L'espèce *Chrysichthys maurus* (groupe G1) affiche deux morphotypes d'estomacs (Schéma A et B).



- *Chrysichthys nigrodigitatus* (sous-groupe G21) possède cinq différents morphotypes. La forme G caractérise les spécimens de la rivière Agneby, les formes C et E se retrouvent respectivement dans la population des lagunes Aby et Ebrié tandis que les formes D et F s'identifient chez les spécimens de la Comoé et du Bandama.



- *Chrysichthys johnelsi* présente un seul morphotype d'estomac (schéma H)



Oe : œsophage

Es : estomac

P : pylore

Fig. 5. Schémas des morphotypes d'estomac des poissons du genre *Chrysichthys*

4 DISCUSSION

Dans cette étude, le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial a permis de différencier les poissons du genre *Chrysichthys*. Ce caractère a été utilisé dans la discrimination de certaines espèces de poissons. En effet, le nombre de branchiospines sur le premier arc branchial a été le seul véritable caractère qui a permis à Teugels [6] de différencier les espèces du genre *Clarias*. Le nombre total de branchiospines sur le premier arc branchial a aussi servi dans le diagnostic taxonomique de plusieurs espèces de poissons [7]. Lors de ses travaux sur les poissons du genre *Chrysichthys*, le nombre de branchiospines sur le premier arc branchial a permis à Risch [8] de scinder ce genre en deux sous-genres: *C. chrysichthys* qui se détermine par 9 à 15 branchiospines et *C. melanodactylus* par 14 à 19 branchiospines. La présente recherche a aussi distingué deux groupes sur la base du même descripteur: G1 composé d'individus possédant 10 à 13 branchiospines et G2 constitué de spécimens caractérisés par la présence de 14 à 17 branchiospines. Ces observations qui sont conformes à celles de Risch [8], permettent de déduire que les spécimens du groupe G1 appartiennent au sous-genre *C. chrysichthys* et ceux du groupe G2 au sous-genre *C. melanodactylus*.

L'analyse statistique a montré que toutes les variables du groupe G1 présentent une distribution uni-modale. Aucun descripteur ne permet donc de scinder les spécimens en plusieurs lots. Cependant au sein de ce sous-genre, deux espèces, *Chrysichthys maurus* et *Chrysichthys auratus* ont été signalées dans la plupart des bassins ivoiriens [8]. Toutefois, les études taxonomiques menées par Ouattara [39] sur les spécimens d'une ferme d'élevage ont montré que *C. auratus* et *C. maurus* étaient morphologiquement similaires. Cette remarque pourrait justifier l'homogénéité morphométrique au sein du groupe G1. Mais, la présence du long filament sur la dorsale des spécimens du fleuve Bandama est critère signalé par Risch [8] dans la reconnaissance de l'espèce *C. maurus*.

En ce qui concerne le groupe G2 (sous-genre *C. melanodactylus*), deux sous-groupes G21 et G22 ont été identifiés sur la base de la largeur de la bande prémaxillaire. Deux espèces ont été décrites dans ce sous-genre: *C. nigrodigitatus* et *C. johnelsi* [8]. Selon la particularité signalée dans le sous-groupe G22, ces poissons se rapportent à l'espèce *C. johnelsi* alors que ceux du sous-groupe G21 appartiennent à l'espèce *C. nigrodigitatus*.

Au niveau intra-générique, les résultats de la présente étude montrent que les paramètres morphométriques permettent une différenciation assez nette des unités taxonomiques au sein des différents groupes analysés. Les pourcentages élevés de classification correcte estimés par l'AFD (> 90%) démontrent l'existence de taxons différents au sein du genre *Chrysichthys*. Les variables morphométriques sont donc des éléments importants dans l'étude de la systématique des espèces. Ils ont d'ailleurs été utilisés dans plusieurs travaux d'identification de races ou d'espèces de poissons [10], [11], [12].

L'étude de la morphologie de l'estomac a fait apparaître une diversité de formes. En effet, le nombre de morphotypes identifiés varie d'un pour l'espèce *C. johnelsi*, deux pour l'espèce *C. maurus* à cinq pour *C. nigrodigitatus*. Les résultats ont montré que chaque individu ou groupe d'individus de *Chrysichthys nigrodigitatus* développerait une morphologie type en relation avec son milieu de vie. Les variations morphologiques de l'estomac à l'intérieur de cette espèce pourraient donc être liées au type d'aliments ingéré par ces poissons mais aussi à l'influence de l'environnement. En outre, les spécimens de *C. maurus* présentent deux morphotypes. Ce résultat pourrait supposer la présence de l'espèce *C. auratus* dans le sous-genre *Chrysichthys chrysichthys* étudié. En définitif, il est constaté que la morphologie de l'estomac diffère selon l'origine géographique du poisson et selon l'espèce. Lors de ses travaux, Kaya *et al.* [13] a utilisé les descripteurs stomacaux pour distinguer *Mugil so-iuy* Basilewsky de six autres espèces de *Mugil* de la côte Egéenne de la Turquie. De plus, lors des travaux sur les mugilidea de Côte d'Ivoire, l'étude comparée de l'anatomie des estomacs a permis d'affiner la différenciation morphologique des espèces [15].

5 CONCLUSION

Cette étude a contribué à la différenciation des espèces de *Chrysichthys* à partir des variables morphologiques et à partir de l'analyse de l'anatomie des estomacs. La caractérisation morphométrique a démontré la validité des descripteurs morphométriques, utilisés traditionnellement pour décrire les différentes espèces de poissons du genre *Chrysichthys*. Sur la base du nombre de branchiospines sur le premier arc branchial, les poissons du genre *Chrysichthys* ont été scindés en deux sous-genres: *Chrysichthys chrysichthys* et *Chrysichthys melanodactylus*. Trois espèces ont été identifiées dans l'ensemble des cours d'eau échantillonnés: *C. maurus*, *C. nigrodigitatus* et *C. johnelsi*.

Les travaux sur l'anatomie de l'estomac des spécimens du genre *Chrysichthys* ont fait ressortir des différences liées à l'espèce ou à l'environnement de vie. La morphologie de l'estomac pourrait donc servir de descripteur dans le cadre de la caractérisation des espèces du genre *Chrysichthys*.

Toutefois, il serait souhaitable d'enrichir la présente étude en l'étendant à toutes les espèces de ce genre ainsi qu'à tous les bassins fluviaux. De plus, les méthodes génétiques, comme l'analyse de l'ADN mitochondrial, viendront en appui pour clarifier la systématique des poissons du genre *Chrysichthys*.

REFERENCES

- [1] FAO, «La Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2022. Vers une transformation bleue.» Rome, FAO, 2022.
<https://doi.org/10.4060/cc0461fr>.
- [2] C. Leveque, D. Paugy et G.G. Teugels, «Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest.» Edition ORSTOM. Tome 2: 468-495, 2003.
- [3] J-F. Agnese, «Différenciation génétique de plusieurs espèces de Siluriformes ouest-africains ayant un intérêt pour la pêche et l'aquaculture.» Thèse de Doctorat de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc, France, 216p, 1989.
- [4] O. Dumay, P.S. Tari, J.A. Tomasini & D. Mouillot, «Functional groups of lagoon fish species in Languedoc-Rousillon (South of France, Mediterranean Sea).» *Journal of Fish Biology*, 64 (4): 970-983, 2004.
DOI: 10.1111/J.1095-8649.2004.00365.X.
- [5] K.M. O'reilly & M.H. HORN, «Phenotypic variation among populations of *Atherinops affinis* (Atherinopsidae) with insights from ageometric morphometric analysis.» *Journal of Fish Biology*, 64: 1117-1135, 2004.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2004.00379.x>.
- [6] G.G. Teugels, «A systematic revision of African species of the genus *Clarias* (Pisces, *Clariidae*). Annales du musée royal de l'Afrique Centrale.» *Sciences Zoologiques*, 247, 199p, 1986.
- [7] I.A.A. Mekkawy & A.S. Mohammad, «Morphometrics and Meristics of the three Epinepheline Species: *Cephalopholisargus* (Bloch And Schneider, 1801), *Cephalopholisminiata* (Forsskal, 1775) and *Variolalouti* (Forsskal, 1775) from the Red Sea.» *Egypt Journal Biological Sciences*, 11 (1): 10-21, 2011.
DOI: 10.3923/jbs.2011.10.21.
- [8] L.M. Risch, *Bagridae*. In: Lévêque C., Paugy D. & Teugels G.G. (Eds). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. ORSTOM (Paris) / MRAC (Tervuren), Tome II: 395-431, 1992.
- [9] T.A.S. Ouattara, K. M. Konan, K. J. Konan, A. B. Adepo-Gourene, B. C. Atse, A.S.P. N'Guetta, «Morphological identification and taxonomic relationship of farmed fish of the genus *chrysichthys*» *International Journal of Research In Earth & Environmental Sciences*, 1 (3), 2014.
- [10] C. Turan, «Stock identification of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) using morphometric and meristic characters.» *ICES Journal of Marine Science* 61: 774-781, 2004.
DOI: 10.1016/j.icesjms.2004.05.001
- [11] B. Adepo-Gourene et G. Gourene, «Différenciation morphologique des populations naturelles d'une sous-espèce de tilapia *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 (Teleostei; Cichlidae) de Côte d'Ivoire.» *Sciences et Natures*. 5 (1): 15-27, 2008.
DOI: 10.4314/scinat.v5i1.42148.
- [12] T.A.S. Ouattara, A.C. Bonny, K. M. Konan, A.B. Adepo-Gourene and G. Gourene, «Morphological and genetic characterization of *Chrysichthys* species from the Bia river (Cote D'Ivoire) » *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*; 6 (1): 116-121, 2018.
- [13] M. Kaya, S. Mater and A.Y. Korkut, «A New Grey Mullet Species »*Mugil soiuy Basilewsky*" (Teleostei: *Mugilidae*) from the Aegean Coast of Turkey,« *Turkish Journal of Zoology*, 22: 303-306, 1998.
<https://journals.tubitak.gov.tr/zoology/vol22/iss4/6>.
- [14] K.T. Konan, «Systématique des poissons de la famille des *mugilidae* du lac Fahé et des hydrosystèmes lagunaires de côte d'Ivoire,» Thèse de doctorat, Université Nangui Abrogoua: 155 p, 2014.

Influence du milieu social sur les questions posées par les enfants de 3 à 6 ans dans la cité de Lodja en RD Congo

[Influence of the social environment on the questions asked by children aged 3 to 6 in the city of Lodja in DR Congo]

N'Sodi Bin Diyonga Marc

Chef de Travaux, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Université de Lodja, RD Congo

Copyright © 2023 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 investigated the influence of the social environment on the questions asked by 3-6 year olds in the city of Lodja. To do this, we asked ourselves why children aged 3 to 6 ask a lot of questions and how the immediate environment (parents, teachers, brothers and sisters) reacts to the questions asked by the children. To answer these questions, we asked 50 parents whose children were aged 3 to 6. At the end of the analyses, we found that it is curiosity (90%) and the desire to know the realities of the world or the environment around them, so that they can grow up (40%), that pushes children to ask their parents a lot of questions; more often than not, parents do not have the time to answer the questions asked by their children. Only 30% are used to answering them; the refusal to answer the child's questions can generate the following consequences: deprivation of the information he needs, sadness, trauma, shyness, frustration, revolt against the environment and loss of confidence in the parents.

KEYWORDS: Age questionnaire, social environment, language development, Lodja.

RESUME: Cette étude a porté sur l'influence du milieu social sur les questions posées par les enfants de 3 à 6 ans dans la cité de Lodja. Pour ce faire, nous nous sommes posé les questions de savoir pourquoi les enfants de 3 à 6 ans posent-ils beaucoup de questions ? et comment l'environnement immédiat (parents, enseignants, frères et sœurs), réagit-il aux questions posées par les enfants ? pour y répondre, nous avons posé des questions à 50 parents dont les enfants ont l'âge de 3 à 6 ans. Nous avons constaté, à la fin des analyses que c'est la curiosité (90%) et le souci de connaître les réalités du monde ou du milieu qui les entoure, afin qu'ils deviennent grand (40%) qui poussent les enfants à poser beaucoup de questions à ses parents; le plus souvent, les parents n'ont pas le temps de répondre aux questions posées par leurs enfants. Seulement 30% qui ont l'habitude d'y répondre; le refus de répondre aux questions de l'enfant peut générer les conséquences suivantes: la privation des informations dont il a besoin, la tristesse, le traumatisme, la timidité, la frustration, le révolte contre l'entourage et la perte de confiance envers les parents.

MOTS-CLEFS: Age questionnaire, milieu social, développement langagière, Lodja.

1 INTRODUCTION

De nos jours, les enfants sont de plus en plus confrontés à plusieurs réalités du monde où ils se trouvent. Ce qui explique que les réalités les exposent, dès leur plus jeune âge, à des contenus qu'ils n'arrivent pas encore à interpréter. De plus, entre 3 et 4 ans, l'enfant découvre son cœur et celui des autres, il s'aperçoit de la différenciation des sexes et se questionne et les premières interrogations apparaissent.

Généralement, c'est entre 3 et 4 ans que l'enfant fait l'expérience de l'exploration et de la découverte de soi et du milieu ambiant. Cette double découverte provoque chez lui un état d'émerveillement et de poser des nombreuses questions de curiosité que possède tout jeune enfant, ce qui témoigne de la première manifestation de l'intelligence. À cet âge, un enfant s'ouvre sur le monde et fait de nombreuses découvertes. Toutefois, *il ne comprend pas toujours ce qu'il observe*, ce qui le pousse à poser des questions comme: « Pourquoi le ciel est-il bleu ? », « Pourquoi la pluie tombe du ciel ? », « Pourquoi le bébé n'a pas de cheveux ? ».

Grâce à ses « pourquoi », le tout-petit obtient des réponses qui lui permettent d'acquérir de nouvelles connaissances et de mieux comprendre le monde qui l'entoure. Les réponses à ses « pourquoi » peuvent aussi le rassurer lorsque certaines choses l'inquiètent ou tout simplement satisfaire sa grande curiosité quand il fait de nouvelles découvertes ou vit de nouvelles expériences, comme voir un nouveau-né pour la première fois (<https://naitreetgrandir.com/fr/etape/3-5-ans/developpement/fiche.aspx?doc=age-pourquoi>).

Certains enfants posent énormément de questions sur des choses qui les passionnent, comme les insectes ou les voitures. D'autres, par contre, s'intéressent à des sujets très variés. Quelques thèmes, comme Dieu, la sexualité et la mort, sont toutefois universels.

Nous avons été, à plusieurs fois, confrontés à des enfants posant des questions sur les réalités du monde. Mais pour l'entourage des enfants, leurs réponses sont souvent bien différentes: *Certains disent qu'il ne faut pas les répondre, ce n'est pas notre rôle, il faut les orienter chez leurs parents, leur expliquant simplement que ce ne sont pas des choses qu'il faut dire aux petits enfants, etc.* Ainsi, nos préoccupations, à travers cette étude, sont celles de savoir: (1) Pourquoi les enfants de 3 à 6 ans posent-ils beaucoup de questions ? (2) Comment l'environnement immédiat (parents, enseignants, frères et sœurs), réagit-il aux questions posées par les enfants ?

Au regard des questions posées, nos hypothèses se présentent de la manière suivante: (1) Les petits enfants de 3 à 6 ans posent beaucoup de questions pour explorer le monde où ils vivent et le but serait de comprendre, apprendre dès la naissance les réalités du monde, graduellement des nouvelles habiletés, des nouvelles compétences ainsi que le goût de continuer à apprendre. (2) Les parents réagiraient différemment, certains seraient très ouvertes et d'autres n'imagineraient pas répondre aux préoccupations de leurs enfants.

1.1 CADRE THÉORIQUE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ENFANT

Selon Piaget, la croissance se poursuit de manière régulière. Sa conception de l'évolution peut être subdivisée en 4 niveaux:

- de 0 à 2 ans (stade sensori-moteur);
- de 2 à 6 ans (stade préopératoire);
- de 6 à 10 ans (stade des opérations concrètes);
- de 10 à 16 ans (stade des opérations formelles).

1.1.1 STADE PRÉ-OPÉRATOIRE (2-6 OU 7 ANS)

Deux ans, c'est l'âge de ce que l'on appelle le terrible deux, ou crise des deux ans. C'est aussi à cet âge que débute le deuxième stade de développement de la théorie de Piaget. À partir de 3 ans un événement important se produit dans la vie d'un enfant: *la scolarisation* (éducation infantile). Celle-ci comprend un aspect social très important.

L'enfant commence à entrer en relation avec les autres enfants de son âge, alors que jusque-là, ses relations étaient uniquement avec les autres membres de la famille.

Comment communiquent les enfants de 2 à 7 ans ? Bien qu'entre 3 et 7 ans se produise une énorme augmentation du vocabulaire, les enfants durant la petite enfance *pense de manière égocentrique, ce qui veut dire que l'enfant pense en accord avec ses expériences individuelles*, ce qui fait que leurs pensées sont encore assez statiques, intuitives et qu'elles manquent de logique. C'est pour cela qu'il est assez fréquent qu'un enfant de 6 ans commette des erreurs que cela soit pour interpréter un événement ou pour l'exprimer.

Parler à la troisième personne en se référant à soi-même est tout à fait normal à cet âge, car l'enfant ne comprend pas encore très bien le concept du "moi" qui le sépare du reste du monde. *Entre 2 et 7 ans les enfants sont très curieux* et ont une grande envie de découvrir et d'acquérir des connaissances, ils demanderont ainsi à leurs parents "pourquoi ?" à propos de presque tout.

Dans ce stade les enfants *attribuent leurs sentiments ou leurs pensées humaines aux objets*. Ce phénomène est connu comme *l'animisme*.

La pensée « égocentrique » selon la théorie de Piaget: Pourquoi les enfants ne sont-ils pas capables de se mettre à la place des autres pendant ce stade de leur développement? Cela peut être mis en relation avec *"la théorie de l'esprit"* qui fait référence à la capacité de se mettre dans la tête d'une autre personne, c'est à dire la capacité de se mettre à la place d'autrui. Les enfants ne développent pas cette habileté cognitive avant les 4 ou 5 ans. C'est pour cela qu'un enfant pense que "les autres voient et pensent comme lui". Cette théorie nous aide à expliquer pourquoi les enfants ne savent pas mentir ni utiliser l'ironie jusqu'à l'âge de 5 ans.

Chacune de ces limitations du stade préopératoire sera dépassée après les 6 ou 7 ans lors du prochain stade de développement cognitif et ira en se consolidant jusqu'à 14 ou 15 ans.

2 MÉTHODOLOGIE SUIVIE

Notre travail concerne les enfants dont leur âge varie entre 3 et 6 ans, habitant les 25 quartiers de la cité de LODJA. À cause des difficultés de questionner ces enfants, nous avons opté pour les parents. Pour y parvenir, nous avons opté par l'échantillonnage occasionnel. Concrètement, nous avons interrogé 50 parents d'enfants concernés par cette recherche.

Notre échantillon se compose aussi bien des parents homme que femme, tel que repris dans le tableau suivant:

Tableau 1. Répartition des enquêtés par genre et quartier

N°	QUARTIER	Genre	
		Féminin	Masculin
01	Lokenye	3	2
02	Londa	4	1
03	Diengenga	2	3
04	Edingo	4	1
05	Edinga	2	3
06	Asami	4	1
07	Lumumba	2	3
08	Okitandeke	2	3
09	Otekele	2	3
10	Loshakoyi	3	2

Sources: Nos enquêtes sur terrain

Repartis par tranche d'âge, nos enquêtés sont regroupés comme suit:

Tableau 2. Répartition des enquêtes selon leur tranche d'âge

Tranche d'Age	Fréquence	Pourcentage
20-29	05	10
30-49	18	36
50-59	27	54
Total	50	100

Sources: Nos enquêtes sur terrain

Il la majorité d'enquêté à l'âge compris entre 50 et 59 ans (54%). Par la suite, 36% est composé de ceux ayant 30 et 49 ans, puis 10% avec ceux de 20 à 29 ans.

Par niveau d'études, les enquêtés se répartissent de la manière suivante:

Tableau 3. Répartition des enquêtés selon leur niveau d'étude

Niveau d'étude	Fréquence	Pourcentage
Secondaire	35	70
Supérieur	15	30
TOTAL	50	100

Sources: Nos enquêtés sur terrain.

De ce tableau, l'on constate que 70% de sujets sont du niveau secondaire, et 30% sont du niveau supérieur.

La méthode d'enquête nous a servi de cerner les causes de refus de répondre aux questions des enfants par les parents-éducateurs. Pour récolter les données, nous avons recouru à la technique du questionnaire. Les réactions des enquêtés ont été transformées en fréquences, lesquelles furent converties en pourcentage pour faciliter l'interprétation.

3 RÉSULTATS

Dans cette partie, il sera pour nous de présenter les résultats auxquels nous avons abouti. Par conséquent, toutes les informations obtenues sont cosignées dans les tableaux.

Tableau 4. Raisons de questionnement des enfants

N°	Raisons des questions	Fréquence	Pourcentage
01	Age de curiosité	45	90
02	Connaitre les réalités du monde ou du milieu qui les entoure pour devenir grand	20	40
03	S'informer pour se développer, apprendre pour se préparer aux études scolaires	3	6

Sources: nos enquêtes sur terrain

Pour la majorité des enquêtés, c'est la curiosité qui pousse les enfants à poser beaucoup de questions à ses parents (90%). D'autres, par contre, affirment que ces questions permettent aux enfants de connaître les réalités du monde ou du milieu qui les entoure, afin qu'ils deviennent grand (40%), et, leur permettent de s'informer pour leur développement, d'apprendre pour se préparer aux études scolaires (6%).

Tableau 5. Disponibilité des parents à répondre aux questions posées par les enfants

N°	Disponibilité à répondre aux questions des enfants	Fréquence	Pourcentage
01	Souvent	15	30
02	Rarement	5	10
03	Pas du temps	7	14
04	Jamais	22	44
	Total	50	100

Source: Nos enquêtes sur terrain

La lecture de ce tableau renseigne que le plus souvent, les parents n'ont pas le temps de répondre aux questions posées par leurs enfants. Seulement 30% qui ont l'habitude d'y répondre.

Quelles sont les conséquences de refus de répondre aux questions des enfants par les parents ? Cette interrogation a suscité les réactions suivantes, de la part des enquêtés.

Tableau 6. Conséquences de refus de répondre aux questions des enfants.

N°	Réaction des sujets	F	M
01	Perte de confiance envers les parents	5	10
02	Manquement des informations dont ils ont besoin	20	40
03	Triste, traumatisé, timide et frustré	13	26
04	Se révolter contre l'entourage	12	24

Source Nos enquêtes sur terrain.

A la lumière de ce tableau, nous constatons que le refus de répondre aux questions de l'enfant peut générer les conséquences suivantes: la privation des informations dont il a besoin, la tristesse, le traumatisme, la timidité, la frustration, le révolte contre l'entourage et la perte de confiance envers les parents.

4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Il est évident que répondre à toutes les questions des enfants n'est pas aisé. Mais lorsque les parents ne répondent pas à ses questions, il est possible qu'il s'invente lui-même une réponse, car son imaginaire est en plein développement. Il peut aussi décider de questionner une autre personne. Il est donc préférable que les parents lui donnent l'information juste, avec les mots qui vous conviennent. De préférence, lui donner des réponses courtes et adaptées à son âge, lui donner uniquement l'information qu'il est prêt à entendre, car les explications très compliquées peuvent être difficiles à comprendre pour lui. Si les parents ignorent la réponse à sa question, ils doivent l'admettre tout simplement. Par contre, si un parent croit que son partenaire connaît la réponse, il peut inviter son tout-petit à lui poser la question. Ils peuvent aussi chercher la réponse avec leur enfant dans un livre ou sur Internet.

Par contre, dans le cas où certains sujets rendent mal à l'aise, il est préférable d'utiliser des livres qui aideront à mettre des mots sur les questionnements de l'enfant. Les images peuvent également lui donner des pistes de réponses qui rendront les explications plus claires et concrètes pour lui. Dans le cas où les parents croient que son enfant lui pose des questions dont il connaît déjà la réponse, il est important de lui demander de trouver la réponse dans sa tête. Félicitez-le s'il connaît la réponse et complétez-la s'il manque des éléments. S'il pose de telles questions, ce n'est pas pour embêter, mais plutôt pour vérifier ce qu'il se rappelle.

Si l'enfant pose plusieurs fois la même question, en la formulant de différentes manières, c'est probablement parce qu'il y a certains aspects de réponse de parent qui ne sont pas clairs pour lui. Il faudra lui répéter alors la réponse qui lui a été donnée ultérieurement et lui demander ce qu'il ne comprend pas dans son explication.

Enfin, il est probable qu'à la fin d'une journée épuisante, le parent n'ait pas toujours l'énergie pour répondre aux interrogations de son enfant. Dans ces cas-là, il faudra qu'il garde son calme et dire à l'enfant que ses questions sont excellentes, mais que la tête est trop fatiguée pour trouver les réponses maintenant; on lui demande seulement d'essayer de se souvenir de ses questions pour qu'on en reparle plus tard. Le parent peut aussi ne pas avoir envie de répondre parce que la question traite d'un sujet avec lequel il n'est pas à l'aise (ex.: mort, sexualité, guerre, maladie). L'utilisation de réponses courtes l'aidera à en discuter plus simplement. S'il vit des moments pénibles et il se sent incapable de répondre, il doit dire à son enfant qu'il aura la réponse plus tard, ou carrément demander à une autre personne de le faire à sa place. De nombreux livres jeunesse traitent de ces thèmes et peuvent être très utiles.

5 CONCLUSION

Au terme de cette recherche portant sur l'influence du milieu social sur les questions posées par les enfants de 3 à 6 ans dans la cité de Lodja, nous nous sommes posé les questions suivantes: pourquoi les enfants de 3 à 6 ans posent-ils beaucoup de questions ? et comment l'environnement immédiat (parents, enseignants, frères et sœurs), réagit-il aux questions posées par les enfants ?

Dans le souci de répondre à ces questions, nous avons posé des questions à 50 parents dont les enfants ont l'âge de 3 à 6 ans. Les réponses fournies ont été traduites en fréquences, lesquelles ont été, à leur tour, converties en pourcentages.

A l'issue de ces opérations, nous sommes arrivés à la conclusion suivante:

- Pour la majorité des enquêtés, c'est la curiosité qui pousse les enfants à poser beaucoup de questions à ses parents (90%). Pour d'autres, ces questions permettent aux enfants de connaître les réalités du monde ou du milieu qui les entoure, afin qu'ils deviennent grand (40%), et, leur permettent de s'informer pour leur développement, d'apprendre pour se préparer aux études scolaires (6%).
- Le plus souvent, les parents n'ont pas le temps de répondre aux questions posées par leurs enfants. Seulement 30% qui ont l'habitude d'y répondre.
- Le refus de répondre aux questions de l'enfant peut générer les conséquences suivantes: la privation des informations dont il a besoin, la tristesse, le traumatisme, la timidité, la frustration, le révolte contre l'entourage et la perte de confiance envers les parents.

Le mérite de ce travail est d'avoir démontré que les parents, dans le milieu de notre étude (Lodja), n'apprécient pas répondre aux questions de leurs enfants. Cette pratique ne permet pas aux enfants de bien évoluer, sur le plan cognitif.

Par contre, notre échantillon (occasionnel) ne nous permet pas d'étendre nos conclusions. Aussi, le manque de détail sur la nature des questions soulevées par les enfants n'a pas été prise en compte. Par conséquent, d'autres chercheurs, intéressés par le thème, peuvent l'approfondir en scrutant les aspects qui n'étaient pas prises en charge.

REFERENCES

- [1] Baussier, S. (2010). Le Kididoc des pourquoi ? Paris: Éditions Nathan.
- [2] Bongongo (2009), vocabulaire spécialisé de l'enseignement et de la pédagogie.
- [3] De Landesheere, G. (1970). Introduction à la recherche. Paris: Georgette Those.
- [4] Dewey, J. (1979). Démocratie et éducation. Paris: Armand- colin.
- [5] Durkheim, E. (1999). Éducation et sociologie. Paris: PUF.
- [6] Hachette (2005). Dictionnaire français. Paris: PUF.
- [7] Henri Pieron (1979). Vocabulaire de la psychologie. Paris: PUF.
- [8] Le Robert (2011). Dictionnaire français. Paris: robert.
- [9] Mucchielli, R. (1974). La personnalité de l'enfant, son édification de la naissance à l'adulte.
- [10] Ngongo D. (1922). La recherche scientifique en éducation. RDC: Lubumbashi.
- [11] Osterieth (1966). La cause des enfants. Paris: Robert Lafond.
- [12] Pericchi, C. (2006). Le pourquoi des pourquoi. Paris: Marabout.
- [13] Piaget, J. (1986). La psychologie de l'enfant. Paris: PUF.
- [14] Ricochet J. (2000). Les livres par thèmes. <http://ricochet-livres-jeunesse.fr>.
- [15] Solène Bourque (2018). Naitre et grandir.
<https://naitreetgrandir.com/fr/etape/3-5-ans/developpement/fiche.aspx?doc=age-pourquoi>.

Incidence d'estime de soi sur le rendement en mathématiques des écoliers de 6^e année de la Ville Province de Kinshasa

[Correlation between self-esteem and performance in mathematics of 6th grade students in the City Province of Kinshasa]

GUMEAVUKILI TAWANE Ferdinanda¹ and MBADU KHONDE Léon²

¹Chercheuse indépendante, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Université de Kinshasa, RD Congo

²Professeur, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Université de Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this study was to identify the degree of correlation between the self-esteem of Grade 6 students in the Provincial City of Kinshasa and their performance in mathematics. To do this, we collected data from 850 students in 14 schools, using a self-esteem questionnaire and the mathematics test.

After statistical analyses, we found that self-esteem affects students' performance in mathematics. Indeed, students who consider themselves strong in mathematics performed well, while those who consider themselves weak performed poorly. Therefore, we need to foster students' good self-perception, as this can affect their academic development positively or negatively.

KEYWORDS: Self-efficacy, self-esteem, Kinshasa city, mathematics, 6th primary.

RESUME: Cette étude vise à identifier l'incidence d'estime de soi des écoliers de 6^e année de la Ville Province de Kinshasa sur leur rendement en mathématiques. Pour ce faire, nous avons collecté les données auprès de 850 écoliers appartenant à 14 écoles, par le truchement d'un questionnaire d'estime de soi et de l'épreuve de mathématiques.

Après les analyses statistiques, nous avons abouti aux résultats selon lesquels l'estime de soi affecte le rendement des écoliers en mathématiques. En effet, les écoliers qui s'estime fort en mathématiques ont obtenus des bons rendements, alors que ceux qui s'estiment faibles, ont obtenus des rendements faibles. Par conséquent, nous devons favoriser la bonne perception des écoliers par eux-mêmes, car cela peut affecter positivement ou négativement leur évolution scolaire.

MOTS-CLEFS: Efficacité personnelle, estime de soi, ville de Kinshasa, mathématiques, 6^e primaire.

1 INTRODUCTION

Les performances des écoliers de la République Démocratique du Congo en mathématiques sont devenues actuellement une préoccupation pour les écoliers, les parents, les enseignants, les gestionnaires, les décideurs et les chercheurs, en cette décennie où la recherche de la qualité dans les écoles s'apparente à une obsession, souligne Issoy (2013, p.1). Elle constitue le baromètre de la vie ou de la survie des écoles pour les enseignants et les chefs d'établissements. Le succès devient une marque de qualité qui confère aux écoles un caractère de sérieux, intéressant en premier le choix pour les parents.

Carron et Châu (1998) l'ont souligné: « Le premier élément obligatoire dans tout programme d'éducation de base est la maîtrise de la lecture, de l'écriture, de l'arithmétique et de la résolution des problèmes ».

En sortant de l'école primaire, l'enfant doit savoir lire, écrire et calculer comme le mentionne le programme national d'enseignement primaire (2011, p.9). C'est pourquoi, ce programme accorde aux mathématiques une place de choix à l'école primaire. En réalité, chaque année, les enseignants, les élèves, les parents et les administrateurs s'interrogent sur les échecs observés dans cette discipline comme le mentionne Kambale (1991) cité par (Boika 2014, p.1). Monteil et Huguet (2002) cités par Dias et Ouvrier-Buffer (2018) notent que la réussite et l'échec scolaire font partie des préoccupations centrales des praticiens du système éducatif. Ils le sont également pour les parents et les élèves qui sont directement concernés. Le souhait de tous étant, bien évidemment, de favoriser la première afin d'éviter la seconde.

Pour Fortin et Picard (1999) que citent Dias et Ouvrier-Buffer (2018, p.9), l'échec scolaire préoccupe en raison des conséquences délétères qu'il peut faire encourir à ceux qui en souffrent. Par exemple, l'échec scolaire peut conduire au décrochage scolaire qui laissera les élèves sans diplôme. L'abandon scolaire est un problème social dont les conséquences peuvent être lourdes pour les jeunes aussi bien au niveau personnel que professionnel.

Beaucoup de facteurs peuvent expliquer cette situation d'échec, notamment le niveau socio-économique des parents, la non qualification des enseignants, l'inadaptation des méthodes d'enseignement, le manque des matériels didactiques, l'attitude des écoliers vis-à-vis des enseignants ou de la discipline elle-même.

Actuellement, beaucoup de chercheurs se penchent sur cette question, pour tenter de trouver les autres facteurs explicatifs des échecs massifs des écoliers en mathématiques, afin d'améliorer, à la longue, les résultats de ces écoliers dans cette discipline. C'est dans cette perspective que nous avons porté notre attention sur l'auto-perception des écoliers de 6^e année primaire de Kinshasa et son incidence sur les performances en mathématiques.

2 PROBLÉMATIQUE

Il est vrai que les mathématiques sont nées avec les premiers hommes, et leurs évolutions chez les peuples marquent les principales étapes du développement technologique du monde. Ainsi, depuis son existence, l'homme avait intérêt à savoir compter, mesurer et résoudre les problèmes. Au fur et à mesure que la civilisation devenait plus complexe, les mathématiques devenaient incontournables à l'existence. Il lui avait fallu appliquer les notions de mathématiques dans ses différentes opérations de comptage, de mesurage et de résolution des problèmes pour plus de précision, d'exactitude, de rigueur et d'ordre afin de rendre plus crédible le résultat de son travail.

Dans cette optique, Kogbetllantz (2007, p.8) souligne que, les mathématiques modernes ont transformé complètement les sciences physiques, ensuite les conditions de la vie sociale. Elles sont responsables du machinisme et de l'industrie; c'est aux mathématiques que nous devons les formes actuelles de notre vie.

Au regard de cette plus grande importance dans la transformation de la vie humaine et de la société, il devient indispensable d'apprendre ses notions dès le jeune âge, dont la maîtrise présente beaucoup d'avantages en perspective de la vie.

A cet effet, Mialaret (1967, p.18) affirme qu'une « bonne formation mathématique est essentielle pour l'adaptation à la vie actuelle. Dans notre monde, tout se quantifie, tout s'exprime par des résultats numériques, par des statistiques. Initier nos jeunes gens aux mystères de mathématiques, c'est les équiper intellectuellement pour participer à la vie de la cité. C'est aussi leurs permettre de jouer correctement leur rôle de citoyen ».

Les études menées par Hug (1988, p.6), Silla (2004, p.207) et Durpaire et al. (2006) reconnaissent que « l'enseignement des mathématiques développe les capacités d'expérimentation et de raisonnement, d'imagination et d'esprit critique. Il offre un ensemble cohérent et satisfaisant pour l'esprit. La maîtrise des mathématiques élargit les possibilités d'apprentissages ultérieurs de l'apprenant. C'est pourquoi ses connaissances de base doivent être accessibles à tous ». Duncan et al. (2007, p.2) sous-tendent à l'issue de six études internationales et longitudinales que le degré de préparation à la mathématique à l'entrée à l'école des jeunes enfants, s'avérait déterminant pour leur réussite scolaire. Les apprenants qui maîtrisent les notions de mathématiques sont logiques, méthodiques et cohérents dans leurs manières de travailler.

Comme l'avaient affirmé Carron et Châu (1998, p. 277), le premier élément obligatoire dans tout programme d'éducation de base, est la maîtrise de la lecture, de l'écriture, de l'arithmétique et de la résolution des problèmes.

Dans le programme national d'enseignement primaire de la République Démocratique du Congo (2011, pp.9-11), la mathématique fait partie des disciplines de premier groupe, composées des connaissances et compétences relevant du domaine instrumental. Car, elles développent des mécanismes essentiels d'acquisition et d'appréciation du savoir, grâce auxquels se construisent des savoirs ultérieurs. Cependant, en dépit de ce caractère fondamental, les mathématiques demeurent, comme l'ont fait savoir Colsaït (2015, p.47), Ashcroft (2001) et Calmelet (2012) cités par Dias et Ouvrier-Buffer (2018), une discipline qui pose problème. Les mathématiques sont réputées être une matière difficile. Les performances des

élèves dans l'usage des connaissances en calcul mental et en problème (y compris dans le domaine des mesures) sont très préoccupantes.

Dans le rapport d'une étude menée auprès des écoliers de 2^e et 5^e année primaire des écoles de la République Démocratique du Congo (RDC), la conférence des ministres de l'éducation des pays ayant le français en partage, (CONFEMEN en sigle), (2011, p.26) révèle que le rendement des écoliers au test de mathématiques reste relativement faible et l'échec scolaire n'est pas négligeable. Aussi, Kabeya (2011, p.47) a trouvé que les écoliers ont réalisé un MML (minimal mastery level ou seuil minimal de maîtrise) de 40,3% et un DML (desired mastery level ou seuil désiré de maîtrise) de 10,41% en mathématiques.

Estimé à 50%, le MML indique la proportion des apprenants qui ont obtenu au moins 50% de points à l'épreuve. Le DML indique la proportion des écoliers ayant obtenu au moins 70% de points à l'épreuve. Il suffit de comparer les résultats issus du test avec ces seuils pour constater la faiblesse du rendement de ces écoliers en mathématiques.

Mande (1976), Banwitiya (1985), Kambale (1991), Bambale (2000) et Wasanga (2000) (cités par Boika 2014, p.1) renchérissent que le rendement en mathématiques demeure faible dans les écoles de Kisangani. Pour eux, beaucoup d'élèves ne comprennent pas les mathématiques et en conséquence, ils échouent. Les échecs enregistrés sont effrayants dans ce cours.

Pour expliquer ces échecs, certains chercheurs (Deschamps et al., 1981; Hernstein, 1971 et Jensen, 1969) cités par Bawa (2007, p.4) mettent en avant des disparités naturelles dans la distribution des aptitudes intellectuelles, et par conséquent de la réussite scolaire. Pour ces auteurs, l'échec scolaire est un problème individuel, résultant d'un handicap intellectuel. Leurs études montrent une corrélation allant de .65 à .75 entre les résultats positifs aux tests d'intelligence et la réussite scolaire.

Pourtant, des dispositions affectives fortes, soulignent Betz (1978) et Tobias (1980) cités par Tamse (1993, p.30) sont aussi indispensables afin de surmonter les difficultés qu'imposent les mathématiques. Pour ces auteurs, les dispositions affectives (estime de soi, le sentiment d'efficacité...) peuvent donc être des stimulants pour l'apprentissage, mais elles peuvent aussi interférer en rendant les facteurs cognitifs de l'apprentissage moins actifs, donc moins efficaces. Une fois acquises, ces dispositions intérieures de l'individu deviennent elles-mêmes les instruments d'acquisition: il faut les voir comme des conditions susceptibles d'influencer tout apprentissage subséquent.

Au regard de ce qui précède, il y a lieu de se poser la question suivante: quelle est la perception que les écoliers de 6^e année primaire de Kinshasa se font de mathématiques ? cette question donne lieu aux deux autres qui suivent:

- Comment les écoliers de la 6^e année de la Ville Province de Kinshasa s'estiment vis-à-vis de mathématiques ?
- Les performances des écoliers en mathématiques sont-elles fonction de leur degré d'auto-perception ? Autrement, à quel niveau l'auto-perception influe-t-elle sur les performances des écoliers de 6^e année de Kinshasa en mathématiques ?

De ce qui précède, il s'avère logique de penser que les écoliers de 6^e année primaire de Kinshasa auraient une perception négative de leur capacité en mathématique. En d'autres termes:

- Cette perception a une implication négative sur leurs performances en mathématiques.
- Elle influencerait aussi certaines variables sociodémographiques telles que le sexe, l'école et l'âge.

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 POPULATION ET ÉCHANTILLON D'ÉTUDE

Les données exploitées pour cette publication proviennent d'une recherche transversale menée par nous-mêmes au cours de l'année scolaire 2020-2021. Un échantillonnage stratifié pondéré d'écoles a été effectué dans la Ville Province de Kinshasa. Le nombre d'écoles retenues dans cette étude est basé sur la structure du système éducatif de la République démocratique du Congo. En effet, trois catégories d'écoles, connues sous le nom de « réseaux », sont organisées dans ce pays: des écoles publiques non conventionnées (EPUNC), des écoles publiques conventionnées (EPUC) et des écoles privées (EPR). Les EPUNC sont à la fois financées et gérées par l'État. Les EPUC sont, en principe, financées par l'État et gérées par l'Église, tandis que les EPR sont financées et gérées par leurs promoteurs, qui sont, de manière générale, des particuliers ou des associations.

Considérant cette structure, la procédure d'échantillonnage a consisté, dans un premier temps, en la sélection aléatoire, dans chaque réseau, d'un nombre d'écoles proportionnel au nombre total d'écoles que compte le réseau dans la ville de Kinshasa. Ensuite, dans une école disposant d'une ou de deux classes de sixième année primaire, ces dernières ont d'office été retenues dans l'échantillon d'étude, car notre souci était de travailler avec une seule classe par école. Par contre, étant donné

les effectifs pléthoriques des classes en R.D. Congo, en général et particulièrement dans la ville Province de Kinshasa, pour une école ayant plus de deux classes de 6^e année, seulement une classe a été sélectionnée aléatoirement, en recourant à la technique de l'urne, en procédant au tirage avec remise, pour faire partie de l'échantillon. Enfin, tous les élèves des classes sélectionnées ont été retenus pour la recherche. Cette procédure d'échantillonnage a conduit à la sélection de 14 écoles, 14 classes et 856 élèves (Tableau 2.1).

Tableau 1. Échantillon de l'étude par commune

N°	Communes	Ecoles	Effectif d'élèves
1	GOMBE	4	233
2	LIMETE	5	292
3	LEMBA	2	159
4	KISENSO	2	119
5	KALAMU	1	53
TOTAL		14	856

Les données de ce tableau révèlent clairement qu'il y a 5 communes sélectionnées aléatoirement dont la Commune de Gombe avec 4 écoles, la Commune de Limete représentée par 5 écoles, celle de Lemba avec 2 écoles, Kisenso avec 2 écoles et Kalamu avec une seule école.

La composition de notre échantillon se présente comme suit:

Tableau 2. Répartition de l'échantillon par école

Ecole	Réseau	Effectifs	Pourcentage
Lycée Ntinu- Wene	Conventionné	59	6,9
C.S. Saint Marc	Conventionné	63	7,4
EP 1 Sainte Anne	Conventionné	69	8,1
EP 2 Sainte Anne	Conventionné	51	6
EP 2 Sainte Marie	Conventionné	67	7,8
Collège Boboto	Conventionné	46	5,4
EP 12 Kisenso	Conventionné	39	4,6
EP 4 Lemba	Conventionné	61	7,1
EPA 2 Mokengeli	Conventionné	98	11,4
EP 8 Kisenso	Conventionné	80	9,3
EPA 2 Limete	Non conventionné	59	6,9
EP 2 Yolo-Sud	Non conventionné	53	6,2
Collège Pierre Nengende	Privé	52	6,1
C.S. Cardinal Malula	Privé	59	6,9
Total		856	100

Comme on peut le constater, notre échantillon est composé de 856 écoliers venant de 14 écoles. L'école la moins peuplée est l'E.P 12 Kisenso, avec 39 écoliers, tandis que celle la plus peuplée est l'E.P.A 2 Mokengeli, renfermant 98 écoliers.

Tableau 3. Répartition de l'échantillon selon l'âge, le sexe, la fréquentation de l'école maternelle et le redoublement

Age	Sexe		Total
	Fille	Garçon	
10	15	8	23
11	133	101	234
12	189	194	383
13	72	91	163
14	23	17	40
15	2	9	11
16	1	1	2
Fréquentation de l'école maternelle			
Non	160	148	308
Oui	275	273	548
Redoublement			
Non	423	411	834
Oui	12	10	22
Total	435 (50,8%)	421 (49,2%)	856 (100)

Le contenu de tableau 3 prouve que les filles sont majoritaires (50,8%) par rapport aux garçons (49,2%). Aussi, il s'avère que les enfants âgés de 12 ans sont majoritaires (44,7%), suivis de ceux de 11 ans (27,3%) et 13 ans (19%). Les enfants d'autres âges sont minoritaires.

Nous constatons que les écoliers qui ont fréquenté l'école maternelle sont plus nombreux (64%) que ceux qui ne l'ont pas fréquenté (36%). Parmi ceux qui ne l'ont pas fréquenté, les filles viennent en première position. Enfin, 97,4% d'écoliers viennent de la classe inférieure (donc la 5^e année primaire), contre 2,6% qui redoublent la même classe de 6^e année.

3.2 INSTRUMENT DE COLLECTE DES DONNÉES

Pour réaliser ce travail, nous avons considéré deux instruments, il s'agit du questionnaire d'estime de soi et de l'épreuve de mathématiques.

L'épreuve de mathématiques a été choisie afin de mesurer les performances des écoliers de la 6^{ème} année primaire en mathématiques et le questionnaire d'estime de soi pour relever le degré de satisfaction des écoliers vis-à-vis de ce qu'ils vivent à l'école ou en famille.

Composée de 66 questions dans sa version finale, l'épreuve de mathématique est conçue en fonction du contenu de programme national d'enseignement primaire, dans le respect des objectifs intermédiaires escomptés pour le degré terminal et de façon adaptée au niveau des élèves. Dans sa forme, l'épreuve comprend trois principales parties, dont l'identification du répondant, la consigne et les questions proprement dites. L'épreuve comprend les questions en rapport avec la numération, les fractions et les mesures de grandeurs.

Il convient de noter que l'épreuve a été administrée directement aux élèves avec une durée de 2 heures 15 minutes pour que chaque élève réponde. La surveillance était assurée par nous-même secondé d'un enseignant de ladite école.

Signalons que, l'épreuve a fait l'objet d'une cotation binaire avec un maximum de 66. La cote 1 indique la réussite et alors que la cote zéro indique un échec.

Nous avons exploité le questionnaire d'estime de soi pour dénicher le degré de satisfaction des écoliers de 6^{ème} année vis-à-vis de ce qui se passe dans leur classe. Il s'agit de leur auto-description vis-à-vis des mathématiques. Ce questionnaire comporte 24 questions avec possibilité de réponse sous l'échelle de Likert (allant de 1 à 5). Son alpha de Cronbach de 0,721 indique un instrument fiable.

Tableau 4. Coefficient alpha de Cronbach du questionnaire d'estime de soi et des sous-branches de mathématiques

	Numéros d'items	Nombre d'items	Valeur alpha de Cronbach
Estime de soi	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 et 24	24	0,721
Numération	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 et 44	35	0,909
Fraction	24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 et 32	9	0,800
Mesures de grandeur	De 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54a, 55b, 55a, 55b, 56, 57, 59, 59a, 59b, 59c, 60a, 60b, 60c	22	0,901

Comme on peut le constater, les valeurs du coefficient alpha de Cronbach obtenues pour le questionnaire d'estime de soi et les différentes sous-branches de mathématiques sont toutes satisfaisantes, car selon Lamoureux (2006), pour être acceptée, la valeur du coefficient doit être supérieure ou égale à 0,70.

3.3 VARIABLES RETENUES

Dans une recherche, on peut retrouver une ou plusieurs variables dépendantes et une ou plusieurs variables indépendantes. Comme variable dépendante, nous avons opté pour les rendements des écoliers de 6^e année en mathématiques. Tandis que l'estime de soi est retenu comme variable indépendante, et, les autres variables (sexe, l'âge, le redoublement, l'école d'appartenance, fréquentation de l'école maternelle) sont celles considérées comme variables de contrôle.

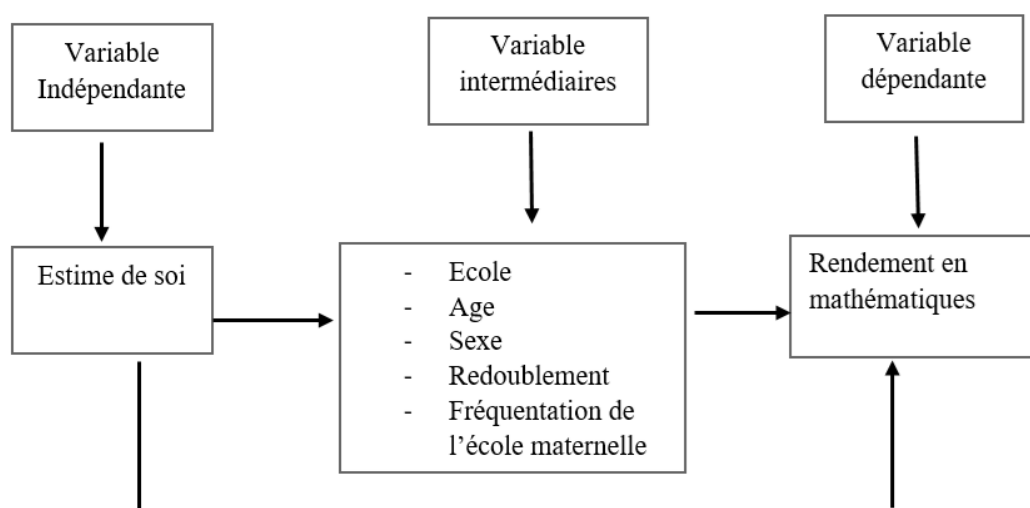


Fig. 1. Spécification des variables d'étude

3.4 TRAITEMENT DES DONNÉES

Pour analyser les données, nous nous sommes servi du logiciel « Statistic Package in Social Science » (en sigle SPSS version 20), afin de décrire l'estime de soi des écoliers envers les mathématiques, en calculant les fréquences d'apparition des réponses.

A l'issue de cette démarche, nous avons abouti aux résultats résumés ci-dessous.

4 RÉSULTATS

4.1 RÉSULTATS DE L'ESTIME DE SOI

Dans cette rubrique, nous avons séparé le questionnaire d'estime de soi en deux parties. La première concerne l'estime que les écoliers ont envers leur entourage et, le second se rapporte à l'estime relatif aux mathématiques.

4.1.1 ESTIME DE SOI ENVERS L'ÉCOLE

En scrutant les réponses des écoliers sur l'estime qu'ils ont de leur école, les résultats ci-dessous ont été observés.

Tableau 5. Résultat de l'estime de soi envers l'école

Questions	Aucune fois	Quelques fois	Très souvent
Combien de fois il t'arrive de te sentir inférieur (e) à la plupart des gens que tu connais ?	377	251	228
Combien de fois il t'arrive de te sentir punissable par tes erreurs ?	196	253	407
Il t'arrive de te sentir découragé au point de te dire que plus rien n'a d'importance ?	416	210	230
Combien de fois il t'arrive d'avoir l'impression de te détester toi-même ?	489	161	206
Combien de fois il t'arrive d'avoir l'impression que tu ne peux rien faire de convenable ? (en mathématique)	466	201	189
Combien de fois il t'arrive de t'inquiéter des critiques qui pouvaient être faites au sujet de ton travail par un de tes supérieurs (parents ou enseignants) ?	309	212	335
Combien de fois il t'arrive de te préoccuper des idées que tu as sur les gens ?	335	189	332
Dans un groupe, es-tu préoccupé de savoir ce qu'il faut dire ?	239	241	376
Quand il t'arrive de commettre une bêtise ou de te mettre dans une situation quelque peu ridicule, as-tu l'habitude d'y penser encore longtemps après ?	206	172	478
Combien de fois arrive-t-il d'être gêné par ta timidité ?	149	158	549
Combien de fois t'arrive-t-il d'être préoccupé par ce que les autres pensent de toi ?	335	198	323
Combien de fois t'arrive-t-il de te préoccuper de ce que les gens te perçoivent comme ayant échoué dans ton entreprise (école) ?	219	207	430

Les résultats de ce tableau indiquent que les écoliers (377) ne se sentent pas inférieurs à la plupart des gens qu'ils connaissent, ni découragé au point de se dire que plus rien n'a d'importance (416); ils n'ont pas l'impression de se détester eux-mêmes (489), ni l'impression qu'ils ne peuvent rien faire de convenable en mathématique (466). Aussi, ils ne se préoccupent pas des idées qu'ils ont sur les gens (335); ils ne se préoccupent pas de ce que les autres pensent d'eux (335).

Par contre, ils affirment qu'il leur arrive de se sentir punissable par leurs erreurs (407), de s'inquiéter des critiques qui pouvaient être faites au sujet de leur travail par un de leurs supérieurs, tels que parents ou enseignants (335). Aussi, dans un groupe, ils se préoccupent de savoir ce qu'il faut dire (376); et quand il leur arrive de commettre une bêtise ou de se mettre dans une situation quelque peu ridicule, ils ont l'habitude d'y penser encore longtemps après (478); ils se sentent gênés par la timidité (549) et se préoccupent souvent de ce que les autres pensent les perçoivent comme ayant échoué dans leur école (430).

Comme on peut le constater sur le graphique ci-dessous, les avis des enquêtés sont partagés entre les modalités "Aucune fois" et "Très souvent".

4.1.2 ESTIME DE SOI ENVERS L'ENTOURAGE

De leur estime envers l'entourage, les écoliers ont fourni les réponses telles que décrites dans le tableau suivant.

Tableau 6. Résultat de l'estime de soi envers l'entourage

Questions	Non	Indécis	Oui
Il t'arrive de penser que tu es une personne sans valeur ?	729	56	71
Es-tu sûr que tu seras estimé (e) et respecté (e) par le gens que tu connais ?	49	109	698
En général, as-tu confiance en tes capacités ?	42	137	677
Te soucies-tu de savoir si tu as de bonnes relations avec autrui ?	116	193	547
Tu t'es déjà senti (e) gêné ou anxieux lorsque tu te trouves seul (e) dans une pièce où d'autres personnes étaient déjà installées en train de causer ?	207	226	423
Es-tu habituellement gêné et préoccupé lorsque tu as à dire aux gens de ton âge ?	485	182	189
Es-tu habituellement nerveux ou agité lorsque tu essaies de gagner un jeu ou réussir une performance sportive en présence des spectateurs ?	329	191	336
Te soucies-tu de ce que les gens te considèrent comme ayant réussi dans ton travail ou dans ta carrière ?	130	154	572
As-tu des difficultés à engager une conversation avec des gens que tu rencontres pour la première fois ?	289	193	374
T'arrive-t-il de te soucier de voir si les gens apprécient ta compagnie (tes condisciples) ?	333	219	304
Lorsque tu as pour tâches de convaincre des gens qui n'ont pas les mêmes opinions (idées) que toi, as-tu l'habitude de te préoccuper de l'impression que ces gens auront de toi ?	210	241	405
Es-tu troublé lorsque tu imagines que certains amis ou connaissances n'ont pas une bonne opinion de toi ?	441	165	250

De l'observation des éléments de ce tableau, il importe de confirmer qu'il y a deux tendances de réponses des écoliers: la confirmation (oui) et l'infirmité (non).

Dans un premier temps, 729 écoliers ne s'estiment pas être sans valeur. Et lorsqu'ils ont à dire aux gens de leur âge, ils ne se sentent habituellement pas gênés et préoccupés (485); ils ne se soucient pas de leur appréciation par la compagnie (333) et ils ne sont pas troublés de la perception de leurs amis ou connaissances. (441).

En second lieu, 698 écoliers confirment être sûrs qu'ils seront estimés et respectés par le gens qu'ils connaissent; parmi eux, 677 affirment avoir la confiance en leurs capacités. Ils se soucient de savoir s'ils ont de bonnes relations avec autrui (547); Ils réaffirment s'être sentis gênés ou anxieux lorsqu'ils se trouvent seuls dans une pièce où d'autres personnes étaient déjà installées en train de causer (423). Et, lorsqu'ils essaient de gagner un jeu ou réussir une performance sportive en présence des spectateurs, ils se sentent habituellement nerveux ou agités (336); ils se soucient de ce que les gens les considèrent comme ayant réussi dans leur travail ou dans leur carrière (572). 374 sujets affirment avoir des difficultés à engager une conversation avec des gens qu'ils rencontrent pour la première fois et, alors que 304 se soucient de voir les gens apprécier leur compagnie (les condisciples). Enfin, 405 sujets réaffirment que lorsqu'ils ont pour tâches de convaincre des gens qui n'ont pas les mêmes opinions (idées) qu'eux, ils ont l'habitude de se préoccuper de l'impression que ces gens auront d'eux.

4.2 RÉSULTATS EN MATHÉMATIQUES

Le rendement des écoliers est décrit, d'abord globalement, ensuite par les différentes variables retenues dans l'étude (école d'appartenance, genre, âge, fréquentation de l'école maternelle et redoublement) et, enfin par l'estime de soi.

4.2.1 ANALYSE DE RENDEMENT GLOBAL DES ÉCOLIERS

Après dépouillement des données, le résultat global des écoliers se présente comme décrit dans le tableau qui suit:

Tableau 7. Résultat global

N	$\bar{X}$	Mo	Méd	σ	Min	Max	σ^2	γ	CV	Rdt
856	28,21	28,00	27,00	14,53	0	61	211,19	0,242	0,52	42,74

Légende:

$\bar{X}$: Moyenne Mo: Mode Méd: Médiane σ : Ecart-type Min: Note basse Max: Note élevée σ^2 : variance γ : Asymétrie CV: Coefficient de variation Rdt: Rendement

Il est démontré dans ce tableau que le rendement des écoliers est faible (42,74%), car il est inférieur à 50%, seuil reconnu pour la réussite en RD Congo. Ils ont obtenu une moyenne de 28,21 sur 66 points. L'écolier le moins performant a obtenu 0 point sur 66, tandis que celui le plus performant a 61. Le coefficient de variation de 0,52 indique que les écoliers forment un groupe hétérogène, car leur coefficient de variation est supérieur à 0,15.

Comme on peut aussi le remarquer, les valeurs de moyenne, mode et médiane coïncident. Ceci indique que la distribution est symétrique, c'est-à-dire que les données se distribuent normalement sur l'échelle. Aussi, considérant la valeur de l'écart-type (14,53), nous confirmons que les données ne sont pas trop dispersées autour de la valeur moyenne (28,21).

Qu'en est-il des résultats selon les écoles ? la réponse à cette question se trouve dans le tableau ci-dessous.

4.2.2 ANALYSE DE RENDEMENT PAR VARIABLES

4.2.2.1 ANALYSE DE RENDEMENT PAR ÉCOLE

En analysant les performances selon l'école fréquentée, nous avons voulu examiner si l'école permet de différencier les performances des écoliers en mathématique. Nous avons abouti aux résultats ci-dessous.

Tableau 8. Résultats des élèves par école

Ecole	N	$\bar{X}$	σ	Min	Max	σ^2	γ	CV	Rdt
Collège Pierre Nengende	52	34,77	11,65	9	54	135,7	-0,43	0,34	52,68
Lycée Ntinu- Wene	59	33,24	9,66	15	52	93,36	0,173	0,29	50,36
EPA 2 Limete	59	39,49	10,85	12	58	117,7	-0,599	0,27	59,83
C.S. Cardinal Malula	59	36,85	14,40	6	60	207,4	-0,227	0,39	55,83
C.S. Saint Marc	63	32,17	11,95	9	58	142,9	0,242	0,37	48,74
EP 1 Sainte Anne	69	22,43	10,37	1	43	107,5	-0,049	0,46	33,98
EP 2 Sainte Anne	51	25,73	10,07	0	51	101,4	0,251	0,39	38,98
EP 2 Sainte Marie	67	26,88	10,28	4	46	105,6	0,027	0,38	40,73
Collège Boboto	46	55,04	3,22	45	61	10,35	-0,568	0,06	83,39
EP 12 Kisenso	39	22,31	12,02	5	51	144,43	0,909	0,54	33,80
EP 2 Yolo-Sud	53	12,66	7,44	1	30	55,31	0,56	0,59	19,18
EP 4 Lemba	61	23,54	11,01	1	45	121,15	0,015	0,47	35,67
EPA 2 Mokengeli	98	13,61	8,44	1	38	71,19	0,496	0,62	20,62
EP 8 Kisenso	80	29,34	10,78	5	56	116,25	-0,033	0,37	44,45
Total	856	28,21	14,53	0	61	211,19	0,242	0,52	42,74

Les rendements des écoliers, selon leurs écoles d'appartenance, peuvent être classés en deux catégories: ceux qui ont franchi le seuil de réussite et ceux qui ne l'ont pas franchi. La première catégorie regroupe le collège Boboto (83,39%), l'E.P.A 2 Limete (59,83%), le C.S. cardinal Malula (55,83%), le collège Pierre Nengede (52,68%) et le lycée Ntinu-Wene (50,36%). La deuxième catégorie renferme les écoles suivantes: C.S. Saint Marc, l'E.P. 1 et 3 Saint Anne, l'E.P 2 Sainte Marie, l'E.P 12 Kisenso, l'E.P 2 Yolo-Sud, l'E.P 4 Lemba, l'E.P 2 Mokengeli et l'E.P 8 Kisenso.

L'écolier le moins performant est retrouvé à EP 2 Sainte Anne (0/66), alors que le plus performant est au collège Bobote (61/66). Hormis le collège Boboto qui se compose des écoliers homogènes (CV=0,06<0,15), toutes les autres écoles sont constituées des écoliers hétérogènes (CV>0,15).

Les résultats de l'analyse de variance montrent que les moyennes obtenues par les écoliers diffèrent significativement selon les écoles fréquentées ($F=62,917$; $p=0,000<0,05$).

4.2.2.2 ANALYSE DE RENDEMENT PAR GENRE

Par l'introduction de cette variable, nous voulons savoir si les rendements des écoliers varient selon le genre. Les résultats y afférents sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9. Indices statistiques par genre

Genre	N	$\bar{X}$	σ	Min	Max	σ^2	γ	CV	Rdt
Fille	435	26,61	13,02	1	60	169,62	0,149	0,49	40,32
Garçon	421	29,87	15,79	0	61	249,23	0,197	0,53	45,26
Total	856	28,21	14,53	0	61	211,19	0,242	0,52	42,74

Il ressort de ce tableau que les filles ont réalisé un rendement inférieur à celui des garçons ($40,32\% < 45,26\%$). Nous notons que l'écolier le moins performant et le plus performant sont tous des garçons. Ces résultats sont insatisfaisants et ces deux groupes sont hétérogènes ($CV > 0,15$).

Pour vérifier si ces moyennes diffèrent significativement, nous avons calculé le test t de student dont la valeur est de -3,3031; la probabilité associée à ce t ($p=0,001$) étant inférieure au seuil de 0,05, ces deux moyennes diffèrent significativement.

4.2.2.3 ANALYSE DE RENDEMENT PAR ÂGE

En analysant les performances selon l'âge des écoliers, nous avons voulu examiner si l'âge permet de différencier les rendements des écoliers en mathématique. Après les analyses, nous avons abouti aux résultats ci-dessous ? Après le calcul, nous avons obtenu les indices statistiques suivants, selon les écoles fréquentées.

Tableau 10. Indices statistiques par âge

Age	N	$\bar{X}$	σ	Min	Max	σ^2	γ	CV	Rdt
10 ans	23	23,39	11,73	1	45	137,61	-0,179	0,50	35,44
11 ans	234	29,96	15,39	1	60	236,89	0,122	0,51	45,39
12 ans	383	28,21	14,82	0	61	219,66	0,245	0,53	42,74
13 ans	163	26,31	13,27	3	60	176,14	0,425	0,50	39,86
14 ans	40	28,78	13,18	1	56	173,82	-0,132	0,46	43,61
15 ans	11	26,82	10,61	5	46	112,56	-0,182	0,40	40,64
16 ans	2	30,50	10,61	23	38	112,5	-	0,35	46,21
Total	856	28,21	14,53	0	61	211,19	0,242	0,52	42,74

Quels que soient les âges, les écoliers ont obtenus des rendements faibles. Aussi, les écoliers des différents âges forment des groupes hétérogènes ($CV > 0,15$). L'écolier le moins et le plus performant sont tous âgés de 12 ans.

Après avoir appliqué l'analyse de variance, les résultats indiquent que les moyennes obtenues par les écoliers ne diffèrent pas significativement selon l'âge ($F=1,491$; $p=0,178 > 0,05$).

4.2.2.4 ANALYSE DE RENDEMENT PAR FRÉQUENTATION DE L'ÉCOLE MATERNELLE

Nous voulons ici démontrer si les rendements des écoliers varient selon qu'ils ont fréquenté l'école maternelle ou non. A cet effet, nous avons obtenu les résultats ci-dessous:

Tableau 11. Indices statistiques par fréquentation de l'école maternelle

Ecole maternelle	N	$\bar{X}$	σ	Min	Max	σ^2	γ	CV	Rdt
Écoliers n'ayant pas fréquenté l'école maternelle	308	25,12	13,47	0	56	181,504	0,267	0,54	38,06
Écoliers ayant fréquenté l'école maternelle	548	29,95	14,83	1	61	219,80	0,186	0,50	45,38
Total	856	28,21	14,53	0	61	211,19	0,242	0,52	42,74

Il ressort de ce tableau que, les écoliers qui n'ont pas fréquenté l'école maternelle ont réalisé un rendement de 38,06% tandis que ceux qui ont fréquenté l'école maternelle ont obtenu un rendement de 45,38%. Ces deux rendements sont faibles. Si l'écolier le moins performant est parmi ceux qui n'ont pas fréquenté l'école maternelle, le plus performant, par contre, est dans la catégorie de ceux qui ont fréquenté l'école maternelle. Aussi, tous ces groupes sont hétérogènes, car leurs coefficients de variation sont supérieurs à 0,15.

La probabilité ($p=0,000$) associée à la valeur t (-4,732) étant inférieure au seuil de 0,05, la moyenne obtenue par les écoliers ayant fréquentés l'école maternelle diffère significativement de celle obtenue par ceux qui ne l'ont pas fréquenté.

4.2.2.5 ANALYSE DU RENDEMENT PAR REDOUBLEMENT

En insérant cette variable, notre objectif est de voir si les performances des élèves diffèrent significativement selon le que l'écolier redouble la classe de 6^e année ou pas. Le tableau suivant fournit les détails de cette analyse.

Tableau 12. Indices statistiques par redoublement

Redoublement	N	$\bar{X}$	σ	Min	Max	σ^2	γ	CV	Rdt
Ecoliers qui ne redoublent pas la 6 ^e année	834	28,33	14,52	0	61	210,93	0,246	0,51	42,92
Ecoliers qui redoublent la 6 ^e année	22	23,95	14,56	3	46	211,85	0,098	0,61	36,29
Total	856	28,21	14,53	0	61	211,19	0,242	0,52	42,74

De ce tableau, nous constatons que les écoliers qui n'ont pas redoublé la classe de 6^e année ont réalisé un rendement de 42,92% de points, tandis que ceux qui ont redoublé de classe ont obtenu un rendement de 36,29%. Ces deux rendements sont faibles. Par contre, non seulement que l'écolier le moins performant est parmi ceux qui n'ont pas redoublé de classe, le plus performant aussi est dans la même catégorie. En plus, qu'ils redoublent ou pas de classe, ces écoliers constituent des groupes hétérogènes, car leurs coefficients de variation sont supérieurs à 0,15.

La probabilité ($p=0,164$) associée à la valeur t (1,393) étant supérieure au seuil de 0,05, la moyenne obtenue par les écoliers qui ont redoublé de classe ne diffère pas significativement de celle obtenue par les écoliers qui n'ont pas redoublé.

4.2.3 CORRÉLATION ENTRE L'ESTIME DE SOI ET LE RENDEMENT EN MATHÉMATIQUE

Notre souci majeur dans cette partie est de déceler la corrélation qui existe entre l'estime que les écoliers ont d'eux-mêmes et les rendements qu'ils obtiennent en mathématiques. Pour ce faire, nous avons calculé la corrélation de Pearson, laquelle a fourni les éléments ci-dessous.

Tableau 13. *Corrélation entre l'estime de soi et le rendement en mathématique*

Variables		Mathématique
Ecole	Corrélation de Pearson	-, 362**
	Sig. (bilatérale)	0,000
Genre	Corrélation de Pearson	,112**
	Sig. (bilatérale)	0,001
Age	Corrélation de Pearson	-0,04
	Sig. (bilatérale)	0,237
École maternelle	Corrélation de Pearson	,160**
	Sig. (bilatérale)	0,000
Redoublement	Corrélation de Pearson	-0,048
	Sig. (bilatérale)	0,164
Estime 1	Corrélation de Pearson	-, 136**
	Sig. (bilatérale)	0,000
Estime 2	Corrélation de Pearson	-, 148**
	Sig. (bilatérale)	0,000
Estime 3	Corrélation de Pearson	0,034
	Sig. (bilatérale)	0,316
Estime 4	Corrélation de Pearson	0,035
	Sig. (bilatérale)	0,305
Estime 5	Corrélation de Pearson	-, 193**
	Sig. (bilatérale)	0,000
Estime 6	Corrélation de Pearson	-, 256**
	Sig. (bilatérale)	0,000
Estime 7	Corrélation de Pearson	,191**
	Sig. (bilatérale)	0,000
Estime 8	Corrélation de Pearson	-, 147**
	Sig. (bilatérale)	0,000
Estime 9	Corrélation de Pearson	0,063
	Sig. (bilatérale)	0,064
Estime 10	Corrélation de Pearson	-, 085*
	Sig. (bilatérale)	0,013
Estime 11	Corrélation de Pearson	,077*
	Sig. (bilatérale)	0,025
Estime 12	Corrélation de Pearson	-0,023
	Sig. (bilatérale)	0,506
Estime 13	Corrélation de Pearson	-, 071*
	Sig. (bilatérale)	0,038
Estime 14	Corrélation de Pearson	0,048
	Sig. (bilatérale)	0,161
Estime 15	Corrélation de Pearson	,095**
	Sig. (bilatérale)	0,005
Estime 16	Corrélation de Pearson	,096**
	Sig. (bilatérale)	0,005
Estime 17	Corrélation de Pearson	,104**
	Sig. (bilatérale)	0,002
Estime 18	Corrélation de Pearson	0,057
	Sig. (bilatérale)	0,095
Estime 19	Corrélation de Pearson	-0,048
	Sig. (bilatérale)	0,164
Estime 20	Corrélation de Pearson	-, 130**
	Sig. (bilatérale)	0,000
Estime 21	Corrélation de Pearson	-, 082*
	Sig. (bilatérale)	0,016

Estime 22	Corrélation de Pearson	-0,063
	Sig. (bilatérale)	0,065
Estime 23	Corrélation de Pearson	-0,022
	Sig. (bilatérale)	0,512
Estime 24	Corrélation de Pearson	-0,049
	Sig. (bilatérale)	0,154
Total estime	Corrélation de Pearson	-, 115**
	Sig. (bilatérale)	0,001

**** La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).**

*** La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).**

En observant le contenu de ce tableau, il sied de signaler deux types de corrélations: les corrélations non significatives et significatives. Le premier type regorge les corrélations non significatives, c'est-à-dire qu'il y a absence de corrélation entre l'estime de soi et le rendement en mathématique. Cela concerne les variables âge, redoublement, estime 3, 4, 9, 12, 14, 18, 19, 22, 23 et 24. Le second renferme les corrélations significatives entre l'estime de soi et le rendement en mathématique. On peut noter, dans cette catégorie, les variables école, genre, fréquentation de l'école maternelle, les items de l'estime de soi 1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 20, 21 et la somme de l'estime de soi.

Dans cette deuxième catégorie, il importe de noter qu'il s'observe deux types de corrélations: positives et négatives. Les corrélations positives s'observent entre le rendement des écoliers en mathématique et les variables genre, la fréquentation de l'école maternelle, l'estime de soi 7, 11, 15, 16 et 17. En effet, le genre, le fait de fréquenter l'école maternelle, avoir confiance en ses capacités, se sentir gêné ou anxieux lorsqu'on se trouve seul (e) dans une pièce où d'autres personnes étaient déjà installées en train de causer, se soucier de ce que les gens le considèrent comme ayant réussi dans leur travail ou dans la carrière, se préoccuper de savoir ce qu'il faut dire et, avoir l'habitude de penser encore longtemps après, quand il arrive de commettre une bêtise ou de se mettre dans une situation quelque peu ridicule entretiennent une corrélation significative avec le rendement des écoliers en mathématique. Ceci veut dire qu'un écolier qui s'estime ainsi, verrait ses notes en mathématiques satisfaisantes.

Tandis que les corrélations négatives ont été visibles entre le rendement en mathématique et les variables école, l'estime 1, 2, 5, 6, 8, 10, 13, 20, 21 et la somme d'estime. Si en réalité, les écoliers qui ont d'estime faible devaient échouer en mathématiques, ou si ceux qui ont de l'estime positif devaient réussir, les faits ont été contraire; certains qui ont de l'estime faible ont réussi, et d'autres qui ont de l'estime fort ont échoué.

Le fait de fréquenter certaines écoles offre aux écoliers le privilège de réussir ou le malheur d'échouer. Aussi, le fait de se sentir inférieur (e), penser qu'on est une personne sans valeur, se sentir découragé, avoir l'impression de se détester soi-même, avoir l'impression qu'on ne peut rien faire de convenable (en mathématique), s'inquiéter des critiques qui pouvaient être faites au sujet de son travail par un des supérieurs (parents ou enseignants), être gêné et préoccupé devant les gens de son âge, être gêné par sa timidité et se préoccuper de l'impression que les autres auront sur soi n'ont pas permis aux écoliers d'obtenir des mauvaises notes.

5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Dans cette étude, nous avons pensé que les écoliers de 6^e année primaire de Kinshasa auraient une perception négative de leur capacité en mathématique. En d'autres termes, cette perception aura une implication négative sur leurs performances en mathématiques et, elle influencerait aussi certaines variables sociodémographiques telles que le sexe, l'école et l'âge.

Les résultats obtenus montrent que ces écoliers ont effectivement une perception négative de leur capacité en mathématique ($r=-0,115$; $p=0,001$).

Partant de la définition de Duclos, Laporte et Ross (2004), l'estime de soi comme une perception de soi, ainsi qu'une valeur que les individus s'attribuent dans différents aspects de la vie. Partant des résultats que nous avons obtenus, nous remarquons que cette situation ne s'applique pas uniquement à des adultes ou à des adolescents, mais que nos préadolescents ont aussi une perception d'eux-mêmes, qui varie en fonction de ces domaines. Cette tendance, qui nous rappelle le concept de soi multidimensionnel de Harter (1999, citée par Portier, 2009), a pu être relevée grâce aux différences de points qui se dégagent entre les domaines du questionnaire. Ainsi, nous remarquons que les élèves de 6^{ème} année primaire de Kinshasa ont, dans l'ensemble, une meilleure estime d'eux-mêmes, aussi bien dans le domaine scolaire que social. Par contre, la corrélation négative entre cette perception et leur rendement en mathématiques peut s'expliquer par le fait que cet enseignement

produit, globalement, une baisse d'intérêt chez les écoliers. Cette baisse dépend notamment du niveau de compétence des élèves, des qualités didactiques (qualifications, motivation et compétences de l'enseignant).

Aussi, certaines notions mathématiques semblent difficiles pour les enseignants eux-mêmes. Lors de l'enseignement, ils risquent de transmettre leurs propres difficultés à leurs écoliers. D'où, une formation approfondie en mathématiques semble nécessaire pour élever le niveau des enseignants et changer leur didactique. Ce résultat nous mène à penser que l'école est un milieu sécurisant pour l'enfant, dans lequel il peut collaborer, coopérer et se sentir intégré. Comme le relèvent Laporte et Sévigny (2002), toutes ses actions peuvent avoir de fortes répercussions sur le développement de l'estime de soi de l'enfant, laquelle peut affecter positivement ou négativement les résultats scolaires de l'élève.

Par ce travail nous avons permis à la communauté scientifique d'avoir les informations sur le degré de lien qui existe entre l'estime de soi et le rendement des écoliers de la ville Province de Kinshasa, une étude qui n'a pas encore été réalisée, d'après nos investigations.

Par conséquent, il conviendrait de mener une étude longitudinale qui permettrait de suivre, sur plusieurs années, l'évolution de l'estime de soi, car les élèves de 6^{ème} ayant l'âge du début de l'adolescence, cette période de la vie est une source de profondes transformations sur le plan de la construction identitaire.

D'autre part, la seule évaluation quantitative ne permet pas de saisir toute la complexité de cette construction psychologique et des entretiens à mener auprès d'adolescents nous semblent tout à fait souhaitable pour permettre de mieux comprendre ce qu'ils perçoivent de leur propre image. L'idée serait de combiner l'évaluation quantitative à une évaluation plus qualitative qui compléterait un nouveau dispositif de recherche.

6 CONCLUSION

En entreprenant cette étude, un seul objectif nous a motivé, celui de déceler la perception que les écoliers de 6^e année primaire de Kinshasa se font de la mathématique; il s'agit, entre autre de relever le degré d'estime de soi des écoliers de la 6^e année de Kinshasa vis-à-vis de mathématiques.

Pour y parvenir, nous avons administré un questionnaire d'estime de soi à 850 élèves de 6^{ème} année de 14 écoles de la Ville Province de Kinshasa.

Après les analyses statistiques, nous avons abouti aux résultats selon lesquels les élèves de 6^e année primaire des écoles enquêtées dans la Ville Province de Kinshasa ont l'estime de soi positive, aussi bien de leur école que de leur entourage. Comme nous l'avons épinglé ci-haut, l'estime de soi peut affecter positivement ou pas le rendement scolaire des élèves; il sera donc intéressant de mener une telle étude, mettant en corrélation l'estime de soi et le rendement des élèves.

REFERENCES

- [1] Bawa, H. (2007). *Estime de soi et performance scolaire chez des adolescents (Togo)*. Université de Lomé: Mémoire de DESS. Consulté le 27 décembre 2014 dans: http://www.memoireonline.com/06/09/2188/m_estime-de-soi-et-performances-scolaires-chez-des-adolescents-Togo0.htm
- [2] Boika, B. (2014). Etude étiologique des difficultés dans l'apprentissage de la notion de dilatation chez les élèves de 3^e année scientifique de la ville de Kisangani. Contribution à la didactique de mathématiques. Thèse de doctorat en pédagogie. UNIKIS: FPSE.
- [3] Carron, G. et Châu, T. (1998). La qualité des écoles primaires dans des contextes de développement différent. UNESCO.
- [4] Conférence des ministres de l'éducation ayant le français en commun (2000). Les compétences de l'école. Dans *CONFENEM au quotidien*, bi semestriel N°38-février/mars 2000. Dakar, Senegal.
- [5] Dias, T. & Ouvrier-Buffer, C. (2018). *Perspectives de recherches sur les difficultés d'apprentissage en mathématiques*. Revue de Mathématiques pour l'école, 229, 47-53.
- [6] Duclos, G., Laporte, D., et Ross, J. (2004). *L'estime de soi des adolescents*. Montréal: Éditions de l'Hôpital Sainte-Justine.
- [7] Durpaire, J-L., Bouysse, V., Hébrard, J., Leblanc, M., Saint-Marc, C., et Sorbe, X. (2006). *L'enseignement des mathématiques au cycle 3 de l'école primaire*. Rapport à monsieur le ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. Rapport - n° 2006-034 ` juin 2006.
- [8] Guédeney, N. (2011). Les racines de l'estime de soi: apports de la théorie de l'attachement. *Devenir*, 23, 129-144.
- [9] Hug, C. (1968). *L'enfant et la mathématique*. Paris: Bordas.
- [10] Issoy, A. (2013). Déterminants de performances des élèves de 6^e année primaire de Kisangani en compétence de la vie courante. Thèse de doctorat en pédagogie. UNIKIS: FPSE.

- [11] Kogbetllantz, E. (2007). *Rôle et importance des mathématiques dans la vie sociale*. Textes de la conférence faite dernièrement au Dar ol-fonoun par M. le Docteur E. Kogbetllantz, professeur d'Analyse à la Faculté des Sciences de l'Université de Téhéran.
- [12] Lamoureux, A. (2006). *Recherche et méthodologie en sciences humaines*. 2^{ème} édition Montréal: Beauchemin.
- [13] Laporte, D. & Sévigny, L. (2002). *L'estime de soi des 6-12 ans*. Québec: Université de Montréal – CHU Sainte-Justine.
- [14] Ministère de l'éducation nationale (2000). *Programme nationale de l'enseignement primaire*. Kinshasa: EDIDEPS.
- [15] Mialaret, G (1967). *L'apprentissage des mathématiques*. Traité des sciences pédagogiques. (5), 225-242.
- [16] Portier, S. (2009). Besoins psychosociaux et estime de soi à la préadolescence. Université de Genève.
- [17] Tamse, S. (1993). Bilan des attitudes de quatre groupes d'élèves de quatrième secondaire de la polyvalente d'Iberville de Rouyn-Noranda à l'égard de mathématiques. <https://core.ac.uk/download/pdf/147048307.pdf>

Profil des éducatrices de l'enseignement maternel à Kisangani (RD Congo)

[Profile of kindergarten teachers in Kisangani, DR Congo]

Constance Boyombi Igumbe

Assistante, Institut Supérieur Pédagogique de LOKUTU, Province de la Tshopo, RD Congo

Copyright © 2023 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 results of this study, which focused on the profile of kindergarten teachers in Kisangani, show that the teachers working in the schools of Kisangani are qualified. All are trained in the field of teaching. Also, most of the educators had been teaching for between 0 and 10 years (54/80) or in their respective classrooms (66/80). Finally, as compensatory strategies, the majority of the respondents had teacher training, either specific training in the field, ranging from one to nine times.

KEYWORDS: Educator, Pre-school education, training, qualification, DR Congo.

RESUME: Les résultats issus de ce travail qui a porté sur le profil des éducatrices de l'enseignement maternel à Kisangani, montrent que les éducatrices œuvrant dans les écoles de Kisangani sont qualifiées. Toutes sont formées dans le domaine de l'enseignement. Aussi, la plupart des éducatrices témoignent d'une ancienneté allant de 0 à 10 ans dans le domaine de l'enseignement (54/80) ou dans leur classe respective (66/80). Enfin, comme stratégies compensatoires, la majorité des enquêtés ont suivi une formation en enseignement, soit une formation spécifique dans le domaine, allant d'une à 9 fois.

MOTS-CLEFS: Educatrice, Enseignement maternel, formation, qualification, RD Congo.

1 INTRODUCTION

L'éducation des enfants est au centre des préoccupations qui touche la communauté tant nationale qu'internationale. Elle est un phénomène fondamental du devenir humain. Celle-ci n'a pas commencé aujourd'hui, elle existe depuis que l'homme existe sur terre et se poursuit partout où la vie se déroule. C'est pourquoi, la loi-cadre de l'enseignement national en République démocratique du Congo N°14/004 du 11 février 2014, dans son article 7 insiste sur l'éducation pour tous qui est l'un des objectifs du millénaire pour le développement qui consiste à assurer aux garçons et aux filles les moyens pouvant leur permettre d'achever les études primaires avec succès en vue de se rendre utile à la société.

Au niveau mondial par exemple, l'organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), depuis sa création en 1945, avait pour mission de contribuer à la construction de la paix, à la réduction de la pauvreté, ou développement durable, au dialogue interculturel. Pour atteindre cet objectif, l'UNESCO a comme activité principale l'éducation qui lui permet de défendre une vision holistique humaniste, c'est à travers une éducation de qualité dans le monde. C'est pourquoi, l'UNESCO défend le droit de tout individu à l'éducation, reconnaissant bien entendu son rôle fondamental dans le développement social et économique de toutes les nations.

Il va sans dire que l'éducation est un phénomène fondamental pour l'avenir humain. En effet, c'est à l'école où se fait l'éducation sous toutes ses formes. L'école assure donc la formation morale, civique, esthétique et physique des élèves et étudiants.

En République Démocratique du Congo, l'école est structurée de telle manière que nous avons l'enseignement maternel ne revêtant pas un caractère obligatoire, l'enseignement primaire, l'enseignement secondaire, l'enseignement supérieur et universitaire. Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons à l'enseignement maternel, bien que non obligatoire.

Il va sans dire que si hier, l'Etat congolais ne s'occupait pas de l'enseignement maternel, aujourd'hui, il a un droit de regard à propos de ce qui se passe à ce niveau car, toutes les écoles maternelles, privées ou étatique suivent le même programme arrêté par l'Etat, de même il existe un corps inspecteur dont la mission est de veiller à la bonne exécution, non seulement des programmes en vigueur, mais aussi des dispositions réglementaires en cette matière. En conséquence, il est normal que nous puissions nous intéresser au profil des éducatrices dont la tâche est de s'occuper de l'encadrement et de la formation des enfants avant l'entrée à l'école primaire.

Pour Mokonzi cité par Gumeavukili (2007), les enseignants constituent l'une des précieuses ressources dont un système éducatif a besoin pour accomplir sa mission. Leur disponibilité, leur formation, leur rémunération, leur motivation influencent directement la réussite ou l'échec. C'est ainsi que chaque pays organise son système conformément à sa législation. La République démocratique du Congo est l'un des pays qui disposent d'une législation scolaire bien établie; raison pour laquelle, les écoles congolaises sont dotées d'un programme national et d'une structure fonctionnelle bien définie. Cette structure de l'enseignement au Congo comporte une filière d'étude qui s'enchaîne logiquement.

De façon générale, la loi-cadre de l'enseignement national en République Démocratique du Congo, n°14/004/ du 11 février 2014 dans sa partie ex positive stipule que tout élève commence par l'école primaire générale, passe par la formation prés-scolaire dont la durée est de 3 ans. Cela pour être préparé à entreprendre l'école primaire avec moins de stress. Pour y arriver, on doit recruter, à tous les niveaux de l'enseignement, un personnel ayant un profil acceptable.

Ainsi pour une préparation efficace des enfants pour la vie, nous devons recruter les enseignants ayant reçu une bonne formation et qui peuvent influencer sur le développement et l'épanouissement de la personnalité des enfants. Dans le même ordre d'idées, un éducateur ou une éducatrice de la petite enfance doit recevoir une formation suffisante pour planifier et organiser les activités d'enfants, participer les enfants à des activités susceptibles d'encourager leur épanouissement intellectuel, physique, et affectif. Si tel est le souci du législateur, la réalité sur le terrain semble être autre chose.

L'école maternelle qui constitue notre champ d'action semble être un fourre-tout, dans lequel les diplômés et les non-diplômés, les formés et les non formés encadrent les enfants. Et pourtant, les éducatrices recommandées à la maternelle en RD Congo devraient être détentrices des diplômes d'Etat selon le nouveau programme (D6N) ou certifié en pédagogie appliquée (D4N) pour ce niveau d'enseignement. Outre la détention des titres scolaires, elles doivent suivre les cours de spécialisation, mais aussi avoir un brevet en éducation maternelle.

Ceci a attiré notre attention. Nous avons jugé utile dans le cadre de ce travail de nous intéresser au profil des éducatrices qui travaillent dans les écoles maternelles implantées dans la ville de Kisangani.

De ce qui précède, la problématique de cette étude s'articule autour des questions suivantes:

- Quel est le profil des éducatrices qui œuvrent dans les écoles maternelles de la ville de Kisangani ?
- Quelles sont les stratégies de compensation auxquelles les écoles maternelles recourent- elles pour assurer une bonne formation des enfants et pour la mise en niveau des éducatrices ?

Dans notre étude, nous nous sommes fixés les objectifs ci- après:

- Identifier le profil des éducatrices de l'enseignement maternel à Kisangani.
- Identifier les stratégies de compensation auxquelles les écoles maternelles recourent pour une remise à niveau des éducatrices en vue d'assurer une bonne formation aux enfants ?

Considérant d'une part la problématique soulevée dans cette étude, et d'autre part les objectifs assignés à celle-ci, nous formulons les hypothèses de la manière suivante:

- Le profil des éducatrices de la maternelle dans la ville de Kisangani est non acceptable. Autrement dit, ce profil ne correspond pas aux dispositions réglementaires en la matière.
- Comme stratégies de compensation pour une remise à niveau des éducatrices en vue d'assurer une bonne formation aux enfants, les écoles maternelles recourent au recyclage à travers les formations continues animées par les inspecteurs et les responsables des écoles ainsi que par le système de travail en équipe ou les préparations des leçons et autres activités se fait ensemble.

2 MÉTHODOLOGIE

Notre population d'étude est constituée de toutes les éducatrices des écoles maternelles à Kisangani. A cette population, nous avons travaillé avec un échantillon occasionnel de 80 sujets. Pour collecter les données, nous avons utilisé le questionnaire. La méthode d'enquête nous a servi comme guide. Les données collectées sont converties en fréquences et traduites en pourcentage. Le test de chi carré nous a permis de comparer certaines fréquences.

Notre échantillon se présente comme suit:

Tableau 1. Répartition des enseignants selon l'ancienneté dans la carrière

Ancienneté dans l'enseignement	f	%
De 0-10 ans	54	67,5
De 11-20 ans	16	20
Plus de 20 ans	10	12,5
Total	80	100

De l'observation des éléments contenus dans le tableau 1., il se fait remarquer que, sur les 80 enseignants qui constituent notre échantillon d'étude, 54, soit 67,5% ont déjà œuvré entre 0 et 10 ans dans l'enseignement. Puis, 16 sujets, soit 20% présentent une ancienneté allant de 11 à 20 ans; enfin, les 10 autres enseignants, soit 12,5% ont plus de 20 ans d'expérience dans la carrière.

Par réseau d'enseignement, les enquêtés se répartissent comme suit:

Tableau 2. Répartition des enseignants selon le réseau d'enseignement

Réseau	f	%
Conv. catholique	12	15
Conv. Protestant	7	8,75
Non conventionné	4	5
Privé agréé	57	71,25
Total	80	100

En lisant le contenu de ce tableau, il s'observe que la plupart des enquêtés travaillent dans les écoles privées agréées, soit 71,25%. Ensuite viennent les enseignants du réseau conventionné catholique (15%), protestant (8,75%) et non conventionné (5%).

Pour atteindre nos résultats, nous avons utilisé le questionnaire d'enquête pour récolter les données, par le fait que cette étude porte sur le sondage d'opinion.

Le choix de cette technique se justifie par le fait que le questionnaire présente de nombreux avantages, notamment l'économie de temps, l'administration simultanée du questionnaire aux enquêtés, la récolte rapide des protocoles, aussi son dépouillement est facile.

3 RESULTATS

L'objet de ce chapitre est de présenter les résultats de notre étude, lesquels sont regroupés selon les réseaux. Cependant, comme chaque réseau est couvert par plusieurs questions, nous présentons les résultats par chaque réseau. La deuxième partie de ce chapitre portera sur la discussion des résultats

3.1 FORMATION DES ENSEIGNANTS

Au niveau de la formation des éducatrices, 7 items de notre questionnaire (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) nous ont permis d'avoir les informations. En effet, pour connaître le niveau de la formation, nous avons posé la question n°7. Les réactions des enquêtées à ce propos figurent dans le tableau 1. repris ci-dessous:

Tableau 3. Répartition des éducatrices selon le niveau d'étude

Niveau d'études	Réseau				Total
	C.C.	C.P.	N.C.	P.A	
D4	3	-	-	-	3
D6	9	7	4	56	76
L2	-	-	-	1	1
Total	12	7	4	57	80

Légende:

C.C= Convention Catholique; C.P=Convention Protestante

N.C= Non Convention; P.A= Privé Agrée

Sur 80 éducatrices enquêtées, 12 travaillent dans les écoles maternelles conventionnées catholiques, dont 3 sont brevetées (D4) et 9 enquêtées sont des diplômées d'Etat (D6). Quant Aux écoles conventionnées protestantes, nous avons 7 éducatrices qui sont toutes des diplômées d'Etat (D6), il en est de même pour les 4 éducatrices issues des écoles non conventionnées. Enfin, les 57 éducatrices des écoles privées agréés se répartissent comme suit: 56 des diplômées d'Etat et une éducatrice est licenciée (L2). Ainsi, il y a plus des diplômées d'Etat que les brevets et les licenciées dans les écoles maternelles.

Tableau 4. Répartition des éducatrices selon le domaine de formation

Domaine de formation	Réseau				Total
	C.C	C.P	N.C	P.A	
Monitrice	3	-	-	-	3
Pédagogie générale	9	7	4	57	77
Total	12	7	4	57	80

Considérant le tableau relatif au domaine de formation, il ressort que sur 80 éducatrices, 12 œuvrant dans les écoles maternelles conventionnées catholiques, dont 3 ont suivi la formation des monitrices et 9 enquêtées ont suivi une formation en pédagogie générale. Toutes les 7 éducatrices des écoles conventionnées protestantes ont été formées en pédagogie générale. Il en est de même pour les 4 éducatrices issues des écoles non conventionnées, et les 57 des écoles privées agréés qui sont toutes issues de la pédagogie générale. La majorité des enquêtées a suivi la formation en pédagogie générale.

Pour savoir si les enquêtées avaient suivi une ou plusieurs formations, nous avons posé la question n°9. Les réactions des enquêtée à ce propos font l'objet du tableau 5. comme suit

Tableau 5. Répartition des éducatrices selon la formation suivie

Formation suivie	Réseau				Total
	C.C	C.P	N.C	P.A	
Non	-	-	-	11	11
Oui	12	7	4	46	69
Total	12	7	4	57	80

Il se dégage de ce tableau que sur l'ensemble des enquêtées, 69 éducatrices affirment avoir suivi une formation, depuis qu'elles sont dans la carrière enseignante. Il s'agit de 12 éducatrices du réseau catholique, 7 de protestant, 4 de non conventionné et 46 de privé agréé. Par contre, les 11 autres affirment n'avoir pas bénéficié des formations post-diplôme.

Tableau 6. Répartition des éducatrices selon le nombre de formation suivie

Nombre de formation	Réseau				Total
	C.C	C.P	N.C	P.A	
0	-	-	-	9	9
1	9	1	-	10	20
2	3	6	-	17	26
3	-	-	-	12	12
4	-	-	-	3	3
6	-	-	4	3	7
8	-	-	-	2	2
9	-	-	-	1	1
Total	12	7	4	57	80

De la lecture de ce tableau relatif au nombre de formation suivie par les éducatrices, il s'observe que 26 éducatrices affirment avoir suivi 2 formations depuis qu'elles sont dans le métier. Elles sont suivies de 20 autres qui ont participé à 1 formation. Aussi, 12 ont suivi 3 formations; 3 éducatrices ont pris part à 4 formations, tandis que 7 y ont participé 6 fois. Les trois dernières éducatrices ont suivi soit 8 formations (2 cas), alors qu'une enquêtée a participé à une formation). Il faut aussi signaler que 9 éducatrices n'ont participé à aucune formation depuis leur mis en service.

Considérant l'assertion C de l'item n°9 les enquêtées ont précisé la matière qui avait fait l'objet de la formation suivie comme suit:

Tableau 7. Matières de la formation suivie

Matières de la formation	f
Comportement des enfants	2
Pré-calcul, pré-écriture	3
Pédagogie active et participative	9
Méthodologie de l'enseignement maternelle	3
Etude et exploitation du nouveau programme de l'enseignement maternel	20
Gestion d'une classe de la maternelle	17
Exploitation des activités	4
Total	58

De l'observation des éléments de ce tableau, plusieurs matières ont fait l'objet de la formation des éducatrices. L'exploitation du nouveau programme est citée 20 fois, la gestion d'une classe de la maternelle revient 17 fois, la pédagogie active et participative est citée 9 fois. Les autres matières ont des fréquences qu'oscillant entre 2 et 4. La majorité d'entre elles a suivi la formation sur l'exploitation du nouveau programme de l'enseignement maternel (20 sujets), la gestion d'une classe de la maternelle (17 cas), la pédagogie active et participative (9 enquêtés), l'exploitation des activités (4 cas), le programme de pré-calcul et pré-écriture (3 sujets) et, l'étude de comportement des enfants (enquêtés).

Pour savoir si les enquêtées avaient suivies une formation spécifique pour devenir éducatrice, nous avons posé la question n°13. A ce propos, les enquêtées se sont exprimées de la manière suivant;

Tableau 8. Répartition des éducatrices selon la formation spécifique suivie

Formation spécifique suivie	Réseau				Total
	C.C	C.P	N.C	P.A	
Non	-	1	-	19	20
Oui	12	6	4	38	60
Total	12	7	4	57	80

Il se dégage de ce tableau que la majorité d'éducatrices a suivi une formation spécifique depuis qu'elles sont dans l'enseignement. Cela est confirmé par 60 sujets, dont 12 des écoles catholiques, 6 des écoles protestantes. Dans les écoles non conventionnées, on compte 4 éducatrices, alors que chez les privées on dénombre 38. Pour les 20 éducatrices qui n'ont pas suivi une formation spécifique, on compte 1 chez le protestant et 19 chez les privés.

Le tableau 9. ci-dessous reprend la matière ayant fait l'objet de la formation spécifique par les éducatrices de la manière suivante

Tableau 9. Matières de la formation spécifique suivie

Matières spécifiques suivies	f
Psychologie de l'enfant	9
Méthodologie pré-scolaire	6
Pédagogie active et participative	4
Programme de l'école maternelle	6
Préparation des activités	22
Développement intégral des jeunes enfants	1
Total	48

En lisant les données de ce tableau, on remarque que les éducatrices ont suivi plusieurs pendant leur formation spécifique pour devenir éducatrice. Il s'agit de la préparation des activités citée 22 fois, la psychologie de l'enfant (9 fois), la méthodologie pré scolaire qui revient 6 fois, de même que le programme de l'école maternelles cité 6 fois, la pédagogie active et participative et le développement intégral des jeunes enfants sont cités respectivement 4 fois et une fois.

A la question n°11, nous avons cherché à savoir comment se fait l'encadrement des éducatrices au sein de l'école. A cette question, les réponses fournies par les enquêtés sont libellées comme suit:

Tableau 10. Encadrement pédagogique

Encadrement pédagogique	f
Réunions pédagogiques	37
Leçon modèle	29
Recyclages	12
SERNAFOR	9
Visites des classes	9
Remarques	3
Total	99

Quelles sont les stratégies de remise à niveau instituées dans votre école ? Telle a été la question qui a fourni les réponses contenues dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11. Stratégies de remise à niveau

Stratégies	f
Formation des inspecteurs	33
SERNAFOR	15
Encadrement	5
Unités pédagogiques	4
Recyclage	3
Travail en équipe	1
Réunion pédagogique	1
Total	62

En lisant le contenu de ce tableau, on remarque que plusieurs stratégies sont mises en œuvre pour une remise à niveau des éducatrices, on peut noter les formations des inspecteurs (33), le Sernafor (33), les encadrements (5), la constitution des unités pédagogiques (4), le recyclage (3), les réunions pédagogiques (1) et le travail en équipe (1).

A l'item n° 13, les sujets qui ont répondu non ont avancé les raisons suivantes:

Tableau 12. Raisons de non suivie d'une formation spécifique

Matières spécifiques suivies	f
Manque d'argent	5
Manque de filière	3
Le niveau D6 est suffisant	4
L'encadrement fait par la directrice suffit	4
Absence des formateurs	2
Total	18

Des résultats de ce tableau, il sied de constater que les éducatrices qui n'ont pas suivi la formation évoquent plusieurs raisons, entre autre le manque d'argent ou de filière, la suffisance de leur niveau de diplômé d'Etat ou de la formation donnée par la directrice, et l'absence de formateur.

3.2 RENSEIGNEMENT GÉNÉRAUX

Les résultants en rapport avec les renseignements généraux font l'objet de cette section. Ils sont exploités par 6 items de notre questionnaire (1, 2, 3, 4, 5, 6).

Considérant l'ancienneté dans l'enseignement par école, les enquêtées se sont exprimées comme suit:

Tableau 13. Répartition des éducatrices par écoles et par ancienneté dans l'enseignement

Ecoles	De 0-10 ans	De 11-20 ans	Plus de 20 ans	Total
Akenda	3	-	-	3
Amani	-	-	-	3
Anuarite	-	-	3	3
Avenir	6	-	-	6
Bawa	2	1	-	3
Bercail	1	1	1	3
CELI Makiso	1	-	-	1
Costa	1	-	-	1
Félicité	2	-	-	2
Good Shepherd	3	-	-	3
Grand Lac	1	2	-	3
Home Feyen	3	-	-	3
IFCEPS	1	1	2	4
Kongolo royal 2	1	-	-	1
La Borne	-	2	-	3
La Grace	2	-	1	3
Les Anges	1	-	-	1
Lunda 2	1	-	-	1
Mike 2	3	-	-	3
Moineaux	5	4	-	9
Mukadona	-	1	-	1
Mwana	4	1	1	6
Notre dame	2	-	1	3
Okapi	1	-	1	2
Peniel	2	-	-	2
Saint Jean	4	-	-	4
Saleh	2	-	-	2
Tobongisa	1	-	-	1
Total	54	16	10	80

De l'observation des effectifs des éducatrices réparties par école d'appartenance dans ce tableau, nous remarquons que la plupart d'éducatrices ont une expérience dans l'enseignement allant de 0 à 10 ans (54 sujets). Elles sont suivies de celles qui sont dans l'enseignement depuis 11 à 20 ans (16 enquêtées) et, la dernière catégorie comporte les éducatrices qui ont exercé le métier d'enseignant depuis plus de 20 ans (10 sujets).

D'après l'ancienneté dans la classe selon les écoles, (item n°6), le tableau 14. ce qui suit:

Tableau 14. Répartition des éducatrices par écoles et ancienneté dans la classe

Ecole	Ancienneté dans la classe			Total
	De 0-10 ans	De 11-20 ans	Plus de 20 ans	
Akenda	3	-	-	3
Amani	1	2	-	3
Anuarite	-	-	3	3
Avenir	6	-	-	6
Bawa	3	-	-	3
Bercail	2	1	-	3
CELI Makiso	1	-	-	1
Costa	1	-	-	1
Félicité	2	-	-	2
Good Shepherd	3	-	-	3
Grand Lac	3	-	-	3
Home Feyen	3	-	-	3
IFCEPS	2	2	-	4
Kongolo royal 2	1	-	-	1
La Borne	3	-	-	3
La Grace	3	-	-	3
Les Anges	1	-	-	1
Lunda 2	1	-	-	1
Mike 2	3	-	-	3
Moineaux	7	2	-	9
Mukadona	1	-	-	1
Mwana	4	2	-	6
Notre dame	2	1	-	3
Okapi	1	1	-	2
Peniel	2	-	-	2
Saint Jean	4	-	-	4
Saleh	2	-	-	2
Tobongisa	1	-	-	1
Total	66	11	3	80

Le tableau ci-dessus décrit l'ancienneté des éducatrices dans leur classe d'enseignement respective. Partant, il se dégage que la majorité d'éducatrices ont une expérience dans leurs classes respectives datant de 0 à 10 ans (66 sujets). Elles sont suivies de celles qui sont dans ces classes depuis 11 à 20 ans (11 sujets) et, la dernière catégorie comporte les éducatrices qui sont dans leurs classes actuelles depuis plus de 20 ans (3 sujets).

Ci-dessous les réponses par niveau de formation:

Tableau 15. Répartition des éducatrices par niveau de formation

Ecole	Niveau de formation			Total
	D4	D6	L2	
Akenda	-	3	-	3
Amani	-	3	-	3
Anuarite	3	-	-	3
Avenir	-	6	-	6
Bawa	-	3	-	3
Bercail	-	2	1	3
CELI Makiso	-	1	-	1
Costa	-	1	-	1
Félicité	-	2	-	2
Good Shepherd	-	3	-	3
Grand Lac	-	3	-	3
Home Feyen	-	3	-	3
IFCEPS	-	4	-	4
Kongolo royal 2	-	1	-	1
La Borne	-	3	-	3
La Grace	-	3	-	3
Les Anges	-	1	-	1
Lunda 2	-	1	-	1
Mike 2	-	3	-	3
Moineaux	-	9	-	9
Mukadona	-	1	-	1
Mwana	-	6	-	6
Notre dame	-	3	-	3
Okapi	-	2	-	2
Peniel	-	2	-	2
Saint Jean	-	4	-	4
Saleh	-	2	-	2
Tobongisa	-	1	-	1
Total	3	76	1	80

De la lecture des éléments de ce tableau répartissant les éducatrices suivant le niveau de qualification, il apparaît que toutes sont qualifiées, car les 33 éducatrices qui travaillent à l'école Anuarite sont porteuses des brevets; les 76 autres des différentes écoles sont diplômées d'Etat et, l'unique licencié œuvrant à Mukadona.

En fonction des domaines de formation par école, les résultants ont révélé ce qui suit:

Tableau 16. Répartition des éducatrices par domaine de formation

Ecole	Domaine de formation		Total
	Monitrice	Pédagogie générale	
Akenda	-	3	3
Amani	-	3	3
Anuarite	3	-	3
Avenir	-	6	6
Bawa	-	3	3
Bercail	-	3	3
CELI Makiso	-	1	1
Costa	-	1	1
Félicité	-	2	2
Good Shepherd	-	3	3
Grand Lac	-	3	3
Home Feyen	-	3	3
IFCEPS	-	4	4
Kongolo royal 2	-	1	1
La Borne	-	3	3
La Grace	-	3	3
Les Anges	-	1	1
Lunda 2	-	1	1
Mike 2	-	3	3
Moineaux	-	9	9
Mukadona	-	1	1
Mwana	-	6	6
Notre dame	-	3	3
Okapi	-	2	2
Peniel	-	2	2
Saint Jean	-	4	4
Saleh	-	2	2
Tobongisa	-	1	1
Total	3	77	80

De ce tableau, il apparaît que sur l'ensemble des enquêtés, 77 d'entre elles ont suivi la formation pédagogique cycle long, alors que 3 éducatrices ont suivi la formation des monitrices.

Tenant compte de nombre de formation suivie selon les écoles, la situation figure dans le tableau 17. repris ci-dessous:

Tableau 17. Répartition des éducatrices par nombre de formation suivie

Ecole	Nombre de formation suivie								Total
	-	1	2	3	4	6	8	9	
Akenda	-	1	2	-	-	-	-	-	3
Amani	-	-	1	1	1	-	-	-	3
Anuarite	-	-	3	-	-	-	-	-	3
Avenir	-	-	-	-	-	3	2	1	6
Bawa	-	-	1	2	-	-	-	-	3
Bercail	-	3	-	-	-	-	-	-	3
CELI Makiso	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Costa	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Félicité	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Good Shepherd	-	1	-	2	-	-	-	-	3
Grand Lac	-	3	-	-	-	-	-	-	3
Home Feyen	-	2	1	-	-	-	-	-	3
IFCEPS	-	-	-	-	-	4	-	-	4
Kongolo royal 2	-	-	1	-	-	-	-	-	1
La Borne	-	-	3	-	-	-	-	-	3
La Grace	3	-	-	-	-	-	-	-	3
Les Anges	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Lunda 2	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Mike 2	-	-	3	-	-	-	-	-	3
Moineaux	-	9	-	-	-	-	-	-	9
Mukadona	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Mwana	-	-	5	1	-	-	-	-	6
Notre dame	-	-	-	3	-	-	-	-	3
Okapi	-	-	1	1	-	-	-	-	2
Peniel	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Saint Jean	-	-	2	2	-	-	-	-	4
Saleh	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Tobongisa	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Total	9	20	26	12	3	7	2	1	80

Pour ce qui du nombre de formation suivie, 9 sujets disent qu'ils n'ont subi aucune formation, 20 sujets affirment avoir subi une seule formation, 26 enquêtées confirment la participation à deux formations. Aussi, 12 éducatrices ont pris part à trois formations, alors que 7 sujets confirment y avoir pris part à six. Par contre, 3 enquêtées ont suivi quatre formations, 2 éducatrices en ont participé à huit et une seule éducatrice a suivie neuf formations.

En effet, pour cette catégorie, il faut retenir l'existence de deux groupes d'écoles:

- Premièrement, il y a des écoles dont aucune éducatrice n'a participé à une formation. On peut citer Peniel, Lunda 2, La Grace, Félicité et CELI.
- Deuxièmement, on remarque les écoles qui ont des éducatrices qui ont pris part à au moins une formation depuis qu'elles sont dans l'enseignement. On retient dans cette catégorie Tobongisa, Saint Jean, Okapi, Notre dame, Mwana, Mukadona, Moineaux, Mike 2, Les anges, La borne, Kongolo royal 2, IFCEPS, Home foyen, Grand lac, Good shepherd, Costa, Bercail, Bawa, Anuarite, Amani, Akenda.

Quant à la formation spécifique suivie par école, le tableau 18. présente la situation de la manière:

Tableau 18. Répartition des éducatrices par formation suivie

Ecole	Formation spécifique suivie		Total
	Non	Oui	
Akenda	-	3	3
Amani	1	2	3
Anuarite	-	3	3
Avenir	-	6	6
Bawa	-	3	3
Bercail	2	1	3
CELI Makiso	-	1	1
Costa	-	1	1
Félicité	2	-	2
Good Shepherd	1	2	3
Grand Lac	2	1	3
Home Feyen	3	-	3
IFCEPS	-	4	4
Kongolo royal 2	-	1	1
La Borne	1	2	3
La Grace	3	-	3
Les Anges	-	1	1
Mike 2	-	3	3
Moineaux	-	9	9
Mukadona	-	1	1
Mwana	1	5	6
Notre dame	2	1	3
Okapi	-	2	2
Peniel	2	-	2
Saint Jean	-	4	4
Saleh	-	2	2
Tobongisa	-	1	1
Total	20	59	79

Partant des données contenues dans ce tableau, on peut regrouper les écoles en trois.

- Le premier est celui des écoles qui comportent l'ensemble des éducatrices ayant bénéficiés des formations spécifiques. Il s'agit de: Akenda, Anuarite, Avenir, CELI, Costa, IFCEPS, Kongolo royal 2, Les anges, Make2, Moineaux, Mukadona, Okapi, Saint jean, Saleh, Tobongisa.
- Le second concerne les écoles qui ont des éducatrices qui n'ont bénéficiés d'aucune formation spécifique. On peut noter Peniel, La grace, Home feyen, Félicité.
- Le dernier groupe comprend les écoles renfermant les éducatrices qui ont bénéficiés des formations et celles qui n'y ont pas bénéficiés. On peut retenir dans cette rubrique les écoles suivantes: Amani, Bercail, Good shepherd, Grand lac, La borne, Mwana, Notre dame.

3.3 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Partant des résultats auxquels nous avons abouti, il sied de signaler que la formation des éducatrices de la ville de Kisangani n'est pas à la hauteur de ce qu'on attend d'eux. Eduquer ou former des enfants nécessite certains préalables, entre autre un niveau d'étude requis mais surtout de l'expérience et de motivation.

3.3.1 NIVEAU D'ÉTUDE

Il est couramment pensé en économie de l'éducation que plus un individu étudie, plus il est productif (Becker, 1962). Dans cette optique, il serait cohérent d'imaginer que plus un enseignant a étudié, plus il a accumulé de savoirs et meilleur enseignant il sera. Sur la base de cette hypothèse, des études ont été réalisées pour rendre compte du lien entre réussite scolaire des élèves et niveau d'étude des enseignants (Goldhaber et, Brewer., 1997; Goldhaber et, Brewer, 2000).

Cependant, les études à ce sujet ont des résultats contradictoires. Certaines études concluent qu'il n'y a pas de lien entre le niveau d'éducation des enseignants et la réussite des élèves. Plusieurs études montrent qu'il n'y a pas de différences significatives dans les scores des élèves selon que leur enseignant possède un niveau Master ou non, c'est-à-dire la licence pour la RDC (5 ans d'études universitaires).

Arronson, Barrow et Sander (2007) cités par Robin (2009) prouvent que pour les lycées publics de Chicago, il existe un effet enseignant. Mais leur étude ne montre pas de différence significative dans les scores des élèves selon que l'enseignant dispose une Licence (graduat en RDC) ou un Master (licence). Cette étude ne montre cela que dans un contexte précis, celui des établissements publics de Chicago aux États-Unis. Un Master peut contenir des enseignements très différents d'un domaine à l'autre et d'un lieu à l'autre (ville, état, pays...).

Dans l'ensemble, il est difficile d'établir avec certitude l'existence du lien entre le niveau d'éducation de l'enseignant et les scores des élèves aux tests. Il est possible que les savoirs acquis durant les études par les enseignants soient plus nombreux s'ils ont un niveau de licence mais cela n'a pas nécessairement d'effet sur leur savoir-faire en tant qu'enseignants. Il est aussi possible que les effets du niveau de diplômes des enseignants ne soient pas les mêmes selon les disciplines enseignées et selon les systèmes éducatifs.

3.3.2 EXPÉRIENCE PROFESSIONNELLE

La plupart des études sur l'expérience des enseignants concluent que celle-ci à un impact positif sur les résultats scolaires, cependant très peu d'entre elles montrent un impact significatif. Il existerait une différence de qualité entre les très jeunes enseignants et les enseignants avec un peu plus d'expériences. Rockoff, cité par Hanusheck (1998) a tracé des courbes représentant les résultats des élèves en fonction de l'ancienneté des enseignants. Il montre que plus l'enseignant a de l'expérience plus les résultats seront élevés en vocabulaire, concepts mathématiques et compréhension de la lecture. Mais un tel lien ne peut être établi pour les calculs mathématiques. Sur ces courbes, il observe un seuil à peu près après des 4 ans d'expérience. Les enseignants atteindraient un seuil à partir duquel les élèves ne progresseraient plus en fonction des années d'expérience de l'enseignant. L'ensemble des études sont plutôt d'accord sur le fait qu'il n'y a pas d'impact significatif de l'expérience sur la réussite.

Cependant, lorsque l'on regarde l'expérience des enseignants, il faut prendre en compte le problème de « turn-over » des enseignants qui peut biaiser les études. En effet, plus les enseignants ont d'expériences, plus ils iront dans les bons établissements, et ne resteront pas où ils sont. Il est donc important de faire attention lorsque l'on étudie cet effet. Car les meilleurs enseignants, dans cette hypothèse, se retrouveraient probablement devant les meilleurs élèves et dans les meilleurs établissements, ce qui suggère que certaines variables pourraient être omises. Hanusheck cite une étude de lui-même, Kain et Rivkin, datant de 2005, dans laquelle ces derniers établissent que les études qui ne prennent pas en compte le turn-over des enseignants produisent probablement une sous-estimation de la vraie variance des scores.

Dans les systèmes éducatifs centralisés, comme la RDC, les meilleurs enseignants peuvent bénéficier de mutation dans les écoles de leurs choix, mais au contraire, dans les systèmes éducatifs décentralisés (Angleterre, Finlande, Belgique, etc.), les meilleurs établissements recrutent les meilleurs enseignants. Les enseignants, s'ils le peuvent, ont tendance à quitter les établissements les moins bons pour aller dans les meilleurs. Les enseignants les moins expérimentés sont dans les établissements les moins bons et, dès lors qu'ils deviennent expérimentés pourront changer d'établissements. Il est donc important dans les modèles statistiques sur de la réussite scolaire de tenir compte de l'appartenance des élèves à un établissement.

Aussi, Bressoux (1990 et 1996) confirment l'effet positif de l'ancienneté de l'enseignant sur les acquis des élèves au niveau élémentaire. Lafortune (2001) affirment que les nouveaux enseignants sont moins efficaces que les plus chevronnés, mais qu'au bout d'un certain temps (moins de cinq ans), l'expérience n'offre plus d'avantages mesurables.

De tout ce qui vient d'être décrit, il est impérieux de se pencher sur la formation des éducatrices, car leur profil peut avoir des répercussions sur l'apprentissage de leurs élèves. A ces éducatrices, des sessions de formations doivent être organisées dans le but de les mettre à la hauteur de leur tâche car, l'apprentissage des petits enfants nécessite l'intervention des actrices compétentes.

4 CONCLUSION

A l'issu de notre investigation qui a porté sur le profil des éducatrices de l'enseignement maternel à Kisangani, nous avons poursuivi deux objectifs, nous avons abouti aux conclusions ci-dessous:

- Toutes les éducatrices faisant partie de notre travail sont qualifiées, car 76/80 sont porteuses de diplôme d'Etat, 3/80 ont le brevet en enseignement et 1/80 est licenciée. Toutes sont formées dans le domaine de l'enseignement. Partant de ces résultats, notre première hypothèse selon laquelle le profil des éducatrices de la maternelle dans la ville de Kisangani ne correspond pas aux dispositions réglementaires en la matière est infirmée.
- La plupart des éducatrices témoignent d'une ancienneté allant de 0 à 10 ans dans le domaine de l'enseignement (54/80) ou dans leur classe respective (66/80).
- Comme stratégies compensatoires, la majorité des enquêtés ont suivi une formation en enseignement, soit une formation spécifique dans le domaine, allant d'une fois à 9 fois, même si une frange des éducatrices n'a jamais suivi une formation quelconque. De ces résultats, notre deuxième hypothèse est confirmée.

REFERENCES

- [1] Bapolisi, P. (2002). Les stratégies de formation et autoformation didactique des facteurs enseignants du secondaire dans les Pays du grands lacs, contribution à la didactique fonctionnelle. Thèse de doctorat non publié en pédagogie, Unikis, F.P.S.E
- [2] Becker G. (1962). Théorie du capital humain: Analyse Théorique. In *Journal of Political Economy*, Vol. 70.
- [3] Bressoux, P. (2006). *Histoire et perspectives des recherches sur l'effet-maitre*. In G. Figari et L. Mottier Lopez, Recherche sur l'évaluation en éducation. Paris: L'Harmattan.
- [4] Dictionnaire actuel de l'éducation (2005).
- [5] Duru-Bellat, M. (2003). Les apprentissages des élèves dans leur contexte: les effets de la composition de l'environnement scolaire. *Carrefours de l'éducation*, 16, pp.182-206.
- [6] Goldhaber, D. and Brewer, D. (1997). Why don't schools and teachers seem to matter? Assessing the impact of unobservables on educational productivity. *Journal of Human Resources*, pp. 505-523.
- [7] Goldhaber, D. and Brewer, D. (2000a). Does teacher certification matter? High school teacher certification status and student achievement. *Educational evaluation and policy analysis*. 22, 2, pp. 129-145.
- [8] Gumeavukili, F. (2007). Qualification des enseignants dans les écoles secondaires de la ville d'Isiro. Mémoire de Licence non publié en pédagogie, Unikis, F.P.S.E
- [9] Hanushek, E. A. (1998). Measuring Investment in Education, « *Journal of Economic Perspectives*, 4, pp. 9-30.
- [10] Kamba, A. (1999). Niveau de qualification des enseignants de primaire et secondaire écoles conventionnées catholique au diocèse d'Isiro-Niangara au cours de l'année scolaire 1989-1990, 1994-1995. Mémoire de Licence non publié en pédagogie, Unikis, F.P.S.E
- [11] Lafortune, L. (2001) Accompagnement socioconstructiviste. Pour s'approprier une réforme en éducation, Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- [12] Lautier N. (2008). *Le regard des étudiants*. Paris: ERES.
- [13] Loi-cadre de l'enseignement (2014).
- [14] Liki, M. (1991). Evaluation du niveau de qualification des enseignants en fonction dans les écoles primaires et secondaires de la CECA 20/BUNIA de 1990 à 1998. Mémoire de Licence non publié en pédagogie, Unikis, F.P.S.E
- [15] Rajonhson L. (2006). Etude locale sur les caractéristiques des écoles efficaces dans la province de Toamasina - Madagascar, Libreville, Gabon, 27-31, mars 2006.
- [16] Robin, J-M (2009). Qu'est-ce qu'un bon professeur ? Regards de personnels de direction.
- [17] Serge, J. et Lavariée (2006). *Les compétences professionnelles des éducatrices: point de vue des intervenantes et des parents*. In les interactions, vol 9, N°2, Québec, université de Montréal.
- [18] Unesco (2002). Le droit à l'éducation, vers l'éducation pour tous au long de la vie. Editions Unesco.

Corrélation entre la performance des élèves de 5^e année primaire de Kisangani en orthographe française et en compréhension de texte

[Correlation between the performance of 5th year primary school students in Kisangani in French spelling and in text comprehension]

Emile Malamba Shongo

Assistant, Université de Lodja, dans la Province de Sankuru, RD Congo

Copyright © 2023 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: Man is called upon to communicate with his fellow human beings by means of language implemented either by speech or by writing.

In undertaking this research, we wanted to identify the level of mastery of 5th grade primary school students in Kisangani in French spelling and reading comprehension and to evaluate the degree of correlation between the performance of these students in spelling and reading comprehension. The data analysed in this study came from the educational planning and evaluation service of the University of Kisangani. After analysis, it was found that the performance of the students was low in both spelling and reading. And, there is a positive and significant correlation between spelling and reading performance. This suggests that a student who can write understands what he or she is writing and vice versa.

KEYWORDS: Average, Kisangani town, primary 5th, reading, spelling.

RESUME: L'homme est appelé à communiquer avec ses semblables au moyen du langage mis en œuvre soit par la parole, soit par l'écriture.

En entreprenant cette recherche, nous avons voulu identifier le niveau de maîtrise des élèves de 5^e année primaire de Kisangani en orthographe française et en compréhension d'un texte et évaluer le degré de corrélation entre la performance de ces élèves en orthographe et la compréhension de texte. Les données analysées dans le cadre de ce travail proviennent du service de planification et d'évaluation en Education de l'université de Kisangani. Après analyse, il s'est avéré que le rendement des élèves est faible, aussi bien en orthographe qu'en lecture. Et, il existe une corrélation positive et significative entre le rendement en orthographe et en lecture. Ceci laisse entrevoir qu'un élève qui sait écrire comprend ce qu'il écrit et cela vice versa.

MOTS-CLEFS: Kisangani, lecture, orthographe, Performances, 5^e primaire.

1 INTRODUCTION

Le monde d'aujourd'hui, plus que celui d'hier est un monde de l'information et de la communication, la suite de siècle qui commence le sera davantage. Jamais les humains n'ont été informés comme aujourd'hui, ceci est d'autant plus vrai que déjà en ce monde d'aujourd'hui, une partie de transaction entre institution passe par l'écrit (Kimbuani, 2006).

La compétence à lire, à écrire s'apprend à l'école primaire (Ndjibu, 1974; Tabezi, 2005). L'enseignement primaire a pour finalité de préparer l'enfant à la lecture, à l'écriture et au calcul tout en lui inculquant l'amour du travail. Bonnet et ses collaborateurs (cité par Tabezi, 2005) soutiennent que « savoir parler, savoir écrire, savoir écouter, savoir lire sont quatre socles des compétences (...) non pour le savoir lui-même mais pour la liberté d'invention qu'ils permettent et pour le sens qu'ils procurent ».

En République Démocratique du Congo, le français, reste la langue officielle de l'enseignement, c'est par le biais de la colonisation que le français arrive en R.D Congo, jouissant au départ du prestige de langue du Roi Léopold II de Belgique et de la cour royale. Le système éducatif congolais a certes la responsabilité d'enseigner le français en vue de pouvoir enseigner et/ou apprendre en français.

Jadis, comme l'affirme Kevian (2007), l'une des composantes de la langue française a trouvé une tentative d'explication. L'écrit constitue une mémoire de papier, permettant un retour sur les traces antérieures (Mémoire à long terme) et déchargeant la gestion mentale simultanée de plusieurs informations (mémoire de travail).

Selon Mukendi (1991, p.1) « *l'amélioration des conditions d'enseignement et d'apprentissage des langues utilisées dans l'enseignement constitue les préoccupations de tous ceux qui s'intéressent au rendement général du système scolaire au Zaïre.* » Si aujourd'hui, les acteurs éducatifs de l'enseignement se plaignent de la baisse de niveau des élèves. La cause principale est due aux lacunes énormes en compréhension française (Issoy, 2013 et Mokonzi, 2009).

Ainsi, Umberto (cité par Boyombi, 2014) signale que l'écriture a produit, au cours de siècle des écrits, des livres qui nous ont obligés à entrainer notre mémoire pour les mémoriser. La compréhension d'un message est nécessaire pour agir, il s'agit d'une action simple (obéir à un ordre, exécuter une consigne,...).

Pour Magaly (cité par Mapori, 2015), le français comporte deux parties dont l'une est orale et l'autre écrite. La notion de l'écrit ne peut être traitée de manière dissociée du langage oral. Il s'agit de deux formes de langage qui sont interdépendantes. L'écrit fait entrer en jeu des nouvelles compétences telles que la motricité et la planification textuelle. L'écriture est un moyen d'expression et de création que chacun peut utiliser et développer.

Gaonac'h et Fayol (2013, p.183) soulignent que la compréhension d'un texte écrit « *exige la mise en œuvre délibérée des stratégies qui permettent de planifier et de contrôler les traitements cognitifs et d'organiser les informations retenues à long terme* ».

Ainsi, lire, écrire et comprendre ce qu'on lit ou écrit constitue la clé de voute de toute scolarité. Aussi, Noizet que cite Kambayo (2015) rappelle que l'Unesco continue à s'intéresser à l'étude axée sur la lutte contre l'analphabétisme pour l'instruction élémentaire dans le progrès social et l'amélioration des conditions matérielles d'existence. Le même auteur montre qu'il y a de nombreux efforts déployés sur le plan national, international et régional pour enseigner la lecture et l'écriture afin de permettre une compréhension aux enfants et adultes, démontrant clairement que l'humanité prend conscience de ses responsabilités à cet égard, et comprendre que l'éducation de « base » ou « sociale » doit contribuer puissamment à l'éducation d'un monde meilleur.

Pour Issoy (2013), d'aucuns décrivent la qualité actuelle des acquis scolaires en République Démocratique du Congo, néanmoins, nous nous assistons à des curieuses exceptions parmi les écoles; en effet, certaines d'entre elles produisent des meilleurs résultats pendant que d'autres se distinguent par la médiocrité des performances de leurs élèves. De même au sein d'une même école et encore d'une même classe, on assiste à des différences entre les performances des élèves: certains enfants sont excellents, d'autres bons, d'autres encore médiocres, voire mauvais par rapport à leurs résultats.

Les différents constants faits par plusieurs chercheurs démontrent l'impact des écrits en sur la performance des élèves au niveau primaire, secondaire, voire universitaire. Mokonzi (2009) fait un constat amère en affirmant que « *le niveau des élèves est en baisse. Ceux qui terminent le primaire ne savent ni lire, ni écrire et n'ont même pas le niveau de troisième année primaire d'il y a vingt ans* ». Il ajoute que « *la manière dont s'expriment les étudiants actuellement laisse fort à désirer, au point qu'on peut se demander s'ils ont réellement achevé les études secondaires* ».

Au regard de tout ce qui vient d'être évoqué ci-dessus, nous nous sommes posé les questions suivantes: quel est le niveau de performance des élèves de 5^e année primaire de la ville de Kisangani en orthographe française et en compréhension d'un texte ? Existe-t-il une corrélation significative entre la performance en orthographe et en compréhension française ? Autrement dit, les élèves qui écrivent bien comprennent-ils aussi bien les textes écrits ?

Pour mener à bon port cette étude, nous avons fixé les objectifs que voici:

- Identifier le niveau de maîtrise des élèves de 5^e année primaire de la ville de Kisangani en orthographe française et en compréhension d'un texte;
- Evaluer le degré de corrélation entre la performance de ces élèves en orthographe et la compréhension de texte.

Tenant compte des hypothèses formulées et les résultats obtenus dans la recherche de Kambayo (2015), nous émettons nos hypothèses de la manière suivante:

- Le niveau de maîtrise des élèves de 5^e année primaire de la ville de Kisangani en orthographe française et en compréhension est inférieur à 50%;
- Il existe une corrélation positive et élevée entre les résultats de ces élèves en orthographe et en compréhension de texte.

2 MÉTHODOLOGIE

Les données de cette étude sont issues de la recherche intitulée « Contribution à l'amélioration de l'efficacité des écoles primaires et secondaires de la Province Orientale ». Cette recherche est effectuée par le Service de Planification et d'Evaluation en Education de l'Université de Kisangani.

D'une population de tous les élèves de cette ville, ce service a procédé à un échantillonnage aléatoire, stratifié et pondéré qui aboutit à la sélection de 35 écoles, constituées de 2999 élèves qui ont passé l'épreuve de compréhension française et 2999 élèves ayant été soumis à celle d'orthographe.

Pour analyser les données, nous avons procédé d'abord à l'exploration des données, notamment au calcul des indices de la tendance centrale et de dispersion. Aussi, par le coefficient de Bravais-Pearson, nous avons pu apprécier la relation entre les deux composantes (orthographe et compréhension) retenues dans l'étude. Le test t de Student et l'analyse de variances nous ont permis de comparer les moyennes.

3 RÉSULTATS

Les résultats auxquels nous avons abouti se présentent comme suit:

3.1 ANALYSE DE RENDEMENT EN COMPRÉHENSION FRANÇAISE

3.1.1 ANALYSE DE RENDEMENT GLOBAL EN COMPRÉHENSION FRANÇAISE

A l'instar du calcul des indices statistiques sur base des scores globaux en compréhension française nous avons les résultats ci-dessous.

Tableau 1. Résultat global en compréhension française

Indices	N	Max	D	P	$\bar{X}$	SD	CV	Rdt
Total	2999	10	0	10	3,22	2,737	0,85	32,21

Légende:

N: nombre total des élèves, D: dernière note, P: première note, X: moyenne, SD: écart-type, CV: coefficient de variation, Rdt: rendement

Les résultats de ce tableau montrent que les élèves de 5^e année primaire ont un rendement faible (32,21%), car inférieur à 50% et une moyenne de 3,22 points sur 10. L'élève le moins performant a obtenu zéro sur 10, tandis que celui le plus performant a obtenu 10. Selon que le coefficient de variation est supérieur à 0,15, ces élèves constituent un groupe hétérogène.

3.1.2 ANALYSE DE RENDEMENT PAR ÉCOLE EN COMPRÉHENSION FRANÇAISE

Pour cette partie, nous avons cherché à savoir si les performances des élèves varient selon les écoles qu'ils fréquentent. Après les analyses, voici comment se présente les résultats:

Tableau 2. Rendements en compréhension de texte par école

Ecoles	N	Max	X	SD	D	P	CV	Rdt
1. ANGBIKO	132	10	1,11	1,481	0	5	1,34	11,08
2. BANGBA	75		6,2	2,126	0	9	0,34	61,96
3. CHOLOLO I	102		3,28	1,999	0	9	0,61	32,81
4. DIANGENDA	26		1,29	1,419	0	3	1,1	12,93
5. DIPO	33		1,85	1,688	0	4	0,91	18,52
6. EDAP/ISP-KIS	106		4,49	1,99	0	8	0,44	44,95
7. ELIKIA	51		2,8	1,481	0	7	0,53	28,02
8. HODARI A	135		6,76	2,172	0	10	0,32	67,59
9. IFCEPS A	96		1,47	1,624	0	7	1,1	14,74
10. KABONDO I	103		2,12	1,789	0	8	0,84	21,21
11. KETELA A	69		2,3	2,152	0	9	0,93	23,05
12. KISANGANI I	128		4,34	2,214	0	10	0,51	43,36
13. LIMANGA I	78		5,89	2,324	0	9	0,39	58,89
14. LISANGA	126		2,71	2,447	0	9	0,9	27,07
15. LUMBULUMBU I	97		2,36	2,024	0	9	0,86	23,55
16. M. MATHE	73		2,62	2,547	0	9	0,97	26,15
17. MAELE	101		8,15	1,94	0	10	0,24	81,46

18. MAENDELEO I	111		3,95	1,705	0	9	0,43	39,51
19. MAPENDANO II	129		5,34	2,65	0	10	0,5	53,38
20. MARIE R. DE LA PAIX	128		1,11	1,538	0	6	1,39	11,09
21. MATETE	58		1,14	1,5	0	5	1,32	11,37
22. BASE	87		1,30	1,394	0	6	1,07	12,97
23. MITUKU	103		2,00	1,233	0	3	0,62	19,99
24. MUKADONA	86		4,59	2,176	0	9	0,47	45,90
25. MUSHINDO	36		3,1	2,037	0	6	0,66	30,97
26. MWANGAZA	133		4,33	2,427	0	9	0,56	43,30
27. NELSON MANDELA	27		1,65	2,072	0	7	1,26	16,46
28. NGENENGENE	125		1,41	1,685	0	6	1,2	14,08
29. SAIO	94		1,44	1,537	0	6	1,07	14,39
30. SALELA	11		1,61	1,691	0	3	1,05	16,13
31. SIMISIMI	37		1,28	1,683	0	6	1,32	12,79
32. TOBONGISA	61		4,63	1,884	0	8	0,41	46,28
33. TSHOPO I	61		5	1,611		9	0,32	49,96
34. TUFUATE	121		1,47	1,676	0	7	1,14	14,68
35. TUKUFU	60		0,84	1,369	0	3	1,64	8,370
Total	2999		3,22	2,737	0	10	0,85	32,21

En observant ce tableau, il importe de signifier qu'une seule école a réalisée 81,46% de réussite; le reste des écoles se regroupent à deux catégories: la première est celle constituée des écoles qui ont réalisé un rendement situé entre 50 à 69% (Hodari: 67,69%; Bangba 2: 61,96%; Limanga 1: 58,89% et Mapendano: 67,59%), et la seconde contient les 30 écoles dont les rendements sont insatisfaisants (inférieur à 50%). Toutes ces écoles constituent des groupes hétérogènes, car leurs coefficients des variations sont supérieurs à 0,15.

Pour vérifier l'existence des différences, nous avons appliqué l'Analyse de la Variance (ANOVA) dont voici les résultats:

Tableau 3. Résultats de l'analyse de la variance

Sources de variations	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	11286,524	34	331,957	88,131	0,000
Intra-groupes	11164,311	2964	3,767		
Total	22450,835	2998			

Ces résultats attestent que les moyennes diffèrent selon les écoles ($F=88,131$; $p=0,00<0,05$).

3.2 ANALYSE DU RENDEMENT EN ORTHOGRAPHE

Dans cette partie, nous faisons une analyse de rendement global et par école.

3.2.1 ANALYSE DE RENDEMENT GLOBAL DES ÉLÈVES EN ORTHOGRAPHE

Après avoir calculé les indices statistiques sur base des scores globaux en orthographe, nous avons trouvé les résultats ci-après:

Tableau 4. Performances globales en orthographe.

Indices	N	Max	D	P	$\bar{X}$	SD	CV	Rdt
Total	2999	47	0	47	13,74	11,496	0,84	29,24

Les résultats contenus dans ce tableau montrent que les élèves ont obtenu en moyenne 13,74 points sur un maximum de 47, soit un rendement de 29,24%, mais aussi, la dispersion est très grande entre les notes des élèves. Si l'élève le moins performant a obtenu la note zéro sur 47, le plus performant, par contre, a obtenu 47. Ces élèves forment un groupe hétérogène, du fait que le coefficient de variation est supérieur à 0,15. Ainsi donc, le rendement de ces élèves en orthographe est insatisfaisant car inférieur à 50%.

3.2.2 ANALYSE DE RENDEMENT EN ORTHOGRAPHE PAR ÉCOLE

Les résultats par écoles se présentent de la manière suivante:

Tableau 5. Performances des élèves en orthographe par école

Ecoles	N	Max	X	SD	D	P	CV	Rdt
1. ANGBIKO	132	47	6,01	5,824	0	20	0,97	12,79
2. BANGBA	75		31,17	9,017	11	45	0,29	66,32
3. CHOLOLO I	102		6,31	5,464	0	25	0,87	13,43
4. DIANGENDA	26		4,64	6,648	0	20	1,43	9,87
5. DIPO	33		7,69	6,422	0	13	0,84	16,36
6. EDAP/ISP-KIS	106		22,59	11,756	3	45	0,52	48,06
7. ELIKIA	51		18,61	10,809	0	37	0,58	39,60
8. HODARI A	135		26,37	11,711	0	47	0,44	56,11
9. IFCEPS A	96		7,31	6,519	0	25	0,89	15,55
10. KABONDO I	103		22,28	11,416	1	46	0,51	47,40
11. KETELE A	69		6,75	6,089	0	13	0,90	14,36
12. KISANGANI I	128		13,48	7,388	0	35	0,55	28,68
13. LIMANGA I	78		19,38	8,63	2	41	0,45	41,23
14. LISANGA	126		16,26	13,49	0	47	0,83	34,60
15. LUMBULUMBU I	97		16,22	9,394	1	45	0,58	34,51
16. M. MATHE	73		4,71	4,919	0	27	1,04	10,02
17. MAELE	101		22,65	9,228	2	41	0,41	48,19
18. MAENDELEO I	111		16,98	10,733	1	42	0,63	36,13
19. MAPENDANO II	129		3,31	3,693	0	15	1,12	7,04
20. MARIE R. DE LA PAIX	128		5,39	5,089	0	21	0,94	11,47
21. MATETE	58		13,38	0	13	13	0,00	28,47
22. BASE	87		7,58	6,888	0	28	0,91	16,13
23. MITUKU	103		23,38	11,125	0	42	0,48	49,74
24. MUKADONA	86		23,33	9,521	1	45	0,41	49,64
25. MUSHINDO	36		8,76	5,513	0	13	0,63	18,64
26. MWANGAZA	133		11,52	9,124	0	40	0,79	24,51
27. NELSON MANDELA	27		13,64	8,508	0	32	0,62	29,02
28. NGENENGENE	125		7,04	6,428	0	27	0,91	14,98
29. SAIO	94		4,65	6,113	0	29	1,31	9,89
30. SALELA	11		3,94	4,405	0	13	1,12	8,38
31. SIMISIMI	37		4,04	4,778	0	16	1,18	8,60
32. TOBONGISA	61		13,38	0	13	13	0,00	28,47
33. TSHOPO I	61		22,32	12,238	1	44	0,55	47,49
34. TUFUATE	121		17,33	10,64	0	43	0,61	36,87
35. TUKUFU	60		6,07	5,721	0	26	0,94	12,91
Total	2999		13,74	11,496	0	47	0,84	29,23

La lecture de ce tableau montre que toutes ces écoles ont réalisé un rendement faible, excepté Bangba 2 qui a réalisé 66,32% et Hodari qui en a obtenu 56,11%. Les autres écoles se situent entre 7,04% (Mapendano) et 49,74% (Mituku). Il faut signaler que toutes ces écoles constituent des groupes hétérogènes, vu leurs coefficients de variation.

Pour décrire si les moyennes diffèrent significativement par école, nous avons procédé à l'AVONA qui a abouti aux résultats suivants:

Tableau 6. Résultats de l'analyse de la variance

Sources de variations	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	177402,677	34	5217,726	70,685	0,000
Intra-groupes	218793,412	2964	73,817		
Total	396196,089	2998			

De ces résultats, il faut signaler que les moyennes présentées diffèrent significativement selon les écoles ($F=70,685$; $p=0,00<0,05$).

3.3 CORRÉLATION ENTRE LES PERFORMANCES EN COMPRÉHENSION ET EN ORTHOGRAPHE FRANÇAISE

L'analyse corrélationnelle entre compréhension et l'orthographe française ont fourni les résultats suivants:

Tableau 7. Corrélation entre la compréhension française et l'orthographe

Orthographe	Compréhension	
	Corrélation de Pearson	0,426**
	Sig. (bilatérale)	0,000
	N	2999

Après analyse, la valeur de coefficient de corrélation de Bravais-Pearson ($r=0,426$), avec probabilité associée de 0,000 ont été trouvées. La probabilité étant inférieure au seuil de 0,05, cela montre qu'il existe une corrélation positive et très significative entre les performances des élèves en compréhension française et en orthographe. Concrètement, l'élève qui écrit mieux comprend aussi ce qu'il écrit, ou encore celui qui comprend ce qu'il lit connaît aussi écrire.

4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Dans ce travail, les élèves n'ont pas atteint, en compréhension des textes en général, le seuil de réussite de 50% prévu en RD Congo. Comme il a été dit dans la problématique, « savoir parler, savoir écrire, savoir écouter, savoir lire, (...) non pour savoir lui-même, mais pour la liberté d'inventions qu'ils permettent et pour le sens qu'ils procurent. Tabezi (2005). La compréhension des textes et l'écriture posent des problèmes dans nos sociétés. De nos jours, la question de la qualité des apprentissages que l'école doit assurer aux apprenants est au centre des préoccupations de tous les acteurs de l'éducation.

Certains auteurs se sont préoccupés de la qualité des acquis scolaires et qu'ils ont trouvé que les acquis scolaires des élèves sont déplorables dans les disciplines fondamentales (Issoy, 2005; Mokonzi, 2009).

En compréhension française, 5 écoles sur 35 ont obtenu un bon rendement, notamment Bangba 2 (66,32%), et Hodari (56,11%). Il s'est remarqué que tous les élèves n'ont pas réalisé un rendement satisfaisant c'est-à-dire (29,24%, inférieur à 50%). Ces résultats rejoignent ceux de Nyingazo (2016) qui avait abouti aux résultats selon lequel, les élèves de 5^{ème} année primaire de Bunia et de Kisangani n'ont pas atteint le seuil de 50% en orthographe française; nos résultats vont aussi dans le même sens que Boyombi (2014), car elle avait révélé qu'en orthographe française, les rendements des élèves sont en général non satisfaisants.

Par contre, Mumbere (2011) a trouvé dans son étude que les élèves de la 5^{ème} année de l'école Pérolière ont atteint un seuil minimal de maîtrise, lequel est supérieur à 70%. Il sied de signaler que tout change avec le temps et aussi, nous n'avons pas utilisé la même base des données avec Mumbere. Nos résultats montrent la supériorité de rendement de l'âge le plus petit (9 ans) vers l'âge de 18 ans en compréhension qu'en orthographe; donc, les élèves les plus âgés n'ont pas réalisé un bon rendement, ce qui est étonnant qu'un enfant de 9 ans ait un rendement supérieur par rapport à un enfant âgé de 18 ans. S'agit-il de l'effet « période sensible ? » Nous ne saurons répondre à cette question.

Malgré la dégradation du système qui n'épargne aucune de ses dimensions, affirme Mokonzi (2009, pp.45-46), « il y a encore quelques écoles qui se distinguent nettement des autres et qui pourraient incontestablement être caractérisées d'écoles performantes. Comme qui dirait, à l'instar des animaux malades de la peste, tous furent frappés, mais tous ne furent pas morts. » Qu'est-ce qui explique la performance de ces rescapés ? Qu'est-ce qui fait qu'évoluant dans un même contexte socio-économique, certaines écoles se différencient positivement des autres ? Questions intéressantes, dans la mesure où l'identification des paramètres explicatifs de cette performance pourrait orienter les idées sur la réforme scolaire et assurer l'instauration d'une école de l'excellence pendant la phase historique actuelle de la refondation de la nation congolaise.

Nous notons, comme implication pédagogique, qu'il faut pousser les élèves à la lecture, surtout à la lecture silencieuse, car elle permet aux élèves de lire intelligemment; c'est donc une lecture par excellence. Aussi, à ce siècle où les abréviations téléphoniques minent l'éducation des enfants, il faut insister sur l'orthographe correcte des mots.

Une limite importante liée à cette étude est que, nous n'avons pas étudié la manière dont cette corrélation évolue et les facteurs qui la déterminent. Raison pour laquelle, nous appelons les chercheurs qui s'intéressent à ce thème à l'aborder, en prenant aussi en compte les aspects économiques des parents, les attitudes des élèves face à la l'orthographe et la lecture, etc.

5 CONCLUSION

Tout au long de ce travail, nous avons poursuivi les objectifs d'identifier le niveau de maîtrise des élèves de 5^e année primaire de la ville de Kisangani en orthographe française et en compréhension d'un texte et évaluer le degré de corrélation entre la performance de ces élèves en orthographe et la compréhension de texte.

Pour ce faire, nous avons estimé que (1) le niveau de maîtrise des élèves de 5^e année primaire de la ville de Kisangani en orthographe française et en compréhension est inférieur à 50%; et, il existe une corrélation positive et élevée entre les résultats de ces élèves en orthographe et en compréhension de texte.

Pour concrétiser notre désir, nous avons exploité les données du Service de Planification et d'Evaluation en Education de l'Université de Kisangani. D'une population de tous les élèves de cette ville, ce service a procédé à un échantillonnage aléatoire, stratifié et pondéré qui aboutit à la sélection de 35 écoles, constituées de 2999 élèves qui ont passé l'épreuve de compréhension française et 2999 élèves ayant été soumis à celle d'orthographe.

Pour analyser les données, nous avons procédé d'abord à l'exploration des données, notamment au calcul des indices de la tendance centrale et de dispersion. Aussi, par le coefficient de Bravais-Pearson, nous avons pu apprécier la relation entre les deux composantes (orthographe et compréhension) retenues dans l'étude. Le test t de Student et l'analyse de variances nous ont permis de comparer les moyennes.

Au terme de nos analyses, nous avons abouti à ce qui suit:

- Les rendements globaux des élèves sont faibles, aussi bien en orthographe (29,24%) qu'en compréhension de texte français (32,21%).
- En compréhension de texte, sur 35 écoles retenues, seules 5 ont réalisé des rendements satisfaisants, il s'agit de Hodari (67,69%); Bangba 2 (61,96%); Limanga 1 (58,89%) et Mapendano (67,59%).
- En orthographe, deux écoles (Bangba 2 avec 66,32% et Hodari avec 56,11%) ont réalisé des rendements satisfaisants. Les autres écoles se situent vraiment en bas de l'échelle telles que Mapendano avec 7,04% et Mituku avec 49,74%.
- L'analyse corrélationnelle a permis de conclure qu'il existe une corrélation positive et significative entre les rendements des élèves en compréhension française et en orthographe. Concrètement, l'écopier qui écrit mieux comprend aussi ce qu'il écrit, ou encore celui qui comprend ce qu'il lit connaît aussi écrire ($r=0,426$; $p=0,000<0,05$).

REFERENCES

- [1] Boyombi, E. (2014). Niveau de performances des écoliers de 4^{ème} année de Kisangani et Bunia en dictée française et quelques facteurs explicatifs (*Mémoire de Licence* inédit, UNIKIS: F.P.S.E).
- [2] Gaonac'h et Fayol (2013). *Les difficultés de l'orthographe* (Université Blaise-Pascal de Clermont-Ferrand). Récupéré du site <http://www.pour-la-science.fr/ewbpages/a/article-les-difficultés-de-l-orthographe-23726.php>.
- [3] Issoy, A. (2013). Déterminants de performances des élèves de 6^{ème} année primaire de Kisangani en compétence de la vie courante. (*Thèse de doctorat en pédagogie*, UNIKIS).
- [4] Kambayo, M. (2015). Corrélation entre le rendement des écoliers de 5^e année primaire de Bunia et de Kisangani en lecture technique et compréhension française. (*Mémoire de licence*, UNIKIS).
- [5] Kavian, E. (2007). Écrire et faire écrire. Manuel pratique d'écriture. De Boeck, Paris: PUF.
- [6] Kimbuani, M. (2006). *Informatique appliquée en psychologie et en pédagogie*. Cours destiné aux étudiants de deuxième année de graduat. (Unikis, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education).
- [7] Magaly, E. (2011). La dictée à l'adulte comme support de l'entrée dans l'écrit au préscolaire. (*Mémoire professionnel*, Lausanne).
- [8] Mapori, F. (2015). Niveau d'étude des parents et le résultat des écoliers de 4^{ème} primaire de la ville de Bunia en compréhension française. (*Travail de Fin de Cycle en pédagogie*, UNIKIS).
- [9] Mokonzi, G (2009). De l'école de la médiocrité à l'école de l'excellence au Congo-Kinshasa. Paris: L'Harmattan.
- [10] Mukendi wa Mpoyi, (1991). Connaissance de la langue française chez l'enfant Zaïrois scolaire. (*Thèse de doctorat en pédagogie*, UNIKIS).

- [11] Mumbere, A. (2011). Évaluation des acquis d'élèves en dictée et en compréhension française. Cas de l'école primaire pérolière. (*Mémoire en pédagogie*, UNIKIS).
- [12] Ndjibu, A. (1974). L'orthographe du français chez les écoliers au zaïre. (*Mémoire en pédagogie*, UNIKIS).
- [13] Nyingazo, J. (2016). Déterminants de performance des écoliers de 5^e année en dictée française. (*Mémoire en pédagogie*, UNIKIS).
- [14] Tabezi, P. (2005). Impact de la compréhension de lecture française sur le rendement global des élèves finalistes du cycle long de la ville de Kindu. (Thèse de doctorat en pédagogie, UNIKIS).

Motivations à la base du choix d'une filière d'études par les élèves finissants le cycle secondaire de la ville de Kisangani

[Motivations behind the choice of a course of study by secondary school leavers in the city of Kisangani]

Matthieu YAFOLA AKAKA

Assistant, Institut Supérieur Pédagogique d'Opala, Province de la Tshopo, RD Congo

Copyright © 2023 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 objective of this study was to identify the motivations that lead pupils in the 6th year of secondary school in Kisangani to choose faculties and/or courses of study in higher and university education. We therefore estimated that the motivations behind the choice of faculties and/or courses of study by pupils finishing secondary school in Kisangani are essentially based on the possibility of finding a job at the end of their studies.

To test this hypothesis, we administered a questionnaire to 100 sixth-grade students in secondary schools in the commune of Makiso, one of the six communes that make up the city of Kisangani. From the data collected, we proceeded to a frequency count, converted into a percentage.

At the end of the analyses, we arrived at the results according to which the motivations which push these pupils to choose these faculties or branches of study are based on the aptitudes which they possess and acquired throughout their current secondary school sections. These results invalidate our hypothesis that the possibility of finding a job is the basis for our respondents' choice of faculties or fields of study at ESU. Thus, educators need to focus on training so that students develop skills that will help them to pursue further studies.

KEYWORDS: Aptitude, choice, study pathway, motivation, school guidance.

RESUME: Par ce travail, nous avons défini comme objectif de cerner les motivations qui poussent les élèves de 6^e secondaire de Kisangani à choisir les facultés et/ou les filières d'études à l'enseignement supérieur et universitaire. Partant, nous avons estimé que les motivations à la base du choix des facultés et/ou filières d'études par les élèves finissant le cycle secondaire à Kisangani est essentiellement fondée sur la possibilité de trouver un emploi à la fin des études.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons administré un questionnaire auprès de 100 élèves de 6^e année des écoles secondaires implantées dans la commune Makiso, une des 6 communes qui composent la ville de Kisangani. Des données collectées, nous avons procédé au décompte fréquentiel, converti en pourcentage.

A l'issue des analyses, nous avons abouti aux résultats selon lesquels les motivations qui poussent ces élèves à choisir ces facultés ou filières d'études sont fondées sur les aptitudes qu'ils possèdent et acquises tout au long de leurs sections d'études secondaires actuelles. Ces résultats infirment notre hypothèse selon laquelle la possibilité de trouver un emploi serait à la base du choix des facultés ou filières d'études à l'ESU par nos enquêtés. Ainsi, les éducateurs doivent mettre l'accent sur la formation afin que les élèves développent leurs aptitudes, lesquelles vont les aider à poursuivre leurs études ultérieures.

MOTS-CLEFS: Aptitude, choix, filière d'étude, Motivation, orientation scolaire.

1 INTRODUCTION

1.1 ETAT DE LA QUESTION

Le thème de motivation aux choix des filières d'études a été abordé par plusieurs chercheurs. Nous pouvons citer, à titre illustratif l'étude de Kitengie (1999), Muzamuzi (1982),

Kitenge Mulimba (1999), dans son étude sur les bases motivationnelles de choix des facultés par les étudiants de l'université de Kisangani, a poursuivi trois objectifs, à savoir: (1) déceler les raisons qui motivent les jeunes diplômés d'Etat à venir nombreux prendre leur inscription à l'université de Kisangani; et (2) Déceler les raisons qui font que certaines facultés regorgent plus d'étudiants que d'autres.

Pour ce faire, l'auteur a formulé les hypothèses suivantes: (1) l'université serait un lieu d'enseignement et de recherche qui oriente les étudiants à une profession noble; c'est pourquoi les étudiants s'y inscrivent nombreux. Et (2) le choix que font les étudiants des facultés serait fonction des avantages que ces derniers attendent à la fin de leurs études, car ces facultés leur permettraient de trouver facilement du travail ou de se rendre indépendant;

Pour atteindre ses objectifs et vérifier ses hypothèses, l'auteur a utilisé deux techniques pour récolter les données, il s'agit de l'analyse documentaire, en consultant les dossiers de tous les nouveaux étudiants inscrits à l'université de Kisangani dans cinq facultés, afin de se rendre compte de la section ou option suivie aux humanités et du choix émis pour la faculté, et du questionnaire pour appréhender les motivations des étudiants dans le choix de leurs études.

A l'issue de ses analyses, il a abouti aux résultats suivants: (1) La presque totalité de sujets étaient contents d'être à l'université, car elle est un lieu unissant l'enseignement et la recherche, et inculque les méthodes de travail. Il y a aussi des raisons d'ordre professionnel et l'influence des parents qui ont amené la majorité des enquêtés à se faire inscrire à l'université; (2) Le motif qui accompagne le choix d'une faculté est lié à un certain intérêt. L'étudiant veut, nécessairement à la fin de ses études, trouver une occupation rémunératrice. Ils cherchent une faculté qui les amènera à un emploi de valeur, capable de garantir une meilleure vie et une considération. Ceci a donc confirmé la deuxième hypothèse.

De son côté, Muzamuzi Gakwavu (1982) a mené une étude intitulée « motivations et aspirations professionnelles des élèves de l'enseignement technique industrielles ». Cas de l'institut Technique Chololo de Kisangani.

L'auteur a poursuivi un objectif, celui d'identifier les motivations et les aspirations professionnelles des jeunes qui s'orientent vers l'enseignement technique industriel. Pour ce faire, il a formulé une hypothèse selon laquelle le choix de la section technique industrielle par ces élèves serait conditionné par des raisons tant de nature interne qu'externe au sujet. Il a constitué un échantillon aléatoire composé de 150 sujets prélevés sur une population de 406 sujets, chez qui il a administré un questionnaire d'enquête.

Les résultats de son enquête confirment son hypothèse car, le choix de l'humanité technique industrielle par les élèves était effectivement conditionné par des motifs internes, comme la vocation, l'amour du métier, etc. et des motifs externes, comme les conseils des enseignants et des parents, l'imitation, les échecs dans d'autres sections, le désir d'éviter les chômages, etc. Il a également constaté que, dans la plupart de cas, les élèves s'orientent vers l'enseignement technique industriel pour répondre à leurs aspirations qui sont parfois idéalistes. Souvent, les jeunes embrassent cet enseignement sans avoir les informations suffisantes sur ce qu'ils deviendront plus tard, et même sans en disposer des aptitudes nécessaires.

Comme ces études, nous voulons, dans le cadre de la nôtre, savoir les motivations qui poussent les élèves de 6^e secondaire de Kisangani à choisir les facultés et/ou les filières d'études à l'enseignement supérieur et universitaire. Nous n'avons considéré que les élèves de 6^e année secondaire de l'année scolaire 2022-2023.

1.2 PROBLÉMATIQUE

Dans tout système éducatif, spécialement en matière d'orientation scolaire et professionnelle, la connaissance des intérêts, des motivations des individus constitue un facteur déterminant pouvant permettre de conduire vers les facultés ou options d'études qui conviennent et, par conséquent vers des professions appropriées. En effet, à la fin des études secondaires, les jeunes diplômés d'Etat sont, pour la plupart, buttés au problème de choix lorsqu'ils veulent entreprendre des études supérieures et universitaires. Ils sont donc dans l'embarras à cause des possibilités leurs offertes par le milieu dans lequel ils vivent

Si à l'époque de l'université nationale du Zaïre (UNAZA en sigle), il existait un service d'orientation et de guidance pour les étudiants inscrits pour la première fois en premier graduat, aujourd'hui la situation est loin d'être ce qu'elle a été, il y a de cela

plus d'une vingtaine d'années. Les élèves qui décrochent leurs diplômes d'État, se sentent eux-mêmes obligés d'opérer le choix de leurs filières d'études, tenant compte de raisons qui leur sont propres. C'est pour ainsi dire que le système éducatif congolais, au niveau secondaire et supérieur et même universitaire, ne dispose pas d'un service d'orientation et de guidance actuellement opérationnel.

Même si, selon Mpinda (1972, p.9), il a existé au niveau de l'enseignement secondaire, un système de cycle d'orientation (C.O) destiné à orienter, à guider, à aider les élèves à faire un choix qui répond à leurs aptitudes et leurs aspirations. Cependant, ce cycle s'était détourné de la mission pour laquelle il avait été créé. Ce cycle n'existerait donc que de nom. Bien que l'éducation soit un droit de l'homme, la source de son épanouissement moral et intellectuel, l'instrument de son élévation sociale, la condition de la démocratie politique, il est aussi vrai que le progrès des sciences et des technologies, les exigences de la croissance et de la recherche imposent à l'éducation une productivité maximum, répondant aux nécessités de l'époque (Mialaret, 1972, p.119).

Tout compte fait, à la fin des études secondaires, tout jeune finissant du secondaire devrait avoir à cœur le choix des études correspondant à ses aptitudes et à ses intérêts (tout en gardant la souplesse qui lui permettra de s'adapter aux circonstances concrètes). Cependant, un pays qui laisse les intellectuels s'engager dans des voies sans issues, qui accepte de voir les étudiants entreprendre des études qui ne mènent qu'au chômage, court un grave danger. L'État dépense des sommes considérables pour développer les institutions d'enseignement supérieur et universitaire. Cet argent qui appartient à tous ne doit pas être gaspillé. C'est pourquoi l'État devra planifier des études en tenant compte de ses besoins en cadres (surtout techniques) et des possibilités d'emplois qu'il compte créer dans l'avenir. En effet, le choix d'une filière d'études est généralement déterminé par plusieurs facteurs, qui sont d'ailleurs méconnus des élèves à la fin du cycle secondaire.

Comme déjà affirmé plus haut, les jeunes qui terminent le cycle secondaire, bien que ne disposant pas des atouts nécessaires au choix d'une filière d'études à l'enseignement supérieur et universitaire, sont contraints à choisir telle ou telle autre filière d'enseignement sans une connaissance préalable des débouchés. Cet état de chose a attiré notre attention. Nous avons estimé nécessaire d'étudier les motivations à la base du choix des études à l'enseignement supérieur et universitaire par les élèves qui décrochent les diplômes d'État.

Cette étude se propose de répondre à cette question: Quelles sont les motivations à la base du choix d'une faculté et/ou d'une filière d'études par les élèves finissants le cycle secondaire à Kisangani ?

Partant de la problématique autour de laquelle gravite la présente étude, nous lui avons assigné comme objectif de dégager les motivations qui poussent les élèves de 6^e secondaire de Kisangani à choisir les facultés et/ou les filières d'études à l'enseignement supérieur et universitaire.

Au vu de la problématique et de l'objectif soulevés ci-haut, nous formulons l'hypothèse selon laquelle les motivations à la base du choix des facultés et/ou filières d'études par les élèves finissant le cycle secondaire à Kisangani seraient essentiellement fondées sur la possibilité de trouver un emploi à la fin des études.

2 CADRE CONCEPTUEL ET THÉORIQUE

Dans cette section, nous circonscrivons les concepts de base de notre travail, et faisons une brève description de la théorie de la motivation retenue.

2.1 CADRE CONCEPTUEL

Pour Maslow et Herberg cités par Louart (2002), la motivation désigne les forces qui agissent sur une personne ou à l'intérieur d'elle pour la pousser à se conduire d'une manière spécifique, orientée vers un objectif.

De leur part, Gagnon et Brunel (2001, p.305) proposent une définition de synthèse de ces différents auteurs: « la motivation se pose comme l'explication de l'action, une force dynamique, la source d'énergie qui prédispose et pousse une personne à agir, à viser un objectif. Son rôle ne se limite pas à déclencher l'action, mais influence aussi sa direction, son intensité ainsi que sa persistance. »

Pour sa part, Rolland Viau cité par Huart (2001, p.222), entend la motivation sous une approche différente. En effet, pour cet auteur, « la motivation est un concept dynamique qui a ses origines dans la perception qu'un individu a de lui-même et de son environnement et qui l'incite à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but ». Cette dernière dimension intègre l'individu en tant que tel, dans la perception qu'il a de contrôler certains paramètres qui lui sont propres. C'est le point de vue que nous adoptons, étant entendu que l'individu est dans un contexte particulier (école) et qu'il a la capacité d'agir dans ce cadre.

Les candidats étudiants se trouvant devant plusieurs filières à l'université, est obligé de faire un choix. Une filière d'étude étant définie par le guide des procédures des programmes comme un cursus de formation supérieur du niveau de premier, deuxième ou troisième cycle développé au sein de l'université.

A l'université de Kisangani, plusieurs filières et Départements d'études sont organisés. Dans sa configuration actuelle, l'université de Kisangani regorge en son sein huit facultés et une école supérieure qui sont les suivantes: Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation (FPSE); Faculté des Sciences (FS); Facultés des Sciences Sociales, Administratives et Politiques (FSSAP); Faculté de Médecine (FM); Faculté des Lettres et Sciences Humaines (FLSH); Faculté de Droit (FD); Faculté de Gestion des Ressources Naturelles et Renouvelables (FGRNR); Faculté des Sciences Économiques et de Gestion (FSEG) et École supérieure d'hôtellerie et tourisme (ECOSHTOUR).

2.2 CADRE THÉORIQUE

Selon Gagnon et Brunel (2010), il existe plusieurs théories de la motivation. Habituellement, elles sont présentées par courant de pensée. Nous avons retenu, dans le cadre de ce travail, la théorie de la hiérarchie des besoins de Maslow qui répond mieux à la nature de nos données.

En effet, selon Maslow, la hiérarchie des besoins serait la même pour tous les hommes et pour toutes les femmes, quelles que soient leurs cultures et leurs qualifications. Étant donné cette hiérarchie, il est mal aisé de parler de leur satisfaction ou de leur non satisfaction, car dès qu'un besoin est satisfait, un autre apparaît. Ainsi, les besoins se hiérarchisent-ils de la manière suivante:

- Les besoins physiologiques: ce sont des besoins les plus impérieux tels que se nourrir, se vêtir, se loger correctement et sa famille;
- Les besoins sociaux: besoins d'amitié et d'affection, aussi dans son travail qu'en dehors du travail;
- Les besoins de sécurité: garantir de l'emploi, protection sociale et juridique, couverture médicale;
- Les besoins d'estime: besoin de confiance en soi que procurent la nécessité et la considération des autres, le prestige et la réputation que confère le rôle professionnel bien maîtrisé;
- Les besoins de réalisation ou d'actualisation, ces théories sont plus complexes parce qu'elles analysent les mécanismes motivationnels en s'appuyant sur trois concepts: l'expectation, l'instrumentalité et la valence.

Notre étude s'inscrit dans la ligne de Maslow, du fait qu'elle porte sur les besoins d'études que manifestent les élèves de 6^e année secondaire de la commune Makiso. C'est la manière dont ils perçoivent les études universitaires et comment réaliser leur désir d'étude et de profession.

3 MÉTHODOLOGIE SUIVIE

La population de cette étude est constituée de tous les élèves de 6^e année secondaire de la commune de la Makiso pour l'année scolaire 2022-2023. Elle se présente comme suit:

Tableau 1. Répartition de la population de l'étude

Ecoles	Effectif
Institut KISANGANI	185
CS HOME FEYEN	53
Lycée MAPENDANO	50
CS UNIKIS	123
CS OKAPI	103
Institut SAIO	100
Institut CHOLOLO	110
IFCEPS	70
MAELE	71
CS VIENS ET VOIS	55
Lycée ANUARITE	55
CS BASE	125
Institut TOBONGISA	55
CS BAWA	17
Institut KALINDULA	66
Institut de l'EDUCATION	74
NEPOKO	45
CS COSTA	56
Total	1413

Comme on peut le constater, l'effectif total de notre population est de 1413 élèves, issus de 18 écoles secondaires de la commune Makiso. De ces 18 écoles, 12 écoles ont été épinglées, non de façon aléatoire. Dans ces écoles, nous avons remis 10 questionnaires à 10 élèves par école, soit 120 questionnaires. Nous n'avons récupéré que 100 protocoles répartis comme suit par école:

Tableau 2. Répartition de la population de l'étude

Ecoles	Effectif
CS UNIKIS	10
CS OKAPI	10
IFCEPS	11
MAELE	8
Lycée ANUARITE	10
CS BASE	12
Institut TOBONGISA	10
CS BAWA	8
Institut KALINDULA	5
Institut de l'EDUCATION	6
NEPOKO	8
CS COSTA	2
Total	100

De l'observation de ce tableau, on constate que l'effectif total de notre échantillon occasionnel est de 100 élèves provenant de 12 écoles.

Pour dépouiller notre questionnaire, nous avons d'abord procédé au pointage de toutes les réponses de nos sujets. Nous avons ensuite relevé les fréquences de chacune des réponses, et enfin nous les avons converties en pourcentage pour nous permettre de procéder à la comparaison et à l'interprétation des résultats.

4 RÉSULTATS

4.1 PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

A la question de savoir si les élèves enquêtés sont informés de différentes facultés organisées à l'enseignement supérieur et universitaire (ESU), les sujets se sont exprimés comme suit:

Tableau 3. Connaissance des facultés

Opinion \ Sexe	Masculin		Féminin		TOTAL	
	f	%	f	%	f	%
Oui	38	76	43	86	81	81
Non	4	8	2	4	6	6
Indécis	8	16	5	10	13	13
TOTAL	50	100	50	100	100	100

En scrutant ce tableau 3.1., nous nous rendons compte qu'indépendamment de sexe des sujets, 81% affirment qu'ils sont au courant des facultés et / ou options organisées à l'ESU, contre 6% qui ont soutenu un point de vue contraire. La majorité des filles (86%) et des garçons (76%) soutiennent qu'ils sont informés de différentes facultés ou options organisées à l'ESU.

Quant à la question de citer ces différentes facultés, les enquêtés ont fournis les renseignements suivants:

Tableau 4. Faculté et /ou options organisées à l'ESU ⁽¹⁾

FACULTE/OU OPTION	f	%
Médecine et pharmacie (FMP)	40	17,24
Droit (FD)	35	15,09
Lettres et Sciences Humaines (FLSH)	30	12,93
Sciences (FS)	29	12,50
Sciences Économiques et Gestion (FSEG)	25	10,78
Sciences agronomiques (FSA)	19	8,19
Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM)	19	8,19
Institut Supérieur de l'Informatique et de Gestion (ISIG)	12	5,17
Institut Supérieur d'Informatique, Programmation et Analyse (ISIPA)	10	4,31
Institut des Bâtiments et Travaux Publics (IBTP)	8	3,45
Académie des Beaux-Arts (ABA)	5	2,16
TOTAL	232	100

Nous disons certes que les élèves enquêtés sont tout de même au courant des filières d'études organisées dans les institutions d'enseignement supérieur et universitaire de la ville de Kisangani, en général. Mais il y a d'autres institutions citées qui ne fonctionnent pas dans cette ville, entre autre l'Institut Supérieur d'Informatique, Programmation et Analyse ainsi que l'Académie des Beaux-Arts.

Nous leur avons posé une question de savoir parmi ces facultés ou options d'études, laquelle aimeraient-ils embrasser après leurs études secondaires. Les réponses à ce sujet sont consignées dans le tableau qui suit:

¹ Q certaines questions comme celle-ci, les sujets avaient la latitude de donner plus d'une réponse. D'où des totaux d'effectifs supérieurs à 100.

Tableau 5. Faculté à choisir à l'ESU

Faculté \ SEXE	Masculin		Féminin		Total	
	f	%	f	%	f	%
Informatique de gestion	10	18,86	11	23,40	21	21
Sciences économiques	16	30,18	10	21,27	26	26
Médecine	8	15,09	10	21,27	18	18
Droit	2	3,77	1	2,12	3	3
Lettre et sciences humaine	2	3,77	3	6,38	5	5
Sciences	2	3,77	2	4,25	4	4
ISTM	1	1,88	3	6,38	4	4
ISIG	2	3,77	1	2,12	3	3
IBTP	6	11,32	4	8,51	10	10
Psychologie et sciences de l'éducation	2	3,77	2	4,25	4	4
IFA	2	3,77	-	-	2	2
Total	53	99,95	47	100	100	100

Dans l'ensemble, nos enquêtés préfèrent en priorité les sciences économiques (26%). En second lieu, ils choisissent l'informatique de gestion (21%), puis la médecine (18%), l'Institut des bâtiments et des travaux publics (10%).

Quelles sont donc les raisons qui les poussent à choisir ces facultés ou options d'études ? A cette question, nous avons collecté les informations suivantes:

Tableau 6. Motivation de choix des facultés

Opinions	f	%
Possession des aptitudes nécessaires	33	33
D'après le conseil de la faculté	23	23
La faculté a de prestige sur le plan social	21	21
Le diplôme de cette faculté paye bien dans la vie	17	17
Pas trop d'exigences contraignantes dans cette filière	1	1
Autres raisons non citées	5	5
TOTAL	100	100

La lecture du tableau ci-dessus montre que les élèves formulent en premier lieu comme raison de choix des facultés ou options d'études, le fait que ces facultés ou options correspondent mieux à leurs aptitudes (33%), mais aussi parce qu'ils ont été conseillés par les membres de ces facultés ou options (23%). Nulle part ils font allusion à la raison selon laquelle ces facultés ou options d'études préparent à trouver facilement un emploi. Sauf qu'ils signalent en troisième position que les diplômes issus de ces études paient bien.

Nous disons donc que notre hypothèse selon laquelle la motivation à la base du choix des facultés ou filières d'études seraient essentiellement fondée sur la possibilité de trouver un emploi à la fin des études est infirmée. Ce résultat est d'autant plausible dans la mesure où les enquêtés disent que leurs études actuelles les préparent à affronter les études supérieures ou universitaires dans les options qu'ils auront à choisir.

Enfin, la question visant à savoir si leurs sections actuelles au secondaire les préparent aux études supérieures et universitaires, les répondants ont fourni les éléments ci-après.

Tableau 7. *Relation entre les études secondaires actuelles et l'enseignement supérieure et universitaire à venir*

Opinion	Accord		Pas d'accord		Indécis	
Section/option	f	%	f	%	f	%
Scientifique/Bio chimie	30	36,14	-	-	2	22,22
Pédagogie	29	34,94	4	50	2	22,22
Littéraire	16	19,28	-	-	3	33,34
Sociale	4	4,82	3	37,5	2	22,22
Commerciale	1	1,2	1	12,5	-	-
Math physique	3	3,62	-	-	-	-
TOTAL	83	100	8	100	9	100

En lisant ce tableau, nous constatons qu'indépendamment des sections/options, 83 sujets sur 100 ont émis une opinion positive. Ils affirment que la section et/ou l'option qu'ils font actuellement les préparent à l'Enseignement Supérieur et Universitaire.

5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

En réalisant cette étude, nous avons formulé l'hypothèse selon laquelle les motivations à la base du choix des facultés et/ou filières d'études par les élèves finissant le cycle secondaire à Kisangani est essentiellement fondée sur la possibilité de trouver un emploi à la fin de leurs études. Mais les résultats obtenus montrent que la motivation qui les pousse à choisir ces facultés ou filières d'études est fondée sur les aptitudes qu'ils possèdent et acquises tout au long de leurs sections d'études secondaires actuelles. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que, contrairement à Maslow qui estimait que on ne peut pas passer de besoin d'une échelle supérieure, sans satisfaire au besoin de l'échelle inférieur ne se justifie pas dans certaines situations. En effet, selon les priorités, un individu peut satisfaire un besoin de réalisation (par exemple étudier), sans pour autant satisfaire ses besoins physiologiques (manger, boire, se vêtir, etc.). Par conséquent, cette théorie ne s'applique pas dans toute les circonstances.

Le choix de la filière d'études résulte de la mise en commun de plusieurs facteurs, à savoir: les aptitudes du candidat, son projet professionnel, ses préférences. Choisir une filière suppose que l'on en connaît les débouchés, que l'on se sent capable d'y étudier et que l'on s'y sente bien. En général, toutes les filières ne sont pas ouvertes à tous les types de diplôme.

Les résultats auxquels nous avons abouti attestent que la majorité d'élèves de 6^e année secondaire qui ont fait l'objet de notre étude connaissent les facultés ou les options organisées à l'Enseignement Supérieur et Universitaire, ainsi que les débouchés qui s'y rattachent. Pour beaucoup d'enquêtés, leurs sections d'études secondaires leur procurent suffisamment des aptitudes pour affronter les études à l'ESU. C'est donc la conviction qu'ils ont des aptitudes indispensables que leur procurent leurs études au secondaire qui expliquent fondamentalement le choix des facultés ou filières d'études à l'université ou à l'enseignement supérieur.

Nous ne devons pas minimiser cette petite fraction des élèves qui ne connaissent pas les filières organisées, ni les débouchés auxquelles elles les amènent. Cette situation témoigne de l'absence de service d'orientation scolaire qui peut avoir des lourdes conséquences. Ce manque de service d'orientation n'est-il pas la cause de nombreux cas de déperdition que récolte le système éducatif congolais, dans son ensemble ? La recherche de solution à cette situation peut améliorer, tant soit peu, l'évolution des élèves.

Notre modeste contribution est d'avoir mis à la disposition des lecteurs, des éléments en rapport avec l'orientation des élèves. Nous avons prouvé que, même si la plupart d'élèves sont informés des filières d'études organisées dans la ville de Kisangani, d'autres par contre ne possèdent pas ces informations. Il est donc impérieux que le service d'orientation scolaire et professionnel reprenne et s'occupe de ces cas, évitant que les enfants naviguent à vue.

Nous devons reconnaître ici que la taille et la nature de notre échantillon a été modeste, par conséquent, le champ de notre conclusion est rétréci. Il serait mieux que les chercheurs intéressés à ce domaine puissent sélectionner des grands échantillons, avec une procédure probabiliste pour donner beaucoup plus de tonus à l'étude.

6 CONCLUSION

Au terme de ce travail qui a porté sur les motivations à la base du choix d'une faculté et/ou filière d'études par les élèves finissants des écoles secondaires de Kisangani, nous avons défini comme objectif de cerner les motivations qui poussent les élèves de 6^e secondaire de Kisangani à choisir les facultés et/ou les filières d'études à l'enseignement supérieur et universitaire.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons administré un questionnaire auprès de 100 élèves de 6^e année des écoles secondaires implantées dans la commune Makiso à Kisangani. A l'issue des analyses, nous avons abouti aux résultats suivants:

- La majorité de nos sujets connaissent les facultés organisées à l'ESU (81%);
- La motivation qui les pousse à choisir ces facultés ou filières d'études est fondée sur les aptitudes qu'ils possèdent et acquises tout au long de leurs sections d'études secondaires actuelles.

Ces résultats infirment notre hypothèse selon laquelle la possibilité de trouver un emploi serait à la base du choix des facultés ou filières d'études à l'ESU par nos enquêtés.

Ainsi suggérons-nous à d'autres chercheurs d'aborder les aspects que nous n'avons pas pu exploiter, entre autres la corrélation entre les sections/options d'études et le choix émis, la corrélation entre l'âge, le sexe et le choix émis, etc.

REFERENCES

- [1] Chauchat, C. (1985). Enquête en psychologie. Paris: PUF.
- [2] D'Hainaut, L. (1975). *Conception et méthode de la statistique*. vol. I. Paris: Fernand Nathan.
- [3] De Landsheere, G. (1976). Introduction à la recherche dans les sciences sociales. Paris: Armand-collin.
- [4] Dictionnaire universel (1997).
- [5] Gagnon, C. et Brunel, M. (2010). Les théories de la motivation scolaire ou Comment faire pour que mon enfant réussisse à l'école ? In *Revue francophone internationale*, vol. 10, n°2, p.305 Hhttp://www.carrierologie.uqam.ca/volume10_1-2/17_raccrocheurs/indexhtm.
- [6] Huart, T. (2001). Un éclairage théorique sur la motivation scolaire: un concept éclaté en multiples facettes. In *Cahiers du Service de Pédagogie expérimentale, Université de Liège*, vol. 7-8, p. 222.
- [7] Humbert, J. (1971). Méthodologie de la recherche en sciences humaines. *Annales de Géographie* (581/582), pp. 168-173.
- [8] Irenée, G. (2009). Le choix. Tiré de www.la-definition.fr/definition/choix.
- [9] Kitenge, M. (1999). Bases motivationnelles de choix des facultés par les étudiants de l'université de Kisangani. Mémoire en psychologie, inédit. Université de Kisangani, FPSE.
- [10] Louart, P. (2002). Maslow, Herzberg et les théories du contenu motivationnel. Paris: CLARRE, IAE-USTL.
- [11] Mialaret, G. (1987). L'évolution technologique, la société et l'éducation. In *Revue Internationale de l'Education*. September 1987, Volume 33, Issue 3, pp 317–329.
- [12] Mpinda, M. (1972). Recherche de dimensions prédictives du rendement d'enseignement Zaïrois à partir des tests d'acquis et d'aptitudes et analyse de la structure factorielle de leur intelligence. Thèse de doctorat en psychologie, Inédit. Université de Kisangani, F.P.S.E.
- [13] Mucchielli, R. (1976). Questionnaire dans l'enquête psychologique. Paris: PUF.
- [14] Muzamuzi, G. (1982). Motivations et aspirations professionnelles des élèves de l'enseignement technique industrielles ». Cas de l'institut Technique Chololo de Kisangani. Mémoire en psychologie, inédit. Université de Kisangani, FPSE.

Caractéristiques socio-agronomiques des exploitations rizicoles et perception paysanne des pratiques de gestion de la pyriculariose du riz à la Vallée du Kou et du Sourou au Burkina Faso

[Socio-agronomic characteristics of rice farms and farmers' perceptions of rice blast control practices in the Kou and Sourou Valleys in Burkina Faso]

Souleymane Ouattara¹, Honoré Kam², Sylvain Zougrana^{1,2}, Abdoulaye Sérémé³, and Kadidia Koïta¹

¹Ecole doctorale Sciences et Technologie, Laboratoire Biosciences, Equipe Phytopathologie et Mycologie Tropicale, Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

²Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

³Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT), 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this study was to carry out a socio-agronomic characterisation of rice farms and to determine the level of farmers' perception of rice blast management practices in Burkina Faso.

The study was carried out in four rice-growing lowlands in the villages of Dî and Lanfièra in the Sourou Valley and Bama and Tonwogoma in the Kou Valley. A random sample of 120 rice farmers was included in the study. The results of the study indicate a very high level of illiteracy among farmers ($\geq 40\%$), depending on the site, and a low level of participation by women in rice production. Farming practices are characterised by heavy use of the FKR64, FKR84 and FKR2 varieties and by heavy application of organic manure and chemical fertilisers, depending on the area. The majority of farmers recognise rice blast on their plots and use control methods such as varietal control, chemical and mechanical control and moisture control before storage. None of the farmers uses bio-pesticides in their production system. This study shows that farmers have a good knowledge of blast disease and use endogenous control methods. However, farmers are not very familiar with the use of bio-pesticides. For more efficient and healthier control, it is vital to raise farmers' awareness of the need to use improved resistant varieties and bio-pesticides, with the support of research structures.

KEYWORDS: Rice farms, Farmers' perceptions, Control practices, rice blast, Burkina Faso.

RESUME: Ce travail a pour objectif de faire une caractérisation socio-agronomique des exploitations rizicoles et de déterminer le niveau de perception paysanne des pratiques de gestion de la pyriculariose du riz au Burkina Faso.

L'étude a été réalisée sur quatre bas-fonds rizicoles repartis entre les villages de Dî et de Lanfièra à la Vallée du Sourou et ceux de Bama et de Tonwogoma à la Vallée du Kou. Un échantillon aléatoire de 120 exploitants riziculteurs a été concerné par l'étude. Les résultats de l'étude indiquent un niveau d'analphabétisme très élevé des exploitants ($\geq 40\%$) avec une faible adhésion des femmes à l'activité de production du riz en fonction des sites. Les pratiques culturales sont caractérisées par une forte utilisation des variétés FKR64, FKR84 et FKR2 et par une forte application de fumure organique et d'engrais chimiques en fonction des zones. La majorité des exploitants reconnaît la pyriculariose du riz sur la parcelle et utilisent des moyens de lutte comme la lutte variétale, la lutte chimique et mécanique et le contrôle du taux d'humidité avant stockage. Aucun producteur n'utilise les bio-pesticides dans le système de production. Cette étude montre que les exploitants ont une bonne connaissance de la pyriculariose et utilisent des méthodes de lutte. Cependant, celle utilisant les bio-pesticides restent peu connue par les

exploitants. Pour une lutte plus efficace et plus saine, il est indispensable de sensibiliser les exploitants sur la nécessité de l'utilisation des variétés améliorées résistantes et celle des bio-pesticides avec l'accompagnement des structures de recherche.

MOTS-CLEFS: Exploitations rizicoles, Perception paysanne, Pratiques de gestion, pyriculariose, Burkina Faso.

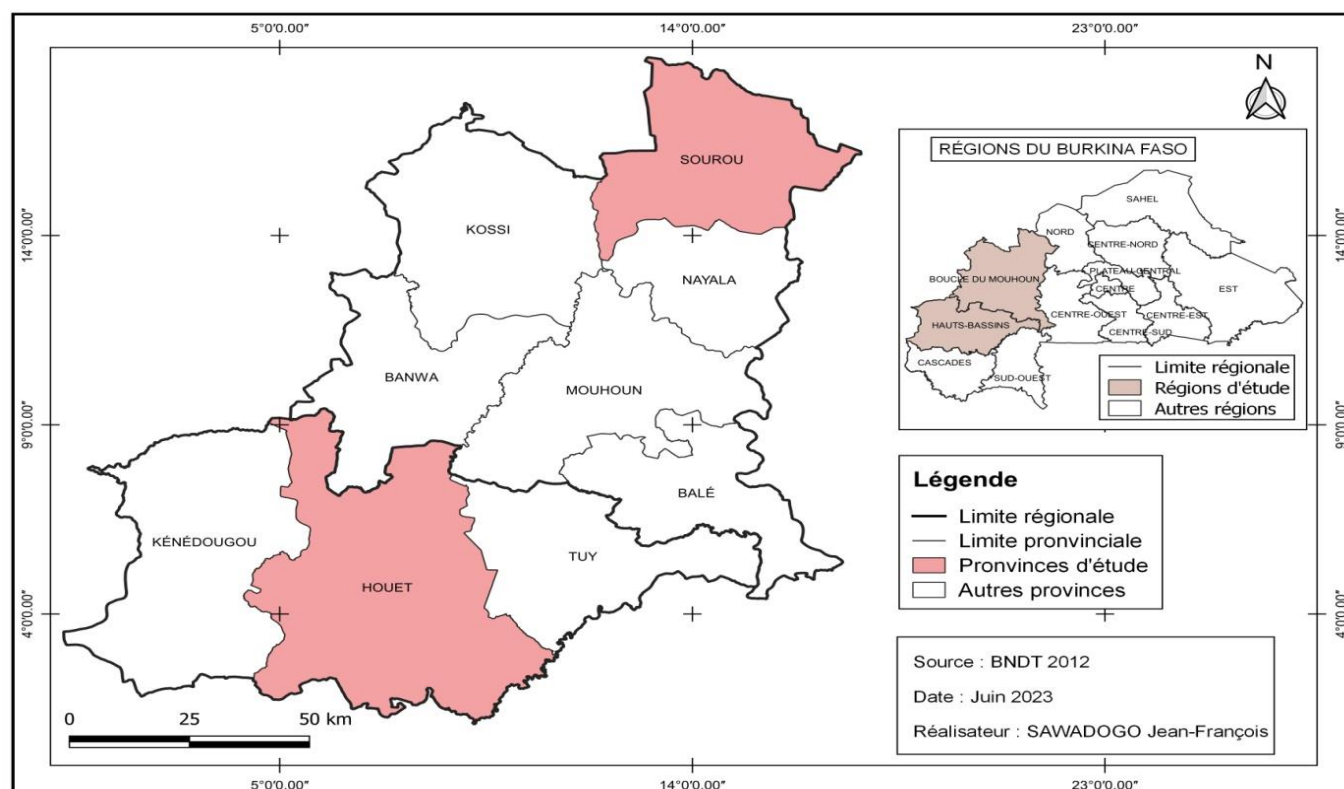
1 INTRODUCTION

La production du riz au Burkina Faso connaît une hausse importante ces dernières années du point de vue des superficies emblavées que des quantités produites [1]. Grâce à son intérêt économique et alimentaire le riz fait partie des céréales les plus cultivées dans toutes les zones agro-écologiques du pays. Cependant sa production est confrontée à de nombreuses contraintes parmi lesquelles, les maladies fongiques dont la plus importante en riziculture est la pyriculariose [2]. Elle peut être à l'origine des fontes de semis, les taches foliaires et même paniculaires [3]. L'infection peut atteindre les graines avant la récolte via la panicule, ou après la récolte, pendant le séchage et le stockage. Ces affections font parties des principales causes de la détérioration de la qualité de la production et de la réduction des rendements [4]. De multiples conséquences d'ordre économique, alimentaire et sanitaire sont liées à cette maladie. Le bon stockage et la bonne conservation du riz paddy ont pour but de préserver au maximum sa qualité originelle. De nombreuses pertes sont encore constatées tant au niveau des producteurs, qu'au niveau des magasins de stockage. Certaines conditions physiques, notamment la teneur en eau, l'humidité relative et la température dues à une mauvaise récolte ou à un manque d'entretien post-récolte, peuvent entraîner la dégradation de la qualité du riz stockés [5]. Les travaux de [6] réalisés sur deux variétés de riz pour tester la détection des contaminants fongiques des grains de riz en fin de cycle végétatif ont permis d'identifier un groupe de microorganismes parasites infectant les grains avant la récolte parmi lesquels *Pyricularia oryzae*. Cependant, malgré les nombreux travaux effectués pour une meilleure connaissance de cette affection, la maladie progresse de façon inquiétante et reste un danger pour la production du riz au Burkina Faso et particulièrement dans les grandes zones de production. Les connaissances locales limitées en matière d'épidémiologie expliqueraient en partie les raisons de la progression d'une épidémie [7,8]. Ainsi, peu d'études sont réalisées pour déterminer ou d'identifier les contraintes majeures de production du riz liées à cette maladie dans les grandes zones de production au Burkina Faso. La connaissance des contraintes de production liées à une maladie est cependant une étape préliminaire importante pour la mise au point de stratégies efficaces de protection [9]. Constatant sa prolifération importante dans les grandes zones de production, un certain nombre de préoccupations ont été orientées dans le sens de comprendre la perception et le niveau de connaissance du paysan dans l'identification et la gestion de la pyriculariose du riz dans leurs exploitations respectives. Il est donc indispensable, pour assurer la durabilité de la riziculture, d'intégrer différentes stratégies de lutte contre la pyriculariose impliquant l'amélioration génétique ou encore la gestion agronomique des systèmes de culture [10]. Cette étude a pour objectif de faire une caractérisation socio-agronomiques des exploitations rizicoles et de déterminer le niveau de perception paysanne des pratiques de gestion de la pyriculariose du riz au Burkina Faso.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITES D'ÉTUDE

L'enquête a été réalisée dans deux grandes zones de production du riz que sont la Vallée du Sourou comportant les sites de Dî et de Lanfiéra dans la province du Sourou et la Vallée du Kou dont les sites sont Bama et Tonwogoma dans la province du Houet.



Carte 1. Localisation des zones d'étude

2.2 CONDUITE DE L'ENQUÊTE ET ÉCHANTILLONNAGE DES PRODUCTEURS

Après l'identification des sites d'enquête, l'étape préalable à la conduite de l'enquête formelle a été l'élaboration et la validation des fiches d'enquête qui ont été administrées sous forme de questionnaire aux producteurs de riz paddy. Le questionnaire était partiellement ouvert car les enquêtés avaient la liberté de donner d'autres types d'information sur la production du riz paddy. Au total 120 producteurs soit 30 producteurs par site ont été enquêtés, chaque producteur étant une répétition. La recherche bibliographique a permis de répertorier la pyriculariose du riz comme principale maladie fongique sur ces sites. Les images de la pyriculariose foliaire et paniculaire, imprimées en couleurs, étaient présentées aux producteurs pour faciliter leur reconnaissance. Le critère de choix des sites s'est fait suivant l'importance de la production du riz paddy tandis que celui des producteurs était basé sur l'expérience d'au moins trois années dans la production. Les agents de vulgarisation du Ministère de l'Agriculture ont été sollicités pour la sélection des sites et des producteurs suivant les critères suscités. La méthode de collecte des données était l'interview individuelle. Elle a consisté dans un premier temps à noter les caractéristiques générales de chaque producteur (nom et prénom, âge, sexe, niveau d'instruction), ensuite les pratiques culturelles utilisées (l'utilisation de la fumure organique, des engrais minéraux, des pesticides de synthèse, des bio-pesticides et des variétés résistantes) et enfin la reconnaissance et la présence de la maladie sur le site et les méthodes de gestion. L'interview s'est fait en Français ou en Dioula ou en Moore selon la langue parlée de l'enquêteur et de l'enquêté. Au cours des entretiens, il a été montré aux producteurs les images de la pyriculariose (foliaire et paniculaire) et recueillir leur niveau de perception quant à sa gestion.

Tableau 1. Nombre d'exploitants enquêtés par site

Sites	Dî	Lanfièra	Bama	Tonwogoma	Total
Nombre	30	30	30	30	120

2.3 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données collectées ont été saisies sur le tableur Microsoft Excel 2013 puis analysées avec le logiciel XLSTAT.2016. L'analyse statistique de la variance et la comparaison des moyennes ont été faites au moyen d'ANOVA en utilisant le test de Fisher au seuil de 5% de probabilité.

3 RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIO-AGRONOMIQUES DES EXPLOITATIONS RIZICOLES

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES EXPLOITANTS ENQUÊTÉS

Le tableau 2 présente les caractéristiques générales des exploitants rizières à la Vallée du Kou et du Sourou. L'analyse des résultats montre une différence significative entre les sites au seuil de probabilité de 5% au test de Fisher selon les caractéristiques sociales des enquêtés. Il ressort ainsi qu'à la Vallée du Sourou, sur le site de Di 35,56% des enquêtés ont leurs âges compris entre 40 et 50 ans alors que sur le site de Lanfièra 30% des enquêtés ont leurs âges compris entre 20 et 30 ans. Également à la Vallée du Kou, sur le site de Bama 26% des enquêtés ont leurs âges compris entre 50 et 60 ans tandis que sur le site de Tonwogoma 29% des enquêtés ont leurs âges compris entre 30 et 40 ans. Les sites de Lanfièra et de Tonwogoma possèdent de jeunes producteurs comparativement aux autres sites.

Les résultats de l'enquête révèlent que le nombre de producteurs alphabétisés varie d'un site de production à un autre avec un très faible niveau sur le site de Lanfièra (10% seulement) comparativement aux sites de Di, de Bama et de Tonwogoma où le taux d'alphabétisation est 53,33%, 27,5% et 60% respectivement. Uniquement sur le site de Di où 4,44% des producteurs ont atteint un niveau supérieur.

Les résultats ont également montré que tous les producteurs enquêtés sur le site de Tonwogoma sont des hommes. Le pourcentage de femmes productrices reste faible sur les autres sites avec 3,33% sur le site Di, 16,67% sur le site de Lanfièra et 10% sur le site de Bama.

CARACTÉRISTIQUES AGRONOMIQUES DES EXPLOITATIONS RIZICOLES

Le tableau 3 présente les caractéristiques agronomiques des exploitations rizières sur les différents sites. Les résultats montrent une différence significative entre les sites au seuil de probabilité de 5%. Le nombre d'années d'expériences des producteurs varie également d'un site à un autre. Les résultats montrent que les producteurs de site de Bama et de Tonwogoma dans le Houet ont un nombre d'années d'expérience plus élevé avec respectivement 36 et 27 années comparativement à ceux des sites du Sourou. Le nombre d'année d'expérience des producteurs est de 11ans sur le site de Di et de 16 sur le site de Lanfièra. Les superficies moyennes par producteurs restent inférieures à un (01) hectare sur l'ensemble des sites excepté celui de Tonwogoma où la superficie moyenne par producteurs est de 1,27ha. Les rendements moyens par producteur obtenus sur les différents sites restent également proportionnels à la dose de fumures minérales apportées. Les rendements moyens les plus élevés ont été enregistrés sur les sites de Di et de Bama avec respectivement 6212 kg/ha et 5484 kg/ha. Il est de 3159 kg/ha sur le site de Lanfièra et de 4109 kg/ha sur le site de Tonwogoma.

Le niveau de rendement obtenu dans une exploitation agricole dépend également du niveau de fertilité du sol, du type de sol et des fertilisants apportés.

Des résultats, il ressort que la fumure organique et la fumure minérale (NPK et Urée) sont appliquées sur les différents sites à des doses variables. Les quantités de fumures organiques les importantes sont apportées sur les sites de Bama et de Tonwogoma avec des quantités respectives de 3856,81 kg/ha et 2465,35kg/ha. Quant à la fumure minérale il ressort que les quantités les plus élevées sont apportées sur les sites de Di et de Bama avec respectivement 236,81kg/ha de NPK et 237,42% d'urée et 229, 71% de NPK et 245,01 d'urée. Les doses apportées sur les sites de Lanfièra et de Tonwogoma sont relativement plus faibles par rapport à celles apportées sur les deux autres sites.

FRÉQUENCE D'UTILISATION DES VARIÉTÉS RENCONTRÉES

Le tableau 4 présente les fréquences d'utilisation des variétés rencontrées sur les différents sites. L'analyse de variance montre une différence hautement significative de la fréquence d'utilisation des variétés entre les sites. Ainsi, sur le site de Di, la FKR2 (Gambiaka) est la plus utilisée avec une fréquence de 88,89%. Les variétés comme la FKR45, la FKR60N et la FKR62N ne sont pratiquement pas utilisées par les producteurs enquêtés. Sur le site de Lanfièra, tous les producteurs (100%) utilisent

la FKR84 (Orylux6) avec une proportion de 10% qui utilisent la FKR19. LA FKR64, FKR2, FKR62N, FKR60N et FKR45 ne sont pas utilisées par les producteurs enquêtés. Sur le site de Bama à la Vallée du Kou, toutes les variétés de riz rencontrées sur les autres sites y sont utilisées avec une fréquence d'utilisation de 50%, 47%, 45% et 30% respectivement pour les variétés FKR19, FKR64, FKR45 et FKR84. A Tonwogoma, la FKR64 reste la plus utilisée avec une fréquence de 95%. La FKR84 et la FKR62N sont utilisées à des fréquences respectives de 55% et de 30%.

3.2 NIVEAU DE PERCEPTION PAYSANNE DES PRATIQUES DE GESTION DE LA PYRICULARIOSE DU RIZ

NIVEAU DE RECONNAISSANCE ET DE PRÉSENCE DE LA PYRICULARIOSE DU RIZ SUR LES SITES

Le tableau 5 présente le niveau de reconnaissance et de présence de la maladie sur les différents sites. L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les sites au seuil de probabilité de 5% selon la reconnaissance de la pyriculariose par les producteurs et sa présence sur leurs de production. Pour la reconnaissance de la pyriculariose, il ressort de l'enquête que le pourcentage de production reconnaissant la maladie varie d'un site à l'autre. La pyriculariose du riz est reconnu par la plupart des producteurs enquêtés des sites de Tonwogoma et de Bama avec 95% et de 100% des producteurs reconnaissant respectivement la pyriculariose foliaire et celle paniculaire sur le site de Tonwogoma puis 66,67% et 76,67 des producteurs reconnaissant respectivement la pyriculariose foliaire et paniculaire sur le site de Bama.

Quant à la présence de la pyriculariose dans les parcelles paysannes, l'enquête révèle que 24,44% des producteurs enquêtés affirment la présence de la pyriculariose foliaire sur leur parcelle sur le site de Di tandis que 76,67% des enquêtés affirment sa présence sur leur parcelle sur le site de Bama. La pyriculariose paniculaire est présente sur les parcelles de 11,11% de producteurs sur site de Di tandis que 60% des enquêtés affirment sa présence sur leur parcelle sur le site de Bama. L'enquête révèle que 43,33% des producteurs enquêtés sur le site de Tonwogoma affirment la présence de la pyriculariose paniculaire sur leurs sites de production. Par contre seulement 30% des enquêtés affirment sa présence sur le site de Lanfièra.

TAUX D'ADOPTION DES PRATIQUES DE GESTION DE LA PYRICULARIOSE DU RIZ

Le tableau 6 présente le taux d'adoption des pratiques de gestion de la pyriculariose du riz. L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les taux d'adoption des pratiques de gestion de la pyriculariose excepté l'utilisation des Biopesticides et la fumure minérale où aucune différence significative n'a été enregistrée au seuil de probabilité de 5%. Il ressort de l'enquête qu'aucun exploitant n'utilise les biopesticides dans leur exploitation sur l'ensemble des sites. Aussi, les résultats révèlent que tous les producteurs enquêtés utilisent la fumure minérale (NPK et urée) sur l'ensemble des sites. Les pesticides de synthèse et la fumure organique sont beaucoup plus appliqués sur le site de Bama avec un taux d'adoption de 84,44%. Sur le site de Tonwogoma 91,11% des producteurs utilisent la fumure organique. Quant au calthio pour le traitement des semences avant semis, son taux d'adoption reste inférieur à 50% par les producteurs sur l'ensemble des sites. Le taux d'adoption des variétés résistantes à la pyriculariose du riz est de 70% et 66,66 respectivement sur les sites de Di et de Lanfièra. Il est de 40% et de 60% respectivement sur les sites de Bama et de Tonwogoma.

PROPORTIONS DES ENQUÊTÉS SELON LA PÉRIODE DE RÉCOLTE ET LES OPÉRATIONS DE POST RÉCOLTE

Le tableau 7 présente les proportions des enquêtés selon la période de récolte et les opérations de post récolte. L'analyse des résultats a montré une différence significative entre les sites au seuil de probabilité de 5% au test de Fisher selon la période de récolte et des opérations de post-récolte. Pour la période de récolte, il ressort que 6,67% des producteurs du site de Di et 10% des producteurs du site de Lanfièra récoltent le riz quand 50% des panicules sont de couleur jaune paille contrairement aux sites de la Vallée du Kou où aucun producteur ne récolte à 50% de panicules jaune paille. Les résultats ont montré que 52,5% et 95% des producteurs, respectivement sur les sites de Bama et de Tonwogoma, récoltent le riz quand 80% des panicules deviennent jaune paille. Seulement 5% des producteurs du site de Tonwogoma récoltent le riz quand 100% des panicules sont de couleur jaune paille. Quant aux opérations de post récolte, les résultats ont montré que 100% des enquêtés du site de Tonwogoma sèchent leur riz avant le stockage. Parmi ceux-ci, 80% contrôlent le taux d'humidité et aucun n'utilise des pesticides au stockage. A la Vallée du Sourou sur le site de Di, seulement 40% des enquêtés sèchent le riz après battage pour stockage dont 35,56% contrôlent le taux d'humidité et 28,89% utilisent des pesticides au stockage.

CONTRÔLE DU TAUX D'HUMIDITÉ DU RIZ AVANT STOCKAGE

La figure 1 présente les moyens de contrôle du taux d'humidité du riz avant stockage. L'analyse de la variance montre une différence significative entre les sites. La proportion de producteurs varie d'un site à un autre en fonction des moyens utilisés pour contrôler le taux d'humidité. Il ressort que parmi les producteurs enquêtés, 31,25% et 75% utilisent respectivement l'humidimètre et la technique du « croquer à la dent » pour contrôler le taux d'humidité. Sur le site de Bama, 92,5% des enquêtés utilisent la technique du « croquer à la dent ». Sur les sites de Lanfièra et de Tonwogoma, 95% des producteurs qui utilisent la technique du « croquer à la dent » avant stockage.

Tableau 2. Caractéristiques générales des exploitants enquêtés

Sites	Dî	Lanfièra	Bam	Tonwogoma	Pr >F	Signification
Pourcentage des enquêtés par sexe						
Homme	96,67 ^{ab}	83,33 ^c	90,00 ^b	100,00 ^a	< 0,01	S
Femme	3,33 ^b	16,67 ^a	10,00 ^a	0,00 ^c	< 0,01	S
Pourcentage des enquêtés par tranche Âge						
20 - 30	11,11 ^c	30 ^a	22,5 ^b	26 ^{ab}	< 0,01	S
30 - 40	15,56 ^c	25 ^{ab}	22,5 ^b	29 ^a	< 0,01	S
40 - 50	35,56 ^a	15 ^c	24 ^b	15 ^c	< 0,01	S
50 - 60	22,22 ^b	25 ^a	26 ^a	25 ^a	< 0,05	S
60 et plus	15,55 ^a	5 ^b	5 ^b	5 ^b	< 0,01	S
Niveau d'instruction des enquêtés (%)						
Primaire	37,78 ^b	5 ^d	15 ^c	55 ^a	< 0,01	S
Secondaire	11,11 ^a	5 ^b	12,5 ^a	5 ^b	< 0,01	S
Supérieur	4,44 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^a	< 0,01	S
Illettré	46,67 ^c	90 ^a	72,5 ^b	40 ^c	< 0,001	THS

S: Significatif, THS: Très Hautement Significatif. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Tableau 3. Caractéristiques agronomiques des exploitations rizicoles enquêtées

Sites	Expérience des enquêtés (années)	Superficie moyenne (ha)	Rendement moyen (Kg/ha)	Doses moyennes de fumures (Kg/ha)		
				FO	NPK	Urée
Dî	11 ^c	0,9 ^{ab}	6212 ^a	1760,74 ^b	236,81 ^a	237,42 ^a
Lanfièra	16 ^c	0,27 ^c	3159 ^d	1023,26 ^d	168,47 ^b	118,51 ^c
Bama	39 ^a	0,7 ^b	5484 ^b	3856,81 ^a	229,71 ^a	245,01 ^a
Tonwogoma	27 ^b	1,27 ^a	4109 ^c	2465,35 ^c	134,65 ^c	190,1 ^b
Pr > F	< 0,01	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,01	< 0,01
Significations	S	THS	THS	THS	S	S

NS: Non Significatif, THS: Très Hautement Significatif. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Tableau 4. Fréquence d'utilisation des variétés rencontrées

Variétés	Fréquence d'utilisation des variétés rencontrées						
	FKR64	FKR84	FKR2	FKR19	FKR62N	FKR45	FKR60N
Dî	28,89 ^c	4,44 ^d	88,89 ^a	11,11 ^b	0,00 ^c	0,00 ^b	0,00 ^b
Lanfièra	0,00 ^d	100,00 ^a	0,00 ^c	10,00 ^b	0,00 ^c	0,00 ^b	0,00 ^b
Bama	47,50 ^b	30,00 ^c	2,50 ^b	50,00 ^a	7,50 ^b	45,00 ^a	5,00 ^a
Tonwogoma	95,00 ^a	55,00 ^b	0,00 ^c	0,00 ^c	30,00 ^a	0,00 ^b	0,00 ^b
Pr > F	< 0,0001	< 0,01	< 0,0001	< 0,01	< 0,0001	< 0,0001	< 0,01
Significations	THS	S	THS	S	THS	THS	S

THS: Très Hautement Significatif, S: Significatif. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Tableau 5. Niveau de reconnaissance et de présence de la pyriculariose du riz sur les sites

Sites	Reconnaissance de la maladie		Présence de la maladie au champ	
	<i>Pyric. fol.</i>	<i>Pyric. panic</i>	<i>Pyric. fol.</i>	<i>Pyric. panic</i>
Di	37,78 ^c	24,44 ^d	24,44 ^d	11,11 ^d
Lanfièra	30,00 ^d	55,00 ^c	55,00 ^c	30,00 ^c
Bama	66,67 ^b	76,67 ^b	76,67 ^a	60,00 ^a
Tonwogoma	95,00 ^a	100,00 ^a	70,00 ^b	43,33 ^b
Pr > F	< 0,01	< 0,0001	< 0,01	< 0,01
Significations	S	THS	S	S

Pyric. fol.: Pyriculariose foliaire, *Pyric. panic*: Pyriculariose paniculaire, S: significatif, THS: Très hautement significatif.

Tableau 6. Taux d'adoption des pratiques de gestion de la pyriculariose du riz à la parcelle

Pratiques	Di	Lanfièra	Bama	Tonwogoma	Pr > F	Significations
Variétés résistantes	70 ^a	66,66 ^{ab}	40 ^c	60 ^b	< 0,01	S
Bio-pesticides	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	> 0,05	NS
Pesticides de synthèse	60 ^b	22,22 ^c	84,44 ^a	6 ^d	< 0,0001	THS
Calthio	37 ^b	15,56 ^d	42,22 ^a	26,67 ^c	< 0,01	S
Méthode mécanique	0 ^c	6 ^b	31,11 ^a	0 ^c	< 0,01	S
Fumure organique	51,11 ^c	33,33 ^d	76,67 ^b	91,11 ^a	< 0,0001	THS
NPK	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	> 0,05	NS
Urée	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	> 0,05	NS

NS: Non Significatif, S: Significatif, THS: Très Hautement Significatif. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Tableau 7. Proportions des enquêtés selon la période de récolte et les opérations de post récolte

Sites	Récolte du paddy			Opérations de post récolte		
	50 % paille	80% paille	100% paille	Séchage après battage	Contrôle de l'humidité	Pesticide au stockage
Di	6,67 ^b	40,00 ^c	53,33 ^{ab}	40,00 ^d	35,56 ^c	28,89 ^a
Lanfièra	10,00 ^a	25,00 ^d	65,00 ^a	75,00 ^c	100,00 ^a	20,00 ^b
Bama	0,00 ^c	52,50 ^b	47,50 ^b	92,50 ^b	100,00 ^a	7,50 ^c
Tonwogoma	0,00 ^c	95,00 ^a	5,00 ^c	100,00 ^a	80,00 ^b	0,00 ^d
Pr > F	< 0,05	< 0,0001	< 0,01	< 0,0001	< 0,0001	< 0,01
Signification	S	THS	S	THS	THS	S

Très Hautement Significatif, S: Significatif. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5%.

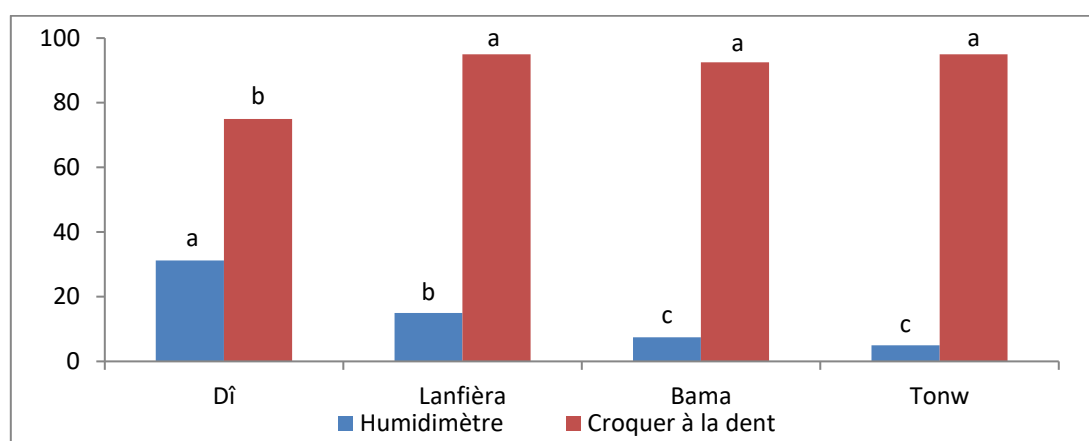


Fig. 1. Moyen de contrôle du taux d'humidité du riz avant stockage

Les histogrammes de même couleur, affectées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5%.

4 DISCUSSION

La caractérisation socio-agronomique des exploitations rizicoles nous ont permis de mettre en évidence les proportions des producteurs en fonction du genre, les tranches d'âges et leurs niveaux d'instruction pratiquant la riziculture. Même si les femmes pratiquent l'activité sur certains sites, leur niveau d'implication reste très faible par rapport aux hommes. Ces résultats sont en accord avec ceux de [11] qui ont montré dans le cas de la culture de la patate, qu'il y a plus d'hommes que de femmes. Ils indiquent également que la tranche d'âge la plus active est comprise entre 30 et 50 ans dont la majorité des enquêtés ne sont pas alphabétisés. Selon les résultats d'enquête de [12] auprès des producteurs rizicoles dans la commune de Dano, région du Sud-Ouest du Burkina Faso, ont montré que la riziculture était une pratique masculine à 88% contre 12% de femmes. Ils ont également montré que la population d'étude dans sa majorité a un niveau d'instruction assez bas, majoritairement analphabètes (61%), avec 32% ayant fréquenté au moins l'école primaire et 21% ayant bénéficié d'une formation agricole. Les résultats des travaux de [13], menés sur les déterminants de la fertilisation dans les systèmes de riziculture pluviale stricte dans les zones Nord et Sud Soudaniennes au Burkina Faso, indiquent que la moyenne d'âge des producteurs enquêtés était de 40 ans et 37% de l'échantillon sont de sexe féminin. Les caractéristiques agronomiques des exploitations rizicoles varient d'un site à l'autre. Les superficies moyennes par producteurs restent inférieures à un (01) hectare sur l'ensemble des sites excepté celui de Tonwogoma où la superficie moyenne par producteurs est de 1,27 hectare. Les rendements moyens par producteur obtenus sur les différents sites restent également proportionnels à la dose de fumures minérales apportées. Les résultats des travaux de [13] ont également montré que les quantités d'engrais apportées par hectare dans les systèmes de riziculture pluviale stricte dans les zones Nord et Sud Soudaniennes au Burkina Faso étaient relativement faibles comparativement à la normale et sont de 398,44 kg pour la fumure organique, de 90,88 kg pour l'engrais NPK et de 56,36 kg pour l'engrais urée.

Une large proportion des enquêtés reconnaît la pyriculariose foliaire et paniculaire dans les différents sites et utilisent des moyens de gestion tels que l'utilisation de variétés résistantes, les pesticides de synthèse et le calthio. Selon les travaux de

recherche de [14] existe de nombreuses contraintes biotiques en riziculture parmi lesquelles les maladies fongiques dont la pyriculariose constituant un problème majeur qui agace la production du riz.

Aucun producteur parmi les enquêtés n'utilisent les biopesticides comme moyen de gestion. L'utilisation du calthio permet de combattre le champignon présent dans les semences. D'après [15], l'une des principales sources d'inoculum primaire pour la pyriculariose est la présence des semences infestées par la maladie.

5 CONCLUSION

Il ressort de cette étude que les exploitants rizicoles sont majoritairement analphabètes avec une faible participation des femmes à l'activité de production. Les exploitants sont conscients de la maladie de la pyriculariose du riz et utilisent des méthodes de lutte. Cependant, ces méthodes de lutte doivent être améliorées à travers l'utilisation de variétés résistantes et biopesticides pour une lutte efficace et saine. Cela nécessite un accompagnement des structures de recherche agronomique et du Ministère en charge de l'Agriculture.

REMERCIEMENT

Ce travail a été réalisé grâce aux soutiens de l'INERA-Dî, du Laboratoire du Département Substances Naturelles de l'IRSAT/Kossodo et du Laboratoire Biosciences.

REFERENCES

- [1] MARAH. 2022. Résultats quantitatifs de la campagne agricole 2022-2023. 33p.
- [2] Bouet A., Vales M., Amancho NA., Kouassi et Sorho F. 2012. Evaluation of age-dependent partial resistance to leaf blast in rice of the japonica subspecies. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (1): 337-354.
- [3] Toé M., Zida PE., Sawadogo I., Soalla WR., Nébié HCR. 2022. Efficacité fongicide de trois biopesticides à base d'huiles essentielles sur les principaux champignons associés aux semences de niébé au Burkina Faso. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.* 051; 38 – 44.
- [4] Gnancadja-André LS., Hannin. S., Ouazzani AT., Badoc A et Douira A. 2005. Impact de la mycoflore de la feuille paniculaire du riz sur le rendement en grains. *Bulletin- Société de Pharmacie de Bordeaux* 144: 225-236.
- [5] Décolé Sidy BN. 1999. Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. 61p.
- [6] Gnancadja AL., Ouazzani AT., Badoc A., Douira A. 2004. Test de détection des contaminants fongiques des grains de riz en fin de cycle. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 143, 39-50.
- [7] Cinyabuguma EL., Baderhekuguma X., Batumike RN., Kondo L., Masunga M., Rudahaba N., Salama B., Civava RM., Cizungu LN. 2021. Connaissance paysanne sur la gestion de la panachure jaune du riz (RYMV) à l'Est de la RD Congo: Plaine de la Ruzizi, Sud Kivu. *GSI: Volume 9, Issue 5*, 1552-1563.
- [8] Leroux P. 2003. Modes d'action des produits phytosanitaires sur les organismes pathogènes des plantes. *Comptes Rendus - Biologies*, 326 (1), 9–21. [https://doi.org/10.1016/S1631-0691\(03\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S1631-0691(03)00005-2).
- [9] Dedi Ky J., Youou DC. 2017. Évaluation en conditions de conservation des capacités germinatives des semences de deux variétés de riz traditionnelles (*Oryza sativa* L.) cultivé en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.32, Issue 2: 5146-5155.
- [10] Raveloson H., Sester M. 2011. Lutte intégrée contre la pyriculariose du riz pluvial à Madagascar. In: *Journée de l'Académie d'agriculture de Madagascar sur le riz*, Antananarivo, Madagascar, 8 p.
- [11] Koussoube S., Traore F., Some K., Binso-Dabire C., Sanon A. 2018. Perception paysanne des principales contraintes et pratiques culturelles en production de patate douce au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 126: 12638-12647.
- [12] Compaore H., Ilboudo S., Bama Nati AD., et Balima Dama MM. 2019. Les risques sanitaires liés à l'utilisation des pesticides dans les bas-fonds rizicoles de la commune de Dano, province du Ioba Burkina Faso. *African Crop Science Journal*, Vol. 27, No. 4, pp. 557 – 569. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/acsj.v27i4.2>.
- [13] Sanon A., Gomgnimbou APK., Coulibaly K., Traore K., Nacro HB. 2020. déterminants de la fertilisation dans Les systèmes de riziculture pluviale stricte dans les zones Nord et Sud Soudaniennes au Burkina Faso. *European Scientific Journal*. Vol.16, No.27, 38-54p.
- [14] Li-ping Z., Zhong D., De-liang P., Huan P., Ling-an K., Shi-ming L., Ying L., et Zhong-cai, L. 2018. Evaluation of Chinese rice varieties resistant to the root-knot nematode *Meloidogyne graminicola*. 17 (3), 621–630. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61802-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61802-1).
- [15] Guerber C., et TeBeest D O. 2006. Infection of rice seed grown in Arkansas by *Pyricularia grisea* and transmission to seedlings in the field. *Plant Disease*. 90: 170- 176. DOI: 10.1094/PD-90-0170.

Sickle Cell Disease Thirty-Three Years of Research Experience in Gabon: A Comprehensive Review

Lucrèce M. Délicat-Loembet^{1,2}, Linda Sono D. E.^{2,3}, Arielle Mbila^{2,3}, and Dieudonné Nkoghe³

¹Department of Biology, University of Sciences and Technology of Masuku, Franceville, Haut-Ogooue, Gabon

²NGO Sickle Cell Disease Organization of Gabon (SCDOGa), Franceville, Haut-Ogooue, Gabon

³Gabonese Ministry of Health, Libreville, Estuaire, Gabon

Copyright © 2023 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 extent of the scientific literature on sickle cell disease in Gabon over the last thirty years and the areas of study are not known. However, the exponential growth trend shows that there is an area of research that should be explored. The question here is to find out in which fields studies on sickle cell disease have already been carried out since 1990, 33 years of research. Because the environment can influence clinical signs in different patients, every African country is carrying out scientific research to improve the care of their patients. This review examines the history of research into sickle Cell Disease in Gabon. In Gabon, research into sickle cell disease is being carried out in all areas of epidemiology, screening, medical and psycho-clinical management, and pathologies associated with sickle cell disease and endangering the vital prognosis of Gabonese sickle cell patients. Traditional Gabonese pharmacopoeia plays a very important role in the management of this disease. Ultimately, local healthcare professionals should be familiar with the latest guidelines and resources specific to Gabon for the most accurate and up-to-date information on sickle cell disease management.

KEYWORDS: Sickle Cell Disease, Gabon, Research Developments, Management.

1 INTRODUCTION

Since the discovery of this autosomal recessive pathology by Herrick in 1910 [1], sickle cell disease has been the subject of several research studies. Discoveries about sickle cell disease have shown that it predominantly affects African populations [2], [3], yet research based on hemoglobinopathies and sickle cell disease (SCD) in particular is highly disparate. Because the environment can influence clinical signs in different patients, every African country is carrying out scientific research to improve the care of their patients. Each country moves at its own pace, and this is also the case in Gabon, where it is necessary to take stock of our knowledge of the disease. SCD is a real public health problem in Gabon. The aim of this systematic review is to take stock of the history of research into sickle cell disease in Gabon since 1990.

2 MATERIALS AND METHODS

After defining the title of our review on the history of sickle-cell anaemia in Gabon and the deadline for scientific publications, we proceeded with a targeted search on different research platforms databases. First, we conducted a preliminary literature search in order to evaluate the existence (in number and type) of publications concerning the chosen theme since 1990. In this way, we were able to define whether the chosen axes had already been developed previously. To conduct this work, we used documentary research in Medline PubMed, Google scholar, Google, and Mendeley electronic databases. Key words, such as sickle cell disease, sickle cell disease in Gabon, names of authors working on sickle cell disease in Gabon..., were used, and after reading the abstract or full text, we retained all the articles that best fit the objectives of our work. This selection work has been carried out for more than 4 months, i.e., throughout the writing of this review. The abstracts

or full text of articles that provide information on the subject matter were included and have given to the subdivision of the different sections or parts developed in the heading of the results.

3 RESULTS

3.1 EPIDEMIOLOGY

Sickle cell disease is a chronic blood disease that kills about two out of three children in Gabon before the age of five (5) years [4]. In Gabon, research into the epidemiology of this pathology is not very advanced, but some data do exist. Sickle cell disease in Gabon is similar to that observed in Central Africa, with an annual incidence of 1.34% according to a study carried out on newborns in the various provinces of Gabon [5], and a sickle cell trait carriage rate of 21.7% based on a study of over 4,000 individuals aged over 15 [6]. Sampling carried out during voluntary screening campaigns to assess the effectiveness of the rapid diagnostic test for sickle cell anemia with database comprised 299 patients, aged 6 months to 33 years, showed that homozygous HbAA phenotype was most prevalent (52.21%), followed by the homozygous S-allele (32.35%) and heterozygous AS (14.71%). There was also a small proportion of composite heterozygous SC (0.74%). the HbSS phenotype was more prevalent in children between 5 and 9 and between 10 and 14 years of age [7]. It should be pointed out that this study was carried out in Haut-Ogooué, and the majority of the participants came from this and surrounding localities. A study of Vierin Nzame et al., neonatal screening for sickle cell disease in Libreville, Estuaire province, showed that 1.80% of newborns were homozygous SS [8]. Despite this prevalence on the African continent, epidemiological data on the occurrence and evolution of these acute complications remains patchy, resulting in difficult management and follow-up of sickle cell patients [9]. Regarding the distribution of hemoglobin C and its prevalence in newborns in Africa, patches of median frequencies below 1% were predicted in Gabon [10].

3.2 SCREENING

Sickle cell disease is an autosomal recessive hemoglobinopathy. It affects up to 2% of newborns in some sub-Saharan African countries. In most patients, the incidence of complications can be reduced if screening is carried out at birth [8]. Experience in this area began in 2007, when CIRMF, in collaboration with the International Atomic Energy Agency, introduced neonatal screening on 3,957 collected blood samples in all 9 provinces of Gabon [5]. Sickle cell screening in Gabon is carried out using several experimental techniques: Isoelectrophocalization [11], HPLC [6], hemoglobin electrophoresis on alkaline PH, the Emmel test, Capillary electrophoresis (rare) and, for nearly five years now, rapid sickle cell disease screening tests [7]. This is a real advance that gives hope to practitioners, even if it is still difficult for people to have access to these tests because of their cost. It must also be said that lack of knowledge of the disease could be an obstacle to carrying out neonatal screening for sickle cell disease. Studies carried out among parturients have shown no association between knowledge of the mother's status and authorization to test their newborns [12]. If we tend to focus on neonatal screening at the moment, it's because we want to improve patients' life expectancy. But recent studies have shown that the discovery of sickle cell status can occur at any time, given the lack of a systematic screening system for sickle cell disease in Gabon. This situation contributes to uncertainty about the life expectancy of patients with undetected sickle-cell status.

3.3 CHARACTERISTICS OF THE GABONESE SICKLE CELL PATIENT

Clinical manifestations and course of sickle-cell anemia are variable. Knowledge about the factors, possibly geographical, which influence the prognosis are still few in number but also little known or not referenced in our context.

3.3.1 PAEDIATRIC AGE

Sickle cell disease with variable cost and manifestation is submitted presents a clinical picture which can be different depending on the country but also according to the type of environment in the same country. The clinical symptoms were observed and listed during a study carried out by Thuilliez, V. and al., in 1996 and identified the main causes of hospitalization: acute anemia (36 cases before the age of 5 years); painful crisis whose frequency increased with age (23% before 5 years, 35% between 5 and 10, 42% after 10 years); infections, essentially pulmonary occurring early, and bone infections at any age [13]. Although some patients die before their diagnosis, the fact remains that a certain type of symptom can be observed in these children received in consultation such as: pyrexia, anemia and/or more often 'hand-foot syndrome', hepatomegaly, splenomegaly after five years of age and jaundice [13]. Children and adolescents with hip pain and/or lameness when walking were identified. This could be explained by bone infarction which mainly affects the femoral head but can also affect the

humeral head but can also impact growth potential [14]. Leg ulcers are also manifestations observed in adolescent sickle cell patients and in young adults with sickle cell disease in Gabon [15].

Children living with sickle cell disease with SS-S β 0 phenotype from 5 to 19 years of age from sub-Saharan Africa, frequently present growth retardation, often associated with delayed puberty. It is greater during puberty, due to frequent delayed puberty, and more marked in boys than in girls [16].

3.3.2 ADULT PATIENTS

Since 2006 the majority of studies carried out in adult sickle cell patients are carried out at the level of the hematology department of the university hospital center of Libreville. The sickle cell phenotype in adults is 95% SS type and approximately 2% SC type. It should be noted that the management of an adult sickle cell patient is not always obvious because the passage from the pediatric department to the hematology department is not subject to a particular procedure. Which should have been the case. The clinical characteristics of adults with sickle cell disease in Gabon are mainly: vaso- occlusive crises and cholelithiasis. Some other complications are also observed like: the basal hemoglobin level is between 7 and 9g/dl, pulmonary arterial hypertension and left ventricular hypertrophy [17].

3.4 TREATMENT AND MEDICAL FOLLOW-UP

Sickle-cell disease is third rank of admission motivations and it represents 13% of total admissions and first after 4 years of medical follow-up [18]. The management of sickle cell disease in our context is still very difficult depending on the areas and the availability of clinicians. However, certain management measures are put in place to improve the overall condition of the patient. In the case of drug management, folic acid is first on the list in 98% of cases [17], [19], for painful crises, paracetamol is used as first-line treatment but most often in self-medication and sometimes in combination with anti-inflammatories, in certain other cases, pain management is exclusively treated by the exclusive use of anti-inflammatory drugs. Taking hydroxycarbamine for background treatment is very rare in our context although the indication is proven for a large number of them. The explanation for the reluctance of patients to adhere to this disease-modifying treatment is mainly ignorance of the side effects linked to this product and its effect on fertility and the high price of this drug.

The medical follow-up of the patient with sickle cell disease revolves around traditional long-term treatment (26%) and follow-up based on pharmaceutical products (73%) [19]. Nearly 1 in 3 subjects had no medical follow-up and no treatment. Since sickle cell disease is a chronic condition, its management in our context is essentially based on the prevention of acute or chronic complications. This prevention can only be effective if it is based on regular monitoring of the subject with sickle cell disease, allowing therapeutic and clinical monitoring [19]. Especially when 80% of deaths concerned children who were not followed up [13]. In our population there were 20.7% of patients who took iron every day. The prescription of iron supplementation is not systematic, but nevertheless concerns 1 out of 5 patients. Zinc supplementation concerns 3.7% of patients [19]. It has been reported in the literature that zinc supplementation had an effect on reducing the average number of infectious episodes and morbidity in sickle cell patients and improving growth and weight gain in children with sickle cell disease. Its use in Gabon is not sufficiently popularized and is not yet in prescription habits.

Managing pain in sickle cell patients is a must. The management of these patients must follow well-defined protocols that take into account the handicap caused by episodes of severe pain [20]. This is achieved by assessing pain using the DEGR and EVA scales, and by using analgesics from the WHO analgesic stepwise protocol. The pain may have multiple articular or osteoarticular locations and can be soothed by Level I analgesics in most cases, and by Level II in others. The WHO-recommended stepwise analgesic pain treatment used in this study has been shown to be effective in sickle cell pain crisis [20]. Access to Level III analgesics remains difficult in our context.

Blood transfusion is part of the means of combating sickle cell crisis in the event of anemia. Sickle Cell Disease is a major cause of maternal and neonatal mortality in tropical regions. Treatment consist of regular blood transfusion during pregnancy. In pregnant women, transfusion may be performed selectively (in function of the clinical status of the mother, fetus, and pregnancy) or prophylactically. However systematic prophylactic transfusion has been shunned due to the risk of transmitting infections and allo-immunization [21]. To avoid this kind of any problem, according to the author experiences the risks associated with more transfusions was offset by the greater safety margin and better efficacy of the prophylactic approach [21]. A study on the micronutrient status of Gabonese women at the time of pregnancy diagnosis revealed anemia in 71.2% of pregnant women. This anemia was accompanied by a drop in iron reserves in 11.1% of the women in this study. Folate and vitamin B12 deficiency were found in 2.6% and 6.6% of cases respectively [22]. The extent of the deficits found and their potential impact on pregnancy outcome suggest that they can be prevented by dietary diversification, educating young women about their eating habits and treating the infections responsible for blood spoliation [22].

A study to assess vaccination status and identify factors associated with vaccine compliance among adolescents attending school in Libreville. For adolescents with chronic illnesses such as sickle-cell anemia or epilepsy, this is an opportunity to correct care pathways [23]. Vaccination coverage of pupils at the start of secondary school is certainly better than that of the general population in Gabon. However, as the issues surrounding vaccination coverage of adolescents are not part of the Expanded Program on Immunization, they are not well understood by either parents or the education system. Awareness is needed, as these adolescents represent a growing proportion of future adults [23].

The management of priapism is also an important part of the care of male sickle cell patients in Gabon. this treatment is essentially surgical. Knowledge of the pathophysiological mechanisms of priapism is essential for understanding its indications and the various surgical methods of treatment [24]. In this way, the initial "symptom" priapism quickly becomes a "disease" priapism in its own right. independently of the triggering factor. In this respect, priapism is a genuine surgical emergency, because of its specific risk of acute ischemia of the corpora cavernosa, correlated with its duration, while at the same time searching for the triggering etiological factor in order to stop the pathological stimulation [25].

As regards the management of sickle cell disease by traditional medicine, several efforts must be made. Indeed, the WHO in 2004 reports that 80% of the populations of developing countries use traditional medicine, which is culturally well accepted, affordable and accessible; as a result, it encourages the development of a regulated traditional medicine policy [26]. This is an important step because nowadays several studies carried out in certain African countries (Congo et Madagascar) on the properties anti-sickling, anti-anaemic of pharmacological plants.

The main causes of death have been analyzed and the main ones are, severe anemia, infections and blood transfusion complications. Sickle cell disease is a real public health problem in Gabon. Mortality remains relatively high, but some deaths could be avoided with adequate care [27].

3.5 SICKLE CELL DISEASE AND SCHOOLING

Sickle cell disease is a pathology accompanied by several symptoms that can hinder the proper follow-up of schooling in the affected patient. Nearly 6 out of 10 children with sickle cell disease have normal schooling, 3 out of 10 children with sickle cell disease have poor schooling. These figures constitute a high proportion, but are unfortunately identical to those of the various surveys on the school career of children in general in Gabon [19].

In view of these data, it appears that sickle cell disease Sickle cell disease is therefore not in itself an obstacle to schooling, all children over the age of 5 were in school, but there is a large proportion of children with sickle cell disease who are behind in school.

Despite progress in the care of patients, many students with sickle cell disease face numerous crises every day which will unfortunately compromise their education and cause mental suffering [4]. Following a semi-structured interview with several students with sickle cell disease, it emerges that: sickle cell disease, because of its incurability, engages the student in long-term care which sometimes requires regular hospitalizations. This will have an impact on his school life and cause him a form of psychological weakening. This weakening is characterized by a number of affects and emotions such as sadness, shame, resignation, the feeling of being stigmatized and even death anxiety [4].

3.6 SICKLE CELL DISEASE AND OTHER PATHOLOGIES OR COMPLICATIONS

Sickle cell disease is associated with susceptibility to infections, as well as a predisposition to the occurrence of a number of complications that could alter the patient's general condition. Several research studies have highlighted these complications in Gabonese sickle-cell patients.

3.6.1 FEMORAL HEAD COMPLICATION

Like the humoral head, the femoral head can be affected by a bone infactus or Epiphyseal infarction that can be severely disabling for the patient. Such damage may not only affect the functional prognosis of the femoral head, but also its growth potential [14]. In fact, studies carried out between January 1989 and December 1999 (10 years) by Florent Mouba, J., and al., on a population of 22 adolescents sickle cell (SS) children presenting with difficulty walking and/or hip pain, showed that this complication has a definite impact on the lifestyle of the sickle cell child.

3.6.2 LEG ULCERS

A leg ulcer is one of the complications of sickle-cell anemia. It is a wound on the leg (including the ankle), which starts spontaneously or following a shock, and has still not healed 4 weeks after its appearance. A number of problems can arise from this complication, including aesthetic, psychological and socio-economic issues. Most of the time, patients affected by this pathology don't even know what they're suffering from. For some, it's a spell or an act of witchcraft, because it's considered an incurable wound. It is important to identify the risk factors for leg ulcers, present the clinical aspects and propose a management protocol for this complication [15].

3.6.3 GROWTH DELAY

It is known that children with sickle cell disease frequently show growth retardation, often associated with delayed puberty. A study of the growth of sickle cell children aged between 5 and 19 in five sub-Saharan African countries (Cameroon, Gabon, Ivory Coast, Mali and Senegal), compared with a control population [16]. In this study, the primary endpoint was stunting, defined as weight, height or BMI below the 5th percentile of WHO standards. The frequency of stunting was defined as a function of phenotype, age and sex, and an association was sought between stunting and the various clinical and biological parameters studied in the two sickle cell phenotype groups, using multivariate logistic regression. The main finding is that growth retardation remains frequent in children with sickle cell disease with the SS-S β 0 phenotype aged 5 to 19 in sub-Saharan Africa [28]. It is greater during puberty, due to frequent delayed puberty, and more marked in boys than in girls, the latter presenting height and weight measurements equivalent to those of the controls from the age of 18 years. Growth retardation is associated with anemia and hyperhemolysis. However, this growth retardation observed in the sickle cell patient would not be without consequences in the long term for the sickle cell patient.

3.6.4 SICKLE CELL DISEASE AND OCULAR PATHOLOGIES

Macular ischemia refers to the extent of the macular capillaries from the perifoveolar capillary anastomotic arch. It is responsible for the occurrence of neovessels and associated complications (hemorrhages, retinal detachment). Macular ischemia is a rare but classic complication of sickle cell disease. the study of the fundus of the eye of a patient with sickle cell disease of Gabonese nationality aged 24 with a sudden drop in visual acuity of the left eye to 6/10th P2, showed a macular infarctus in the left eye fundus [29]. According to the authors, Sickle cell disease would be primarily responsible for peripheral retinal capillary occlusion leading to the formation of preretinal neovascularization. Involvement of the posterior pole is rarer and can manifest as a macular infarction responsible for a sudden drop in visual acuity. This is reversible with appropriate treatment.

3.6.5 BACTERIAL INFECTIONS

Bacterial infection in children with sickle cell disease should be a major concern for clinicians, especially in terms of its management. A retrospective study over a 2-year period (January 1994-December 1995) was carried out in the pediatric department of HPO, showing bacterial infections in the subjects included in the study. the blood culture was positive 11 times and the germs isolated were: *Salmonella spp.*, *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella pneumoniae* and *Staphylococcus aureus* [30], the population was aged 3 months to 16 years. On cyto bacteriological examination of urines, the germs isolated concerned *Echerichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Salmonella Tephy* and *Cytrobacter freundii*.

3.6.6 HYPERSPLENISM

Sickle cell anemia is a hereditary genetic disorder responsible for a sickle-shaped deformation of the red blood cells. It can give rise to numerous complications, including splenic sequestration and hypersplenism (a functional disorder of the spleen characterized by a pathological increase in the activity of certain functions. It usually involves increased sequestration or destruction of blood-forming elements, which can lead to cytopenia). Therapeutic treatment of this disorder includes splenectomy, which induces a state of hyposplenism or asplenia with sometimes fatal consequences, especially in sickle-cell patients [31]. In order to gain a better understanding of this situation in Gabon, a retrospective study was carried out between 2016 and 2019. The indication for surgery was hypersplenism (8 cases), splenic sequestration (3 cases), and splenic infarction (2 cases). The authors concluded that the indication for splenectomy in sickle cell disease is dominated by hypersplenism. In our context, total splenectomy by laparotomy seems to be the rule [31].

3.6.7 MALARIA

A study carried out at the Hôpital d'instruction des armées Omar Bongo Ondimba has shown infection (82%) dominates the acute complications found, with malaria in the lead (72%), followed by pneumopathy (22%) [9]. Besides its importance as a public health threat, SCD holds a special place in human population biology as a paradigmatic example of selective advantage of the heterozygotes, leading to balancing selection. Malaria is the first pathology observed in sickle cell patients in our malaria context, characterized by fever in 35% of cases [30]. An increase of 10% in *P. falciparum* malaria prevalence is associated with an increase by 4.3% of SCT (Sickle Cell Trait) carriers. An increase of 10 y of age is associated with an increase by 5.5% of SCT carriers. These strong associations show that malaria remains a selective factor in current human populations, despite the progress of medicine and the actions undertaken to fight this disease [32]. This recent epidemiological study in Gabon, Africa, demonstrated a positive correlation between the prevalence of *Plasmodium falciparum* and the prevalence of individuals with SCT, implying that malaria continues to serve as a selection factor for SCT in the current world.

The geographical superposition of distribution of sickle cell disease and malaria has malaria has become a classic in the field of cumulative pathologies infectious disease genetic disease still raises fundamental questions and motivates numerous and motivates numerous scientific research. Malaria, like sickle cell anemia affecting the red blood cell, lead to hemolytic anemia [33]. People with sickle-cell anemia (SS) are therefore not protected from severe malaria, just like people without the sickle-cell trait [34].

3.7 SICKLE CELL DISEASE AND PHARMACOPOEIA

In recent years, we've seen a surge in the number of new dietary supplements under the name of Alicament. Alicament is a word formed from two words: food and medicine. These products are presented as solutions to multiple health problems, such as sickle cell disease. Sickle cell anemia is a genetic disease caused by a defective gene that deforms the red blood cells. It manifests itself in painful seizures, anemia and increased susceptibility to infections. So these new products are touted as having the merit of relieving sickle cell crises. An interdisciplinary approach in the search for a solution to this disease has become necessary. Agri-food companies, phyto-drug laboratories and grandmother's recipes are faced not only with increased competition, but also with the demands of consumers who have become vigilant about the sanitary quality of these products.

In Gabon, Wavé-fortex is a food powder formulated from 24 wild Gabonese plants and patented by the African Intellectual Property Organization (OAPI) [35]. It has also seen the innovation of an alicament under the name KINGUELINE designed to prevent and relieve crises in sickle cell patients. Kengueline's antifalcemic effect could be due to the anthoxyanes it contains, but also to the presence of elements from the Lamiaceae and Zingiberaceae families.

But grandma's recipes from Gabonese pharmacopoeia are still the most widely used. This is how certain plants such as: *Alchornea cordifolia* (Djeka) is a species of plant in the Euphorbiaceae family, *Hibiscus sabdariffa* (Bissap), *Manihot esculenta* (cassava leaves), *Moringa oleifera* (moringa). The risks to the patient of using these plants are overdosing, since plants such as manioc contain cyanide, and can cause cyanide poisoning. As for Bissap, if the dose is not respected, it can lead to liver problems. But it should be noted that indigenous populations have more or less mastered the ancestral use of these products, which are the only ones to which people living in rural areas have access.

3.8 ISOLATED INITIATIVES AND IMPLICATIONS FOR SOCIAL WORK INTERVENTION

Despite the Gabonese government's growing awareness of the importance of this pathology, materialized by the creation of the National Sickle Cell Disease Program in the mid-2000s, care is still based on individual initiatives, led by a few passionate and dedicated people united in associations or NGOs. Although very important in the process of reducing sickle cell births, genetic counseling is non-existent, prenatal diagnosis is still prohibitively expensive and inaccessible to the majority of couples, neonatal diagnosis is still at the experimental stage, there is no specifically dedicated service, transfusion treatment is still problematic.

Improving care requires a proactive policy that focuses on the organization of neonatal screening, the creation of specialized centers run by multidisciplinary teams, and the provision of free medication, vaccines and complementary follow-up examinations [36].

Over the past twenty years, a growing number of associations and NGOs have come together to fight sickle cell disease. There are still many unexplored areas in the multidisciplinary management of sickle cell disease. As part of its support for research, information and education on sickle-cell anemia, the Sickle Cell Disease Organization of Gabon (SCDOGa) NGO, which has already been in existence for five years, has set itself the task of carrying out studies on the type of mass screening that

can be adapted to our context and, above all, to our country's level of development, requiring fewer resources, less time for experimentation and shorter training periods [7].

This commitment also involves understanding the dynamics and level of medical care as well as the socio-economic situation of people living with sickle cell disease [37]. Which showed that people with sickle cell disease in Gabon Screening for sickle cell disease is not included in the habits of the population, only 26% of the study population has already been screened only 7.8% of households screened their children. The population of Franceville was found to be poor overall, with a monthly income of less than 150,000. However, there was no correlation between monthly income and sickle cell disease screening and between monthly income and having a sickle cell child. Low income could negatively influence the medical management of a person living with sickle cell disease [37].

4 CONCLUSION

It is therefore observed that with setup of facilities that promote regular medical check-ups, people living with sickle cell anemia will improve their quality of life by reducing the number of premature deaths and complications. These facilities can then effectively manage pain, Infections and also offer patient and caregiver education. Usage of Hydroxyurea can be introduced as this medication has been shown to reduce the frequency and severity of painful episodes and complications. Other interventions include availability of blood in case of blood transfusion, Oxygen therapy for management of acute events, Diet and hydration, Education and Counselling and also formation of support groups that help manage the social aspect of dimistifying, myths and misconceptions about sickle cell disease. Finally, local healthcare professionals should be familiar with the latest guidelines and resources specific to Gabon for the most accurate and up-to-date information on sickle cell disease management.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors gratefully acknowledge the significant contribution to this project of Selina Olwanda Ogweno

REFERENCES

- [1] A. Chiabi and M. Beyeme-Owono, «Epidémiologie de la drépanocytose,» *Clin. Mother Child Heal.*, vol. I, no. 1, pp. 6–8, 2004.
- [2] I. Rusanova, Epidemiology of sickle cell disease (SCD). 2013.
- [3] P. McGann and C. Hoppe, «The pressing need for point-of-care diagnostics for sickle cell disease: A review of current and future technologies,» *j*, vol. 67, 2017, doi: 10.1016/j.bcmd.2017.08.010.
- [4] U. D. E. L. A. Narcissique, «VIVRE AVEC LA DRÉPANOCYTOSE EN MILIEU AU REPLI SUR SOI Firmin Marius Olivaint NYAMA Université Omar Bongo de Libreville Ces hospitalisations fréquentes et parfois longues vont donc avoir un impact considérable sur leur scolarité et occasionner par conséquent,» pp. 74–86, 2019.
- [5] L. M. Delicat-loembet *et al.*, «Neonatal Screening of Sickle Cell Disease in Gabon : A Nationwide Study,» vol. 11, pp. 1–7, 2022, doi: 10.35248/2167-0897.22.11.376.Citation.
- [6] L. M. Délicat-Loembet *et al.*, «Prevalence of the sickle cell trait in Gabon: a nationwide study.,» *Infect. Genet. Evol. J. Mol. Epidemiol. Evol. Genet. Infect. Dis.*, vol. 25, pp. 52–56, Jul. 2014, doi: 10.1016/j.meegid.2014.04.003.
- [7] L. M. Delicat-loembet, A. D. N. Mabiala, and U. Bisvigou, «Diagnosis of Sickle Cell Disease in Gabon Using Sickle SCAN ® : A Point-of-Care Blood Test,» vol. 6, no. 2, pp. 1–9, 2022, doi: 10.21106/ijtmrph.315.
- [8] Y. VIERIN NZAME, I. BOUSSOUGOU BU BADINGA, J. KOKO, P. BLOT, and A. MOUSSAVOU, «Dépistage néonatal de la drépanocytose au Gabon,» *Med. Afr. Noire*, vol. 59, no. 2, pp. 95–99, 2012.
- [9] R. Okoue Ondo *et al.*, «Complications aiguës des syndromes drépanocytaires majeurs: expérience de l'Hôpital d'instruction des armées Omar Bongo Ondimba,» *J. Eur. des Urgences Réanimation*, vol. 34, no. 2, pp. 82–91, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeurea.2022.08.003>.
- [10] F. B. Piel *et al.*, «The distribution of haemoglobin C and its prevalence in newborns in Africa,» *Sci. Rep.*, vol. 3, pp. 1–8, 2013, doi: 10.1038/srep01671.
- [11] «Neonatal Screening of Sickle Cell Disease at the Centre Hospitalier Universitaire de Libreville: Epidemiological and Clinical Aspects EC PAEDIATRICS Research Article,» vol. 11, no. 2019, pp. 24–29.
- [12] L. E. Mombo, L. K. Makosso, C. Bisseye, K. Mbacky, J. M. Setchell, and A. Edou, «Acceptability of neonatal sickle cell disease screening among parturient women at the Paul Moukambi Regional Hospital in rural Eastern Gabon, Central Africa.,» *Afr. J. Reprod. Health*, vol. 25, no. 3, 2021.
- [13] V. Thuilliez, V. Ditsambou, J. R. Mba, S. Mba Meyo, and J. Kitengue, «Aspects actuels de la drepanocytose chez l'enfant au Gabon,» *Arch. Pediatr.*, 1996, doi: 10.1016/0929-693X(96)87087-4.

- [14] J. Florent Mouba, M. Mimbila, L. E. Lentombo, J. F. Thardin, and A. Ondo, «Nécrose aseptique de la tête fémorale chez l'enfant drépanocytaire: Expérience de Libreville (Gabon),» *Cah. Sante*, vol. 21, no. 2, 2011, doi: 10.1684/san.2011.0244.
- [15] J. F. Mouba, C. Mengue, L. Eko, and A. Ondo, «Ulcères de jambe chez le drépanocytaire à Libreville (Gabon): Aspects cliniques et prise en charge,» *Med. Sante Trop.*, vol. 24, no. 1, 2014, doi: 10.1684/mst.2014.0300.
- [16] L. Alexandre *et al.*, «Étude de la croissance chez les enfants drépanocytaires de 5 pays d'Afrique subsaharienne au sein de l'étude CADRE,» *La Rev. Médecine Interne*, vol. 37, pp. A66–A67, 2016.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2016.10.016>.
- [17] M. Igala *et al.*, «Clinicobiological features and management of adult sickle cell patients at Libreville University Teaching Hospital,» *Pan Afr Med J*, vol. 23, no. 8, pp. 61–66, 2022.
- [18] V. Thuilliez and Y. Vierin, « [The importance of sickle cell anemia in a pediatric environment in Gabon],» *Le poids la drepanocytose en milieu Pediatr. au Gabon.*, vol. 9, no. 1, pp. 45–60, 1997, [Online]. Available: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=med4&NEWS=N&AN=9432415>.
- [19] S. Minto'o Rogombé *et al.*, «Article Original Suivi Médical et Scolarité de l'Enfant Drépanocytaire au Gabon Relation between medical monitoring and schooling of sickle cell children in Gabon,» *J. Med. Heal. Sci.*, vol. 19, no. January, pp. 74–78, 2018.
- [20] A. Moussavou, Y. Vierin, C. Eloundou-Orima, M. Mboussou, and M. Keita, «Prise en charge de la douleur drépanocytaire selon les critères de l'Organisation mondiale de la santé,» *Arch. Pediatr.*, vol. 11, no. 9, 2004.
doi: 10.1016/j.arcped.2004.03.100.
- [21] D. R. Moussaoui, L. Chouhou, K. Guelzim, J. Kouach, M. Dehayni, and H. S. Fehri, « [Severe sickle cell disease and pregnancy. Systematic prophylactic transfusions in 16 cases].,» *Drepanocytose majeure grossesse. Transfusions Prophyl. Syst. a Propos 16 cas.*, vol. 62, no. 6, pp. 603–606, 2002, [Online]. Available: <http://O-ovidsp.ovid.com.wam.city.ac.uk/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=med4&NEWS=N&AN=12731306>.
- [22] E. N.-M. a Félix Ovono Abessolo a, Jean-Pierre Ngou-Mve Ngou b, Jacques Bang Ntamack c, Alexandrine Sylvie Nsi a, Jean-François Meye c, «No Volume 2011, Issue 436, November 2011, Pages 67-71 Title Statut en micronutriments de la femme gabonaise lors du diagnostic de sa grossesseMicronutrient status in Gabonese women at the time of the diagnosis of the pregnancy,» pp. 3–6.
- [23] U. Bisvigou *et al.*, «Assessment of vaccination status and booster vaccinations in adolescents attending school in Libreville, Gabon,» *Pan Afr. Med. J.*, vol. 35, pp. 1–10, 2020, doi: 10.11604/pamj.2020.35.74.20024.
- [24] L. Falandry, «Traitement chirurgical du priapisme experience de 56 cas en milieu Africain,» *Med. Trop.*, vol. 60, no. 1, 2000.
- [25] L. Falandry *et al.*, « [Surgical treatment of priapism: experience of 56 cases in an African setting].,» *Med. Trop. (Mars).*, vol. 60, no. 1, 2000.
- [26] World Health Organization (WHO), «WHO Traditional Medicine Strategy 2014-2023,» *World Heal. Organ.*, pp. 1–76, 2013, doi: 2013.
- [27] J. Koko, D. Dufillot, J. M. Ba-Meyo, D. Gahouma, and F. Kani, «Mortalite des enfants drepanocytaires dans un service de pediatrie en Afrique Centrale,» *Arch. Pediatr.*, 1998, doi: 10.1016/S0929-693X (98) 80003-1.
- [28] L. Alexandre-Heymann *et al.*, «Prevalence and correlates of growth failure in young African patients with sickle cell disease,» *Br. J. Haematol.*, vol. 184, no. 2, 2019, doi: 10.1111/bjh.15638.
- [29] B. Sautiere, V. Thoorens, J. Copin, C. Rose, J. F. Rouland, and P. Labalette, «462 Infarctus maculaire chez une patiente porteuse d'une drépanocytose homozygote SS,» *J. Fr. Ophtalmol.*, vol. 31, p. 150, 2008.
doi: [https://doi.org/10.1016/S0181-5512 \(08\) 71060-X](https://doi.org/10.1016/S0181-5512 (08) 71060-X).
- [30] J. Koko, F. Kani, A. Reymond-Yeni, G. Onewin-Andjanga, A. Moussavou, and D. Gahouma, «Infections bacteriennes chez l'enfant drepanocytaire a Libreville,» *Archives de Pediatrie*. 1999. doi: 10.1016/S0929-693X (00) 86994-8.
- [31] D. M. K *et al.*, «Articles originaux,» vol. 20, 2022.
- [32] E. Elguero *et al.*, «Malaria continues to select for sickle cell trait in Central Africa,» *Proc. Natl. Acad. Sci.*, p. 201505665, 2015, doi: 10.1073/pnas.1505665112.
- [33] A. Centrale, C. International, D. R. Biomédicales, D. F. Cirmf, L. Docteur, and J. Paul, «En direct 2,» pp. 27–28, 2011.
- [34] A. Kawahara *et al.*, «Successful Treatment of Acute Chest Syndrome with Manual Exchange Transfusion in a Patient with Sickle Beta+-thalassemia,» *Intern. Med.*, vol. 58, no. 11, pp. 1629–1634, 2019, doi: 10.2169/internalmedicine.1753-18.
- [35] A. N. Lepengue, A. Souza, J. F. Yala, J. Lebamba, J. Mavoungou, and B. M'batchi, «Etude De Quelques Caracteristiques Physicochimiques Et Biochimiques De Wavé-fortex Un Complement Alimentaire Naturel Du Gabon,» *Eur. Sci. Journal, ESJ*, vol. 12, no. 33, p. 508, 2016, doi: 10.19044/esj.2016.v12n33p508.
- [36] J. Koko, «Prof. Jean KOKO Département de Pédiatrie Faculté de Médecine Université des Sciences de la Santé (USS) Libreville (GABON),» no. April 2013, 2015, doi: 10.13140/2.1.1350.4806.
- [37] Delicat-Loembet. LM *et al.*, «Sickle Cell Disease in Southeast Zone of Gabon a Central African Country : A Socio-Economic Study,» vol. 3, no. 2, pp. 942–949, 2023.

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de la lagune Aghien (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)

[Characterization of the hydrodynamic parameters of the Aghien lagoon (south-eastern Côte d'Ivoire)]

Goe Bi Sehi Antoine¹, Brou Loukou Alexis¹, Koffi Ehouman Serges², Akahoua Brou David¹, Dao Hamidou², Kamagate Bamory², and Kouassi Kouakou Lazare¹

¹Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa BP 150, Côte d'Ivoire

²Laboratoire des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, Abidjan 02 BP 801, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 Aghien lagoon is expected to provide drinking water for the population of Abidjan. Hydrodynamic modelling is therefore required to assess the impact of this operation, coupled with the impact of climate change, on the functioning of this lagoon ecosystem. The aim of our work is to determine the hydrodynamic parameters required for this exercise. The methodology consisted of surveying sections of the lagoon and its un-surveyed tributaries using a Work Horse Rio Grande Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). The results show that the effect of upwelling is clearly evident in sections 1 and 3 of the channel, with velocity vectors directed towards the Aghien lagoon. The mean velocity is around 0.42 m/s at low tide, compared to 0.385 m/s at high tide in section 03. The greatest variation in mean flow velocity was observed in section 02, with values increasing from 0.23 m/s at low tide to 0.18 m/s at high tide. However, the effect of upwelling attenuated the mean flow rates from 57.77 m³/s to 40.29 m³/s in section 2 (Mé section) and from 265.15 m³/s to 237.22 m³/s in section 3 (downstream channel). The flow in the northern part of the lagoon is low (0.007 m/s) and the velocity vectors point in opposite directions.

KEYWORDS: Currents, Aghien Lagoon, Canal, La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

RESUME: La lagune Aghien, est pressentie pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Abidjan. Ainsi, une modélisation hydrodynamique est nécessaire pour évaluer l'impact de cette exploitation couplée aux effets des changements climatiques sur le fonctionnement de cet écosystème lagunaire. Nos travaux visent donc à déterminer les paramètres hydrodynamiques indispensable à la réalisation de cet exercice. La méthodologie a consisté à jauger, à l'aide d'un profileur acoustique de courant à effet Doppler (ADCP) de type Work Horse Rio Grande, des sections de cette lagune et de ses tributaires non jaugés. Les résultats indiquent que l'effet de la remontée des écoulements est bien perceptible au niveau des sections 1 et 3 du chenal avec des vecteurs-vitesse orientés vers la lagune Aghien. La vitesse moyenne est de l'ordre de 0,42 m/s en marée basse contre 0,385 m/s en marée haute au niveau de la section 3. La plus forte variation de vitesse moyenne d'écoulement a été observée à la section 2 avec des valeurs passant de 0,23 m/s en marée basse à 0,18 m/s en marée haute. Cependant, l'effet de la remontée a bien atténué les débits d'écoulement moyens respectivement de 57,77 m³/s à 40,29 m³/s dans la section 2 (section de la Mé) et de 265,15 m³/s à 237,22 m³/s dans la section 3 (chenal aval). Les écoulements dans la zone nord de cette lagune sont faibles (0,007 m/s) avec une orientation en sens opposés des vecteurs vitesse.

MOTS-CLEFS: Courantologie, lagune Aghien, chenal, la Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Pour le commun des mortels, l'eau est une ressource indispensable à la vie. Elle est utilisée pour la production agricole, l'élevage et les besoins domestiques et industriels [1]. Pour l'alimentation en eau potable des populations, diverses ressources en eau sont utilisées en fonction des réalités de chaque pays [2], [1], [3], [4]. Les pays ouest-africains qui bénéficient d'importantes ressources en eau douce de surface et souterraines s'alimentent uniquement par l'exploitation de ces ressources fortement influencées par les précipitations [5], [6], [7], [8], [4].

Pour les populations de la ville d'Abidjan, capitale économique de la Côte d'Ivoire, l'alimentation en eau potable est assurée par l'exploitation de la nappe du continental terminal [9], [10]. Malheureusement, cette nappe fait face à une baisse de son volume due à la surexploitation et à une diminution des infiltrations causée par la réduction des précipitations et la dégradation du couvert végétal [11]. De plus, les rejets industriels et les installations anarchiques des populations menacent la qualité chimique de cette ressource poussant les gestionnaires à abandonner des forages d'eau potable [10], [12]). A l'opposée, la demande en eau potable ne cesse d'augmenter du fait de la croissance démographique [13]. Cette situation fait peser, sur les populations de ce pôle économique, d'énormes problèmes d'accès à l'eau potable caractérisés par un déficit estimé à plus de 58 Mm³ par an [14].

Pour combler ce déficit, des travaux de recherche ont été menés en vue de trouver des ressources complémentaires parmi les ressources à proximité de la ville d'Abidjan pour accroître les capacités en eau potable des populations [15], [16]. Ainsi, la lagune Aghien, de par sa position géographique et le volume important de ses tributaires continentaux assurant le renouvellement de ses eaux [15], a été choisie [17].

Malheureusement, l'analyse des données hydro-climatiques plus récentes a mis en évidence, une persistance, dans le bassin versant de cette lagune [6], [18]), de la diminution des hauteurs pluviométriques survenue à la fin des années 1970 [19], [5], [20], [21], [22] dans la zone ouest-africaine. Dans le bassin versant de la lagune Aghien, cette baisse s'accompagne d'une dégradation du couvert végétal [23] entraînant un apport important de sédiments à la base de la réduction du volume de la cuvette de cette lagune [24], [18]. A cela s'ajoute le pompage prévu de 250 000 m³/jour (soit environ 11 400 m³/h) de la rivière côtière Mé, plus important tributaire continental de cette lagune en marée haute qui pourrait entraîner une modification du fonctionnement hydrodynamique de cette lagune. Ainsi, le projet « Aghien » a été initié en vue d'évaluer l'impact concilié de la baisse des apports fluviaux et des pompages sur le fonctionnement hydro-sédimentaire de la lagune Aghien à travers une modélisation. Elle passe par la détermination des paramètres hydrodynamiques utilisés comme données d'entrée du modèle.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude est située au sud-est de la Côte d'Ivoire entre les longitudes 3°49'00" W et 3°55'30" W et les latitudes 5°21'30" N et 5°26'30" N. Elle est constituée de la lagune Aghien, du chenal naturel reliant les lagunes Aghien et Potou et d'une portion de 200 m de la rivière Mé au voisinage de sa confluence. Son climat est de type équatorial de transition à l'instar de celui du district d'Abidjan reparté sur quatre (4) grandes saisons dont deux (2) saisons pluvieuses et deux (2) saisons sèches [25]. Les précipitations annuelles dans cette zone, centrée sur le mois de juin, ont une moyenne estimée à 1522 mm. Quatre (4) sections de mesure identifiées de 1 à 4 comme indiquée sur la figure 1 ci-dessous ont été jaugées.

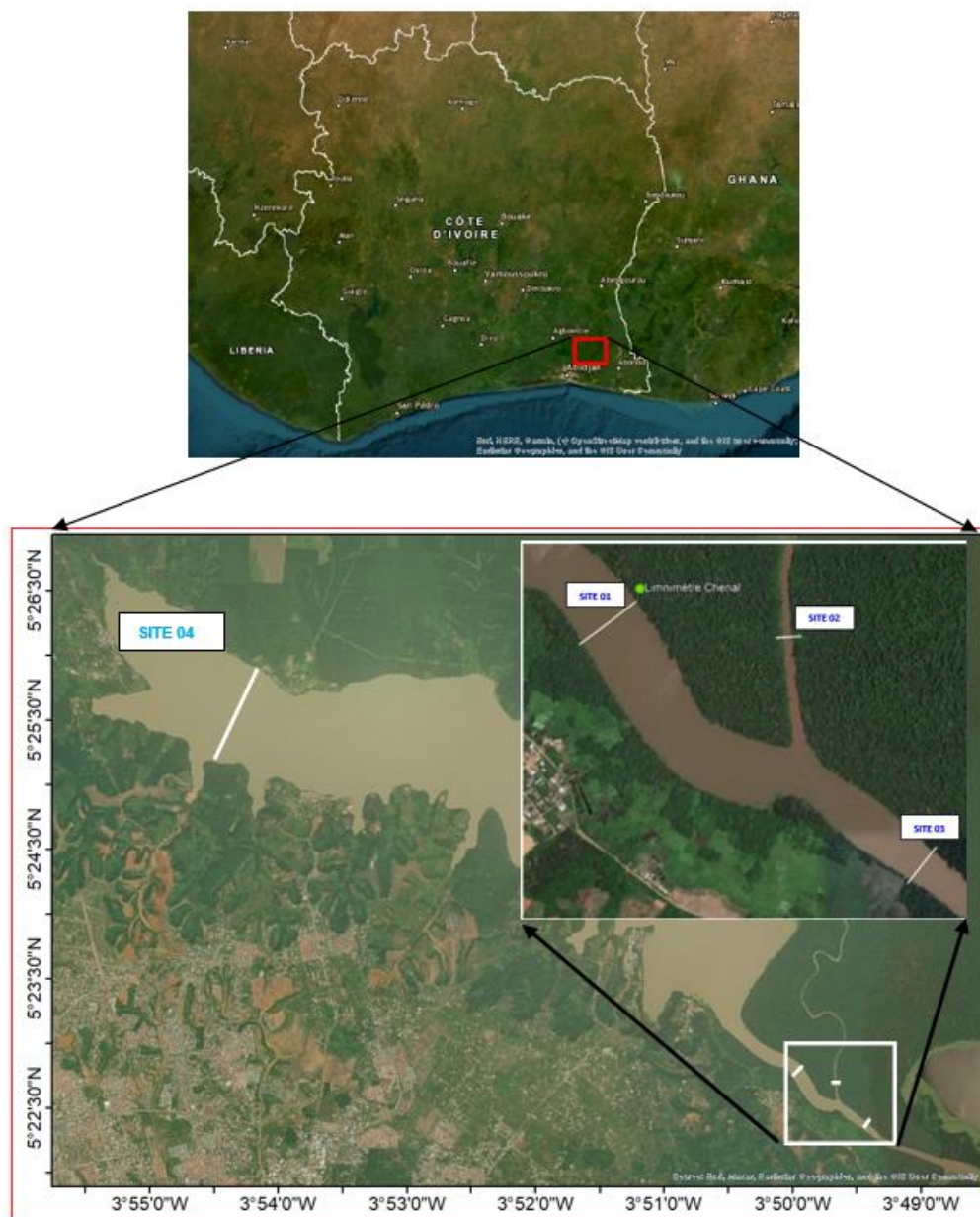


Fig. 1. Site de jaugeage des sections

La position géographique des sites de mesure est résumée dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1. Coordonnées géographiques des sections jaugées

Sites	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
X (UTM)	3°49'59"W	3°49'40"W	3°49'29"W	3°54'29"W
Y (UTM)	5°22'44"N	5°22'42"N	5°22'21"N	5°25'12"N

2.2 MATÉRIEL

Pour réaliser cette étude, un profileur acoustique de courant à effet Doppler (ADCP) de type Work Horse Rio Grande à bande large de fréquence 1 200 kHz a été utilisé pour mesurer les vitesses dans la zone d'étude [26]. L'ADCP est monté sur la coque du bateau avec une orientation du transducteur 3 vers l'avant d'une inclinaison de 20° par rapport à la verticale [27].

L'ordinateur muni du logiciel WinRiver II est ensuite connecté à l'ADCP et un fichier de configuration pour contenir les mesures effectuées est créé.

L'appareil envoie et reçoit un signal acoustique à une fréquence de 1 200 kHz. Il permet ainsi l'acquisition des données jusqu'à une profondeur de 30 m avec une erreur de mesure de la vitesse de 0,1 cm/s. Les données incluent la vitesse du courant en 3 dimensions ainsi que l'intensité de l'écho, à partir des 4 projecteurs acoustiques.

2.3 MÉTHODOLOGIE

2.3.1 ENREGISTREMENT DU COURANT

Les mesures ont été réalisées sur les 2 cycles de marée (marée basse et marée haute). Pour chaque section, au moins quatre (04) traversées sont nécessaires dans le but de retenir les traversées donnant les meilleurs résultats [28]. Après le montage et le paramétrage de l'ADCP, il est plongé à 20 cm sous la surface de l'eau et réglé pour faire des mesures dans des cellules de 25 cm d'épaisseur sur toute la colonne d'eau [29]. Enfin, les traversées débutent en s'éloignant lentement (à une vitesse de 6 km/h) de la rive préalablement choisie vers la rive opposée. On traverse plusieurs fois la section (minimum 4 transects) ce qui permet d'obtenir plusieurs valeurs d'un même paramètre que l'on peut ensuite moyenner [28]. Avant et après chaque traversée, la distance entre l'embarcation et la rive (de très faible profondeur où la navigation n'est pas possible) est estimée.

2.3.2 VALIDATION

Les transects validés sont ceux dont les dépouillements ont permis d'obtenir la meilleure dispersion autour de la moyenne: $\text{Ecart-type}/|\text{moyenne}| \leq 5\%$ qui représentent le seuil admis [30]. Il convient ici d'analyser les écarts des valeurs obtenues de chaque paramètre mesuré par rapport à la moyenne.

3 RÉSULTATS

A l'issue des traitements énoncés ci-dessus, les résultats obtenus se présentent comme indiqués ci-dessous. Il s'agit d'un résumé des moyennes de débits calculés, des vitesses d'écoulement, des largeurs des sections de mesure et des sections mouillées au cours des deux cycles de marées.

3.1 MARÉE BASSE

3.1.1 SITE 1 (CHENAL AMONT) ET 3 (CHENAL AVAL)

Les mesures faites en marée basse dans le chenal ont permis de caractériser l'hydraulique du chenal à travers les valeurs obtenues consignées dans le tableau 2.

En marée basse, dans les sections de jaugeage du chenal, la largeur est de 204,76 m et de 114,02 m respectivement en amont et en aval pour des profondeurs moyennes correspondantes de 4,3 m et 5,55 m. Les surfaces mouillées sont de 881,1 m² en amont et de 630,64 m² en aval. Les vitesses moyennes d'écoulement sont plus importantes dans la section en aval qu'en amont. En aval, la vitesse moyenne est estimée à 0,42 m/s contre 0,25 m/s dans la section amont du chenal. Les débits moyens associés sont de 220,71 m³/s et 265,15 m³/s respectivement pour les sections amont et aval.

Tableau 2. *Caractéristiques hydrauliques des sections amont et aval du chenal*

Site	Largeur (m)	Profondeur Moyenne (m)	Surface Mouillée (m ²)	Vitesse moyenne (m/s)	Débits (m ³ /s)
1 (Chenal amont)	204,76	4,3	881,1	0,25	220,71
3 (Chenal aval)	114,02	5,55	630,64	0,42	265,15

Les vitesses d'écoulement sont nettement plus importantes en aval qu'en amont en marée basse. Elles vont de 0 à 1,087 m/s dans la section aval contre une variation de 0 à 0,859 m/s dans la section amont (Figure 2).

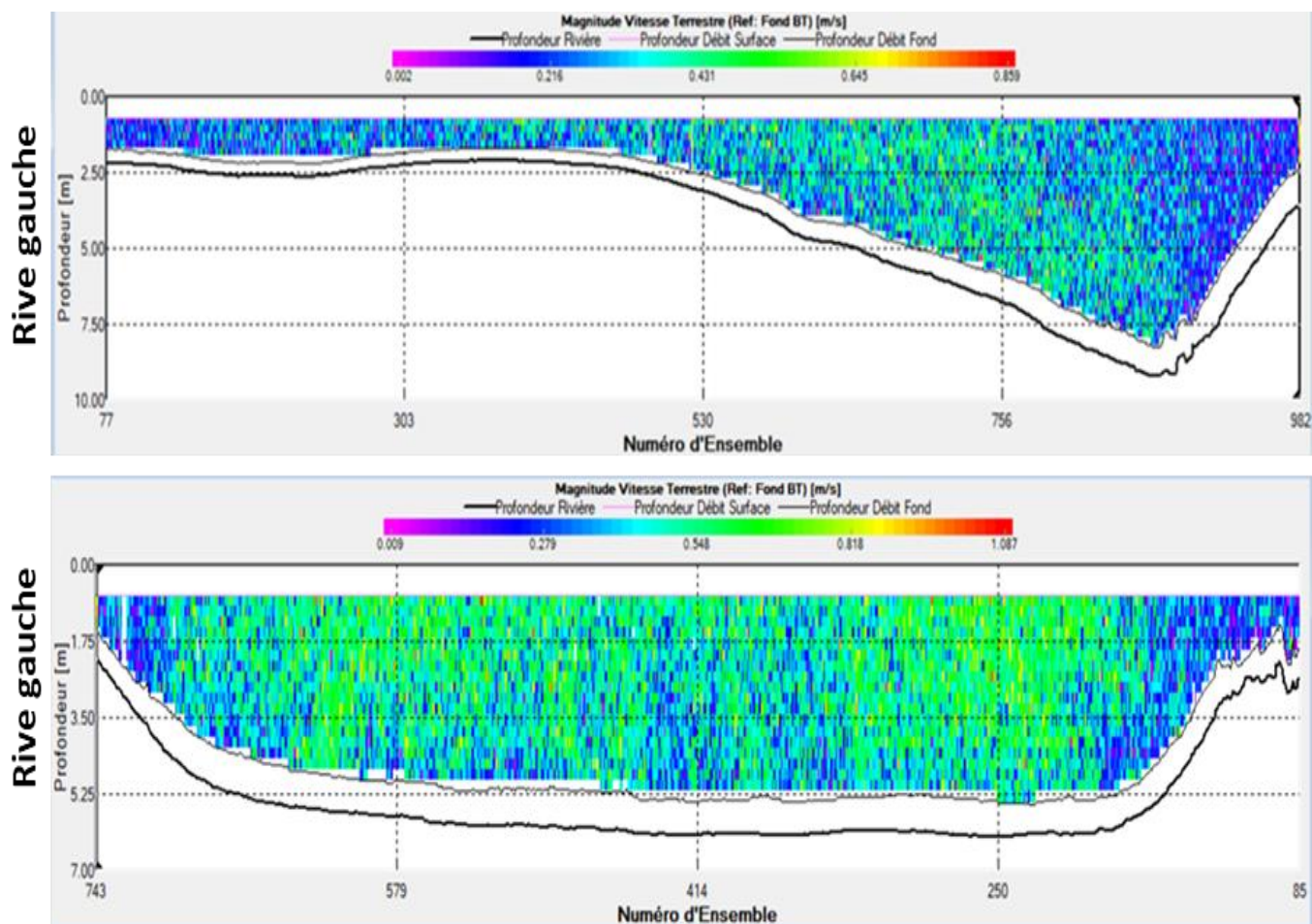


Fig. 2. Profil en travers des sections du chenal: a) section amont; b) section aval

Lorsque la marée est basse, le profil des vecteurs vitesse indiquent un écoulement dirigé uniquement vers la lagune Potou en aval et ce quelle que soit la section (amont ou aval) (Figure 3). La densité des vecteurs vitesse dans la section aval du chenal justifie de l'importance des écoulements dans cette section par rapport à la section amont.

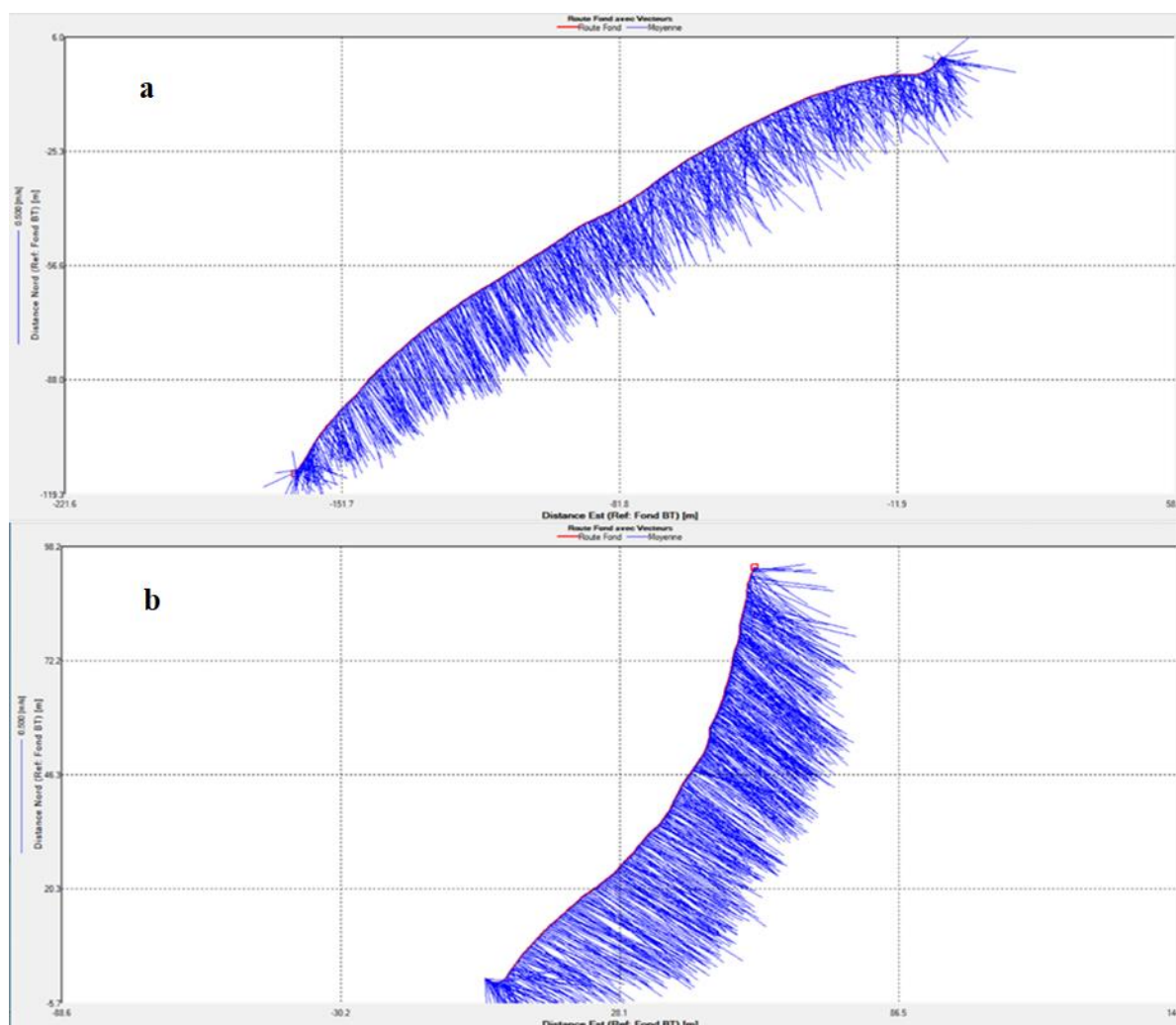


Fig. 3. Profil des vecteurs vitesse des sections du chenal: a) section amont; b) section aval

3.1.2 SITE 2 (RIVIÈRE MÉ)

En marée basse la largeur de la section jaugée de la rivière Mé est de 39,6 m pour une profondeur moyenne de 6,28 m avec une surface mouillée de 248,94 m². La vitesse moyenne des écoulements est estimée à 0,23 m/s dans cette section pour un débit moyen de 57,770 m³/s (Tableau 3).

Tableau 3. Paramètres hydrodynamiques de la section de la Mé au voisinage de sa confluence

Site	Largeur (m)	Profondeur Moyenne (m)	Surface mouillée (m ²)	Vitesse moyenne (m/s)	Débits Moyen (m ³ /s)
2 (la Mé)	39,6	6,28	248,94	0,23	57,770

Le jaugeage en marée basse de cette section de la rivière Mé a montré que les vitesses d'écoulements varient de 0 à 0,751 m/s. Cependant, les vitesses d'écoulement se situent majoritairement dans la fourchette 0,193 m/s et 0,565 m/s (Figure 4).

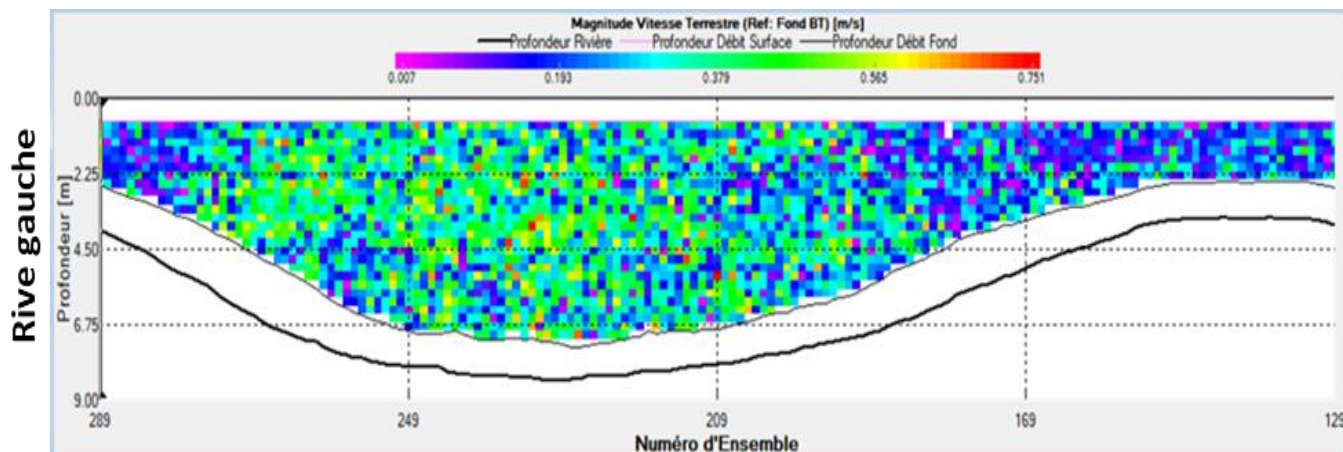


Fig. 4. Profil en travers de la section de la Mé au voisinage de sa confluence

Les vecteurs vitesse indiquent des écoulements unidirectionnels dirigés vers le chenal (Figure 5).

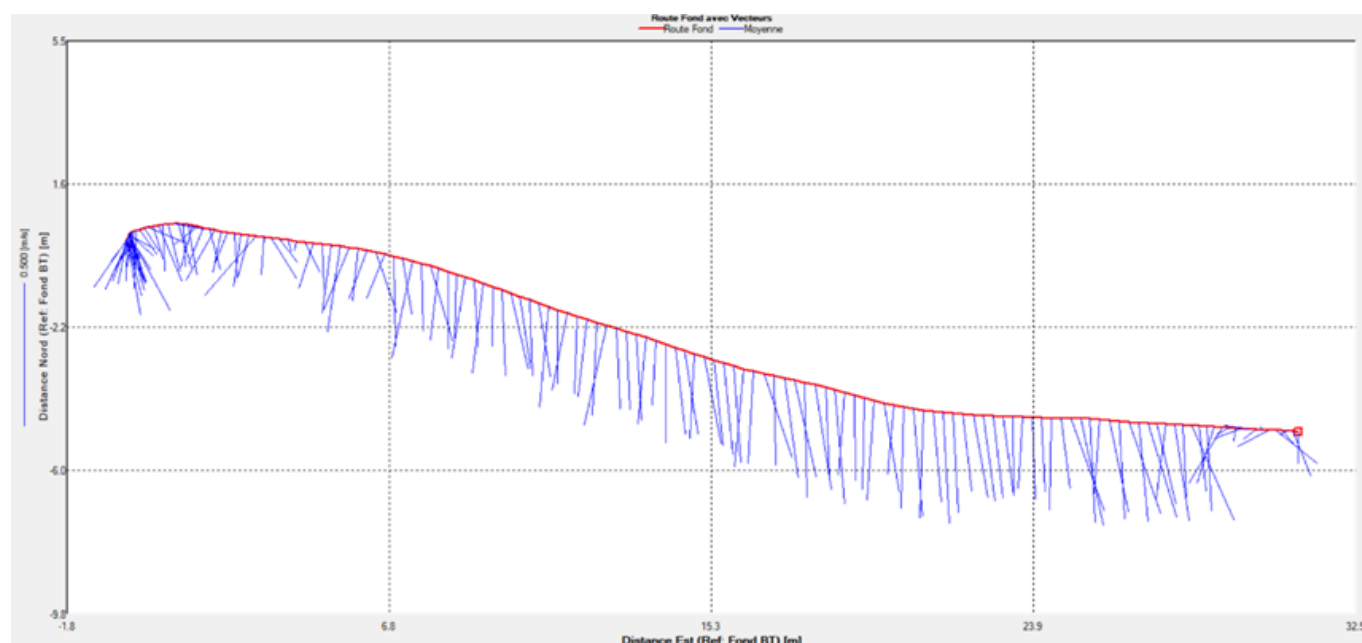


Fig. 5. Profil des vecteurs vitesse d'une section de la Mé au voisinage de sa confluence

3.2 MARÉE HAUTE

3.2.1 SITE 1 (CHENAL AMONT) ET 3 (CHENAL AVAL)

La vitesse moyenne des écoulements, la section mouillée, la profondeur moyenne et le débit moyen pendant le jaugeage en marée haute dans le chenal amont et aval sont contenues dans le tableau 4.

La largeur moyenne est de 201,34 m et 112,77 m respectivement dans le chenal amont et aval pour des profondeurs moyennes de 4,43 m et 5,46 m. Les surfaces mouillées correspondantes sont estimées à 893,45 m² et 615,77 m². Les vitesses moyennes sont évaluées à 0,315 m/s et 0,385 m/s respectivement en amont et en aval. Les débits associés sont de 303,9 m³/s et 237,22 m³/s correspondant aux sections de jaugeage amont et aval.

Tableau 4. Caractéristiques hydrodynamiques dans des sections du chenal (section amont et section aval)

Site	Largeur (m)	Profondeur Moyenne (m)	Surface Mouillée (m ²)	Vitesse moyenne (m/s)	Débits moyen (m ³ /s)
1 (Chenal amont)	201,34	4,43	893,45	0,315	303,9
3 (Chenal aval)	112,77	5,46	615,77	0,385	237,22

Les vitesses d'écoulements varient de 0 m/s à 1,097 m/s dans la section amont du chenal et de 0 m/s à 1,011 m/s dans la section aval. En amont, les écoulements les plus rapides ont lieu près de la rive droite (Figure 6a) alors que dans la section aval, de forme presque trapézoïdale, ils ont lieu au centre du lit (Figure 6b).

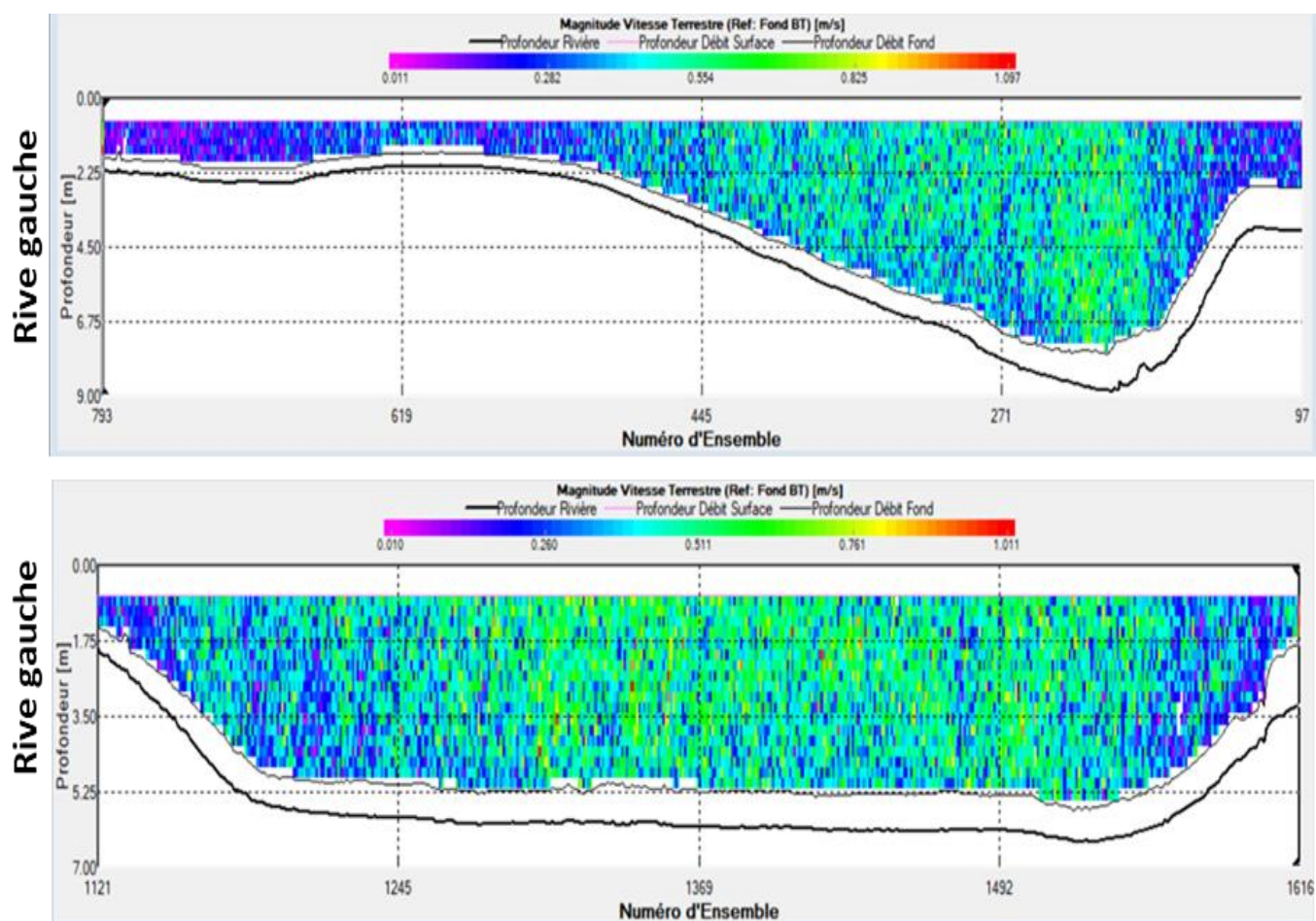


Fig. 6. Profil en travers et variation de la vitesse: a) section amont; b) section aval

En marée haute, les écoulements dans le chenal sont dirigés vers la lagune Aghien indiquant une entrée d'eau, dans cette lagune, en provenance de la Mé et de la lagune Potou. De plus, on constate que les vecteurs vitesse sont plus dense en amont et en aval respectivement en marée haute et en marée basse (Figure 7).

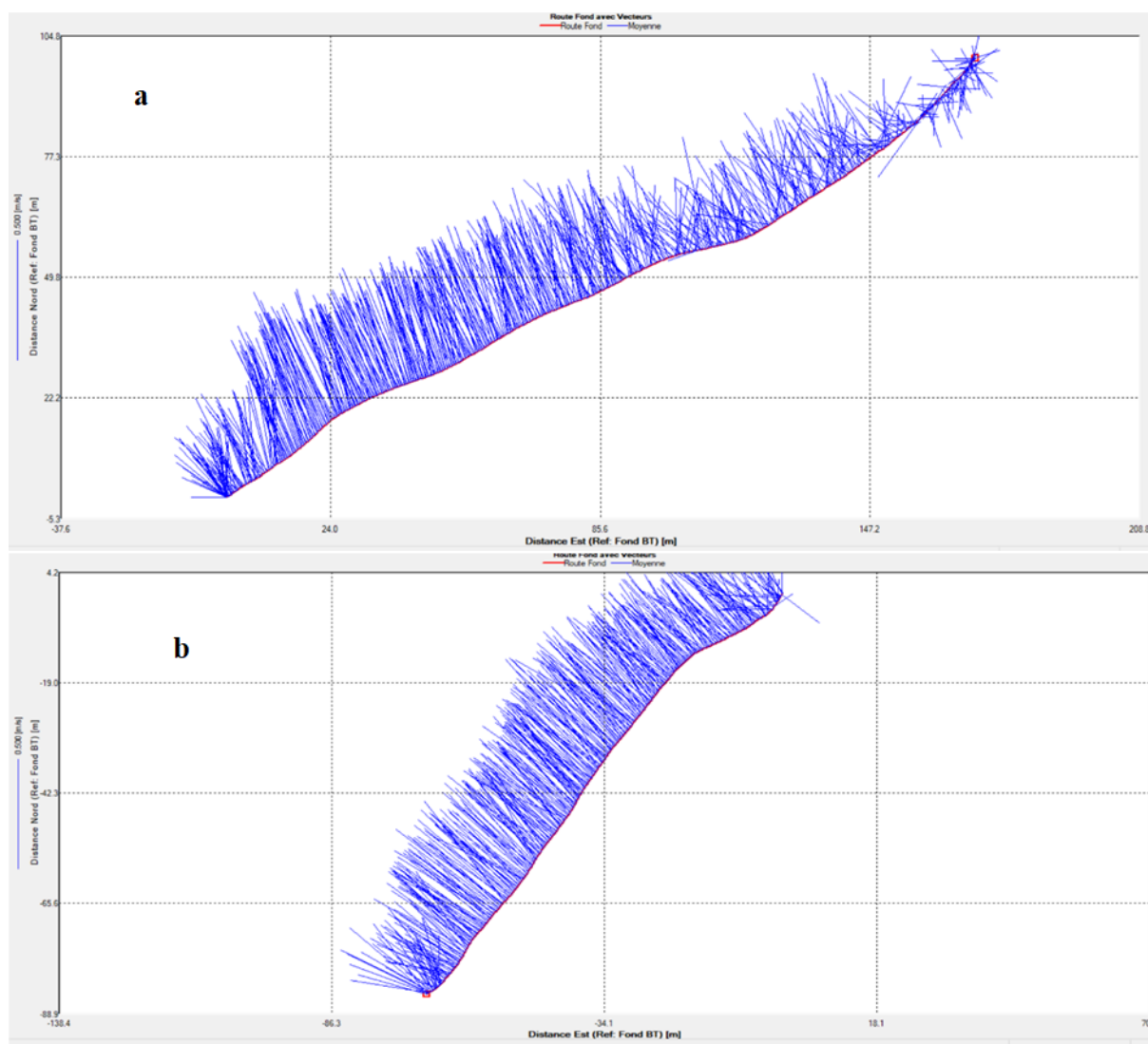


Fig. 7. Vecteurs vitesse des sections de mesure: a) amont; b) aval

3.2.2 SITE 2 (LA MÉ)

La rivière Mé, dans la section de jaugeage, a une largeur de 42,5 m pour une profondeur moyenne de 7,4 m en marée haute. La surface mouillée de la section en marée haute est évaluée à 298 m² pour une vitesse moyenne des écoulements de 0,18 m/s et un débit de 40,29 m³/s (Tableau 5).

Tableau 5. Paramètres hydrodynamiques de la Mé au voisinage de sa confluence

Site	Largeur moyenne (m)	Profondeur moyenne (m)	Surface mouillée (m ²)	Vitesse Moyenne (m/s)	Débits moyen (m ³ /s)
2 (la Mé)	42,5	7,4	298	0,18	40,29

Dans la section jaugée de la Mé, les vitesses d'écoulement oscillent entre 0 m/s et 0,771 m/s. Les plus fortes valeurs de la vitesse d'écoulement sont majoritairement enregistrées dans la bande centrale du lit de la section où les profondeurs sont les plus importantes (Figure 8).

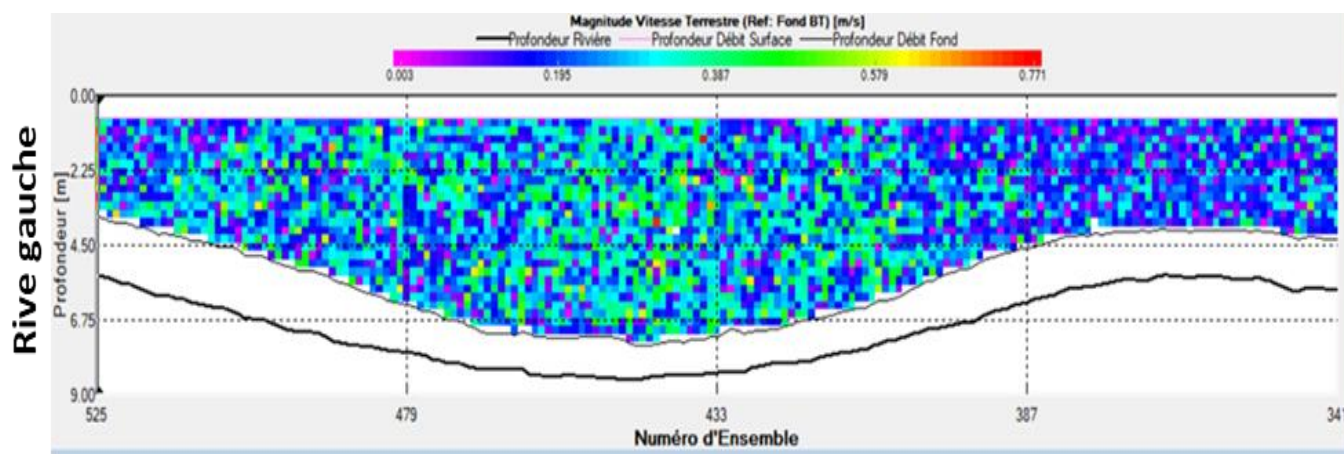


Fig. 8. Profil en travers de la section de Mé au voisinage de sa confluence

Bien que la vitesse moyenne des écoulements régresse en passant de la marée basse à la marée haute, le sens des vecteurs vitesse indique un écoulement unidirectionnel tout comme en marée basse dirigé vers le chenal (Figure 9). Ainsi, quel que soit le niveau de la marée dynamique, les eaux de la rivière Mé alimentent toujours le chenal reliant les lagunes Aghien et Potou respectivement en amont et aval de la confluence de cette rivière.

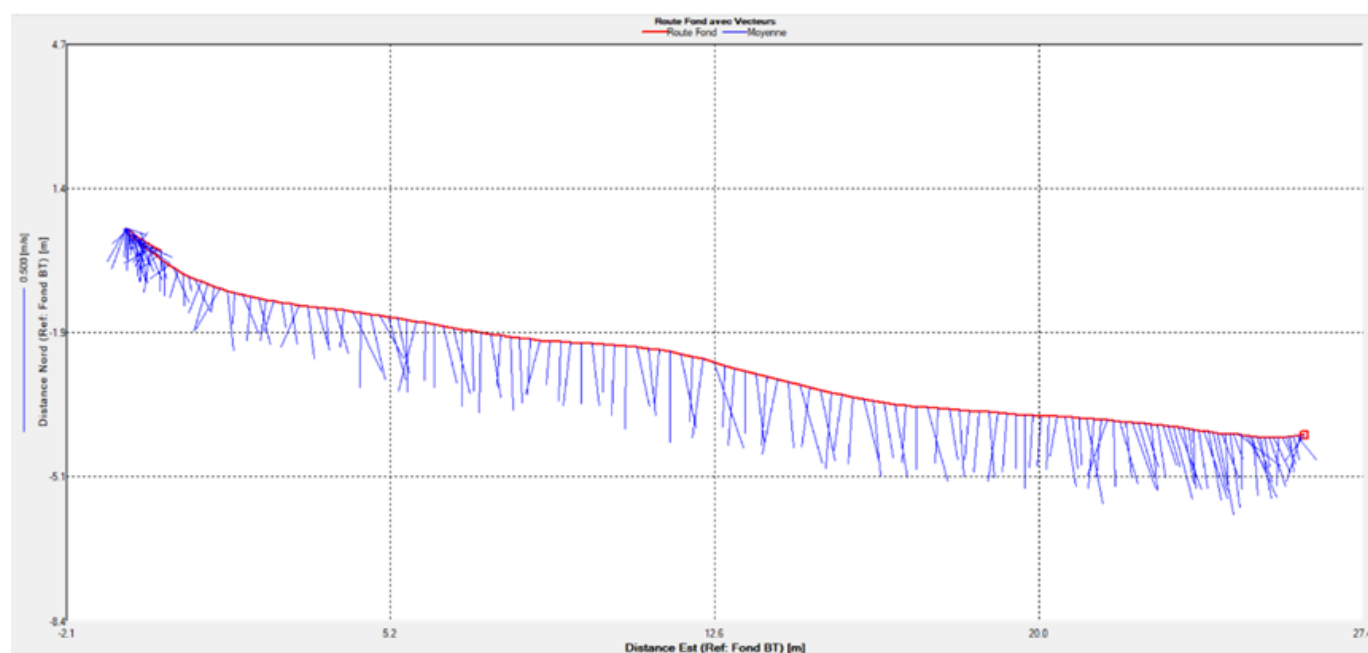


Fig. 9. Profil des vecteurs vitesse d'une section de la Mé au voisinage de sa confluence

3.2.3 SITE 4 (ZONE DE PRISE D'EAU)

Dans la lagune Aghien, la zone d'intérêt demeure, conformément aux objectifs de l'étude, la zone de prise d'eau. Pour une meilleure connaissance de la zone d'implantation, une campagne de jaugeage a été menée dans cette zone en vue de déterminer le débit et la vitesse (Tableau 6).

La largeur de la lagune dans la zone de prise d'eau est un peu plus de 1,5 km pour une profondeur moyenne de 5,77 m. La surface mouillée de cette section est de 8124,83 m². Le courant est très faible dans la zone avec une vitesse moyenne des écoulements évaluée à 0,007 m/s pour un débit d'écoulement moyen estimée à 55,031 m³/s.

Tableau 6. Paramètres hydrodynamiques du site 4 (Zone de prise d'eau) revoir la numérotation des tableaux

Site	Largeur (m)	Profondeur moyenne (m)	Surface mouillée (m²)	Vitesse moyenne (m/s)	Débit moyen (m³/s)
Prise d'eau	1509,86	5,73	8124,83	0,007	55,031

Les vitesses d'écoulement sont uniformes sur toute la section jaugée. Elles varient de 0 à 0.296 m/s (Figure 10).

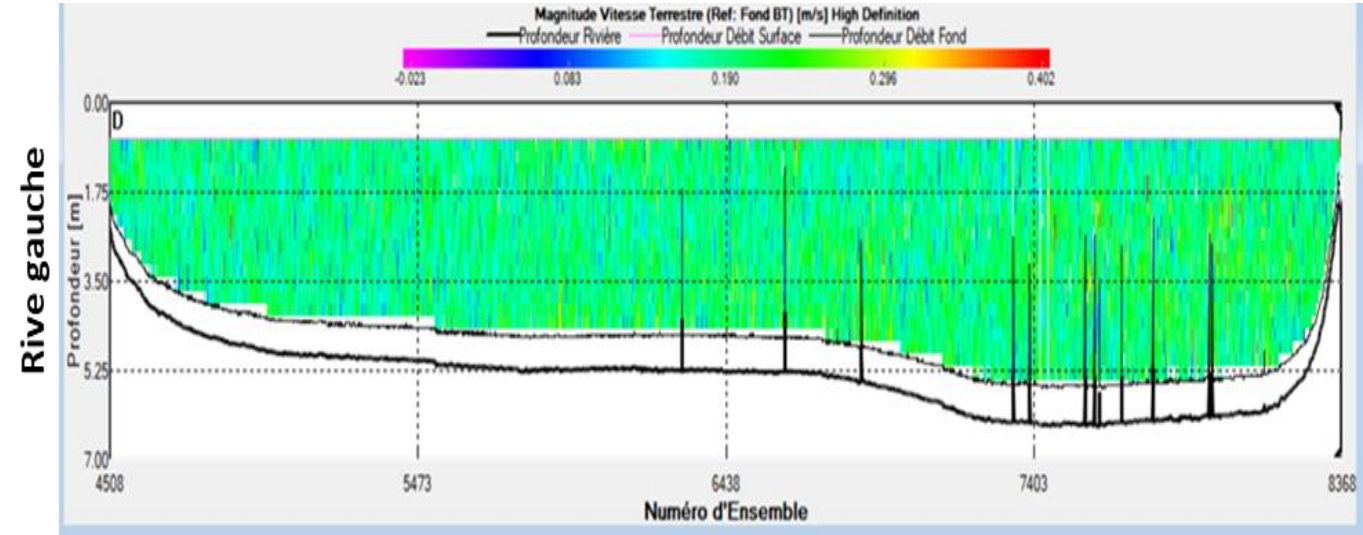


Fig. 10. Profil en travers de la section de la zone de prise d'eau

Cette zone est touchée par la marée dynamique mais avec un courant relativement faible. En marée haute, les écoulements ne sont pas unidirectionnels dans la zone du fait de l'interaction entre les écoulements des apports continentaux (de la Djibi et de la Bété) et la marée dynamique comme le témoigne le sens des vecteurs vitesses (Figure 11).

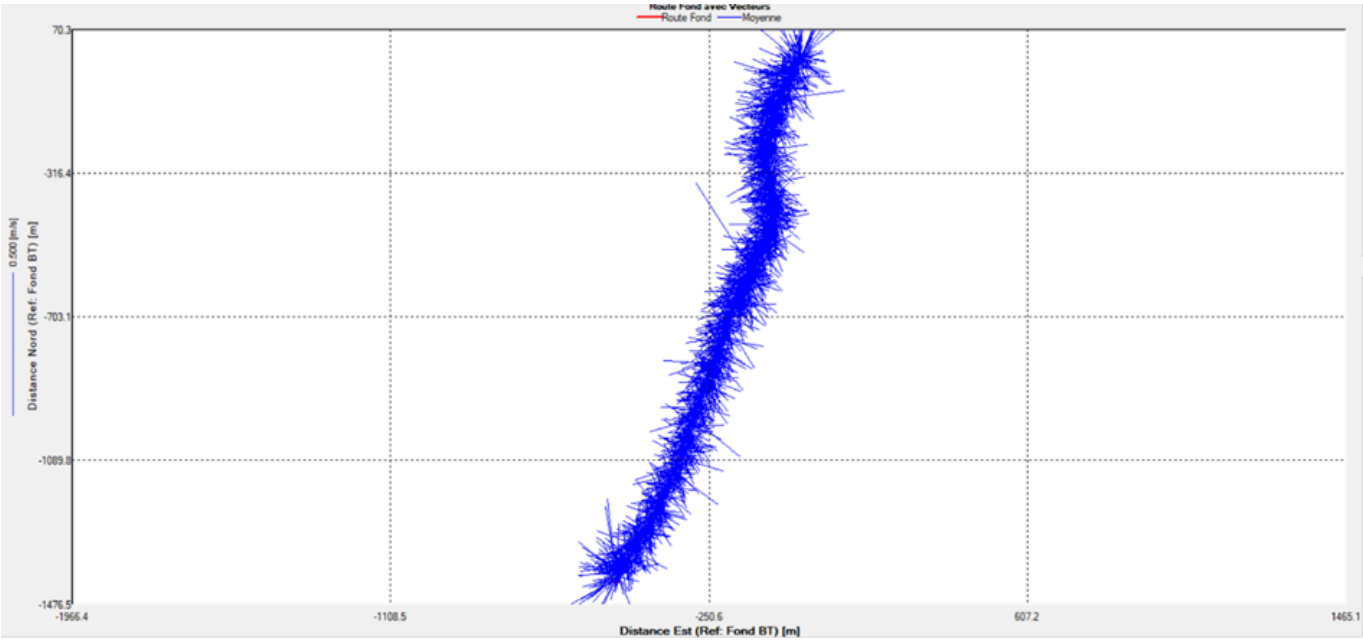


Fig. 11. Profil des vecteurs vitesses de la section de la prise d'eau

Fig. 12.

4 DISCUSSION

Dans cette étude il était question de caractériser les paramètres hydrodynamiques des sections du chenal reliant les lagunes Aghien et Potou d'une part et d'autres les sections de la rivière Mé et de zone de prise d'eau dans la lagune Aghien. A cet effet, des jaugeages effectués au moyen de l'ADCP de type Work Hose Rio Grande ont permis de connaître les différents paramètres hydrodynamiques d'intérêt.

Au niveau de la section de la rivière côtière Mé, les vecteurs vitesse dans la section de la Mé ont montré que les écoulements sont permanemment dirigés vers le chenal ce qui témoigne de l'absence d'intrusion d'eau provenant de la marée dynamique. Cependant, une baisse de la vitesse des écoulements a été observée en marée haute. En effet, la vitesse moyenne des écoulements est passée de 0,23 m/s en marée basse à 0,18 m/s en marée haute. Cette variation de la vitesse des écoulements serait due à l'onde de la marée qui a tendance à s'opposer aux écoulements de la Mé dans cette section. Ainsi, la section jaugeée se situerait au-delà de la zone de ressentie de la marée dynamique [31].

Dans le chenal, en marée basse, la vitesse moyenne et le débit associé sont plus important dans la section aval que dans la section amont. Pendant cette période, la vitesse moyenne passe de 0,25 m/s à 0,42 m/s de l'amont vers l'aval et les débits correspondants sont de 220,71 m³/s et 265,15 m³/s. L'importance de ces paramètres hydrodynamiques en aval serait due au fait qu'en marée basse les eaux de la Mé et de la lagune Aghien se mélangent pour converger vers la lagune Potou en aval [18] comme le montre le sens des vecteurs vitesse. En marée haute, c'est le phénomène inverse qui se produit. Les eaux provenant de l'Atlantique repoussent les masses d'eau de la Mé vers la lagune Aghien. Il s'ensuit un accroissement de la vitesse moyenne et du débit d'écoulement dans la section amont [6] qui passent à 0,315 m/s et à 303,9 m³/s respectivement pour la vitesse moyenne et le débit moyen correspondant.

L'analyse des vecteurs vitesse indique que la zone de prise d'eau est sous l'influence des écoulements des tributaires permanent (Djibi et Bété) et des eaux de la remontée marine avec de très faibles vitesses d'écoulements (0,007 m/s). Ainsi, l'orientation des vecteurs vitesse montre que les eaux de la Djibi et de la Bété s'écouleraient vers le chenal et celles de la remontée marine dans le sens opposé.

5 CONCLUSION

Cette étude avait donc pour objectif de déterminer la courantologie du chenal, de la Mé et de la lagune Aghien. Au cours de cette étude de mesures des paramètres hydrodynamiques, quatre (4) sections préalablement identifiées ont été jaugeées à l'aide du profileur acoustique de courant à effet Doppler (ADCP) de type Work Horse Rio Grande.

Au regard des résultats obtenus, on note qu'en marée haute il y a une forte remontée des eaux dans le chenal au niveau de la section 1 de mesure avec un débit moyen allant jusqu'à 303,9 m³/s due à l'effet de la marée contre 220,71 m³/s en marée basse. Cependant, dans les sections 2 et 3, l'effet de la remontée a bien atténué les débits d'écoulement moyens respectivement de 55,730 m³/s à 40,29 m³/s dans la section 2 et de 265,15 m³/s à 237,22 m³/s dans la section 3.

Les vitesses moyennes varient en fonction du niveau de la marée. Les vitesses moyennes en marée basse sont évaluées à 0,25 m/s, 0,23 m/s et 0,42 m/s respectivement dans la section 1, 2 et 3 contre 0,315 m/s, 0,18 m/s et 0,385 m/s en marée haute.

Les surfaces mouillées des sections jaugeées sont estimées, en marée basse, à 881,1 m², 248,94 m² et 630,64 m² respectivement pour la section 1 (chenal amont), section 2 (la Mé) et la section 3 (chenal aval). Ses valeurs connaissent une variation en marée haute. En marée haute, elles sont évaluées à 893,45 m², 298 m² et 615,77 m² respectivement pour la section 1, section 2 et la section 3.

REFERENCES

- [1] UNESCO, La valeur de l'eau. Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2021, 226 p, 2021.
- [2] W.G. Koukougnon, Milieu urbain et accès à l'eau potable: cas de Daloa (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse unique de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 364 p, 2012.
- [3] UNESCO, Eaux souterraines, Rendre visible l'invisible. Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2022, 12 p, 2022.

- [4] F.F. Toure, A.B. Konan-Waidhet, A.B. Yao, A. Diarra et T.J.J. Koua, «Spatial Analysis of Access to Drinking Water for the Populations of the Lobo Watershed in Nibéhibé (Central-Western Côte d'Ivoire)», *European Journal of Applied Sciences*, Vol. 10, no. 3, pp. 352-366, 2022.
- [5] A. Bodian, H. Dacosta et A. Dezetter, «Caractérisation spatio-temporelle du régime pluviométrique du haut bassin du fleuve Sénégal dans un contexte de variabilité climatique», *Géographie Physique et Environnement*, Vol. 5, no. 2011, pp. 107-124, 2011. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.1958>.
- [6] E.S. Koffi, T.K. Koffi, J.L. Perrin, L. Séguis, M. Guilliod, D.L. Goné, et B. Kamagaté, «Hydrological and water quality assessment of the Aghien Lagoon hydrosystem (Abidjan, Côte d'Ivoire) ». *Hydrological. Sciences Journal* Vol. 64, no. 15, pp. 1893–1908, 2019. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1672875>.
- [7] K.J.O. Kouadio, B. Dibi, M.J. Mangoua, S.G. Eblin, F. Paran et D. Graillot, «Estimation of Groundwater Recharge in the Lobo Catchment (Central Western Region of Côte d'Ivoire)», *Hydrology*, Vol. 9 no. 23, pp. 1-18, 2022.
- [8] F.F. Toure, A.B. Konan-Waidhet, A. Diarra, A.B. Yao, T.J.J. Koua et M. Koita, «Spatial Analysis of the Mode of Management and Conflicts of Use of Water Resources in the Watershed of the Lobo River in Nibehibe (Central-Western Côte d'Ivoire) ». *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, Vol. 24, no. 7, pp. 25-38, 2020.
- [9] SOGREAH Ingénierie, Etude de la gestion et de la protection de la nappe assurant l'alimentation en eau potable d'Abidjan; Etude sur modèle mathématique; Rapports de phase 1 et 2. République de Côte d'Ivoire. Ministère des Infrastructures Economiques. Direction et Contrôle des Grands Travaux (DCGTx actuel BNEDT), 1996.
- [10] N. Soro, T. Lasm, B.H. Kouadio, G. Soro et K.E. Ahoussi, «Variabilité du régime pluviométrique du Sud de la Côte d'Ivoire et son impact sur l'alimentation de la nappe d'Abidjan», *Sud Sciences et Technologies*, no. 14, pp. 30-40, 2004.
- [11] A. Traoré, G. Soro, K.E. Ahoussi, B.S. Bamba, N. Soro et J. Biemi, «Niveau de contamination en métaux lourds des sédiments d'une lagune tropicale: la lagune Aghien (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)», *Afrique Science*, Vol. 10 no. 3, pp. 73-88, 2014.
- [12] N. Soro, L. Ouattara, K. Dongo, E.K. Kouadio, E.K. Ahoussi, G. Soro, M.S. Oga, I. Savane, et J. Biemi, «Déchets municipaux dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: sources potentielles de pollution des eaux souterraines», *International Journal of Biology and Chemical Sciences*, Vol. 4 no. 6, pp. 2203-2219, 2010.
- [13] INS-Institut National de la Statistique, Recensement général de la population et de l'habitat de Côte d'Ivoire. Résultats globaux, 37 p, 2021.
- [14] E.S. Koffi, A. Dao, D.D. Noufe, B. Kamagate, K.J.T. Koffi, S. Diallo et D.L. Gone, «Bilan des apports liquides des rivières Bété et Djibi a la lagune Aghien (Côte d'Ivoire). *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, ISSN 2429-5396, pp. 86-99, 2018.
- [15] A. Traoré, G. Soro, E.K. Kouadio, B.S. Bamba, M.S. Oga, N. Soro et J. Biemi, «Evaluation des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques des eaux d'une lagune tropicale en période d'étiage: la lagune Aghien (Côte d'Ivoire)», *International Journal of Biology and Chemical Sciences*, Vol., 6, no. 6, pp. 7048-7058, 2012.
- [16] A. Traoré, K.E. Ahoussi, N. Aka, A. Traore et N. Soro, «Niveau de contamination par les pesticides des eaux des lagunes Aghien et Potou (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)», *International Journal of pure and Applied Bioscience*, Vol. 3 no. 4, pp. 312-322, 2015.
- [17] K.J.P. Koffi, Y.A. N'Go, K.M. Yeo, D. Koné et I. Savane, «Détermination des périmètres de protection de la lagune Aghien par le calcul du temps de transfert de l'eau jusqu'à la lagune», *Larhyss Journal* Vol. 2, no. 19, 19–35pp, 2014.
- [18] E.S. Koffi, Modélisation hydrologique et estimation des flux au niveau de la lagune (Abidjan/Côte d'Ivoire) dans un contexte d'urbanisation et de variabilité climatique, Thèse Unique, Université Nangui Abrogoua, Abidjan (Côte d'Ivoire), 212 p, 2021.
- [19] S. Ardoin, H. Lubès-Niel, E. Servat, A. Dezetter, J.F. Boyer, «Analyse de la persistance de la sécheresse en Afrique de l'Ouest: caractérisation de la situation de la décennie 1990», *IAHS Publication*, vol. 278, pp. 223-228, 2003.
- [20] K.E. Kouakou, B.T.A. Goula et I. Savane, «Impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eau de surface en zone tropicale humide: Cas du bassin versant transfrontalier de la Comoé (Côte d'Ivoire - Burkina Faso)», *European Journal of Scientific Research*, Vol.16, no. 1, pp. 31-43, 2011.
- [21] E. Amoussou, P. Camberlin et G. Mahé, «Impact of climatic variability and the Nangbeto Dam on the hydrology of the Mono-Couffo system (West Africa)», *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 57, no. 4, pp. 805-817, 2012.
- [22] A. Faty, A. Kane et A.L. Ndiaye, «Influence de la manifestation climatique sur les régimes pluviométriques saisonniers dans le haut bassin versant du Sénégal», *Journal of water science*, Vol. 30, no. 2, 10 p, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7202/1042915>.
- [23] S. Diallo, D.E. Nouffe, B.Z.A. Tra, D.L. Gone, E.S. Koffi et K. J.T. Koffi, «Effects of vegetation cover dynamics on runoff in the Aghien lagoon watershed in Côte d'Ivoire», *European Scientific Journal*, Vol. 14, no. 36, ISSN: 1857 – 7881, 2018.

- [24] Y.A. N'Guessan, Analyse morphologique, sédimentologique et environnement de dépôt des sédiments superficiels des lagunes Adjin et Potou (Zone littorale de la Côte d'Ivoire), Thèse Unique, Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire), 171 p, 2008.
- [25] K.S. Konan, K.B. Kouakou, M-J. Ohou, K.F. Konan et K.B. Dongui, «Variation saisonnière des paramètres abiotiques de la lagune Aghien (Côte d'Ivoire)», *Journal of Applied Biosciences* 120: ISSN 1997-5902, pp. 12042-12052, 2017. <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v120i1.7>.
- [26] RDI Teledyne Rio Grande ADCP. www.rdiinstruments.com/rio.aspx, (2007), (accédé le 27 Avril 2023).
- [27] D.S. Mueller et C.R. Wagner, Measuring Discharge with Acoustic Doppler Current Profilers from a Moving Boat, US Geological Survey Techniques and Methods 3A-22, US Geological Survey, Reston, VA, USA, 2009.
- [28] M. Muste, K. Yu et M. Spasojevic (2004). Practical aspects of ADCP data use for quantification of mean river flow characteristics; Part I: moving-vessel measurements, *Flow Measurement Instrumentation*, 15 p, 1–16.
- [29] S.K. Ukarande, «River Flow Measurement In: Irrigation Engineering and Hydraulic Structures, *Springer*, Cham, ISBN 978-3-031-33552-5, pp. 304-316, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33552-5_15.
- [30] D.S. Mueller & C.R. Wagner, «Correcting Acoustic Doppler Current Profiler Discharge Measurements Biased by Sediment Transport», *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 133, no. 12, ISSN 0733-9429/2007/12, pp. 1329–1336, 2007.
- [31] B. Lecoquierre, «L'estuaire de la Seine: Espace et territoire» *Presses universitaires de Rouen et du Havre*, 192 p, 1998. Doi: <http://10.4000/books.purh.7101>.

Analyse de la décision d'externalisation de la fonction comptable dans les PME au Cameroun

[Analysis of the decision to outsource the accounting function in the SMEs in Cameroon]

Donald Fabiol Puitassa Fomekong¹, Romuald Temomo Wamba², and Georges Wandji³

¹Doctorant en Sciences de Gestion, Université Dschang, Cameroon

²Docteur en Sciences de Gestion, Université Dschang, Cameroon

³Maître de conférences, Université de Dschang, Cameroon

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The purpose of this article is to determine the factors that influence the decision to outsource the accounting function in SMEs in Cameroon. To do this, we propose an analytical model for understanding the outsourcing decision-making process. The approach adopted is exploratory qualitative research based on a sample of 20 individuals, all players in the accounting process (company managers, accountants and chartered accountants). The results revealed that the main factors influencing the decision of SMEs are: cost reduction (salary; tax optimisation), refocusing on the core business, tax pressures and certain structural (size) and behavioural (profile of players) contingency factors.

KEYWORDS: Outsourcing, accounting function, decision.

RESUME: L'objet de cet article est de déterminer les éléments qui influencent la décision d'externalisation de la fonction comptable dans les PME au Cameroun. Pour ce faire, nous proposons un modèle d'analyse pour comprendre le processus de prise de décision de l'externalisation. La démarche adoptée est la recherche qualitative exploratoire à partir d'un échantillon de 20 individus tous acteurs du processus comptable (dirigeants d'entreprises, comptables et experts-comptables). Les résultats révèlent que les principaux facteurs qui influencent la décision des PME sont: la réduction des coûts (salaire; optimisation fiscale), le recentrage sur le cœur de métier, les pressions fiscales et certains facteurs de contingences structurels (taille,) et comportementaux (profil des acteurs).

MOTS-CLEFS: Externalisation, fonction comptable, décision.

1 INTRODUCTION

Le phénomène d'externalisation n'est pas nouveau. Les nombreuses difficultés auxquelles les entreprises sont confrontées, et surtout l'arbitrage entre les ressources internes et externes ont poussés ces dernières à externaliser certaines de leur activité. L'externalisation peut alors être définie comme le fait pour une entreprise de confier une activité à un prestataire extérieur après l'avoir réalisée elle-même en interne (Barthélémy, 2004a). Elle s'accompagne généralement d'un transfert de ressources humaines, matériels (et/ou immatériels) de l'entreprise externalisatrice vers le prestataire.

En revanche, la fréquence d'opérations d'externalisation s'est considérablement accrue ces vingt dernières années. La nécessité pour les entreprises de créer plus de la valeur pour les actionnaires les a conduites à se poser la question de savoir si

certaines activités préalablement internalisées ne devraient pas être externalisées. Ce qui les a amenés à adopter des stratégies de recentrage en concentrant leurs ressources sur des activités à forte valeur ajoutée, et en transférant les activités à faible valeur chez des partenaires spécialisés (Quinn et Hilmer, 1994).

Cependant, bien que l'externalisation de la fonction comptable soit très répandue dans les entreprises (Chanson 2014), peu de travaux abordent cette problématique, encore moins quand il s'agit des PME¹. Ce gap provient principalement du fait que le concept d'externalisation revêt beaucoup plus une dimension stratégique, et que la fonction comptable est considérée en générale comme une activité de soutien s'il faut considérer la classification de la chaîne de valeur de Porter (1986). Par conséquent qui peut être externalisée facilement car aucun problème ne semble se poser à priori.

Cette manière classique de considérer l'activité comptable est révolue aujourd'hui. Les scandales financiers du début de ce millénaire ont remis en cause cette vision simpliste de la comptabilité. Nous pouvons citer par exemple l'affaire Enron, Vivendi Universel en occident, l'affaire Bicec, Campost au Cameroun. En accord avec les travaux de Watts et Zimmerman (1986) sur la théorie positive de la comptabilité, on est en droit de penser comme Chabrak (2000) que la comptabilité n'est plus un simple instrument de communication mais un outil stratégique aux mains des dirigeants d'entreprises.

Effet, malgré leur importance ², les PME africaines rencontrent des difficultés particulières dans la tenue de leur comptabilité (Hounkou 2016). Selon le rapport de l'ONECCA³ (2016), la défaillance des entreprises est causée par la mauvaise qualité des informations comptables et financières qu'elles communiquent (Bimeme, 2018). D'après également le rapport de l'INS⁴ (2018), seulement moins de 30% des PME respectent les obligations comptables de l'actes uniformes OHADA, et le taux de couverture en matière de remplissage des déclarations statistiques et fiscales se situe à 14, 2% en 2016 contre 13,3% en 2009. Face à ces nombreux problèmes, plusieurs entreprises préfèrent externaliser leur fonction comptable.

Nous nous proposons dans ce papier de déterminer les éléments qui influencent la prise de décision d'externalisation de la fonction comptable dans les PME. Pour répondre à cette problématique, nous allons développer d'une part notre cadre théorique ainsi que notre modèle d'analyse de la décision d'externalisation. Et d'autre part exposer la démarche méthodologique adaptée à notre recherche empirique. Nous discutons enfin les résultats obtenus dans la suite.

2 CADRE THÉORIQUE DE L'ÉTUDE

La théorie des coûts de transaction et la théorie des ressources sont les plus dominantes lorsqu'on aborde la question d'externalisation. Pourtant, il n'existe pas à ce jour de véritable « théorie de l'externalisation » (Geyer, 1996; Dumoulin et Martin, 2003; Elidrissi, 2006; Barthélémy et Donada, 2007). Outre ces théories classiques, nous développons deux autres théories qui nous semble pertinent dans notre contexte pour appréhender l'externalisation comptable.

2.1 LA THÉORIE DES COÛTS DE TRANSACTION

L'approche transactionnelle a été longuement utilisée par plusieurs auteurs pour expliquer le phénomène d'externalisation ou des échanges inter firmes (Quélin 1997; Barthélémy 2001a, voire Williamson 2008). Selon eux, elle permet d'expliquer le choix du recours à l'externalisation à travers la recherche de l'optimisation organisationnelle par l'intégration ou la désintégration verticale. Elle postule que le choix d'une structure de gouvernance est déterminé essentiellement par les coûts de transaction (Williamson 1985). L'auteur développe les attributs de cette transaction qui permet selon lui de savoir si une activité doit être internalisée ou externalisée. Il s'agit de la spécificité de l'actif, la fréquence de la transaction et l'incertitude.

La spécificité de l'actif désigne le degré d'investissement dans l'actif concerné. Elle détermine la possibilité ou non de déployer l'actif dans d'autres contextes économiques sans altération de la valeur de production (Williamson 1985). Pour l'activité comptable, il est question de savoir quel serait plus avantageux entre confié sa comptabilité à un prestataire externe,

¹ Selon l'article 2 de la loi n° 2010/001 du 13 avril 2010 sur la promotion des PME au Cameroun, la PME est une entreprise ayant un effectif maximal de 100 personnes et un chiffre d'affaire n'excédant pas le milliard de francs CFA.

² Les PME représentent en moyenne 90% du tissu économique dans les pays en voie de développement, et 70% dans les pays développés (Gandja et Ipoumb ; 2016).

³ Ordre national des experts comptables du Cameroun.

⁴ L'Institut National de la Statistique.

ou d'investir en interne dans des actifs physiques et en recrutant un comptable professionnel. Toutefois, la réponse à cette question implique la prise en compte de l'incertitude de la transaction.

L'incertitude est reliée premièrement à la dépendance du client envers son prestataire. Lorsque le risque de dépendance est élevé, les entreprises vont privilégier l'intégration verticale; à contrario, lorsqu'il est faible, elles choisissent d'externaliser. Par contre, la prise en compte de la fréquence de la transaction comme attribut est négligeable, elle a de la valeur que lorsqu'on l'associe à la spécificité de la transaction. En d'autres termes, plus les biens échangés sont standards⁵ le marché sera le mode de gouvernance choisi. Pareillement, plus les actifs sont spécifiques⁶ il est préférable de recourir aux modes de gouvernance hiérarchique.

2.2 LA THÉORIE DES RESSOURCES ET COMPÉTENCES

La théorie des ressources de son terme anglais « *Ressource- Based Theory* » trouve son origine avec l'article fondateur de Wernerfelt (1984). Cependant, elle revendique des sources plus anciennes en référence aux travaux de Penrose (1959) et propose d'expliquer les différentiels de performance entre les firmes par les caractéristiques de la ressource. Elle postule qu'une entreprise ne possède pas forcément toutes les ressources et compétences dont elle a besoin pour assurer sa pérennité (création et maintien de l'avantage concurrentiel), et par conséquent préserver ses rentes. L'objectif du management est alors d'identifier, de protéger, d'exploiter et de créer des ressources et des compétences permettant de gérer un avantage concurrentiel. Pour l'activité comptable, il s'agit de dire si l'entreprise possède ou non les ressources et compétences nécessaires à son exécution. En cas de manque, elle doit d'abord identifier la nature des ressources afin de voir celles qu'elle doit acquérir (Gandja 2011).

2.3 LA THÉORIE NÉO INSTITUTIONNELLE

Les prémices des travaux sur cette théorie remontent à ceux de Meyer et Rowan (1977) sur les impacts des environnements institutionnels. Toutefois, ce n'est qu'à partir des travaux de DiMaggio et Powell (1983) qu'elle a eu une véritable assise théorique. Elle s'efforce d'expliquer le phénomène d'homogénéité de l'organisation et postule que son comportement n'est pas déterminé uniquement par la recherche de l'efficacité, mais également par l'influence de l'environnement dans lequel elle est encastrée. Pour ces derniers, les organisations adoptent des structures en réponse aux attentes externes à l'organisation. Ils abordent notamment la notion d'isomorphisme institutionnelle pour expliquer la propension des organismes à se ressembler dans les mêmes conditions environnementales.

DiMaggio et Powell (1983) distinguent trois types d'isomorphismes. L'isomorphisme coercitif résulte des pressions exercées par les organisations et les attentes culturelles d'une société à travers notamment les règles politiques et législatives. L'isomorphisme normatif est lié à l'importance accordée au phénomène de professionnalisation, c'est-à-dire, l'ensemble des efforts d'une profession pour définir leurs conditions et méthodes de travail, établir une base légitime à leurs activités. Enfin, l'isomorphisme mimétique traduit l'enclin des organisations à imiter ce que font les autres organisations qui appartiennent au même secteur d'activité en situation d'incertitude lorsqu'elles sont dans l'incapacité de trouver des solutions nouvelles.

2.4 LA THÉORIE DE LA CONTINGENCE

Les théoriciens de la contingence mettent en avant l'idée selon laquelle certaines variables contextuelles pourraient influencer le mode d'arrangement et de gestion des organisations. Mintzberg (1982) identifie à cet effet 06 facteurs qui sont susceptibles d'influencer le plus les systèmes de gestion: l'âge, la taille, la technologie, l'environnement, la culture et les relations de pouvoirs. Par exemple plusieurs travaux ont été menés (Chapellier 1997; Ngongang 2006; Lopez et Hiebl, 2015; Tiona 2020) et qui établissent un lien entre les pratiques comptables et certains facteurs de contingences structurelles (l'âge, la taille et le niveau de développement technologique) et comportementaux (le profil des acteurs). D'autres auteurs (Gandja et Ipoumb 2016) ont établi ce lien avec les facteurs de contingences culturels (religion, langue, ethnie). Ainsi, la détermination des facteurs qui influencent la décision des PME à externaliser leur fonction comptable ne saurait être fait sans la prise en considération des traits caractéristiques des situations dans lesquelles elle se produit.

⁵ Lorsque la spécificité des actifs et l'incertitude interne est faible.

⁶ Lorsque l'incertitude interne sont élevées et la fréquence des transactions faible.

En nous appuyant sur le modèle développé par Roberts et Greenwood (1997), nous avons élaboré un cadre d'analyse du processus décisionnelle d'externalisation de la fonction comptable dans les PME comme l'indique la figure ci-dessous.

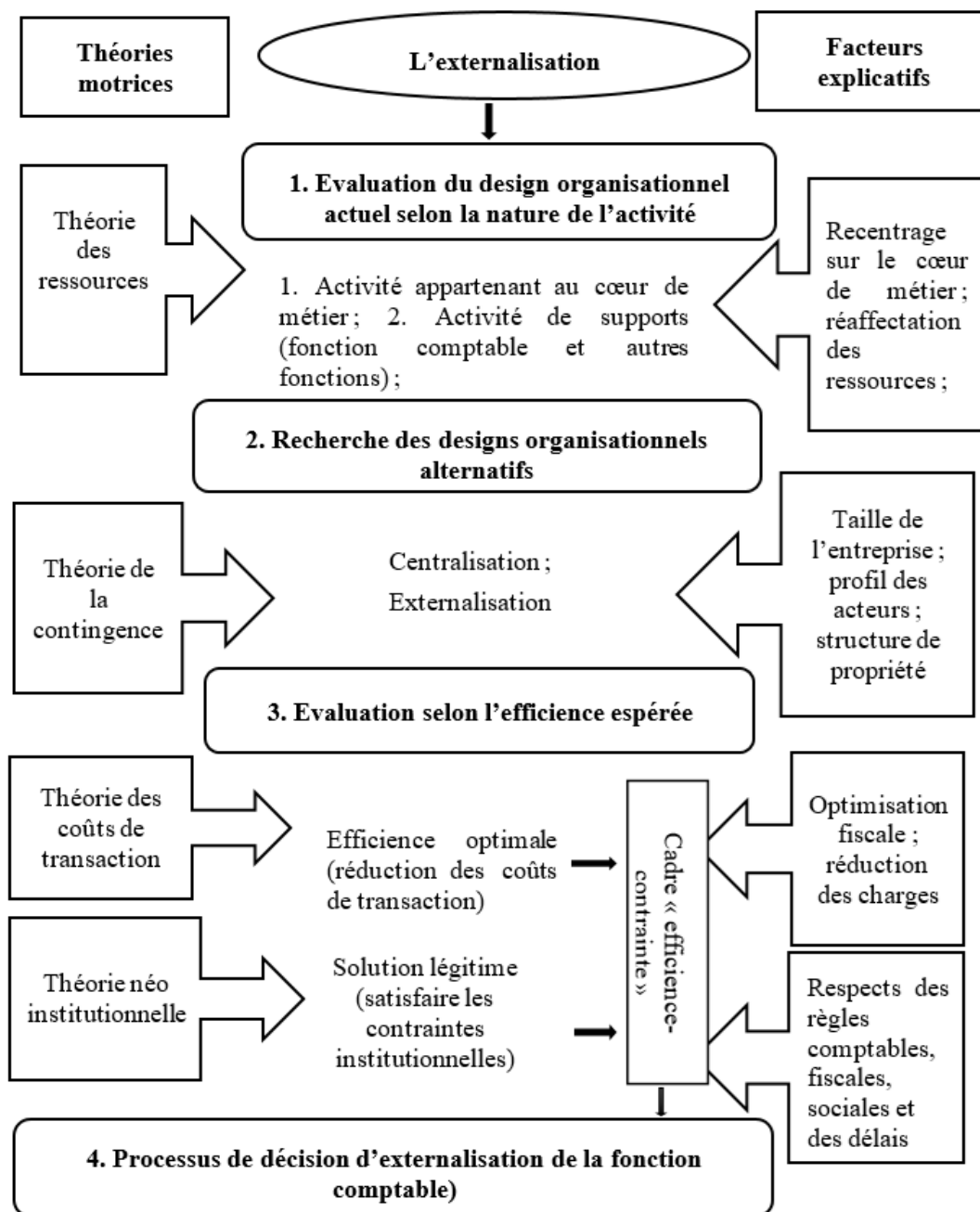


Fig. 1. Modèle d'analyse de la décision d'externalisation en contexte de PME

Source: Auteur

Sur la base de ce modèle conceptuel d'analyse de la décision d'externalisation, nous avons formulé les propositions de recherche suivantes:

Proposition 1: La réduction des coûts de transaction explique la décision des entreprises à externaliser leur fonction comptable;

Proposition 2: Les contraintes de ressources et institutionnelles poussent les entreprises à externaliser leurs fonctions comptables;

Proposition 3: Les facteurs de contingence influencent la décision des entreprises à externaliser leur fonction comptable.

3 MÉTHODOLOGIE

Nous présentons dans cette partie d'une part le positionnement de recherche, et d'autre part la démarche méthodologique de notre étude.

3.1 POSITIONNEMENT DE RECHERCHE

Dans le but d'identifier les facteurs qui influence la décision des entreprises à externaliser leur fonction comptable, nous avons fait le choix de la méthode qualitative exploratoire. Car elle cadre bien avec le paradigme de recherche interprétativisme. En effet, les recherches qualitatives sont pertinentes lorsqu'on veut comprendre un phénomène à l'aide des acteurs sur le terrain. C'est-à-dire lorsqu'on veut comprendre un phénomène à partir de son cadre naturel (Giordano 2003). Suivant cette logique, l'abduction est le mode de raisonnement qui sied à notre étude. En effet, il consiste à inférer des causes probables à un fait observé. Autrement dit, il s'agit d'établir une cause la plus vraisemblable possible à un fait constaté et d'affirmer, à titre d'hypothèse, que le fait en question résulte probablement de cette cause. Comme l'affirme Dumez (2012), l'abduction ne porte que « sur ce qui peut » ou « sur ce qui est possible » ; contrairement à la logique déductive qui procède par nécessité, la conclusion étant impérativement présente dans les prémisses. Par conséquent, les propositions de recherche formulées ci-dessous pourraient être affirmer, infirmer, modifier ou supprimer (Koenig, 1993).

3.2 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE DE L'ÉTUDE

Nous avons collecté nos données de janvier à février 2023 dans les villes de Yaoundé et de Bafoussam. Ce choix se justifie par le fait qu'elles sont après Douala le lieu qui regorgent le plus d'entreprise dans le tissu économique national camerounais, soit respectivement 33,45%, 23,85 % et 3,12 %. Notre échantillon d'étude est constitué de l'ensemble des PME qui externalisent leur fonction comptable. Cependant, notre unité d'analyse est composé de 20 individus tous acteurs du processus d'externalisation de la fonction comptable comme l'indique la figure ci-dessous.

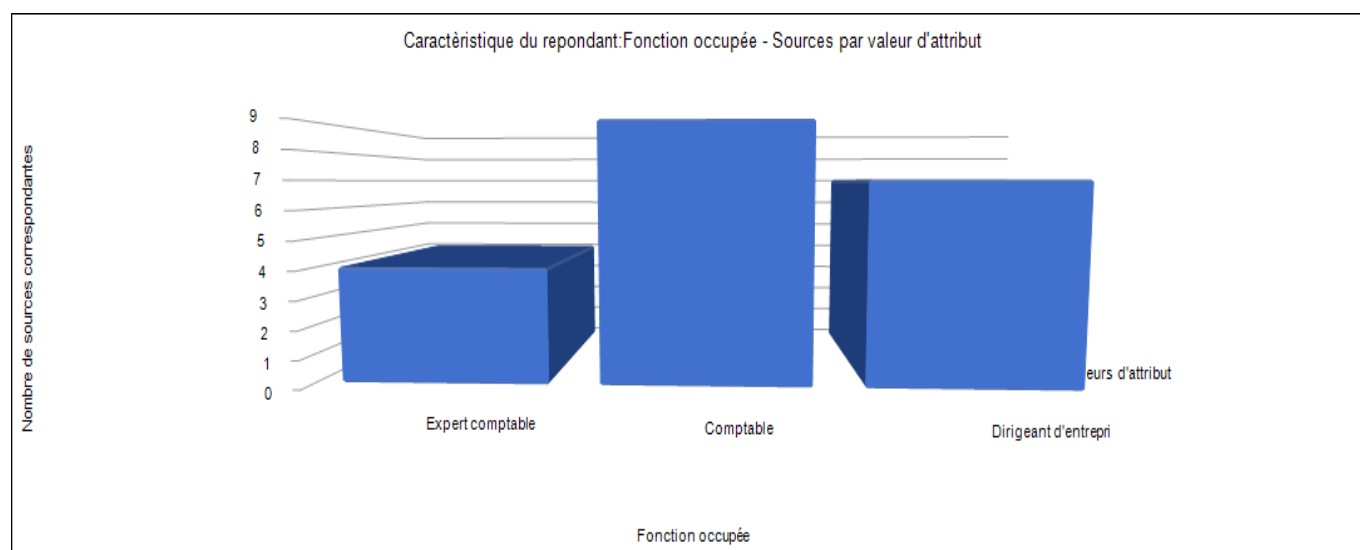


Fig. 2. Caractéristiques des répondants

Source: NIVIVO

La figure ci-dessus met en exerce la fonction occupée par nos différents répondants. Nous avons interviewé 07 dirigeants d'entreprises, 04 experts-comptables et 09 comptables externes.

Le mode de collecte des données utilisé est la méthode des entretiens individuels semi-directifs. Le caractère semi-directif des entretiens laisse la liberté aux répondants d'aller et de venir au gré des sujets l'affectant directement. L'outil utilisé pour réaliser les interviews est le guide d'entretien. Les entretiens ont duré entre 25 min et 2 heures de temps. Ils se sont déroulés lors des pauses déjeuners, à des heures précises après obtention des rendez-vous. D'autres ont été faits pendant des heures d'activités quand la rencontre était inopinée. Durant les entretiens, nous adoptons une posture positive, attentive et d'écoute

afin de cerner les discours des personnes interrogées. Au total nous avons interrogé 20 personnes après avoir contacté 35 personnes à l'aide de WhatsApp, appels téléphoniques, demande d'audience et système de mailing.

Il convient de noter que l'obtention des entretiens n'a pas toujours été évident. Il a fallu attendre des fois jusqu'à une semaine pour avoir un entretenu. Dans certains cas, même le jour de l'échange, il fallait encore patienter entre 1 h à 3 h d'horloge pour être reçu. Toutefois, c'est uniquement l'atteinte du seuil de saturation théorique qui nous a poussé à arrêter (Glaser et Strauss 1967). En effet, la recherche d'information s'est arrêtée à l'issue de 20 entretiens car les réponses devenaient redondantes. Ces entretiens ont été enregistrés à l'aide d'un téléphone portable; l'objectif étant de pouvoir faire des relances une fois que nous identifions des idées dans le discours des personnes interrogées.

L'analyse thématique a été retenue comme technique d'analyse. En effet, « l'analyse de contenu repose sur le postulat que la répétition d'unité d'analyse de discours (mots, expressions ou significations similaires, phrases, paragraphes) révèle les centres d'intérêt, les préoccupations des auteurs du discours » (Allard-Poésie et al., 2007). L'objectif étant de recueillir et d'analyser l'avis des différents acteurs interrogés. Le logiciel de traitement utilisé est NVIVO 2010. Nous discutons dans la suite les résultats issus de l'étude empirique.

4 PRÉSENTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

Il ressort de l'analyse de nos données que plusieurs facteurs peuvent influencer la décision des PME à externaliser leur fonction comptable comme l'indique la figure ci-dessous à savoir: les coûts, les compétences et le recentrage sur le cœur de métier, les pressions fiscales et les contingences. Nous discutons chacun de ses résultats dans la suite.

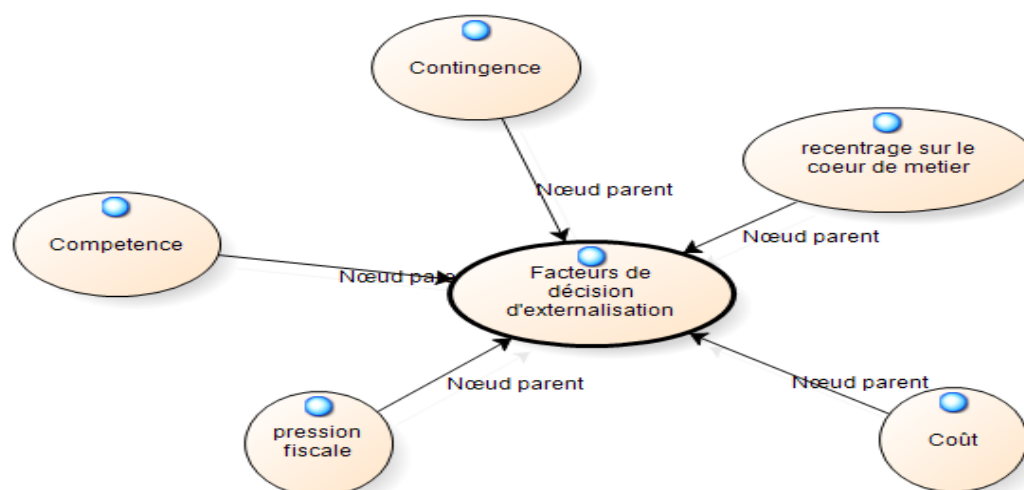


Fig. 3. Les facteurs explicatifs de la décision d'externalisation

Source: NVIVO

Notons D_i pour dirigeants d'entreprise, C_i comptables externes et E_i Expert-Comptable. Avec i le nombre de récurrence de personnes interviewées pour chaque cas, soit 07 dirigeants, 04 Experts-comptables et 09 comptables.

4.1 LA RÉDUCTION DES COÛTS DE TRANSACTION

Les entreprises ont recours à l'externalisation de leur fonction comptable pour deux raisons. D'une part pour obtenir la main d'œuvre à bas coûts, et d'autre part pour réduire ses charges.

4.1.1 EXTERNALISER POUR PROFITER DE LA MAIN D'ŒUVRE À BAS COÛTS

Dans le contexte de PME, les entités n'ont généralement pas les ressources financières qu'il faut pour pouvoir engager un comptable interne professionnel. Ceci étant, ils préfèrent externaliser leur fonction comptable pour profiter des économies

d'échelle auprès des cabinets comptables. Car leur activité appartient au « cœur de métier » et se traduit par des investissements spécifiques qu'ils effectuent dans le domaine.

Un interviewé affirme à cet égard, « Ah ces gens-là dérangent beaucoup, pour un petit travail qu'il va te faire, il va te demander 100 000 FCFA chaque fin de mois pourtant le cabinet n'est pas aussi cher que ça » (D4). Un autre répond: «. je mène quel genre d'activité pour payer un comptable. Ces gens-là dérangent beaucoup, tu vas lui donner un 80 000 ou 90 000 FCFA, il va trouver que c'est trop petit. » (D 7).

Cette vision est également partagée par les experts comme l'illustre cet extrait, «... il n'y a pas l'argent pour payer un comptable interne. Pour la majorité de mes clients ici c'est ça hein, ils n'ont pas la possibilité de payer un comptable interne. Or même en cabinet ce n'est pas facile, ils sont toujours en train de crier moyens financiers. » (C6). Un autre renchérit: «...s'ils doivent employer un comptable, on doit demander 150 000 ou 200 000 FCFA/mois, et ils seront incapables de payer...Voilà ce qui les pousse à le faire » (E3).

4.1.2 EXTERNALISER POUR RÉDUIRE SES CHARGES

Les entreprises recourent également à l'externalisation pour éviter de dépenser doublement à savoir le salaire mensuel du comptable et les charges afférentes aux obligations fiscales et sociales (acomptes mensuels, cotisations sociales, DSF). Un interviewé affirme par ailleurs: «...j'ai décidé de confier ma comptabilité à un cabinet d'expertise comptable. Parce que cela me revenait très cher de payer pour les déclarations et de payer les comptables, alors qu'avec 35000 chaque fin du mois il me gère tout cela et je suis tranquille. Si les impôts viennent c'est dedans, s'il y a problème, c'est dedans. » (D1).

Un expert interrogé partage la même idée: «... il y a également les motivations financières hein, que recruter un comptable interne peut coûter cher hein. Il faut payer sa rémunération, il faut payer ses cotisations sociales et bien d'autres. Souvent le raccourci c'est qu'ils externalisent » (C 2).

Ainsi, plusieurs entreprises préfèrent externaliser totalement leur comptabilité pour éviter de dépenser doublement pour le même service. En revanche, la réduction des coûts n'est pas le seul argument, la question des ressources est tout aussi importante.

4.2 LES RESSOURCES

La contrainte de ressources fait partir des principales difficultés que rencontrent les PME. Ainsi, les entreprises requièrent les services externes d'une part pour bénéficier de l'expertise des cabinets comptables, et d'autre part pour recentrer leur activité sur « le cœur de métier » (principale activité).

4.2.1 EXTERNALISER POUR PROFITER DES RESSOURCES EXTERNES

En effet, l'une des caractéristiques principales des PME est qu'elles ne disposent pas en leur sein en générale des comptables internes professionnels; celles qui en disposent n'ont nécessairement toujours pas la compétence. Parce que les recrutements sont faits le plus souvent sur la base des liens sociaux (familiarité, amitié, connaissances). Ainsi, elles peuvent aux travers de l'externalisation accéder à des compétences spécifiques, à une expertise qu'elles n'ont pas en interne. Par exemple, l'établissement des déclarations statistiques et fiscales, le paiement des acomptes, la gestion des contentieux fiscaux et l'optimisation fiscale.

Un interviewé répond à ce sujet: « De manière générale, les PME externalisent la fonction comptable très souvent parce que le promoteur est le comptable et qu'il n'a pas de compétence en management, il n'a pas de culture fiscale, il n'a pas de connaissance des règles imposées par le système de surface dans lequel il est, qui dans notre cas est le système comptable OHADA » (C 1). Un autre fait remarqué, «... ils estiment que dans les cabinets il y a plus de compétence, comme c'est leur travail, c'est-à-dire, qu'ils vont bien faire pour avoir plus de travail, autant de chose. Il y a la recherche de la compétence » (E1).

4.2.2 EXTERNALISER POUR RECENTRER LES RESSOURCES INTERNES

L'effectif réduit du personnel est également un attribut des PME. A cet égard, peu importe qu'on se trouve dans une externalisation totale ou partielle, les entreprises cherchent à utiliser rationnellement les ressources dont elles disposent. Pour cette raison, elles délèguent les tâches pour lesquelles elles ont peu ou prou de compétence au profit des activités en relation avec leur cœur de métier. C'est-à-dire, des activités qui leur garantissent un avantage concurrentiel.

Un interviewé affirme, «... mon comptable est beaucoup surchargé, et nous n'avons pas le temps de courir à gauche et à droite pour gérer des problèmes avec l'administration fiscale... Puisque le cabinet n'a rien d'autres que de faire cela, voilà pourquoi nous avons décidé de confier une partie de nos activités comptables pour ne pas s'embrouiller. » (D 2). Un autre nous répond: «. l'externalisation permet aux dirigeants de se concentrer sur leur business en laissant aux cabinets faire ce qu'ils connaissent. Euh, ce qui est curieux ce qu'on trouve toujours des gens qui veulent tout faire. Euh, quand elles rencontrent les difficultés, elles viennent toujours vers nous » (E 4).

L'externalisation de la fonction comptable est une stratégie qui permet aux PME de gérer rationnellement les ressources qu'elles disposent. Pour ce faire, les entreprises conservent en interne les activités à forte valeur ajoutée, et y concentrent toutes leurs ressources; et externalisent celles à faibles valeur ajoutée dont l'activité comptable à des cabinets qu'elles jugent plus compétents. La pression fiscale influence également la décision des entreprises.

4.3 LA PRESSION FISCALE

La réduction de coûts et l'allocation des ressources reviennent abondamment parmi les arguments mis en avant pour expliquer la décision d'externalisation de la fonction comptable. Toutefois, la pression fiscale, les contrôles fiscaux et la crainte des redressements fiscaux constituent en générale les effets déclencheurs de cette décision. Comme l'ont souligné Holmes et Nicholls (1998), dans les PME, la comptabilité obéit plus à un souci de communication fiscale, le seul actionnaire étant l'Etat. Ce sont d'abord les pressions légales et réglementaires dues aux respects des obligations fiscales et sociales qui poussent les PME à confier leur comptabilité à des services externes plus spécialisés. Les sanctions fiscales inhérentes aux non respects des lois et règlements contraignent les entreprises à s'y conformer.

Un répondant affirme: « Ce sont les agents des impôts, ils m'avaient vu jusqu'à aller dire, j'étais une vache ou chacun venait extraire son lait... Parce que les gens des impôts là dérangeant, ils dérangeant beaucoup jusqu'à. Un peu un peu demande d'explication, quand on change le chef des impôts, celui qui arrive vient avec les contrôles... Sinon depuis que je traite avec les cabinets comptables cela a un peu baissé même comme ça ne peut pas manquer tu connais les gens là nooh. » (D 4). Un autre interviewé affirme: « Moi je dis qu'ils cherchent juste à éviter les redressements fiscaux, et non l'image fidèle de l'entreprise » (E 1).

Le respect des obligations fiscales et sociales, la crainte du contrôle et des redressements fiscaux poussent les PME à confier leur fonction comptable à des services externes plus spécialisés.

4.4 LES FACTEURS DE CONTINGENCES STRUCTURELS ET COMPORTEMENTAUX

Les résultats obtenus mettent en exergue le fait que certains facteurs de contingence structurelle et comportementale influencent la décision des entreprises à externaliser leur fonction comptable. En effet, parmi les facteurs de contingence structurelle, la taille de l'entreprise occupe une place importante. Les petites et moyennes entreprises sont celles qui externalisent le plus leur comptabilité comme nous le révèle notre enquête de terrain. Un interviewé nous répond à ce sujet: « « Pour moi je trouve que pour les petites structures comme les nôtres si, c'est mieux d'externaliser totalement sa fonction comptable » (C1). Une autre ajoute: « Ce sont les grandes entreprises qui ont les moyens pour payer un comptable. Moi j'ai mon cabinet comptable qui se charge de gérer ma comptabilité » (C 7).

Le profil des acteurs influence également cette décision. Les PME sont caractérisées en générale comme ayant des structures de propriété familiale. Par conséquent le recrutement des comptables internes ne s'opère pas généralement sur la base des compétences mais des affinités (parentales, connaissances, amitiés). Ce qui pousse de ce fait les entreprises à externaliser leur fonction comptable. Plusieurs avis ont été recueillis sur la question. Un répondant affirme: « Parce que parfois les dirigeants et les comptables qu'on prend ne sont pas compétents, parce que certains sont des entreprises familiales, ils n'ont pas formé leur comptable à faire le travail » (C 9). Emboitant la même idée, un autre affirme: «... or comme nous connaissons, souvent dans les entreprises, tu connais comment on procède pour recruter les gens, c'est souvent les membres de la famille. Souvent tu vois c'est parce qu'on le paie moins cher... » (C 8).

En définitive, la faible instruction des dirigeants en matière comptable et fiscale, le fait que dans les PME les comptables sont recrutés en majorité sur la base relationnelle et non de leur compétence expliquent également la décision des entreprises à externaliser leur fonction comptable.

Dans l'ensemble des facteurs de décision évoqués, il convient de préciser ceux qui retiennent le plus l'attention de nos répondants (Dirigeants d'entreprises, Experts-comptables et Comptables).

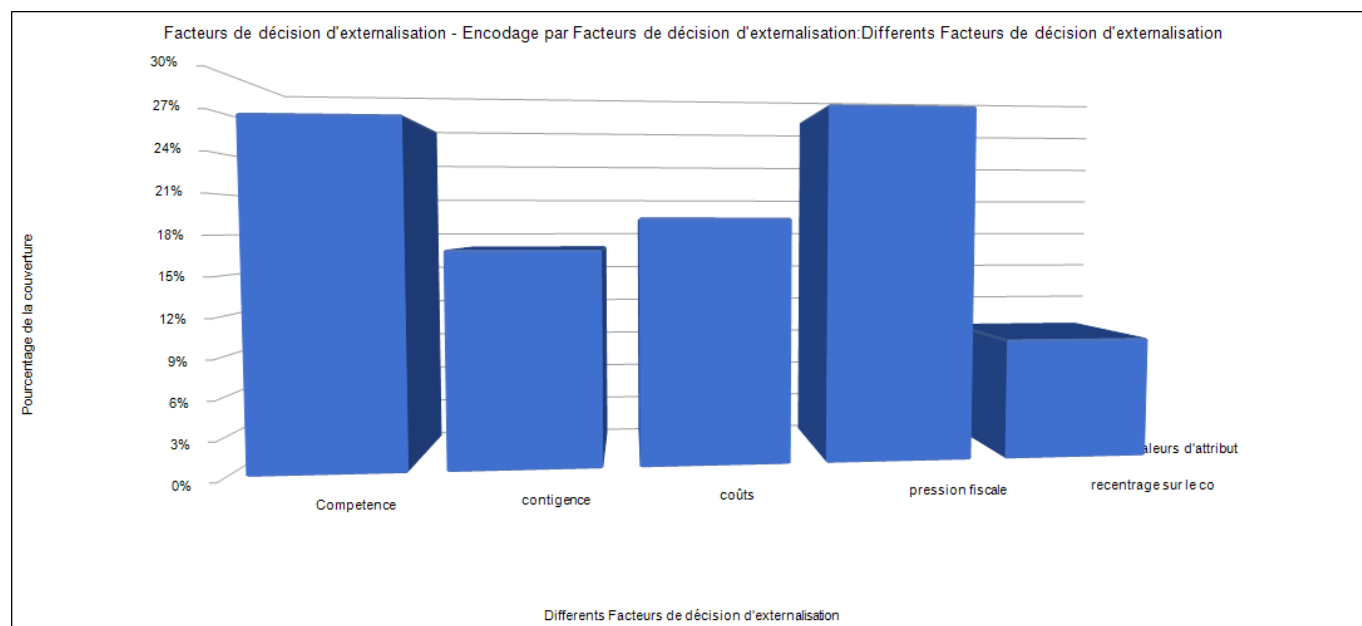


Fig. 4. Le pourcentage de couverture des différents Facteurs

Source: NVIVO

La figure ci-dessous présente chaque facteur en fonction de son pourcentage de couverture. Il ressort qu'au Cameroun d'après nos différents interviewés que peu importe le type d'externalisation (totale ou partielle) en contexte des PME, c'est-à-dire quand la PME disposent d'un comptable interne ou non; les PME externalisent leurs fonctions comptables à cause de la pression fiscale (28,05%), à la recherche des compétences qu'elles ne disposent pas en interne (26,90%), pour réduire leurs coûts (19,29%), à cause des facteurs de contingence (16,84%), enfin pour se concentrer sur leur activité principale (9,56%).

5 CONCLUSION

En somme, il était question pour nous de déterminer les facteurs qui influencent la décision des PME à externaliser leur fonction comptable. Le cadre théorie mobilisé conduit à valider toutes nos propositions. En effet, l'étude empirique montre que la réduction des coûts, l'allocation efficace des ressources et les pressions fiscales conduisent les entreprises à externaliser leur fonction comptable. En outre, il existe également certains facteurs de contingence structurels et comportementales qui influencent cette décision.

Concernant les facteurs de contingence structurelle, on observe que la taille de l'entreprise influence le choix des entreprises à recourir à l'externalisation. Les petites et moyennes entreprises ayant en général un effectif réduit externalisent en totalité leur fonction comptable; à contrario, les grandes entreprises disposant des ressources (matériels, humaines, financières) pour gérer leur comptabilité le font partiellement.

Parlant des facteurs de contingences comportementaux, on a noté que le profil des acteurs du domaine comptable et la structure de propriété des entreprises influencent le recours à l'externalisation. En d'autres termes, dans les PME, le promoteur est souvent lui-même le propriétaire-dirigeant, et il s'entoure régulièrement des membres de sa famille. Or ces derniers n'ont habituellement pas le niveau requis pour tenir une bonne comptabilité du fait de leur faible instruction en la matière. Ils sont donc contraints à défaut de recruter un comptable, dès fois plus coûteux, d'externaliser leur fonction comptable.

Ces conclusions sont d'autant plus pertinentes dans la mesure où les PME font face à de nombreuses difficultés aux quotidiens dans la gestion de leur activité, et par ricochet la tenue de leur comptabilité (Temomo; 2023). Selon Hounkou (2016), plusieurs raisons peuvent expliquer cette situation: l'absence de procédures administratives financières et comptables, l'inexistence d'un système d'information et de gestion fiables, l'incompétence des comptables internes, la dissimulation de certaines informations.

Puisqu'il s'agit d'une recherche qualitative, il lui est souvent reprochée la validité externe des résultats produits, c'est-à-dire, au-delà de la base empirique à partir de laquelle ces connaissances ont été élaborées (Avenier et Thomas, 2012). Cette

étude préalable donne ainsi la voie à une étude quantitative, ce qui permettra d'avoir un échantillon représentatif sur le plan statistique.

REFERENCES

- [1] Agbèdè, O.P.C., Hounkou, C.E. (2022), « Décision d'Externalisation de la fonction comptable comme alternative de la performance des PME », *Revue AME* Vol 4, No 4, pp 76-95.
- [2] Allard-Poesi F. et Maréchal C. (2007), « Construction de l'objet de recherche », in Thiéart R.-A. et al. (éds), *Méthode de recherche en management*, Dunod, Paris, 4e édition.
- [3] Avenier M.J., Thomas C. (2012), « A quoi sert l'épistémologie dans la recherche en Sciences de gestion ? », *Le Libellio à AEGIS*, Vol. 8, n° 4, pp. 13-27.
- [4] Barthélémy J., (2001a), *Stratégie d'externalisation*, paris: *Dunod*.
- [5] Barthélémy J., (2004a), « Comment réussir une opération d'externalisation », *Revue française -de gestion*, N151, p. 9-30.
- [6] Barthélémy J., (2004a), « Comment réussir une opération d'externalisation », *Revue française -de gestion*, N151, p. 9-30.
- [7] Barthélémy J., (2004b), « La performance des opérations d'externalisation: Une analyse empirique des déterminants », In 13^{ème} conférence de l'AIMS, 2, 3 et 4 juin, Vallée de seine. Normandie: AIMS, 23p.
- [8] Barthélemy, J., Donada C., (2007)., « Décision et gestion de l'externalisation », *Revue française de gestion*, 8: 117, p. 101-111.
- [9] Bimeme B.I., Um G.T. (2018), « Les déterminants de la manipulation des informations comptables et financières: le cas des entreprises Camerounaise », 3^e *Journée d'étude Africaine en Comptabilité et Contrôle*.
- [10] Chabrak N., (2000), « Etude des politiques comptables dans les organisations: une théorie socio cognitive de l'enaction », *Thèse juin 2002, paris IX Dauphine*.
- [11] Chanson, G. (2014), « Externalisation et théorie des coûts de transaction: analyser un phénomène dynamique avec une théorie statique ? », *Management international/International Management/ Gestion Internactional*, 18 (2), 181-194.
- [12] Chapellier P., (1997), « Profils de dirigeants et données comptables de gestion en PME. *Revue Internationale P.M.E.*, 10 (1), 9-41.
- [13] DiMaggio P. J., Powell W.W., (1983), « The Iron Cage Revised: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organization Fieds », *American Sociological Review*, n°48-2, p. 147-160.
- [14] Djoumessi F. (2015), « Comportement fiscal des entreprises: une perspective théorique », *Revue Camerounaise de Management*, n° 30, pp. 67-88.
- [15] Dumez H., (2012), « Qu'est-ce que l'abduction, et en quoi peut-elle avoir un rapport avec la recherché qualitative ? », *Le Libellio d'A egis*, vol. 8, n° 3, pp. 3-9.
- [16] Elidrissi A., (2006), « L'externalisation, une logique de déploiement d'activité au service de le relation client – cas de la banque », *Management et avenir*, 4: 10, p. 25-37.
- [17] ElOmari O., Mahzoum A. (2020), « Les déterminants du succès de l'externalisation: Une revue de littérature », *Revue des Sciences de Gestion*, Vol.3, n° 4, pp. 520-544.
- [18] ElOmari O., Meziouni B. (2021), « Réussir l'opération d'externalisation logistique: analyse empirique des déterminants du succès », *Revue Internationale des Sciences de Gestion* « Volume 4: Numéro 4 », pp: 915 - 943.
- [19] Franzil M.Y., (2006), « Les apports de la théorie des ressources à la théorie d'internalisation-externalisation d'activités logistiques: application d'une étude de cas multiples dans le secteur de l'industrie laitière française », *Colloque Meta V* « Nouvelles régulation, normalisation et dynamiques organisationnelles », Metz et Nancy, novembre.
- [20] Gandja S. V., (2011), « Les choix stratégiques d'externalisation des services comptables dans une économie en développement », *Revue Recherche en Sciences de Gestion*, N° 87, p. 45-65.
- [21] Gandja S. V., Ipoumb G., (2016), « Contingences structurelles et pratiques comptables des PME dans une économie africaine en développement: le cas du Cameroun », *Management & Sciences Sociales*, Kedge Business School, 2016, Contextualisation: pratiques et enjeux, 20, pp. 18-38.
- [22] Gandja S. V., Ipoumb G., (2016), « Contingences structurelles et pratiques comptables des PME dans une économie africaine en développement: le cas du Cameroun », *Management & Sciences Sociales*, Kedge Business School, 2016, Contextualisation: pratiques et enjeux, 20, pp. 18-38.
- [23] Geyer D., (1996), « L'externalisation de tout ou partie de la fonction informatique de l'entreprise », thèse de doctorat, *IAE de Lille*.
- [24] Geyer D., (2007), « L'externalisation offshore de système d'information », *Revue française de gestion*, 177: 8, p.129-139.
- [25] Giordano Y., (2003), « Les spécificités des recherches qualitatives », in Giordano Y. (éd), *Conduire un projet de recherche. Une perspective qualitative*, *Editions Management & Société*, Caen, pp. 11-39.
- [26] Glaser, B.G., Strauss A.L. (1967), « The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative », Colombelles: EMS, 211-214.

- [27] Holmes S. & Nicholls D., (1988), An analysis of the use of accounting information by Australian small business, *Accounting and Business Research*, 19 (74), 143-150.
- [28] Hounkou Emmanel C., (2016), « Faut-il externaliser la fonction comptable des entreprises Béninoises ? », *Revue Africaine*, Numéro 6, 2016.
- [29] Huynh T. et Tondeur H., (2011), « gérer les risques d'externalisation », *Revue Française de Comptabilité*, N° 443 du mois de mai.
- [30] Ilidrissi A., (2006), « L'externalisation, une logique de déploiement d'activité au service de la relation client- cas de la banque », *Management et avenir*, 4: 10, p. 25-37.
- [31] Jmal A. et Halioui K., (2011), « La décision d'externalisation de la fonction comptable: facteurs explicatifs dans le contexte tunisien », *Comptabilité- Economie et Société*, Montpellier, pp. 1-30.
- [32] Koenig G., (1993), Production de la connaissance et constitution des pratiques organisationnelles, *Revue de Gestion des Ressources Humaines*, 9, 4-17.
- [33] Lopez O.L. & Hiebl M.R.W., (2015), Management accounting in Small and medium-sized enterprises: current knowledge and avenues for further research, *Journal of Management Accounting Research*, 27 (1), 81-119.
- [34] Macneil I. R., (1980), *The New Social Contract, An Inquiry into Modern Contractual Relations*, CT: Yale University Press.
- [35] Meyer J.W. Rowan B., (1997), « Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony », *American Journal of Sociology*, Vol. 83, n°2, september, pp. 340-363.
- [36] Minko G.F., (2016), « Les déterminants des normes comptables dans les entreprises: étude des cas du Cameroun », *Revue Camerounaise de Management*, n° 32, pp. 35-60.
- [37] Mintzberg H., (1982), « Structure et dynamique des organisations », *Les Editions d'Organisation*, Paris, 1982.
- [38] Ngantchou A., Elle N.T., (2018), « La manipulation des chiffres comptables en contexte africain: la pertinence de l'hypothèse des « Coûts politiques » », In *Transitions numériques et Comptabilité*, 39^e Congrès de l'AFC, Mai 2018, Nantes, France.
- [39] Ngongang D., (2006), « Profil du dirigeant et facteurs déterminants du système d'information comptable et des pratiques comptables des entreprises tchadiennes », *Comptabilité, Contrôle, Audit et Institutions* (s).
- [40] Penrose E., (1959), *The theory of the growth of the firm*, Wiley, New York.
- [41] Porter M., (1986), *L'avantage concurrentiel*, InterEditions, Paris, 647p.
- [42] Quélin B., (1997), « L'Outsourcing: Une approche par la théorie des coûts de transaction », *Réseaux* n° 84.
- [43] Quinn B. et Hilmer F., (1994), « Strategie outsourcing » *Sloan Management Review*, p.43-55. Tort E., (2003), *Organisation et management des systèmes comptables*, les Editions Dunod, 264 pages.
- [44] Roberts P. W et Greenwood R., (1997), « Integrating transaction cost and institutional theories: toward a constrained-efficiency framework for understanding organizational design adoption », *Academy of Management Review*, Vol. 22, n° 2, 346-373.
- [45] Saha S.C., et Ndjetcheu L., (2020), « Les entreprises implantées au Cameroun manipulent-elles leurs résultats pour éviter de publier les petites pertes ? », *Research Journal of Finance and Accounting*, ISSN 2222-1697 (Paper) ISSN 2222-2847 (Online), Vol. 11, n° 2.
- [46] Souleymanou K., Degos J-G, (2016), « Légimité d'externalisation de la fonction comptable dans les PME Africaines: Faire produire le « Bon » ou le « Vrai » Chiffre ? *Revue du Financier*. P. 1-15.
- [47] Souleymanou K., Degos J-G, (2018), « Légimité d'externalisation de la comptabilité: Faire produire le « Bon » ou le « Vrai » Chiffre ? *Revue du Financier*.
- [48] Stolowy H., Breton G., (2003), La gestion des données comptables: une revue de la littérature. *Comptabilité-Contrôle-Audit*, 2003, 9 (1), p. 125-151.
- [49] Temomo W. et al., (2023), « Le basculement du SYSCOHODA vers les normes IAS/IFRS, enjeux et perspective dans les entités de l'Afrique Subsaharienne: Un mariage ou un divorce ? *Recherches en Sciences de Gestion*, 2023/1 N° 154, P. 127-150.
- [50] Tiona W. J-H. et al., (2020), « Facteurs de contingence et Difficultés d'adaptation au système comptable OHADA révisé par les PME Camerounaise », *Revue Internationale du Chercheur* « Volume 1: Numéro 2 » pp: 170-193.
- [51] Watts R.L. et Zimmerman J.L., (1986), « Positive accounting theory », *Prentice-Hall, Englewood cliffs*.
- [52] Wernerfelt B., (1984), « A resource-based view of the firm », *Strategic Management Journal*, vol. 5, p. 171-180.
- [53] Williamson O., (1985), « The economic institutions of capitalism », New York: Free Press.
- [54] Williamson O., (2008), « Outsourcing: Transaction Cost Economics and Supply Chain Management », *Journal of Supply Chain Management: A Global Review Purchasing & Supply*, Vol. 44 Issue 2, p5-16.

État de l'art sur les phénomènes en présence dans les systèmes de transmissions par courroie

[State of the art on the phenomena involved in belt drive systems]

Donald Romarick Rotimbo Mbourou, Marius Béka, and Gaston N'Tchayi Mbourou

Ecole Polytechnique de Masuku, Université des Sciences et Techniques de Masuku, Franceville, Haut-Ogooué, Gabon

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This article is a review of the literature aimed at gaining a better understanding of the phenomena involved in belt drive systems. The numerous works on this subject (theory and experimentation) published over the last 2 centuries reveal three main approaches to the problem. In the first, the authors sought to determine the actual cause of the tension difference in the belt strands, through either friction or shear theory. The main objective was an attempt to explain the phenomena at work in the pulley/belt contact zone. Published work advocating the second approach aimed to solve the various equations of motion translating the excitation mechanisms of the belt's transverse vibrations. This approach deliberately neglected the belt's bending stiffness. The authors who proposed the latter approach investigated the equations of motion, as in the previous approach, but this time integrating the belt's physical characteristics (bending stiffness, damping modes, thickness). This literature review finally shows that the various theoretical and experimental studies (notably with test benches) indicate that bending stiffness plays a non-negligible role in belt excitation and generates speed fluctuations at the crankshaft. The existence of this fluctuation results in the different vibratory modes to which the belt is subjected.

KEYWORDS: Belt drive, physical characteristics of the belt, mechanical modeling, modal analysis, vibration modes, speed fluctuation, excitation frequency.

RESUME: Cet article est une revue bibliographique pour mieux comprendre les phénomènes en présence dans le cas des systèmes de transmission par courroies. Les nombreux travaux portant sur ce sujet (théorie et expérimentation) et publiés au cours des 2 derniers siècles permettent d'exhiber trois principales approches pour appréhender la problématique. Dans la première, les auteurs ont cherché à déterminer la cause réelle de la différence de tension dans les brins de la courroie, à travers soit la théorie frottement ou celle de cisaillement. L'objectif majeur était une tentative d'explication des phénomènes en présence dans la zone de contact poulie/courroie. Les travaux publiés et prônant la deuxième approche avaient pour intention de résoudre les différentes équations du mouvement traduisant les mécanismes d'excitations des vibrations transversales de la courroie. Cette approche négligeait volontairement la rigidité de flexion de la courroie. Les auteurs ayant proposé la dernière approche ont mené des investigations les équations du mouvement, comme dans l'approche précédente, mais en intégrant cette fois-ci les caractéristiques physiques de la courroie (rigidité de flexion, modes d'amortissement, épaisseur). Cette revue bibliographique montre finalement que les différents travaux théoriques autant qu'expérimentaux (notamment avec les bancs d'essai) indiquent que la rigidité de la flexion joue un rôle non négligeable dans l'excitation de la courroie et engendre des fluctuations de vitesse au niveau de l'arbre vilebrequin. L'existence de cette fluctuation a pour conséquence des différents modes vibratoires dont est assujettie la courroie.

MOTS-CLEFS: Transmission par courroie, caractéristiques physiques de la courroie, modélisation mécanique, analyse modale, modes vibratoires, fluctuation de vitesse, fréquence d'excitation.

1 INTRODUCTION

Dans le domaine de l'industrie, notamment celui de l'automobile ou de l'extraction de minerai, les entreprises cherchent à pérenniser leur développement. Pour cela, elles doivent augmenter les gains et limiter les pertes financières. Dans de nombreuses situations, le taux de croissance est fortement tributaire de la capacité à maîtriser les coûts de production. Ainsi entre en jeu les machines. Elles doivent garantir une productivité presque permanente sans que les produits finis ne perdent de leur qualité. La maintenance des machines est une discipline assurant non seulement le fonctionnement mais aussi un bon rendement du parc industriel. Les techniciens de maintenance ont besoin d'être formés et doivent être capables de surveiller, détecter, réparer ou même réviser tout équipement. Une discrimination des machines, qu'elles soient cruciales ou secondaires, s'avère plus que nécessaire parce que certains équipements se retrouvent tout au long de la chaîne de production, ont un coût d'achat très élevé ou requiert des interventions récurrentes (lubrification par exemple).

De nos jours, les interventions pour des actions de maintenance représentent une problématique incontournable. Décider d'arrêter une machine et par conséquent une chaîne de production est très souvent synonyme de pertes financières, même si c'est pour effectuer des réparations inévitables. Nous comprenons bien pourquoi il faut agir de manière méthodique, ce qui implique d'avoir une grande expérience ou une bonne connaissance des équipements. Agir en intervenant au bon moment a un intérêt financier à plusieurs niveaux car il est aussi possible de rallonger la durée de vie des pièces mécaniques internes et donc de celles de la machine associée. Ce sont les raisons qui poussent les techniciens à mettre en place des plannings de maintenance extrêmement élaborés. Ces derniers sont généralement définis à partir d'indicateurs globaux de condition estimés grâce à des capteurs posés sur les machines. Leur rôle est de prévenir les opérateurs chargés de la surveillance, lorsqu'un quelconque défaut apparaît. Des alarmes progressives servent à juger de l'évolution de la défaillance tout en positionnant sur un plan temporel les dates butoirs pour des réparations mineures, courantes et surtout majeures. Malheureusement, les indicateurs globaux sont peu adaptés pour un usage comme outil de décision, en vue de réaliser les opérations de maintenance sur un ou plusieurs équipements matériels. Généralement, les meilleurs indicateurs pour la surveillance et le diagnostic de défaillance sont ceux estimés à partir des paramètres mécaniques de la machine (connaissance de la cinématique) plutôt que d'une approche globale, locale ou même empirique.

Notre problématique d'étude porte sur les défaillances touchant les systèmes de transmissions par courroies. Ce type de transmissions mécaniques se rencontre dans des secteurs industriels variés (Springfield (s. d.) [1]). Dans les produits grand public, les courroies dentées (figure 1 (a)) se retrouvent dans les appareils photos, imprimantes et machines à laver. Elles sont appréciées pour leur précision de transmission (positionnement et transport d'objets). Les courroies plates et poly-V (figure 1 (b)) sont principalement présentes dans le secteur automobile, où elles permettent d'entraîner différents accessoires tels que la pompe à air ou l'alternateur. Elles sont reconnues pour leur flexibilité et leur capacité à entraîner des éléments tournants à hautes vitesses. La courroie trapézoïdale et ses variantes (figures 1 (c) et 2 (a)), quant à elles, sont dominantes dans les entreprises d'extractions minières. Leur force provient de leur forme en V et leurs dimensions, qui sont une force indéniable: plus la charge à transmettre est forte, plus la courroie est efficace. Généralement, un système de transmission par courroie (figure 3) est composé d'une poulie motrice qui entraîne une ou plusieurs poulies accessoires, par le biais d'une courroie [2]. Dans certains cas de figure, des tendeurs (fixes ou mobiles) sont présents dans le système de transmission et garantissent un niveau de tension de courroie suffisant. Nous pouvons dès lors identifier les éléments principaux entrant dans la cinématique. Ainsi, chaque poulie est repérée par son centre O , son rayon r , son diamètre $d = r/2$ et sa vitesse angulaire ω , respectivement $\{O_m; r_m; d_m; \omega_m\}$ pour la poulie motrice et $\{O_p; r_p; d_p; \omega_p\}$ pour la poulie accessoire. La distance séparant les 2 poulies est appelée entraxe e . En ce qui concerne la courroie, elle peut être divisée en quatre parties: la partie en contact avec la poulie motrice, le brin tendu (de longueur l), la partie en contact avec la poulie accessoire et le brin mou (de longueur l).

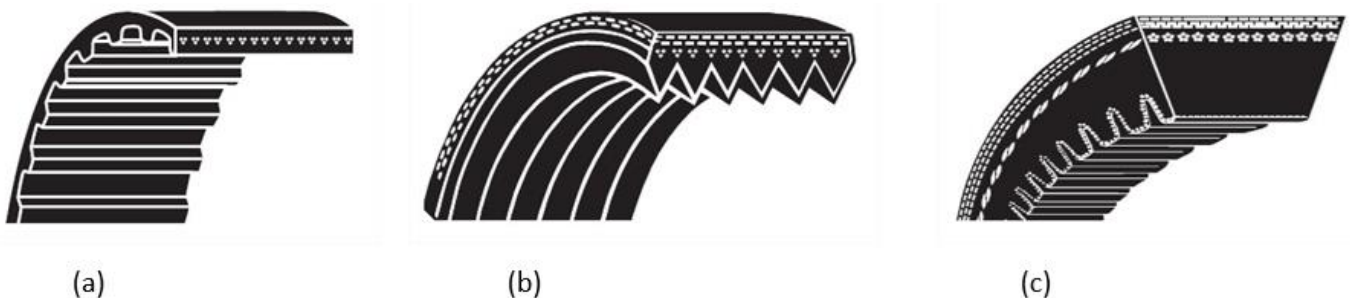


Fig. 1. Exemples de courroies: dentée (a), poly-V (b) et crantée (c) [1].

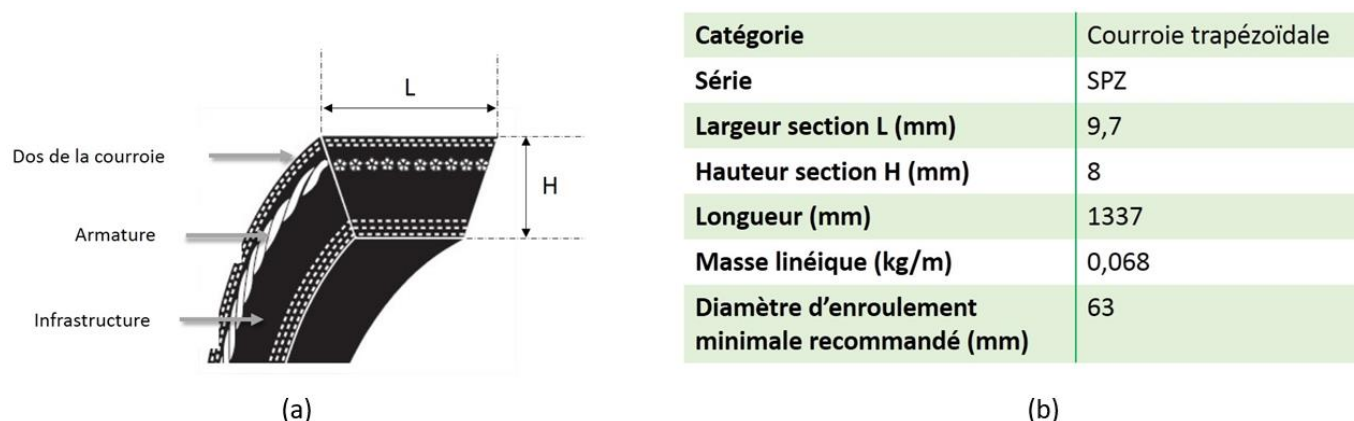


Fig. 2. Constitution (a) et désignation de la courroie trapézoïdale (b) [1].

Présentes dans des secteurs d'applications aussi différents les uns les autres, les courroies sont réputées bon marché, absorbent bien les chocs et ne génèrent que peu de bruit, en cours de fonctionnement. Cependant, elles sont également le siège de défaillances apparaissant avec le temps et dues à une usure naturelle, notamment sur le plan structural. Ces défauts affectent le dos, l'armature ou l'infrastructure de la courroie et sont engendrés par les fortes contraintes de déformations qui y sont appliquées. De plus, dans un environnement peu adapté (poussières, températures intenses, humidité), l'endommagement de la courroie se voit accélérer. Néanmoins, les vibrations de la courroie et sa tension de pose restent les facteurs les plus nuisibles aux transmissions. Certains concepteurs choisissent fréquemment d'introduire des tendeurs pour limiter l'influence des vibrations. Une tension d'installation inadaptée peut non seulement diviser par 2 (sur ou sous-tension) la durée de vie globale de la courroie mais surtout déplacer les fréquences cinématiques et naturelles dans des zones de résonances du système.

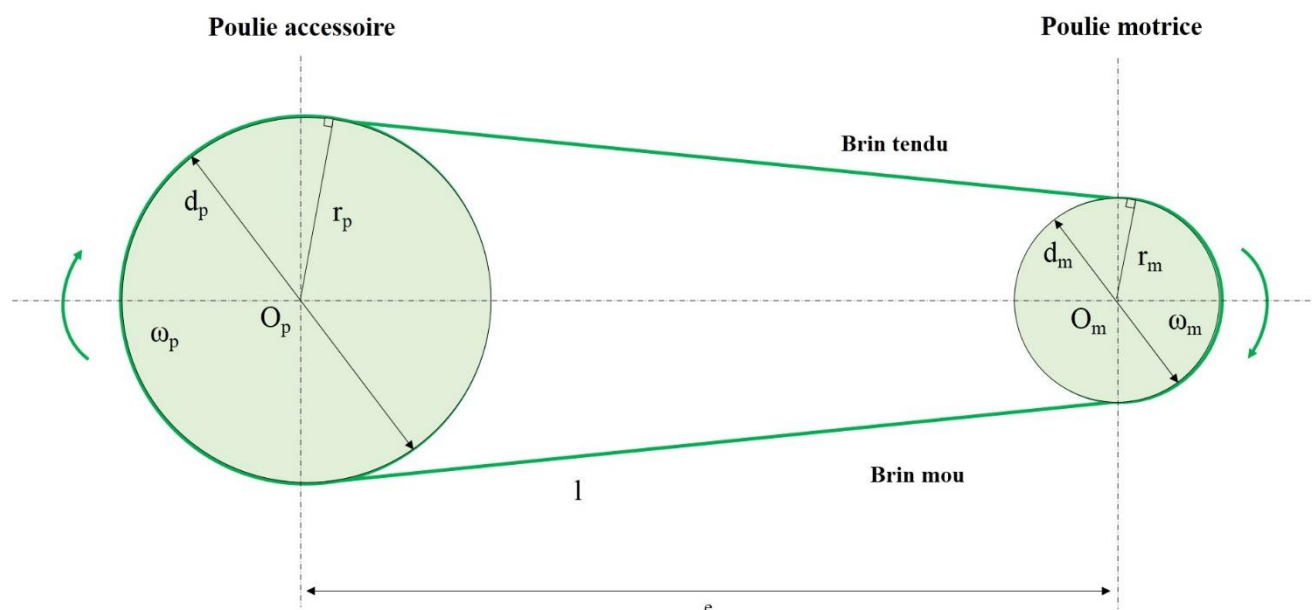


Fig. 3. Exemple d'une transmission par courroie impliquant 2 poulies [2].

Le travail proposé aujourd'hui est une synthèse bibliographique qui s'étend sur ces deux derniers siècles. Elle permet de mieux appréhender les phénomènes en présence dans les systèmes de transmission par courroies et dégage, à partir de nombreuses investigations scientifiques (théorie et expérimentation), trois principales approches de compréhension de la problématique touchant les transmissions par courroies. La première approche cherche à déterminer la cause réelle de la différence de tension dans les brins de la courroie. Deux théories s'opposent: le frottement et le cisaillement. Elle tente d'expliquer ce qui se passe dans la zone où la poulie et la courroie sont en contact. La deuxième approche est une tentative de résolution des différentes équations du mouvement traduisant les mécanismes d'excitations des vibrations transversales de la

courroie, mais ne prend pas en compte sa rigidité de flexion. La troisième approche, quant à elle, s'intéresse aux équations du mouvement qui intègrent les caractéristiques physiques de la courroie: rigidité de flexion, modes d'amortissement, épaisseur.

2 VARIATIONS DE TENSION ENGENDRÉES PAR LE MÉCANISME DE FROTTEMENT

Le premier auteur ayant montré la présence de glissement dans la zone de contact poulie/courroie est Euler [3] en 1762. Beaucoup plus tard, les travaux menés par Reynolds [4], [5], sur les transmissions de couple, lui permirent ensuite de poser les bases de la théorie classique du frottement [3]: entre la poulie et la courroie existe un contact de type Coulomb. Pour qu'il y ait frottement, une différence de tension entre les brins tendu et mou est nécessaire et celle-ci augmente avec l'allongement de la courroie enroulée autour de l'arc de la poulie (étirement dans la direction axiale). La zone de contact poulie/courroie est ainsi divisée en une partie où la courroie adhère à la poulie (au début de l'arc) et une autre où elle glisse sur ses gorges.

Les investigations d'Euler [3] ont été approfondies il y a environ une cinquantaine d'années par Firbank [6], avec sa théorie de cisaillement. En examinant les contraintes de cisaillement, il a pu estimer le taux de glissement de la courroie et situer la zone d'adhésion, où la courroie entre en contact avec la poulie. Dès lors que les contraintes de cisaillement dépassent les forces de frottement, la courroie glisse sur les gorges de la poulie et il faut tenir compte du coefficient de frottement cinétique. Dans le cas contraire, c'est le coefficient de frottement statique qui sera appliqué. La courroie transmet plus de puissance par frottement statique que cinétique. Comme Euler [3], il note un point de transition séparant l'arc de contact, en un arc d'adhérence et un arc de glissement. Grâce à des diverses hypothèses de simplifications (faible inertie, absence de forces de frottement tangentielles, adhérence de la courroie à la poulie, coefficients de frottement statique et cinétique constants), Firbank [6] a réussi à définir une équation des changements de tension dans les brins (en entrée et sortie de poulie). D'autres résultats sont exploitables et montrent que le coefficient de frottement statique est lié la quantité de vibrations, tandis que le coefficient de frottement cinétique (variable) dépend de plusieurs facteurs tels que la vitesse ou l'environnement (humidité, poussières, température de surface, etc...). Pour des facilités de calcul, Firbank [6] finira par négliger ces facteurs d'influence.

Johnson [7] a proposé une approche dans laquelle il nie la présence de glissement entre les zones d'entrée et de sortie de la courroie du creux des poulies et ses investigations expérimentales confirment qu'il n'y a pas de variations dans la zone de contact poulie/courroie. La collaboration prolifique de Childs et Cowburn [8], [9], portant sur les courroies plates et trapézoïdales, s'est concentrée sur l'impact de différents paramètres tels que la charge appliquée et les diamètres des poulies. Peeken et Fisher [10] ont fait varier d'autres paramètres d'étude (charge, vitesse, paramètres de la courroie et des poulies) et constaté une corrélation entre le glissement et la charge, en jouant sur le diamètre des poulies et la longueur de la courroie. Ils concluent que la tension dans les deux brins adjacents est en moyenne équivalente à la force de traction de la courroie. De plus, en intégrant les équations non-linéaires du mouvement dans le calcul des fluctuations de tension de courroie, ils observent une relation de correspondance entre la vitesse et la tension. Plus tard, Gerbert [11] a considéré la courroie comme une corde et étudié le phénomène de frottement pour conclure finalement que le glissement est uniquement présent dans la zone où la courroie sort de la poulie. Dans cette zone, il existe des variations de tension haute/basse. L'étude expérimentale de Barker et al. [12] est basée sur un système à l'état d'équilibre, avec et sans tendeur automatique. Le changement de la longueur de la courroie (étirement) sur l'arc des poulies est aisé et estimable en calculant non seulement le coefficient de rigidité de la courroie mais aussi en appliquant la loi de Hooke.

Les démonstrations des auteurs De Almeida et Greenberg [13] indiquent que les fluctuations de vitesse et de charge influencent directement la quantité de puissance transmise par les entraînements par courroie: quand la vitesse de rotation de la poulie accessoire diminue, le glissement de la courroie dans les gorges se produit et a un impact considérable. En comparant les théories de Reynolds [4], [5], et Firbank [6], Alciatore et Traver [14] ont étudié le cas des entraînements par courroie multi-poulies. Ils ont supposé la courroie comme inextensible (de longueur totale constante) et la somme algébrique des contraintes de cisaillement nulle, lorsque la transmission était en fonctionnement. Dans une autre contribution, Gerbert [15] a présenté une étude portant sur le contact entre les gorges de la poulie et la courroie trapézoïdale.

Meckstroth [16] a quant à lui cherché à estimer les caractéristiques de frottement existant entre la poulie et la courroie, dans des environnements sec et humide. Après une bonne répétabilité des résultats de tests, il a confirmé la théorie de cisaillement et constaté une diminution notable du coefficient de frottement dynamique en conditions humides. Les essais expérimentaux de Dalgano et al. [17] ont consisté à simuler une transmission par courroie striée. Un générateur produit une charge au niveau des poulies vilebrequin et accessoire. Des transducteurs de tension et de charge ainsi que des codeurs mesurent respectivement la tension de la courroie, la charge appliquée au niveau des poulies et leur vitesse de rotation. Leurs autres contributions majeures ont consisté en un suivi des variations du glissement grâce au bruit généré.

Dans ses autres contributions, Gerbert [15], [18], [19] a également cherché à unir les deux théories classiques, en considérant les courroies striée et trapézoïdale. L'extensibilité de la courroie considérée seule ne suffit pas à expliquer le

glissement. Dans un second temps, il remarque que le rayon de courbure influence les différences de vitesse de la courroie (épaisse), lorsque celle-ci entre et sort des gorges de poulie. Il a validé une hypothèse majeure émise précédemment par Johnson [7] stipulant qu'il n'y a guère de variation de tension dans la région de contact poulie/courroie. Enfin, un constat important est fait: ce sont les points de contact poulie/courroie qui transmettent véritablement la puissance. Plus tard, une solution exacte applicable aux courroies extensibles a été proposée par Rubin [20]. Sa modélisation est un ensemble d'équations non-linéaires, en régime stationnaire (état d'équilibre), prenant en compte l'impact des accélérations radiale et tangentielle, le frottement de Coulomb et la perte de puissance due au frottement poulie/courroie.

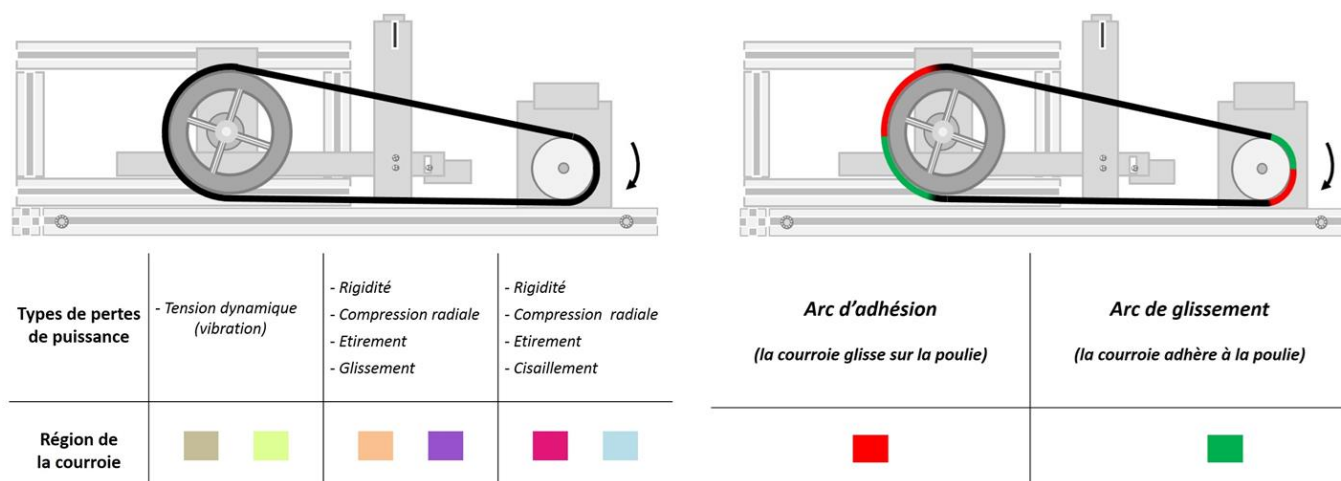


Fig. 4. Régions de la courroie siège de différentes pertes de puissances (a-c) et arc de contact poulie/courroie divisé en arcs d'adhésion et de glissement (b-d) [22].

Plus récemment, Manin et al. [21] ont exploité des résultats théoriques et expérimentaux à partir de simulation sur face-avant d'un moteur d'automobile (entraînements par courroie striée). L'analyse s'est concentrée sur le glissement relatif aux points de contact poulie/courroie du côté tendeur. Des codeurs optiques et capteur laser permettent d'obtenir la vitesse de rotation des poulies et les battements de courroie. La tension d'installation tout comme les charges appliquées à la courroie et aux poulies sont mesurées avec un capteur piézoélectrique et des jauges de contraintes respectivement. Les auteurs ont conclu sur l'existence d'une relation entre le glissement et la charge pour des vitesses basses et des tendeurs de différents types. Manin et al. [22] ont ensuite prolongé le travail de Gerbert [11], [15], [18], [19], sur les courroies plates et trapézoïdales, en modélisant les pertes de puissance à partir d'un système de transmission par courroies striées. Ils ont défini ainsi une première catégorie de pertes dites « internes » localisées dans la région où la courroie est sujette à diverses contraintes (flexion, compression, étirement et cisaillement). Elle est la conséquence du comportement hystérétique du caoutchouc (les faibles contraintes appliquées aux courroies striées impliquant la négligence de leurs pertes hystérétiques de cisaillement et d'étirement). Sur les figures 4 (a) - (c), nous remarquons les six régions concernées (dont la zone de compression spécifique aux courroies striées) qui correspondent aux points de contact entre les stries de courroie et les gorges de poulie. La seconde catégorie de pertes dites « externes », située aux zones où poulies et courroie sont en contact (dès la naissance du glissement relatif), est engendrée par le glissement poulie/courroie et le frottement aux niveaux des roulements des poulies. Les figures 4 (b-d) montrent la séparation de l'arc de contact de la poulie en un arc d'adhésion (■) et un arc de glissement (■). L'extension du modèle simplifié de Manin [22] à une face-avant de moteur d'automobile (système FEAD à six poulies sans tendeur) est présentée sur la figure 5 (a). Une poulie vilebrequin (1) transmet de la puissance aux cinq autres à centre fixe. Toutes les poulies ont les mêmes roulements, tandis que celles numérotées (1, 2 et 4) sont le siège d'un couple résistant. La figure 5 (notamment en (b)) suppose quatre pertes de puissance dominantes que l'on peut classer dans cet ordre croissant: pertes au niveau des roulements (■), rigidité hystérétique de la courroie (■), glissement poulie/courroie (■) et hystérésis de compression des flancs (■). Les pertes majeures (roulements) affectent davantage les poulies ayant une vitesse de rotation élevée. Le second type de pertes (rigidité hystérétique de la courroie) est plus grand sur les poulies à faible rayon (relation inverse de proportionnalité). Les pertes dues au glissement poulie/courroie se situent sur les poulies avec couple résistant (1, 2 et 4), ces mêmes poulies représentant près de 70% des pertes de puissance totales dans le système de transmission FEAD (■). Enfin, le dernier type de pertes, provenant de l'hystérésis par compression des flancs, est localisé du côté de la zone de contact poulie/courroie. Notons que les pertes mineures, très négligeables, sont engendrées par l'hystérésis de compression radiale (■).

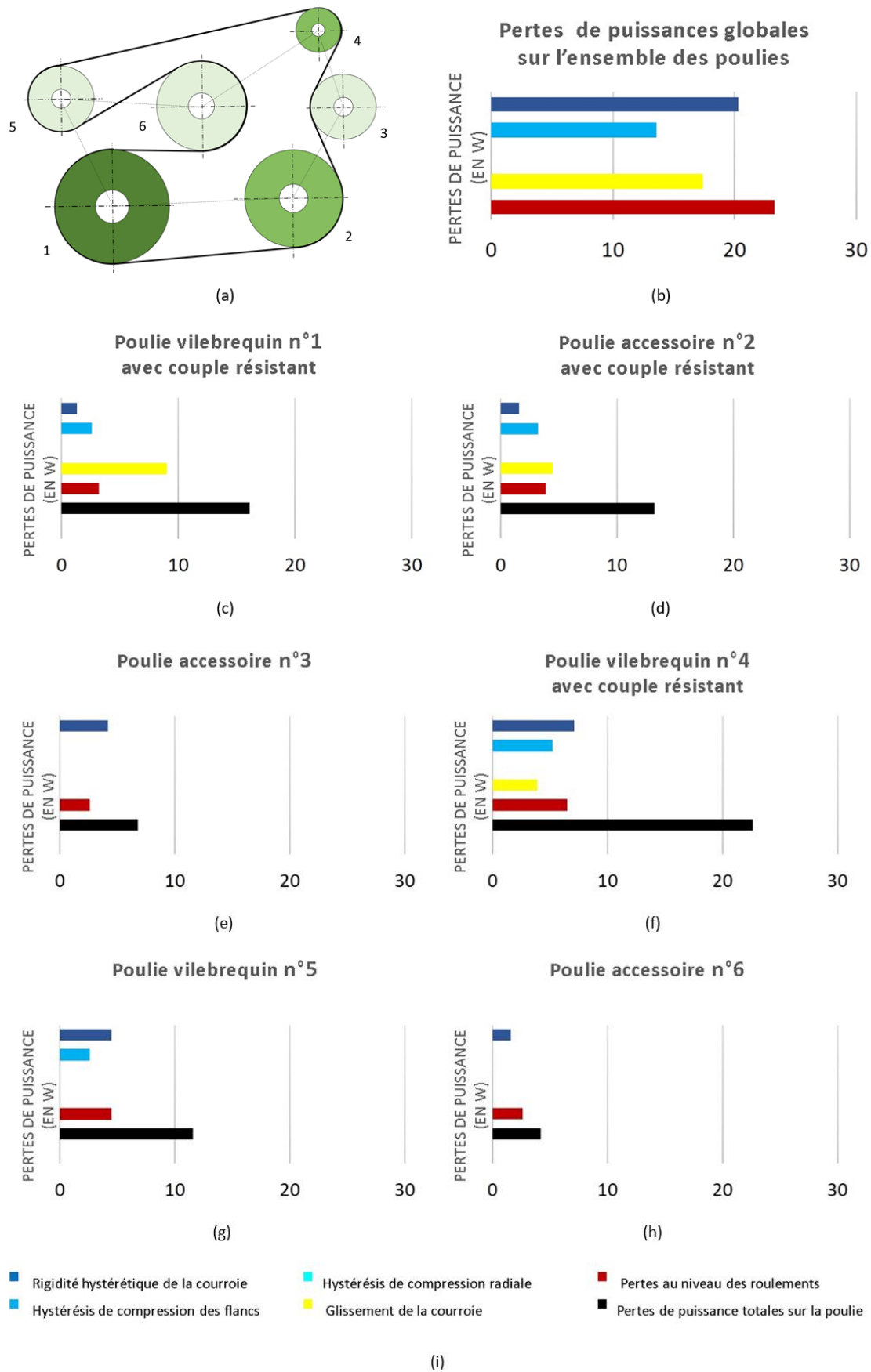


Fig. 5. Système de transmission FEAD à six poulies (a) et cartes de distribution des pertes de puissance [22].

Balta et al. [23] ont appliqué l'Analyse de la Variance (ANOVA) pour comparer l'effet du changement de nombreux paramètres: la tension d'installation, la longueur et le type de courroie ainsi que le couple de freinage, le diamètre des poulies et la vitesse de la poulie vilebrequin. La figure 10 (c) montre le banc d'essai de courroie striée dans lequel un variateur de fréquence commande l'arbre vilebrequin du moteur. La position du moteur est réglable par un système ingénieux de base glissante qui permet non seulement de changer de type de courroie (longueur) mais aussi la tension de celle-ci. Après avoir présenté un état de l'art détaillé sur l'effet du glissement, les auteurs ont fait une combinaison de paramètres et calculé le taux de glissement défini par la formule $\%_{slip} = 100 (\omega_v - \omega_a) / \omega_v$ (! étant la vitesse angulaire des poulies).

Des codeurs optiques mesurent les vitesses angulaires des poulies vilebrequin (ω_v) et accessoire (ω_a). Le nombre de tours effectué par la courroie est calculé par un système photoélectrique. La méthode ANOVA est riche en informations et indique que le glissement est plus important sur des poulies de diamètres plus petits. A partir d'une tension d'installation trop faible, la courroie patine quelles que soient les conditions d'expériences, ceci pouvant provenir du manque d'adéquation entre les stries de la courroie et les gorges de poulie (figure 6). Le glissement augmente avec le couple de freinage et cette augmentation est moins significative quand la tension d'installation est élevée, alors qu'il diminue légèrement pour des courroies plus rigides (cas des courroies épaisses comme les trapézoïdales). Le taux de glissement $\%_{slip}$ reste invariant, même si sa valeur absolue du glissement croît avec la vitesse de la poulie vilebrequin.

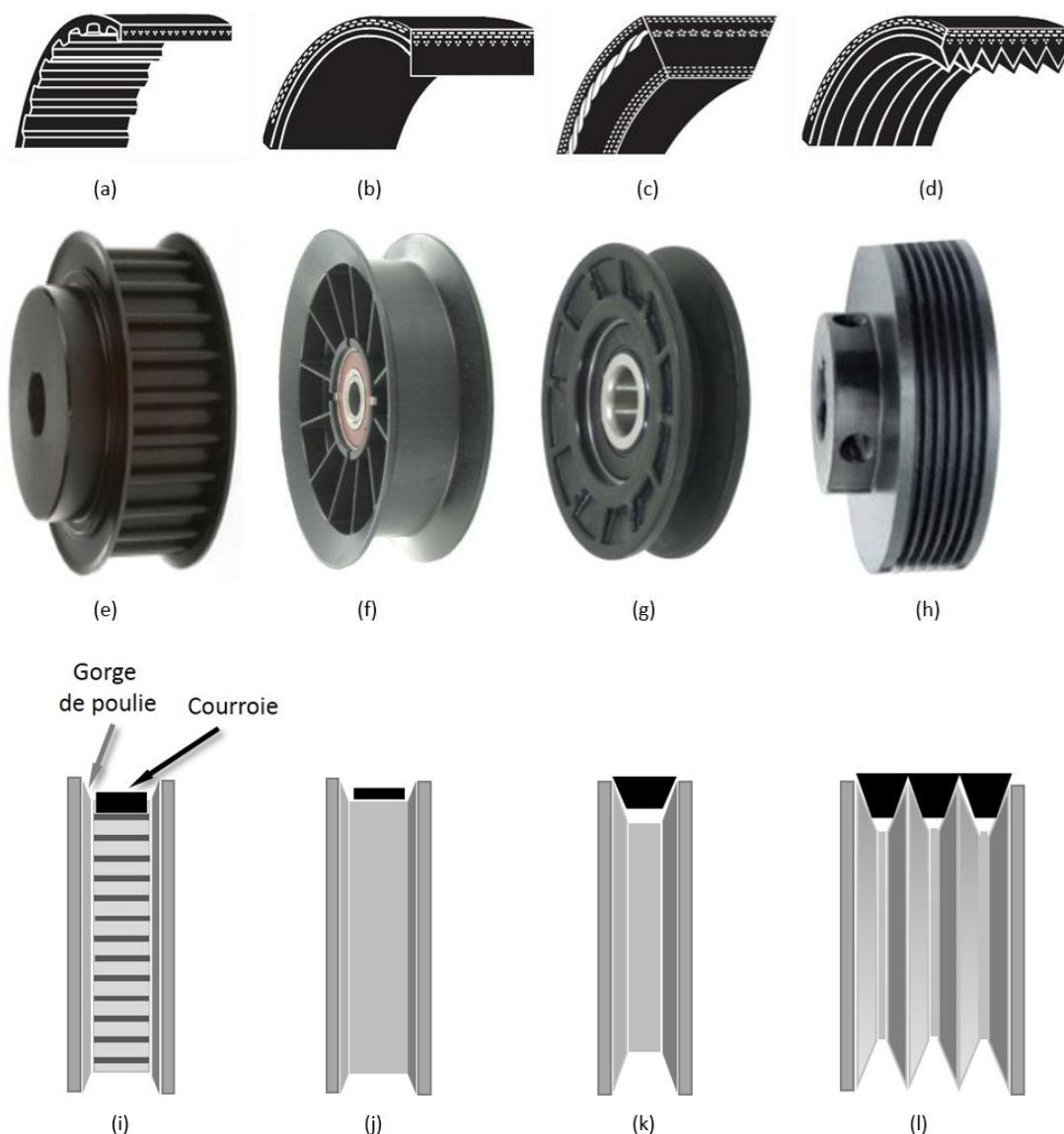


Fig. 6. Courroies (1^{ère} ligne) [1], poulies associées (2^{ème} ligne) et contact poulie/courroie (3^{ème} ligne): courroie trapézoïdale (a), courroie striée (b), courroie plate (c), courroie dentée (d), poulie à gorge (e), poulie striée (f), poulie plate (g) et poulie dentée (h) [1^{ère} et 2^{ème} lignes source interne].

3 VIBRATIONS CAUSÉES PAR LE MÉCANISME D'EXCITATION

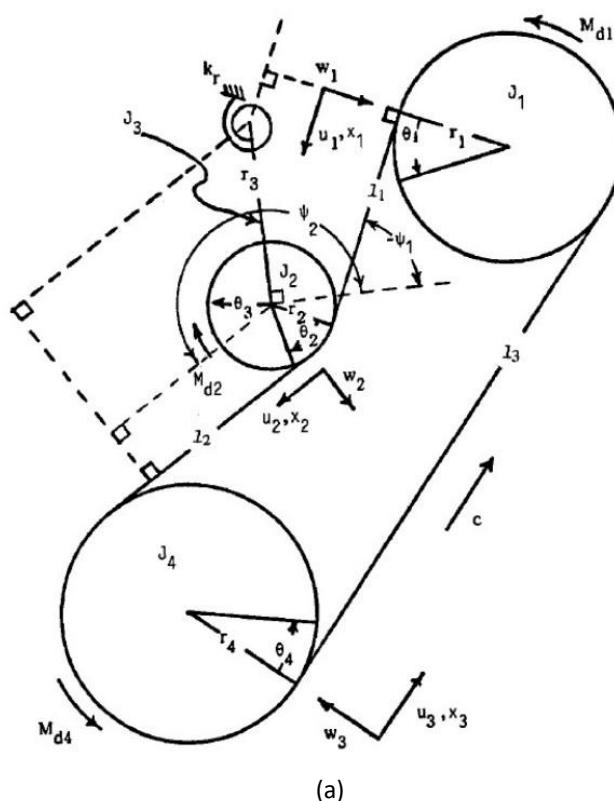
Les premières études intéressantes sur les phénomènes vibratoires dans les systèmes de transmissions par courroies datent des années 1950. Sack [24] a assimilé la courroie à une corde mobile dans le but de déterminer l'équation du mouvement (par une méthode de dérivation de l'équation d'onde), à vitesse axiale constante. Le modèle inclut les oscillations forcées et l'amortissement linéaire. Son analyse montre une diminution des fréquences naturelles avec l'augmentation continue de la vitesse axiale. D'autre part, la réduction des fréquences de résonances est le résultat du mouvement longitudinal de la corde. Ce taux de réduction est régi par le paramètre v^2/c^2 (Sack [24]), avec v la vitesse axiale de la courroie et c celle de l'onde. Dans un autre type de transmissions, Mahalingham [25] a considéré la chaîne lourde comme une corde lourde uniforme idéalisée, afin de développer un modèle incluant la vibration forcée (excitations transversale et longitudinale) et la tension centrifuge. Les observations montrent que cette même tension centrifuge est responsable de l'augmentation de la vitesse de l'onde et de la diminution des phénomènes d'instabilités.

D'autres travaux de recherche, en particulier ceux de Miranker [26] ont porté sur l'équation du mouvement d'une bande en déplacement entre de simples supports. A partir du principe d'Hamilton et sous l'hypothèse d'une tension axiale constante, il a pu dériver cette équation, après y avoir inclus pour la première fois l'accélération axiale. Par une méthode de décomposition de solution en somme de deux ondes qui se propagent dans des directions opposées, Miranker [26] a réussi non seulement à résoudre l'équation d'une corde mobile dans la direction axiale mais également à montrer l'existence d'un transfert périodique d'énergie dans et en dehors des systèmes à mouvement axiaux, ce transfert étant égal à deux fois la fréquence de la vibration libre.

Les auteurs Ulsoy et al. [27] ont présenté un modèle mathématique sous forme d'équations couplées linéaires, en vue d'étudier les vibrations transversales et la stabilité des systèmes comportant poulies, tendeur et courroie. Leur approche théorique, solution technique basée sur les valeurs et vecteurs propres, a dans un second temps été validée par des études expérimentales, qui ont démontré que la tension dynamique excitait paramétriquement les vibrations transversales conduisant à des instabilités de type Mathieu. Quelques années après, des équations du mouvement simulant un système de transmission par courroie serpentine ont été proposées par Gasper et Hawker [28]. Dans leurs travaux, ils ont cherché à identifier les modes longitudinaux de la courroie en faisant varier différents paramètres tels que l'amortissement, la charge des poulies accessoires et les fluctuations de couple.

A partir des années 1990, davantage d'auteurs se sont penchés sur le problème de vibration dans les systèmes de transmissions par courroie. Wickert et Mote [29] ont tenté de simplifier les expressions analytiques complexes des fonctions propres de leur modèle continu à mouvement axial. Prolongeant les travaux ultérieurs de Gasper et Hawker [28], Hawker [30] a mené des investigations expérimentales dans sa thèse portant sur le mouvement angulaire des éléments accessoires rencontrés dans les face-avant des moteurs d'automobiles. Sa modélisation, notamment par l'utilisation d'une méthode de superposition, permet de calculer les formes d'ondes, les réponses forcées ainsi que les fréquences naturelles et la tension dynamique. Un modèle non-linéaire des réponses longitudinales des brins de courroies et des poulies (vilebrequin et accessoire) a été dérivé. L'analyse indique la possibilité de caractériser les modes en rotation par la linéarisation à l'état d'équilibre des équations du mouvement.

Alors que par le passé diverses études considéraient comme indépendants les modes transversaux et longitudinaux, Beikman [31] a été par un précurseur, affirmant que les modes transversaux des brins adjacents étaient couplés aux modes en rotation du tendeur automatique. Le degré de liberté du bras tendeur en rotation crée un étirement de la courroie. Cela conduit à un mécanisme de couplage linéaire qui atteignant sa plus grande intensité engendre la résonance interne. Les auteurs Rim et Kim [32] ont voulu caractériser l'état réel d'un entraînement par courroie à deux poulies, en estimant les tensions statique et dynamique de la courroie. Ces tensions sont mesurées respectivement à partir d'un mécanisme de précharge à ressort et d'un transducteur de force piézoélectrique. Différentes conclusions sont issues de ce travail: l'excentricité de la poulie engendre une oscillation harmonique de la tension dynamique, fonction de la tension statique, des contraintes d'excentricité et de l'allongement. Cette variation de la tension dynamique cause de la modulation autour de la fréquence naturelle car le calcul de la fréquence naturelle de la vibration transversale dépend de l'inertie de la courroie. La vibration transversale croît avec l'excentricité de la poulie, celle-ci générant à son tour des fréquences latérales autour de la fréquence naturelle (espace constant étant égal à la vitesse de rotation de la poulie) observable sur la réponse fréquentielle des signaux de tension. La fréquence de fluctuation de la tension dynamique est égale à l'espace constant entre le pic principal et ses bandes latérales. Son amplitude s'obtient par le rapport des amplitudes de ces mêmes pics latéraux. Certains travaux expérimentaux (De Almeida et Greenberg [13]; Springfield (s. d.) [1]) ont montré que la modification de paramètres tels que le couple transmis, la tension initiale de la courroie et la vitesse de rotation des poulies a une influence sur le rendement global de la transmission.



(a)

Symbole	Unité	Définition	Symbole	Unité	Définition
1, 2 et 3		Indice i relatif respectivement à la poulie menante, la poulie menée et le tendeur dynamique	x_i	m	Coordonnée locale dans la direction longitudinale du brin de courroie i
M_{di}	N.m	Moment dynamique appliqué à la poulie i	z_i	m	Coordonnée locale dans la direction transversale du brin de courroie i
J_i	kg.m ²	Moment d'inertie en rotation de la poulie i	c	m/s	Vitesse de la courroie à l'état stable (régime stationnaire)
θ_i	rad	Rotation de la poulie i	M_{di}	N.m	Moment dynamique appliqué à la poulie i
r_i	m	Rayon de la poulie i	ψ_1, ψ_2	m	Angles d'alignement à l'équilibre
u_i	m	Déplacement de la vibration longitudinale du brin de courroie i	k_r	N.m	Constante du ressort en rotation du bras tendeur
w_i	m	Déplacement de la vibration transversale du brin de courroie i			

(b)

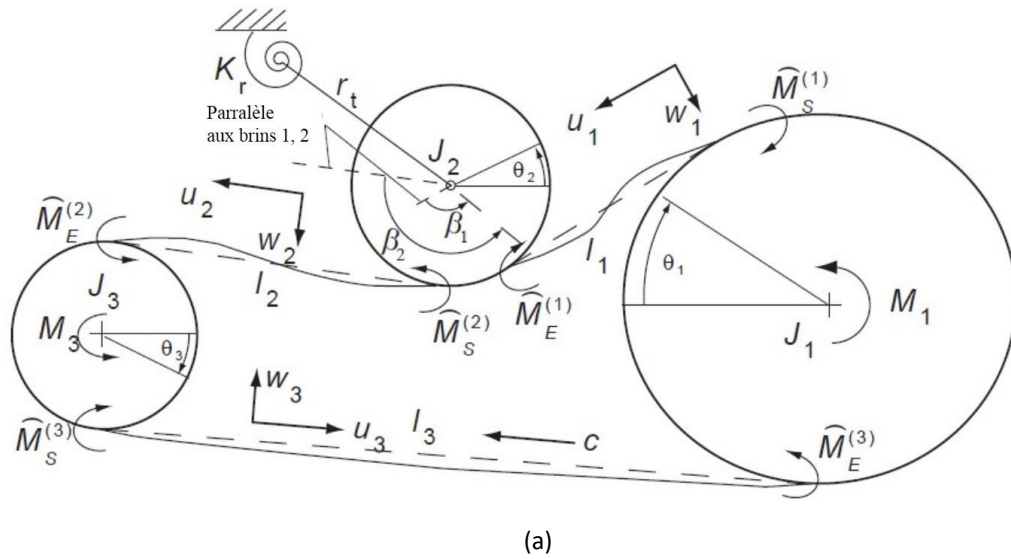
Fig. 7. Modélisation d'un système de transmission à trois poulies (a) et définition des paramètres associés (b), selon les travaux de Beikman et al [34].

L'étude théorique et des tests expérimentaux effectués par Beikman et al. [33] représentent un travail colossal d'examen de la réponse linéaire libre des entraînements par courroie serpentine, en présence du couplage des modes transversaux et en rotation. Le système analysé est composé de poulies (vilebrequin, accessoire et tendeur) et d'une courroie, et permet d'étudier leur vibration en rotation et transversale respectivement, mais aussi de calculer les fréquences naturelles et les formes de mode. Quand la résonance interne se produit, les modes en rotation dominants des poulies (variations de couple) créent des fluctuations dans la tension dynamique jusqu'à exciter les vibrations transversales de la courroie (Beikmann et al.

[34]). Les forts mécanismes non-linéaires observés sont responsables du constat précédent, car ils couplent les modes en rotation des poulies (longitudinaux de la courroie) et les modes transversaux dominants de la courroie. Ces résultats sont extraits de l'étude du modèle de Beikmann et al. [34] présenté à la figure 7. Dans la même période, Zu [35] a exposé une série d'équations du mouvement calculées à partir de la modélisation d'une face-avant de moteur automobile (FEAD), les brins de courroie y étant intégrés sous forme de ressorts linéaires. Ces équations du mouvement ont servi d'une part à déterminer l'expression analytique de la tension des brins de courroie en fonction des vitesses angulaires des poulies et d'autre part à obtenir la réponse du système face à une excitation du vilebrequin grâce à la fonction de transfert. Yu [36] a cherché à connaître l'action de l'usure de la courroie sur les performances mécaniques. Moon et Wickert [37] ont essentiellement travaillé sur banc d'essai, dans lequel un système de transmission à deux poulies est entraîné par courroie (considérée comme viscoélastique dans leur modèle mathématique). Ils souhaitaient mesurer avec un interféromètre laser l'amplitude de la vibration transversale de la courroie. Dans des travaux complémentaires, Yu [38] a utilisé des capteurs de déplacement laser positionnés sur l'arc des poulies vilebrequin et accessoire, afin d'y déterminer la position radiale de la courroie. Zhang et Zu [39] ont confirmé la correspondance entre les réponses en amplitude théoriques et celles expérimentales, pendant la résonance. D'une part, la position de la courbe de résonance est dictée par la rigidité associée au modèle viscoélastique de Kelvin. D'autre part, l'amortissement module l'amplitude de la vibration transversale (déterminée à l'état initial), cette amplitude faisant elle-même évoluer la vitesse de la courroie en résonance (résultat rapporté plus tard par Pellicano et al. [40]).

Kim et Lee [41] ont étudié un système de transmission comprenant poulies, courroies et roulements. Le développement théorique des auteurs Zhang et Zu [42] est un travail plus approfondi basé sur l'approche initiale de Beikman [31], ayant pour but d'observer de quelle manière le système entier est affecté par les changements sur les valeurs propres. Le modèle mathématique assimile la courroie serpentine comme une corde, facilitant de ce fait la formulation de l'équation caractéristique pour les fréquences naturelles. Zhang et Zu [43] ont poursuivi leur coopération, en cherchant cette fois-ci à analyser la résonance paramétrique des vibrations de couplage poulie/courroie par une méthode d'échelles multiples pour l'examen des équations aux dérivées partielles associées. Dans une autre collaboration, Nouri et Zu [44], s'est concentré sur les moyens d'optimiser le design des tendeurs automatiques. Il a ainsi combiné la programmation quadratique séquentielle (adaptée aux systèmes à plusieurs degrés de liberté) et la méthode Kuhn-Tucker, pour un système à un seul degré de liberté. Le modèle permet d'atténuer la variation de tension dans les brins de courroies et limiter les réponses des poulies entraînées fonction de l'excitation harmonique de la poulie vilebrequin.

Les auteurs Castellini [45] ainsi que Castellini et Mantanini [46] ont mis en place une chaîne complète d'acquisition pour enregistrer des données à partir d'un ensemble de capteurs positionnés sur un système de transmission par courroie dentée. Lorsque le système tourne à régime stationnaire, la vitesse linéaire de la poulie est obtenue depuis un capteur vibrométrique Doppler à Suivi Laser (TLDV), dont la grille scanne la largeur de la courroie, tout en balayant celle-ci sur sa longueur. La déviation transversale de la courroie est mesurée grâce au positionnement régulier de celle-ci par numérisation laser de la bande adhésive rétro-réfléchissante placée sur la courroie. Les résultats de l'expérience concordent avec ceux des modèles à état stable, si l'on néglige les réponses transitoires. Ils révèlent dans un second temps qu'en présence d'un désalignement de poulie, les deux côtés de la courroie produisent des profils de déviation spécifique. Enfin, l'excentricité de la poulie, le maillage des dents et l'inertie de la courroie contribuent fortement à exciter paramétriquement la courroie, dans la direction transversale. Pour des mesures ultérieures, les auteurs déconseillent l'usage de leur instrumentation de mesures vibrométriques (encombrement dû aux équipements d'envoi/réception des signaux laser).



Symbole	Unité	Définition	Symbole	Unité	Définition
1, 2 et 3		Indice i relatif respectivement à la poulie menante, la poulie menée et le tendeur dynamique	u_i	m	Déplacement de la vibration longitudinale du brin de courroie i
M_i	N.m	Moment dynamique appliqué à la poulie i	w_i	m	Déplacement de la vibration transversale du brin de courroie i
$\hat{M}_S^{(i)}$ $\hat{M}_E^{(i)}$	N.m	Moments aux extrémités respectivement sur les points de départ et de fin du brin i	c	m/s	Vitesse de la courroie à l'état stable (régime stationnaire)
J_i	kg.m ²	Moment d'inertie en rotation de la poulie i	l_i	m	Longueur du brin de courroie i
θ_i	rad	Rotation de la poulie i	K_r	N.m	Rigidité du ressort du bras tendeur
r_i	m	Rayon de la poulie i			
r_t	m	Longueur du bras tendeur			

(b)

Fig. 8. Modélisation d'un système de transmission à trois poulies (a) et définition des paramètres associés (b), selon les travaux de Kong et Parker [48].

Fuji et al. [47] se sont également servis d'un vibromètre Doppler à Suivi Laser pour déterminer l'impact du désalignement de la poulie sur la vibration de la courroie. Le banc d'essai exploité est sous forme d'une face-avant d'un moteur automobile (figure 9 (a)), avec une transmission par courroie trapézoïdale dont la rigidité latérale est plus faible. Les diverses technologies de mesure (caméra à grande vitesse, capteurs de distance) sont visibles aux figures 9 (a) et (c). La caméra a montré l'existence de quatre modes vibratoires vertical, linéaire, de torsion et latéral représentés sur la figure 9 (b). De plus, les vibrations transversale et latérale sont respectivement induites par la courroie et l'excentricité de la poulie d'un côté et le désalignement de l'autre.

Les auteurs Kong et Parker ont contribué de façon notoire à l'étude des systèmes de transmissions mécaniques (Kong et Parker [48], Kong [49], Parker [50]) par leur approche de résolution permettant le calcul des solutions propres et des réponses dynamiques des systèmes de transmissions par courroie serpentine. Le modèle principal est présenté sur la figure 8. Leurs recherches ont aidé à réduire considérablement le temps pour obtenir la solution optimale et dépassé les obstacles liés aux problèmes numériques habituellement rencontrés. Des équations mathématiques plus simples modélisent les mouvements transversaux des brins adjacents au tendeur et ses mouvements en rotation, si les deux phénomènes sont découplés. Mais la

réalité montre qu'il est indispensable de considérer l'existence de ce couplage et le principal verrou est lié aux techniques de résolutions requérant une énorme puissance de calcul.

Beaucoup plus tard, Zhu et Parker [51] se sont penchés sur l'influence du frottement de la poulie tendeur sur les solutions périodiques. Pour cela, ils ont étudié un système de transmission à trois poulies excitées de façon périodique. Dans la même période, Michon et al. [52] ont constaté les grandes vibrations transversales dont les courroies striées d'automobile sont sujettes. Ces systèmes sont également soumis aux instabilités non-linéaires et paramétriques. En dérivant l'équation caractéristique, par considération des conditions aux limites, Li et Chen [53] ont étendu la modélisation de leurs précédents confrères pour les vibrations libres de couplage. Un nouvel article de Manin et Michon [21] indique que le phénomène de couplage se manifeste sous certaines conditions: les fréquences naturelles de la courroie doivent être proches des fréquences de rotation des poulies. Dans ce cas, les vibrations transversales deviennent extrêmement nuisibles à l'ensemble du système. Au pire des cas, cela va aboutir à la sortie de la courroie des gorges de poulie. Il va s'en dire que le type de rigidité de la courroie a un impact déterminant sur l'amplitude des vibrations transversales.

Musselman dans sa thèse [54] et plusieurs collaborations avec Djurdjanovic (Musselman et Djurdjanovic [55], [56]) a enrichi la recherche à travers la nécessité de déplacer avec précision les composants, dans les chaînes de production de semi-conducteurs. De nombreux capteurs comme des microphones ont été placés sur le banc d'essai de transmission par courroie pour obtenir le bruit émis à proximité de chaque côté de la courroie. Les déformations subies par la courroie sont enregistrées par des jauges de contraintes installées en bordure de celle-ci. L'ANalyse De la VAriance (ANOVA) a permis de dépouiller les données et d'extraire les corrélations dominantes. Cette méthode statistique montre que la vibration de la courroie est sensible à la tension, à la longueur et à la position de l'excitation des vibrations de la courroie. D'autre part, les variations sur la tension de courroie peuvent être limitées en faisant un choix adapté de la longueur et de la position d'excitation initiale des vibrations de la courroie. Le débruitage des signaux de jauges de contraintes par un modèle Auto-Régressif et l'étude des spectres indique que la fréquence fondamentale de la courroie est inversement proportionnelle à sa longueur.

Un transfert d'énergie entre l'excitation longitudinale et les vibrations transversales a été constaté par Scurtu et al [57]. Pietra et Timpone [58] ont monté deux poulies identiques sur un banc d'essai de transmission par courroie trapézoïdale, installé une caméra à haute vitesse pour voir le glissement et des jauges de contraintes afin de déterminer la tension des brins tendu et mou de la courroie. Une tentative de minimisation des effets de glissement a été faite par Senthilkumar et Sooryaprakash [59], grâce à un système d'asservissement en boucle fermée du tendeur qui réajuste automatiquement et de façon régulière la tension des brins tendu et mou.

Neudorf [60] a travaillé dans sa thèse sur un banc d'essai simulant un système de type face-avant d'un moteur automobile (figure 10 (a) et (b)), l'objectif principal étant de mesurer sans contact la tension des brins d'une courroie serpentine. Dans sa modélisation mathématique, l'auteure a intégré la rigidité de flexion et les conditions aux limites dans l'équation du mouvement. A l'arrêt, elle détermine les caractéristiques physiques du système (tension initiale et longueur des brins de courroie, diamètres des poulies, arc de contact, angle d'enroulement, etc...). En cours de fonctionnement, des capteurs de déplacement laser, placés au milieu et au quart du brin, capturent respectivement les 1^{re} et 2^e fréquences naturelles de la courroie, servant ensuite à déduire la fréquence de la tension dynamique. Les autres fréquences cinématiques sont également extraites d'autres capteurs comme le codeur optique. Le débruitage des signaux expérimentaux très riches en composants discrets est assuré par un filtre Butterworth passe-bas de fréquence de coupure de 1 Hz. L'analyse du signal résiduel obtenu après filtrage présente de grandes fluctuations de tension, malgré une atténuation par une opération de re-échantillonnage. Les équations mathématiques permettent d'obtenir la tension moyenne à partir des fréquences naturelles des brins, la tension d'oscillation traduisant la vibration transversale de la courroie et la tension dynamique liée au glissement au niveau des poulies. Les travaux antérieurs ont montré que les fréquences naturelles décroissaient avec l'augmentation de la vitesse axiale de la courroie alors que Neudorf [60] a observé le même sens de variation de ces deux paramètres. D'après elle, les forces centrifuges croissent dans le brin et entraînent une augmentation de la valeur de la fréquence naturelle d'un degré plus grand que la décroissance de la fréquence naturelle, en raison de la vitesse axiale de la courroie qui augmente. Elle note aussi un rapport de proportionnalité entre la 1^{re} fréquence naturelle du brin et la tension initiale de la courroie. Toutefois, cette même fréquence ne dépend pas de l'amplitude ou de la fréquence d'excitation du couple appliqué sur l'arbre vilebrequin. S'il y a excitation de l'arbre vilebrequin, de larges forces d'inertie en rotation peuvent apparaître. Ces forces engendrent par la suite le glissement de la courroie sur les gorges de poulies. La tension d'oscillation contribue grandement à la tension totale, lorsque la fréquence d'excitation est égale ou proche de la fréquence naturelle du brin. Dans le cas où le système serait excité à une autre fréquence éloignée de cette fréquence naturelle, la tension d'oscillation est alors négligeable. L'auteure remarque aussi que la tension d'oscillation et la fréquence d'excitation de l'arbre vilebrequin ont le même sens de variation, et les déplacements de la courroie deviennent plus larges. Nous n'avons besoin que des tensions d'oscillation et moyenne pour connaître le glissement de la courroie. Quant à la tension dynamique, elle est mieux estimée pour des systèmes dont la poulie vilebrequin tourne à vitesse constante.

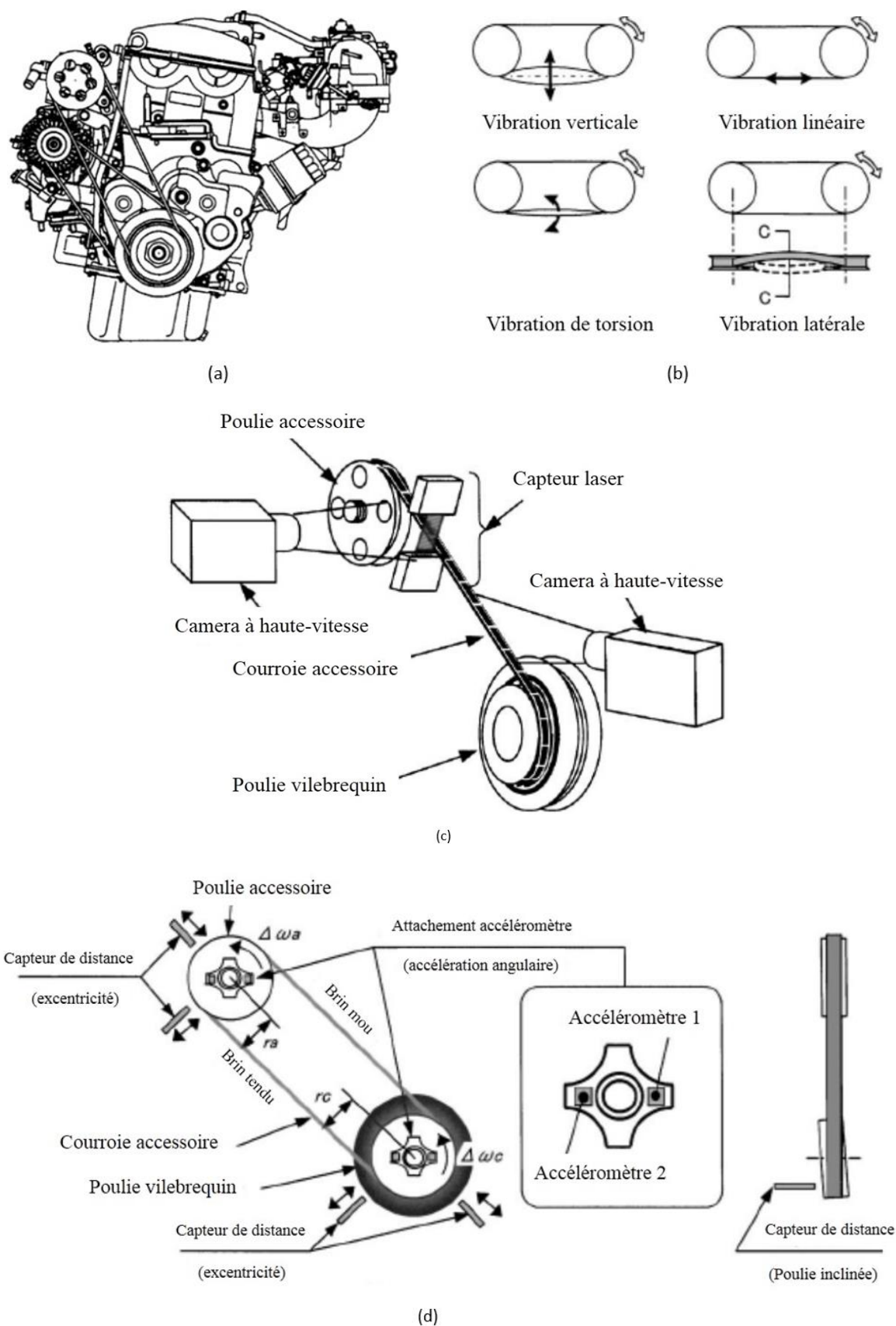
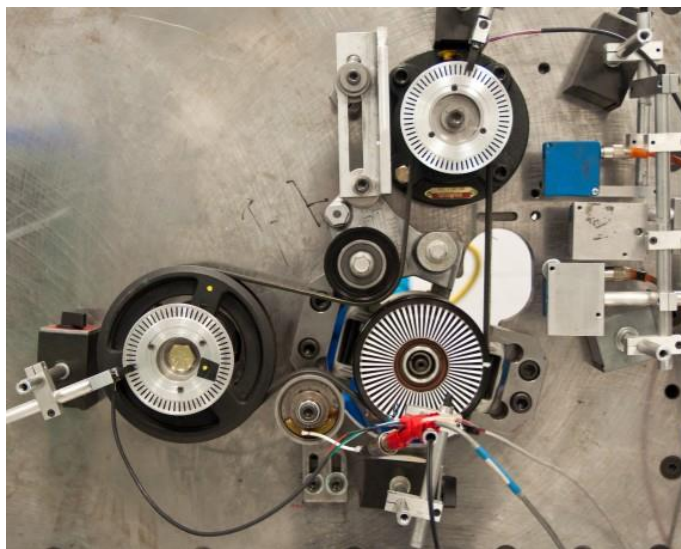


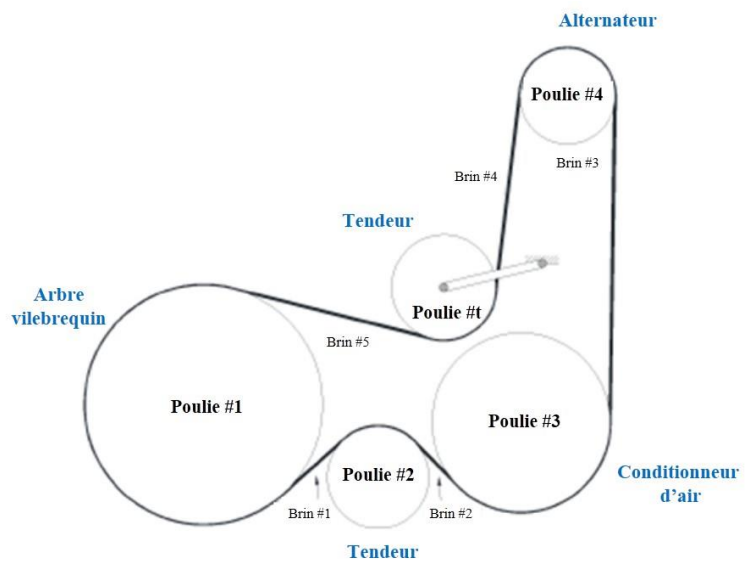
Fig. 9. Structure du banc d'essai de transmission par courroie (a), méthodes de mesure du mouvement de la courroie accessoire en utilisant une caméra à haute-vitesse et un capteur laser (b), méthodes de mesure de la fluctuation au niveau de la courroie accessoire (c) et modes vibratoires de la courroie (d) [47].

4 RIGIDITÉ DE FLEXION DE LA COURROIE ENGENDRANT LES VARIATIONS DE TENSION ET LES VIBRATIONS

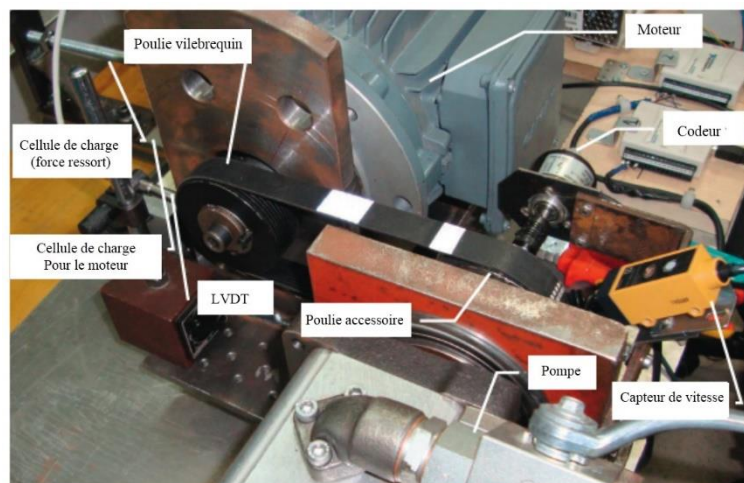
Parallèlement à l'approche présentée dans la section 3, d'autres travaux scientifiques se sont penchés sur l'aspect vibratoire dans les transmissions par courroies. C'est Mote et Barakat [61] qui ont en premier attiré sur l'importance d'intégrer la rigidité de flexion dans l'équation du mouvement. Ainsi, les excentricités de support engendreraient des changements périodiques de la tension de courroie d'après Mote [61]. Il a résolu l'équation du mouvement par des méthodes numériques de type Galerkin, le but étant d'estimer les fréquences fondamentales. Dans la même période, un modèle théorique qui inclue l'effet de la tension dynamique et la rigidité de courroie a été proposé par Firbank [6]. C'est également une extension de l'équation de glissement réadaptée à la poulie entraînée. Simpson [62], en prenant en compte de la rigidité axiale, a pu appliquer le principe d'Hamilton en vue de calculer l'équation du mouvement d'une poutre en translation. Il a ainsi étudié l'action de la vitesse axiale sur la fréquence et la forme de mode. Plus tard, Wang et Mote [63] ont montré quant à eux que la rigidité de flexion de la courroie et l'état d'équilibre étaient deux paramètres indispensables pour une prédiction fiable des caractéristiques vibratoires d'un système. Dans le même esprit, les analyses théorique et expérimentale des fréquences naturelles, dans le modèle de Hawker [30], ont donné des résultats très proches dès lors que l'on incorpore les effets de la rigidité de la courroie et l'inertie des poulies sur la tension de courroie. Il a travaillé sur un système composé de deux à trois poulies, avec et sans bras tendeur automatique.



(a)



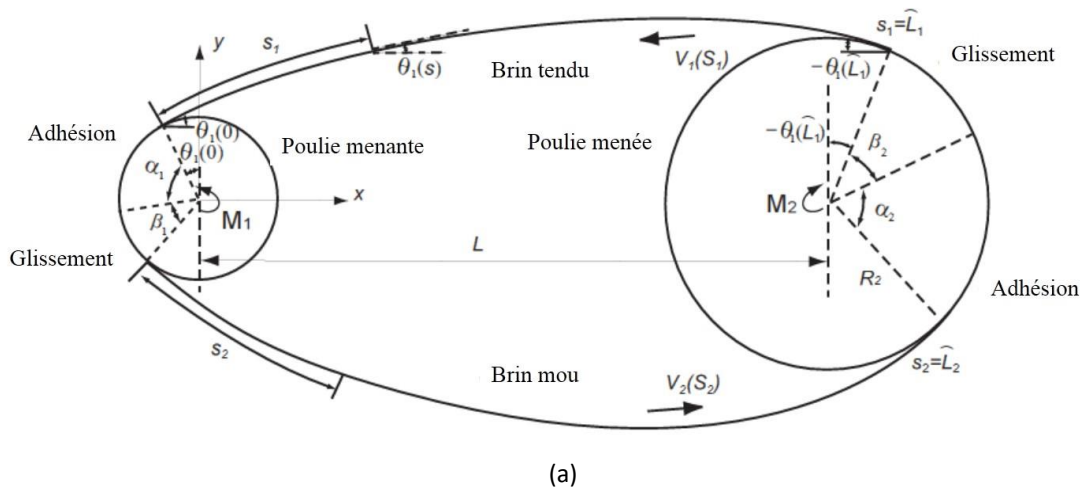
(b)



(c)

Fig. 10. Banc d'essai expérimental de Neudorf (a) [60] et son schéma du prototype (b). Banc d'essai expérimental de Balta [23] et instruments de mesure (c).

A l'aube des années 2000, de nouveaux modèles basés sur les éléments finis ont été proposés par Leamy et Wasfy [64]. Ces auteurs ont porté leur attention sur l'étude des forces normale et tangentielle, la tension des brins, l'angle d'enroulement, le glissement et les vibrations transversales de la courroie. Les travaux de Barker et al. [12] ont été élargis par Balaji et Mockensturm [65]. Leur nouvelle approche inclut un mécanisme d'embrayage servant à ajouter ou isoler les poulies accessoires à haute inertie. Cet embrayage découpleur/isolateur, atténuant l'impact des fluctuations de tension de la courroie sur les poulies, permet de n'observer que les vibrations longitudinales de la courroie. L'intégration numérique de l'équation du mouvement donne accès aux termes non-linéaires liées au bras tendeur automatique et à l'amortissement.



Symbole	Unité	Définition	Symbole	Unité	Définition
M_1	N.m	Couple de la poulie menante	β_1	deg	Angle de glissement entre la poulie menante et la courroie
M_2	N.m	Couple de la poulie menée	β_2	deg	Angle de glissement entre la poulie menée et la courroie
θ_1	rad	Rotation de la poulie menante	V_1	m/s	Vitesse axiale du brin tendu 1
θ_2	rad	Rotation de la poulie menée	V_2	m/s	Vitesse axiale du brin mou 2
R_1	m	Rayon de la poulie menante		m	Longueur de l'arc total de la courroie dans le brin tendu 1
R_2	m	Rayon de la poulie menée		m	Longueur de l'arc total de la courroie dans le brin mou 2
α_1	deg	Angle d'adhésion entre la poulie menante et la courroie	L	m	Distance entre les centres des poulies
α_2	deg	Angle d'adhésion entre la poulie menée et la courroie			

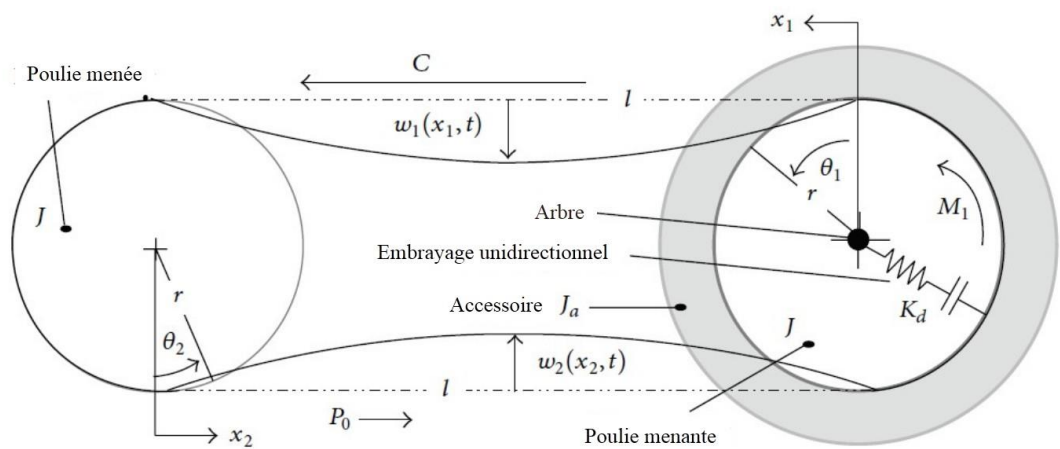
(b)

Fig. 11. Modélisation d'un système de transmission par courroie à deux poulies avec inclusion de la rigidité de flexion de la courroie (a) et définition des paramètres associés (b), d'après les travaux de de Kong et Parker [48], [66], [67].

Leur contribution conjointe en 2003, 2005 et 2006 a permis à Kong et Parker (Kong [49], Kong et Parker [48], [66], [67]) de résoudre une série d'équations non-linéaires par des techniques de conversion d'équations différentielles ordinaires, elles-mêmes préalablement reformulées pour des équations du mouvement définis dans les cas de problèmes à valeur limite standard (discrétisation spatiale). Leur système d'entraînement par courroie serpentine (voir modélisation à la figure 11) est composé d'un tendeur automatique et est un support pour examiner l'influence des fréquences naturelles du système et de la rigidité de flexion de la courroie sur les modes vibratoires transversaux des brins. L'intégration de la rigidité de flexion dans la modélisation a été possible en assimilant la courroie telle une poutre mobile, à l'opposé de l'ensemble des travaux de recherche antérieurs qui la considéraient comme une corde mobile. Par conséquent, nous pouvons prédire les déviations en

équilibre des brins de même que la relation entre la rigidité de flexion et le couplage poulie/courroie. La déviation des brins et la tension de courroie augmentent avec la rigidité de flexion (Kong et Parker [66]). Ce constat est plus marqué pour des brins courts ou faiblement tendus et les courroies épaisses. Ce résultat a ensuite été confirmé par Dufva et al [68].

Par la simulation et l'expérimentation, Cepen en co-auteur avec Boltezar [69] puis Manin [70], a vulgarisé un modèle original à éléments finis en conditions stationnaires. Leur étude s'intéresse à l'effet de nombreux paramètres sur le système de transmission par courroie visible sur les figures 13 (a) et (b): force de contact, vitesse tangentielle, coefficient de friction, amortissement, rigidités longitudinale et transversale de la courroie striée. La vitesse angulaire est relevée aux poulies vilebrequin et accessoire avec des codeurs optiques. Les charges au niveau des poulies sont quant à elles mesurées grâce à un transducteur. Un capteur laser de déplacement permet d'en déduire le signal temporel de l'excitation d'un brin de courroie et le spectre associé exhibé à la figure 13 (c). Les trois premières fréquences naturelles de la courroie sont observables et nous pouvons remarquer qu'elles dépendent grandement de la tension initiale. Une autre procédure expérimentale (Cepen et Boltezar [71]) a été développée par ces mêmes auteurs. Ils ont amélioré le précédent calcul des paramètres de rigidité (de flexion, longitudinale et transversale) et déduit les pertes de vitesses de la courroie par la mesure des vibrations longitudinales des brins tendu et mou à partir des capteurs de déplacement. Les résultats expérimentaux n'ont pas concordé avec ceux de la théorie de friction, cela pouvant provenir de la négligence des déformations radiale et tangentielle de la courroie.



(a)

Symbole	Unité	Définition	Symbole	Unité	Définition
M_1	N.m	Précharge entre l'arbre accessoire et la poulie menée	w_1	m	Déplacement de la vibration transversale du brin de courroie 1 à x_1 et au temps t
J	kg.m ²	Moment d'inertie en rotation des poulies menante et menée	w_2	m	Déplacement de la vibration transversale du brin de courroie 2 à x_2 et au temps t
J_a	kg.m ²	Moment d'inertie en rotation de l'accessoire	K_d	N.m	Rigidité de torsion du ressort d'accouplement
θ_1	rad	Rotation de la poulie menante	C	m/s	Vitesse axiale de la courroie
θ_2	rad	Rotation de la poulie menée	P_0	N	Tension statique axiale initiale
θ_a	rad	Déplacement angulaire de l'accessoire	l	m	Longueur des brins
r	m	Rayon des poulies menante et menée			
x_1	m	Coordonnée axiale du brin de courroie 1			
x_2	m	Coordonnée axiale du brin de courroie 2			

(b)

Fig. 12. Représentation schématique d'un système dynamique de transmission par courroie à deux poulies couplé à un embrayage unidirectionnel (a) et définition des paramètres associés (b), d'après les travaux de de J. Ding et Hu [76].

A partir de la seconde loi de Newton, il a été démontré par H. Ding et al. [72] que la vibration transversale d'une poutre tendue en mouvement axial gouverne les équations du mouvement des brins de courroie en translation. Cette poutre en mouvement axial est excitée sous l'effet d'une force harmonique dans le temps et uniforme dans l'espace. Dans un second temps, son travail de recherche complémentaire avec Zu (H. Ding et Zu [73]) est la simulation d'un modèle de transmissions à deux poulies (vilebrequin et accessoire), avec et sans système d'embrayage. Les brins de courroie en translation y sont intégrés sous forme de cordes en mouvement axial. L'embrayage diminue considérablement les amplitudes des résonances non-linéaires dans la zone de contact poulie/courroie, mais les résultats portant sur la rigidité de flexion sont non concluants quant à son action sur le comportement dynamique du système poulie/courroie avec accessoires. Pourtant, Andrea et al. [74] ont réussi par la suite à remarquer l'impact direct de la rigidité de flexion sur le comportement des brins et les vibrations de torsion des éléments tournants. Dans une autre collaboration avec Li (H. Ding et Li [75]), H. Ding a étudié la réponse non-linéaire d'un système poulie/courroie excité par le mouvement périodique d'un arbre vilebrequin. Dans les cas réels d'usage, les systèmes de transmission par courroies sont régulièrement soumis à de nombreuses et diverses sources d'excitation bien que les auteurs aient généralement préféré ignorer l'effet du couplage de ces sources sur la vibration non-linéaire du système de poulie/courroie.

Récemment, J. Ding et Hu [76] ont utilisé un embrayage unidirectionnel (figure 12) du côté de la poulie vilebrequin pour entraîner via une courroie une poulie accessoire. Pour la première fois, les brins sont assimilés comme une poutre viscoélastique en mouvement axial, par la prise en compte de la rigidité de flexion de la courroie en translation. Le couplage entre les mouvements en rotation des poulies, les vibrations transversales des brins en translation et la tension dynamique de la courroie sont incorporées dans un modèle discret-continu par morceaux non-linéaires. Ils ont examiné les caractéristiques des vibrations libres, les conditions de stabilité du système dynamique et déterminé par une résolution itérative les équilibres non-triviaux de la courroie. Une méthode de Galerkin à ordre élevé et des méthodes en quadrature (différentielles et intégrales) sont étudiées pour obtenir les fréquences naturelles du système. Leurs conclusions révèlent que les cinq premières fréquences naturelles du système dynamique et les solutions d'équilibre non-triviales des brins sont très sensibles à la rigidité de flexion. De plus, la tension statique initiale, le module de Young et l'épaisseur de la courroie participent grandement à augmenter des cinq premières fréquences naturelles du système.

Concomitamment, H. Ding et Zu [77] ont mené un travail d'analyse en régime stationnaire portant sur les réponses périodiques d'un système poulie-courroie relié à un embrayage unidirectionnel, prolongeant ainsi l'apport scientifique précédent de J. Ding et Hu [76]. Une discrétisation temporelle des équations différentielles ordinaires du 2^e ordre par morceaux non-linéaires est appliquée grâce à l'algorithme Runge-Kutta à quatre termes. Les représentations temporelle et fréquentielle des réponses dynamiques des poulies (vilebrequin et accessoire) et des brins de courroie sont calculées numériquement. Dans le cas de figure où la fréquence d'excitation se rapproche des fréquences naturelles de la poulie entraînée (ou de deux fois les fréquences naturelles des brins de courroie), la résonance se produit. Ce phénomène se propage dans toutes les parties du système, en présence ou non d'embrayage unidirectionnel: c'est le phénomène de couplage des vibrations du système. Néanmoins, insérer un embrayage unidirectionnel augmente la stabilité globale du système par la diminution notable des résonances des brins de courroie (non-linéarités) et de celles des poulies (entraînante et entraînée). La résonance des brins de courroie devient plus forte pour un plus petit moment d'inertie de la section transversale de courroie, ce qui permet de conclure que l'aspect de la section transversale de la courroie affecte significativement les réponses dynamiques. Enfin, charger initialement la poulie accessoire avant de faire fonctionner la transmission modifie les réponses du système à l'état d'équilibre, lorsque celui-ci est couplé à un embrayage.

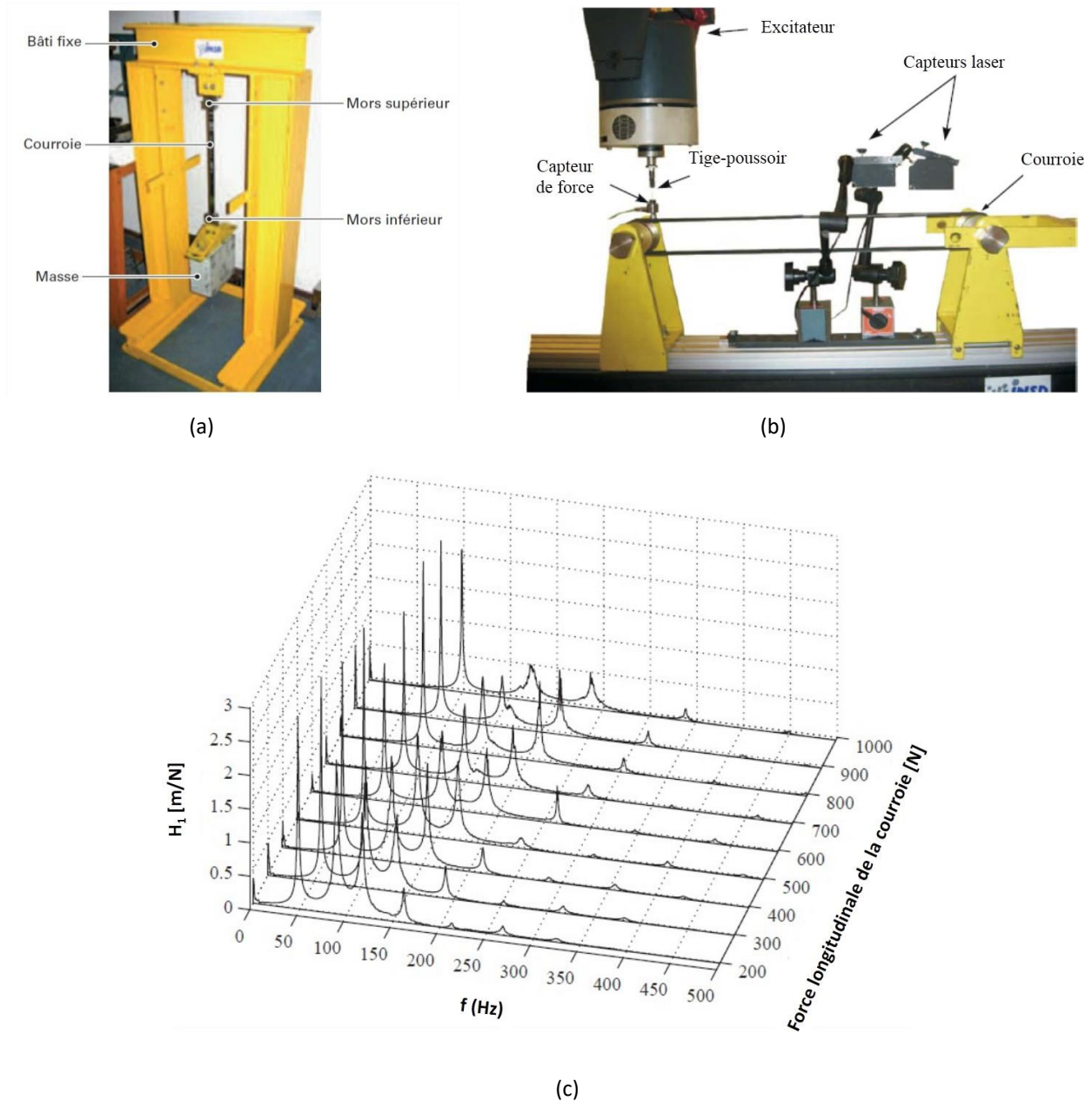


Fig. 13. Bancs d'essai de mesure d'identification de l'amortissement dans la direction transversale (a), de la rigidité et de l'amortissement (b) et détermination de la tension à partir de la transformée de Fourier des signaux temporels du laser résultant de l'excitation du brin de courroie (c) [70].

5 CONCLUSION

L'étude théorique a apporté sa pierre à l'édifice dans la compréhension des mécanismes qui existent dans les entraînements par courroie. Certains auteurs ont également utilisé une approche expérimentale basée sur l'interprétation de résultats obtenus sur bancs d'essai, en vue de valider ou apprendre davantage sur le comportement réel des systèmes de transmissions par courroies. Les derniers résultats [78] laissent penser que la rigidité de la flexion de la courroie contribue à exciter et créer des fluctuations de vitesse au niveau de l'arbre vilebrequin. Cette fluctuation est responsable à son tour des différents modes vibratoires dont est sujette la courroie.

REFERENCES

- [1] Springfield. (s. d.), «Energy loss and efficiency of power transmission belts», *Advanced Engineering Research*, Belt Technical Center, Springfield, Missouri.
- [2] Manin L., Michon G., Remond D., Dufour R., «From transmission error measurement to pulley-belt slip determination in serpentine belt drives influence of tensioner and belt characteristics», *Mechanism and Machine Theory*, vol. 44 (4), pp. 813821, 2009.
- [3] Euler L., «Remarques sur l'effet du frottement dans l'équilibre», *Mém. Acad. Sci.*, pp. 265-278, 1762.
- [4] Reynolds O., «On the efficiency of belts or straps as communicators of work», *Engineering*, vol. 38, pp. 396, 1874b.
- [5] Reynolds O., «Creep theory of belt drive mechanics», *Engineer*, vol. 28, pp. 396397, 1874a.
- [6] Firbank T., «Mechanics of the belt drive», *International Journal of Mechanical Sciences*, vol. 12 (12), pp. 10531063, 1970.
- [7] Johnson K. L., «Contact mechanics», *C. U. Press*, Ed., London, 1985.
- [8] Childs T., Cowburn D., «Power transmission losses in v-belt drives, part 1 mismatched belt and pulley groove wedge angle effects», *Proc. Inst. Mech. Eng. D J. Automob. Eng*, vol. 201, pp. 3340., 1987a.
- [9] Childs T., Cowburn D., «Power transmission losses in v-belt drives, part 2 effects of small pulley radii», *Inst. mech. eng. d j. automob. eng.*, vol. 201, pp. 4153, 1987b.
- [10] Peeken H., Fischer F., «Experimental investigation of power loss and operating conditions of statically loaded belt drives», *International power transmission and gearing conference*, pp. 1524, Illinois, 1989.
- [11] Gerbert G., «On the flat belt slip», *Vehicule Tribology*, vol. Tribology Series 16 Elsevier, pp. 333339, Amsterdam, 1991.
- [12] Barker C., Oliver L., Breig W., «Dynamic analysis of belt drive tension forces during rapid engine acceleration», *In International congress and exposition*, SAE, February 25 March 1, 1991.
- [13] De Almeida A., Greenberg S., «Technology assessment energy-efficient belt transmissions» *Energy and Buildings*, vol. 22 (3), pp. 245253, 1995.
- [14] Alciatore D. G., Traver A. E., «Multipulley belt drive mechanics creep theory vs shear theory», *Journal of Mechanical Design*, vol. 117, pp. 506-511, 1995.
- [15] Gerbert G., «Belt slip - a unified approach», *Journal of Mechanical Design*, vol. 118, pp. 432s438s, 1996.
- [16] Meckstroth R. J., «Accessory drive belt/pulley friction test», *SAE transactions*, vol. 107 (3), pp. 13001312, 1998.
- [17] Dalgarno K., Moore R., Day A., «Tangential slip noise of v-ribbed belts», *Inst. mech. eng. c j. mech. eng. sci.*, vol. 213, pp. 741749, 1999.
- [18] Gerbert G., Sorge F., «Full sliding adhesive-like contact of v-belts», *ASME Journal Mechanical Design*, vol. 124 (4), pp. 706 712, 2002.
- [19] Gerbert G., «Traction belt mechanics», *Chalmers University of Technology*, Goteborg, 1999.
- [20] Rubin M., «An exact solution for steady motion of an extensible belt in multipulley belt drive systems», *Journal of Mechanical Design*, vol. 122, pp. 311, 2000.
- [21] Manin L., Michon G., «Entraînement par courroies striées. architecture et dynamique globale», *Techniques de l'Ingénieur*, October 2009.
- [22] Manin L., Lorenzon C., Liang X., «Power losses prediction in poly-v belt transmissions application to front engine accessory drives», *International Gear Conference*, Lyon, August 2014.
- [23] Balta B., Sonmez F. O., Cengiz A., «Speed losses in v-ribbed belt drives», *Mechanism and Machine Theory*, vol. 86, pp. 114, 2015.
- [24] Sack R., «Transverse oscillations in travelling strings», *British Journal of Applied Physics*, vol. 5 (6), pp. 224, 1954.
- [25] Mahalingham S., «Transverse vibrations of power transmission chains», *British Journal of Applied Physics*, September, 1956.
- [26] Miranker W., «The wave equation in a medium in motion», *IBM Journal of Research and Development*, vol. 4 (1), pp. 3642, 1960.
- [27] Ulsoy A. G., Whitesell J. E., Hooven M. D., «Design of belt-tensioner system for dynamic stability», *ASME Journal of Vibration, Acoustics, Stress and Reliability in Design*, vol. 107, pp. 282290, 1985.
- [28] Gasper R., Hawker L., «Resonance frequency prediction of automotive serpentine belt drive systems by computer modeling», *Machinery Dynamics - Applications and Vibration Control Problems*, ASME, pp. 1316, september, 1989.
- [29] Wickert J. A., Mote C. D. J., «Classical vibration analysis of axially moving continua», *ASME Journal of Applied Mechanics*, vol. 57, pp. 738744, 1990.
- [30] Hawker L. E., «A vibration analysis of automotive serpentine accessory drive», Thèse de doctorat, *University of Windsor*, 1991.
- [31] Beikmann R. S., «Static and dynamic behavior of serpentine belt drive systems theory and experiments», Thèse de doctorat, *University of Michigan*, Ann Arbor, MI. SAE, Paper No. 790699, 1992.

- [32] Rim W., Kim K., «Identification of tension in a belt-driven system by analyzing flexural vibrations», *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 8 (2), pp. 199213, 1994.
- [33] Beikmann R., Perkins N., Ulsoy A., «Free vibration of serpentine belt drive systems», *Journal of Vibration and Acoustics ASME*, vol. 118 (3), pp. 406413, 1996a.
- [34] Beikmann R., Perkins N., Ulsoy A., «Nonlinear coupled vibration response of serpentine belt drive systems», *ASME Journal of Vibration and Acoustics*, vol. 118, pp. 567574, 1996b.
- [35] Zu J. W., «Static and dynamic analysis and software development of belt drive systems», June, 1996.
- [36] Yu D., «Mechanical performance of automotive v-ribbed belts», Thèse de doctorat, *Department of Mechanical Engineering*, The University of Leeds, UK, 1996.
- [37] Moon J., Wickert J., «Non-linear vibration of power transmission belts», *Journal of Sound and Vibration*, vol. 200 (4), pp. 419431, 1997.
- [38] Yu D., Childs T. H. C., Dalgarno K. W., «Experimental and finite element studies of the running of v-ribbed belts in pulley grooves», *Inst. mech. eng. c j. mech. eng. sci.*, vol. 212, pp. 343355, 1998.
- [39] Zhang L., Zu J. W., «Non-linear vibrations of viscoelastic belts, part i free vibration analysis», *Journal of Sound and Vibration*, vol. 216 (1), pp. 7591, 1998.
- [40] Pellicano F., Catellani G., Fregolent A., «Parametric instability of belts theory and experiments», *Computers and Structures*, vol. 82, pp. 8191, 2004.
- [41] Kim S., Lee J., «Analysis of the nonlinear vibration characteristics of a belt-driven system», *Journal of Sound and Vibration*, vol. 223 (5), pp. 723740, 1999.
- [42] Zhang L., Zu J. W., «Modal analysis of serpentine belt drive systems», *Journal of Sound and Vibration*, vol. 222 (2), pp. 259279, 1999.
- [43] Zhang L., Zu J. W., «One-to-one auto-parametric resonance in serpentine belt drive systems», *Journal of Sound and Vibration*, vol. 232 (4), pp. 783806, 2000.
- [44] Nouri M., Zu J., «Dynamic analysis and optimization of tensioner in automotive serpentine belt drive systems», *ASME design engineering technical conferences and computer and information in engineering conference.*, pp. 813820, September 29 - October 2, 2002.
- [45] Castellini P., «Vibration measurements by tracking laser doppler vibrometer on automotive components», *Shock and Vibration*, vol. 9, pp. 6789, 2002.
- [46] Castellini P., Mantanini R., «Automotive components vibration measurements by tracking laser doppler vibrometry advances in signal processing», *Measurement Science and Technology*, vol. 13, pp. 12661279, 2002.
- [47] Fuji A., Yonemoto S., Miyazaki K., Furumata S., Miyazawa H., «Analysis of the accessory belt lateral vibration in automotive engines», *Society of Automotive Engineers of Japan (jsae Review)*, vol. 23 (1), pp. 4147, January 2002.
- [48] Kong L., Parker R., «Equilibrium and belt-pulley vibration coupling in serpentine belt drives», *ASME Journal of Applied Mechanics*, vol. 70, pp. 739750, September 2003.
- [49] Kong L., «Coupled belt-pulley vibration in serpentine drives», Thèse de doctorat, Ohio State University, *ASME Journal of Applied Mechanics*, vol. 71, pp. 109119, 2003.
- [50] Parker R., Efficient eigensolution, «Dynamic response, and eigensensitivity of serpentine belt drives», *Journal of Sound and Vibration*, vol. 270, pp. 1538, 2004.
- [51] Zhu F., Parker R. G., «Influence of tensioner dry friction on the vibration of belt drives with belt bending stiffness», *ASME Journal of Vibration and Acoustics*, vol. 130, pp. 011002-1011002-9, 2008.
- [52] Michon G., Manin L., Parker R. G., Dufour R., «Duffing oscillator with parametric excitation: analytical and experimental investigation on a belt-pulley system», *Journal of Computational and Nonlinear Dynamics*, vol. 3 (3), pp. 031001, 2008.
- [53] Li X., Chen L., «Modal analysis of coupled vibration of belt drive systems», *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, vol. 29 (1), pp. 913, 2008.
- [54] Musselman M. W., «Improvement of belt tension monitoring in a belt-driven automated material handling system», Thèse de doctorat, *University of Texas*, August 2010.
- [55] Musselman M., Djurdjanovic D., «Improvement of belt tension monitoring in a belt-drive automated material handling system», *Advances in sustainable manufacturing Proceedings of the 8th global conference 135 on sustainable manufacturing*, 2011.
- [56] Musselman M., Djurdjanovic D., «Tension monitoring in a belt-driven automated material handling system», *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 5, pp. 6776, 2012.
- [57] Scurtu P. R., Clark M., Zu J. W., «Coupled longitudinal and transverse vibration of automotive belts under longitudinal excitations using analog equation method», *Journal of Vibration and Control*, vol. 18 (9), pp. 13361352, 2012.
- [58] Pietra L., Timpone F., «Tension in a flat belt transmission: experimental investigation», *Mech. Mach. Theory*, vol. 70, pp. 129156, 2013.

- [59] Senthilkumar R. R., Sooryaprakash K., «Industrial drive belt tensioning optimization», *International conference on current trends in engineering and technology*, iee-32107, icctet, isbn 978-1-4799-2585-8, iee catalogue number: cfp1300w-pod, pp. 304306, Coimbatore, India, 2013.
- [60] Neudorf T. J., «Non-contact measurement of dynamic belt span tension in automotive feed systems», Thèse de doctorat, *Department of Mechanical and Industrial Engineering, University Toronto*, 2013.
- [61] Mote C. D. J., «A study of band saw vibrations», *Journal of The Franklin Institute*, vol. 279, pp. 430444, 1965.
- [62] Simpson A., «Transverse modes and frequencies of beams translating between fixed end supports», *Journal Mechanical Engineering Science*, vol. 15 (3), pp. 159164, 1973.
- [63] Wang K. W., Mote C. D. J., «Vibration coupling analysis of band/wheel mechanical systems», *Journal of Sound and Vibration*, vol. 109 (2), pp. 237258, 1986.
- [64] Leamy M. J., Wasfy T., «Analysis of belt-drive mechanics using a creep-rate-dependent friction law», *Journal of Applied Mechanics*, vol. 69, pp. 763771, 2002.
- [65] Balaji R., Mockensturm E. M., «Dynamic analysis of a serpentine belt drive with a decoupler isolator», *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, pp. 291303, November 13, 2004.
- [66] Kong L., Parker R., «Steady mechanics of belt-pulley systems», *Journal of Applied Mechanics*, vol. 72, pp. 2534, January 2005.
- [67] Kong L., Parker R., «Mechanics and sliding friction in belt drives with pulley grooves», *Journal of Mechanical Design*, vol. 128, pp. 494, 2006.
- [68] Dufva K., Kerkkanen K., Maqueda L. G., Shabana A. A., «Nonlinear dynamics of three-dimensional belt drives using the finite-element method», *Nonlinear Dynamics*, vol. 48, pp. 449466, 2007.
- [69] Cepon G., Boltezar M., «Dynamics of a belt-drive system using a linear complementarity problem for the belt-pulley contact description», *Journal of Sound and Vibration*, vol. 319, pp. 10191035, 2009.
- [70] Cepon G., Manin L., Boltezar M., «Introduction of damping into the flexible multibody belt-drive model a numerical and experimental investigation», *J. Sound Vib.*, vol. 324, pp. 283296, 2009.
- [71] Cepon G., Boltezar M., «An advanced numerical model for dynamic simulations of automotive belt-drives», *SAE*, 2010-01-1409, 2010.
- [72] Ding H., Zhang L. Q., G. C. Chen, Yang S. P., «Forced vibrations of supercritically transporting viscoelastic beams», *Journal of Vibration and Acoustic*, vol. 134, no 051007, 2012.
- [73] Ding H., Zu J. W., «Effect of one-way clutch on the nonlinear vibration of belt-driven systems with a continuous belt model», *Journal of Sound and Vibration*, vol. 332 (24), pp. 64726487, 2013.
- [74] Andrea T., Enrico Z., Nicola A., «Modeling the flexural dynamic behavior of axially moving continua by using the finite element method», *Journal of Vibration and Acoustics*, vol. 136, p. 011012, 2014.
- [75] Ding H., Li D. P., «Static and dynamic behaviors of belt-drive dynamical systems with a one-way clutch», *Nonlinear Dynamics*, vol. 78 (2), pp. 15531575, 2014.
- [76] Ding J., Hu Q., «Equilibria and free vibration of a two-pulley belt-driven system with belt bending stiffness», *Mathematical Problem in Engineering*, vol. 2014, no 907627, October 2014.
- [77] Ding H., Zu J. W., «Steady-state responses of pulley-belt systems with a one-way clutch and belt bending stiffness», *Journal of Vibration and Acoustic*, vol. 136, no 041006, 2014.
- [78] Rotimbo Mbourou, D. R., «Contribution à la surveillance et au diagnostic de défauts dans les systèmes de transmission par courroie», Thèse de doctorat en Mécanique, *Université de Lyon et Université (France) des Sciences et Techniques de Masuku (Gabon)*, Français, 31 Octobre, 2016.

Les dispositifs d'appui et de financement destinés aux entrepreneurs: Etat des lieux

[Support and funding mechanisms for entrepreneur: Current statut]

Hayat QADECH¹, Said EL GANICH¹⁻², Abellah NOUIB²⁻³, Hanaa HACHIMI⁴, and Badia OULHADJ²

¹Research Laboratory in Economics and Management of Organizations, National School of Business and Management, Sultan Moulay Slimane University Béni Mellal, Morocco

²Strategy and Management of Organizations Laboratory, National School of Business and Management, Hassan 1st University Settat, Morocco

³Laboratory MIRA, Faculty of economics and management, Guelmim, Morocco

⁴Laboratory (LGS) at the ENSA of Kenitra, Morocco

Copyright © 2023 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: Given that entrepreneurial support constitutes an essential lever in all economic development policies, as it creates a conducive environment for entrepreneurship by providing entrepreneurs with necessary conditions, financing opportunities, and networking to develop their businesses, Morocco has launched several programs and mechanisms to support entrepreneurship. These initiatives aim to encourage and assist young individuals in starting businesses and to support existing enterprises in revitalizing or sustaining their activities. With this in mind, we deemed it important to examine the current state of various entrepreneurial support programs and mechanisms established by the Moroccan government for project initiators and existing businesses. To accomplish this, the structure of this paper begins by presenting the conceptual foundations of entrepreneurship, with special attention given to the concept of entrepreneurial support. Subsequently, we will present the results of an inventory of all entrepreneurship support programs and mechanisms, which we conducted through a thorough documentary review involving entrepreneurship stakeholders. This inventory compiles and categorizes these support initiatives implemented by Moroccan authorities since the early 2000s to foster the growth of its entrepreneurial ecosystem.

KEYWORDS: Entrepreneurial support, entrepreneurship, support mechanism, entrepreneurial program, funding.

RESUME: De part que l'accompagnement entrepreneurial constitue un levier incontournable dans toutes les politiques de développement économique, vue qu'il permet de créer un contexte favorable à l'entrepreneuriat, en mettant à la disposition de l'entrepreneur les conditions nécessaires, les opportunités de financement et de réseautage pour développer son activité, le Maroc a lancé, dans ce sens, plusieurs programmes et mécanismes d'appui à l'entrepreneuriat afin d'inciter et accompagner les jeunes à entreprendre ou de soutenir les entreprises pour relancer ou pérenniser leurs activités. Partant de là, nous avons jugé important de mener une réflexion sur l'état des lieux des différents programmes et mécanismes d'accompagnement entrepreneurial mis en place par l'Etat marocain au profit des porteurs de projets et aux entreprises déjà existantes. Pour ce faire, la structure adoptée dans ce papier consiste à présenter, dans un premier lieu les fondements conceptuels de l'entrepreneuriat, avec une attention particulière qui sera accordée aux notions d'accompagnement entrepreneurial. Ensuite, nous allons présenter les résultats d'un inventaire de l'ensemble des programmes et mécanismes d'appui à l'entrepreneuriat que nous avons mené via une revue documentaire approfondie auprès des acteurs de l'entrepreneuriat. Cet inventaire

regroupe et catégorise ces dispositifs d'appui mis en place par les pouvoirs marocains, depuis le début des années 2000 pour développer son écosystème entrepreneurial.

MOTS-CLEFS: Accompagnement entrepreneurial, entrepreneuriat, mécanisme d'appui, programme entrepreneurial, financement.

1 INTRODUCTION

Historiquement, les années 80 ont été marquées par une détérioration prononcée de l'économie marocaine, pour faire face à cette situation l'Etat s'est lancé en Septembre 1983 dans un Programme d'Ajustement Structurel (PAS) notamment avec l'appui de la Banque Mondiale et du Fonds Monétaire International. Certes plusieurs réformes ont vu le jour mais le taux de chômage qu'a connu la population active a été profondément aggravé, cette situation a laissé penser aux décideurs politiques et pouvoirs publics que l'entrepreneuriat reste une solution potentielle.

Dans ce sens le premier programme national d'appui à la création d'entreprises appelé « Crédit Jeune Promoteurs » a été lancé en 1987, ayant comme objet de dynamiser l'emploi en particulier et l'économie nationale en général. Toutefois, le bilan des réalisations de ce programme a démontré des résultats insatisfaisants, pour qu'il soit remplacé plus tard après vingt ans par le programme « Moukawalati » qui a vu le jour en 2006, mais également les résultats atteints sont grandement inférieurs à ceux escomptés. Cependant, malgré les efforts déployés par les pouvoirs publics, L'échec de ces deux grands programmes réside principalement dans le fait de considérer l'entrepreneuriat étant le remède classique pour réduire le taux de chômage, s'ajoute le manque de maturité de l'écosystème de l'accompagnement entrepreneurial couplée au problème de manque de communication sur les mécanismes et dispositifs d'appui, dans ce sens une enquête a été menée par Global Entrepreneurship Monitor 2018¹, montre que 97,7% des entrepreneurs questionnés ont déclaré qu'ils n'ont pas recouru à un service d'accompagnement entrepreneurial, par ce qu'ils méconnaissent ces services, parallèlement, 8 personnes sur 10 pensent que le fait de pouvoir bénéficier des services d'accompagnement favoriserait l'acte de création d'entreprise selon la même étude, ce qui montre que la visibilité autour des dispositifs de l'accompagnement entrepreneurial reste restreinte.

C'est dans cette optique s'inscrit l'objet de ce papier: d'une part présenter les résultats d'inventaire des programmes et mécanismes d'accompagnement entrepreneurial mis en place par l'Etat marocain au profit des porteurs de projets et des entreprises, et d'autre part accroître la visibilité autour de ces programmes auprès du grand public.

Ainsi la principale question de recherche à laquelle s'efforce de répondre cet article est la suivante: quels sont les différents programmes et mécanismes de l'accompagnement entrepreneurial mis en place par l'Etat marocain au profit des porteurs de projets et entrepreneurs ?

Pour répondre à cette question, notre démarche consiste à présenter, dans un premier lieu les fondements conceptuels de l'entrepreneuriat, avec une attention particulière qui sera accordée aux notions d'accompagnement entrepreneurial. Ensuite, nous allons présenter les résultats de l'inventaire de l'ensemble des programmes et mécanismes d'appui à l'entrepreneuriat que nous avons mené via une revue documentaire approfondie auprès des acteurs de l'entrepreneuriat. Ce qui nous a permis d'avoir une vue holistique sur les différents dispositifs et mécanismes d'appui entrepreneurial au Maroc.

2 L'ENTREPRENEURIAT: UN CHAMP D'ÉTUDE TRÈS VASTE

L'entrepreneuriat est un phénomène qui se caractérise par la complexité et la diversité, pour qu'il soit limité à une définition précise.

L'académie de l'entrepreneuriat² affirme qu'« à ce jour, on ne peut pas augurer d'un prochain consensus s'agissant d'une définition de l'entrepreneuriat (comme on ne peut croire en une définition de la firme, ou bien d'autres objets ou champs de recherche, quelle que soit la discipline d'ailleurs). La complexité du phénomène entrepreneurial et la diversité de ses

¹ Rapport « La dynamique entrepreneuriale au Maroc en 2018 » Global Entrepreneurship Monitor, GEM 2018

² L'Académie de l'Entrepreneuriat est une association dont l'objectif est de promouvoir l'entrepreneuriat au sein du système éducatif et de la formation continue. Elle regroupe des enseignants et des chercheurs d'univers différents : universités, écoles de commerce et d'ingénieur, IUT, cette association se place sous l'égide de la loi du 1er juillet 1901 de la législation française

manifestations expliquent sans doute que toute définition réduit, voire ampute, l'appréhension des formes qu'il revêt ». En effet, plusieurs travaux de recherches ont étudié le phénomène entrepreneurial et apporté des conclusions dans ce sens. Notre objectif, dans cette partie théorique, est de faire le point brièvement sur le cadre théorique de l'entrepreneuriat, et particulièrement sur le processus d'accompagnement entrepreneurial.

2.1 L'ENTREPRENEURIAT: CONCEPTS ET APPROCHES

Les principales conceptualisations existantes ont apprécié l'entrepreneuriat comme étant la forme d'une nouvelle production de biens/services avec la création d'une organisation/structure mais peut correspondre également à de nouvelles initiatives d'affaires initialement conçues et ensuite développées [1]. D'autres chercheurs ont décrit l'entrepreneuriat comme un processus innovant impliquant une part de gestion de risque liée à la capacité d'anticiper l'avenir et de faire face aux situations difficiles [2].

Au fil des années, Les recherches en entrepreneuriat ont émergé trois grandes approches: approche descriptive ou approche par les traits de personnalité de l'entrepreneur, l'approche comportementale met l'accent sur ce qui fait l'entrepreneur et la troisième approche qui est l'approche processuelle, répond à la question « comment ? » [3].

2.1.1 APPROCHE DESCRIPTIVE

Elle s'intéresse à l'entrepreneur en tant que personne. Elle consiste à repérer les traits de personnalité et les caractéristiques qui définissent la personnalité de l'entrepreneur [4]. Cette approche considère que l'entrepreneur possède des traits de personnalité, des attributs personnels et un système de valeurs qui le prédispose à une activité entrepreneuriale [5]. Plusieurs recherches ont donné un intérêt particulier au profil « type » de l'entrepreneur, en étudiant son comportement psychologique. Selon (Basso, 2006) [6], « L'approche par les traits de personnalité a essayé d'établir le profil psychologique typique de l'entrepreneur, en partant du principe que les personnes qui possèdent les mêmes caractéristiques que les entrepreneurs auront une tendance supérieure ou un potentiel à agir de manière entrepreneuriale, ce dont seront dépourvues les personnes qui ne possèdent pas ces caractéristiques. Les chercheurs ont donc procédé par la recherche de déterminants du comportement (besoins, attitudes, croyances et valeurs spécifiques) ».

Parmi les principaux traits de personnalité relevés par la littérature, on distingue: le goût de risque, le besoin d'accomplissement, le besoin de pouvoir, la créativité, l'innovation, le besoin d'indépendance et d'autonomie [7], [8], [9].

En effet, il est impossible de définir un profil type de l'entrepreneur. D'où, on ne peut pas parler d'un entrepreneur typique [10]. Toute typologie qui distingue les entrepreneurs à partir des traits de personnalité reste limitée [11]. De même, Gartner (1988) [12] a proposé de se focaliser sur ce que fait l'entrepreneur (approche par les faits) et non ce qu'il est (approche par les traits). On remplace alors la question « qui est l'entrepreneur ? » Par la question « que fait l'entrepreneur ? ».

2.1.2 APPROCHE COMPORTEMENTALE

Selon (Schmitt, 2008) [13] « *l'entrepreneur se forme graduellement influencé d'abord affectivement par sa famille, ensuite symboliquement par le milieu du travail et ses modèles entrepreneuriaux, et enfin sociologiquement par son implication graduelle dans un milieu, son enracinement et son intégration dans ce dernier* », autrement dit, de surcroît les traits de personnalité et le caractère psychologique de l'entrepreneur s'ajoute les variables environnementales: « *L'approche comportementale est donc intéressante en ce qu'elle se préoccupe des comportements de l'entrepreneur dans l'exercice de son activité, lesquels s'inscrivent dans un environnement culturel, social, économique et politique* » [14].

En résumé, cette approche définit l'entrepreneur par ce qu'il fait, par les actions et les comportements qu'il engage tout au long du processus de création d'entreprise plutôt que par ses traits de personnalité (Chandler et Jansen, 1992). Elle suggère que les compétences cumulatives par un processus d'apprentissage dynamique et évolutif sont constituées les meilleurs prédicteurs de la performance des entrepreneurs [15].

Néanmoins, dans les années 1990, les recherches ont pris une nouvelle orientation pour étudier le phénomène entrepreneurial, qui n'est plus centré sur les caractéristiques psychologiques et les traits de personnalité des entrepreneurs (approche descriptive) ou à des comportements (approche comportementale), mais il a changé d'orientation pour s'intéresser désormais à l'approche processuelle entrepreneuriale.

2.1.2.1 APPROCHE PROCESSUELLE

La notion du processus entrepreneurial modélise une vision plus global de l'entrepreneuriat du fait qu'elle prend en considération toutes les dimensions pour expliquer la dynamique favorisant la structuration, la maturation et la réalisation d'un projet de création d'entreprise: « *Si l'approche descriptive cherche à comprendre le rôle de l'entrepreneur dans l'économie et la société, si l'approche comportementale explique les actes et les comportements des entrepreneurs en les situant dans leurs contextes spécifiques, la démarche processuelle a pour objet d'analyser dans une perspective temporelle et contingente, les variables personnelles et environnementales qui favorisent ou inhibent l'esprit d'entreprise, les actes et les comportements entrepreneuriaux* » [16]. Et pour Shane et Venkatraman (2000) [17], le processus entrepreneurial est constitué de trois phases fondamentales:

- **L'existence ou l'apparition de l'opportunité:** Shane et Venkatraman (2000) considèrent que « *les opportunités sont « des phénomènes objectifs » dont l'existence est indépendante de leur découverte par l'entrepreneur.*- **L'identification de l'opportunité:** suppose que l'entrepreneur doit avoir la capacité et l'habilité de percevoir cette opportunité, « *Si les opportunités sont apparentes à tous les individus en même temps, seuls ceux détenant des informations prioritaires et les capacités cognitives nécessaires arrivent à la reconnaître* » [18]
- **L'exploitation de l'opportunité:** c'est l'étape de création d'entreprise et la mise en place des moyens et ressources nécessaires pour le démarrage.

2.2 L'ACCOMPAGNEMENT ENTREPRENEURIAL AU SERVICE DE DÉVELOPPEMENT DE L'ENTREPRENEURIAT

2.2.1 NOTION DE L'ACCOMPAGNEMENT ENTREPRENEURIAL

Pour Labex Entreprendre Montpellier ³ (2014), « *L'accompagnement entrepreneurial est un processus organisé par une tierce partie, s'inscrivant dans la durée et permettant à un (ou des) porteur (s) de projet ou un (ou des) entrepreneur (s) de bénéficier d'une dynamique d'apprentissage (Formation, Conseil,...), d'un accès à des ressources (financières, informationnelles,...), d'une mise en réseau, de services, (administratifs, hébergement,...) et d'une aide à la décision (coaching, mentorat,...)* ».



Fig. 1. Les fonctions du processus d'accompagnement entrepreneurial [19].

Etant donné que la finalité de l'accompagnement entrepreneurial est la création d'un environnement propice à l'émergence et la réussite des projets entrepreneuriaux, néanmoins cet accompagnement reste lié à la qualité des interactions entre ces cinq fonctions.

Pour Meal Paul (2004) [20], l'accompagnement entrepreneurial n'est qu'une « *posture professionnelle spécifique qui s'articule autour de trois registres (Conduire, Guider, Escorter). Ces trois registres centrés sur la relation entre accompagnant et accompagner correspondent aux champs sémantiques du verbe accompagner et peuvent être rattachés à la tradition philosophique grecque* » (Fig.2.)

³ Labex Entreprendre de l'Université de Montpellier est un acteur engagé de l'écosystème entrepreneurial en France, regroupant plus de 200 chercheurs dans le domaine de l'entrepreneuriat.

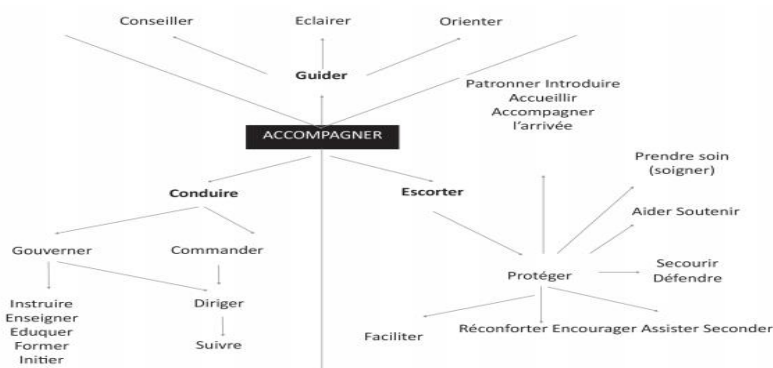


Fig. 2. Champ sémantique d'accompagner [21]

Selon (Paul, 2004,) Ces trois postures complémentaires peuvent se définir comme suit:

- **Conduire**: accompagner (quelqu'un) quelque part; cette définition renvoie à la question initiatique et peut être rattachée à l'Odyssée d'Homère. Le symbole du voyage favorise une confrontation à l'autre et à l'ailleurs. La relation peut être horizontale et/ou verticale dans la mesure où elle fait référence aux Anciens et aux Pairs. Le rôle de l'accompagnant est de « *placer devant une relation « tout autre » provoquant une décrochage symbolique* ».
- **Guider**: accompagner (quelqu'un) en montrant le chemin, en veillant à la marche; cette conception se rattache à la maïeutique de Socrate. L'objectif est de révéler la vérité par un dialogue basé sur le questionnement. L'accompagnement vise à « *mettre en contact avec l'intériorité* ».
- **Escorter**: accompagner pour guider, surveiller, protéger (ou honorer) en protégeant la marche; cette posture est associée à Hippocrate et vise à appréhender les caractéristiques d'un modèle thérapeutique (...). Le rôle de l'accompagnant est de « *soutenir, aider (ne pas se substituer)* ».

Les formes d'accompagnement sont multiples et variées d'un point de vue terminologique, nous devons à Maela Paul (2004). L'une des contributions capitales dans la détermination de ces formes, qui ont été regroupées en huit principales formes d'accompagnement notamment:



Fig. 3. Formes d'accompagnement entrepreneurial [22]

- **Le Coaching**: est un accompagnement individuel ponctuel qui s'adresse aux entrepreneurs qui sont en phase de démarrage ou en développement; il répond à un besoin particulier d'acquisition, de développement et d'amélioration des compétences requises pour gérer l'entreprise [23]. Le coach dispose du savoir-faire nécessaire dans un domaine précis pour orienter l'entrepreneur.
- **Le Counseling**: pour Paul (2004) il s'agit d'un « *accompagnement psychologique, éducatif et social, à l'occasion d'une difficulté situationnelle, d'un malaise existentiel ou d'une menace d'exclusion* » en effet c'est une forme d'accompagnement qui peut aider à résoudre les difficultés sociales ou psychologiques rencontrées.
- **Le Conseil**: est une forme d'accompagnement tournée vers l'aide à la décision [24], Le consultant vient pour aider l'entrepreneur à trouver des solutions et agir face à une situation délicate. A titre de comparaison entre le coach et le consultant: le premier intervient pour montrer aux entrepreneurs comment agir pour devenir par la suite autonome, alors que le deuxième agit à la place de l'entrepreneur.
- **Le Tutorat**: est une forme d'accompagnement qui associe deux fonctions: la première d'ordre académique et technique (formation, savoir-faire), la seconde concerne la socialisation (créer une identité professionnelle), « *le tutorat se situe aujourd'hui dans le champ de l'"escorte", impliquant protection et surveillance* » [25].

- **Le Mentorat:** basé sur une relation d'aide et d'apprentissage, dont le mentor fait bénéficier de l'expérience d'un aîné à un novice. « *Le mentor est chargé de l'introduire ou de l'accueillir dans de nouveaux cercles, de l'orienter dans ses projets, tout en veillant à sa sécurité. Il développe une figure paternaliste qui s'apparente à celle d'un directeur de conscience, d'un maître spirituel ou d'un pédagogue, d'un modèle* » [26].
- **La Médiation sociale:** entremise qui a pour objet de résoudre des problèmes ou des litiges pour mettre d'accord, concilier ou réconcilier des parties, par un tiers impartial et indépendant qui joue le rôle d'un médiateur qui aide à améliorer une relation ou de régler un conflit.
- **Le Compagnonnage:** est un mode d'accompagnement traditionnel qui se base sur la transmission des connaissances et de pratiques d'un métier ou d'une profession par un maître à un novice, en effet ces pratiques permettent un transfert des valeurs culturelles et solidaires entre les générations.
- **Le Parrainage:** est une forme d'accompagnement qui permet aux entrepreneurs/repreneurs de profiter de l'expérience, du soutien et du réseau du parrain durant les premières années de développement de son entreprise. Pour Paul (2004) le parrainage est proche du mentorat mais il s'en distingue car le parrainage s'inscrit dans un dispositif d'insertion.

2.2.1.1 DIVERSITE DES STRUCTURES D'APPUI À L'ACCOMPAGNEMENT ENTREPRENEURIAL

Une structure d'accompagnement est une organisation qui propose un accompagnement entrepreneurial (soutien à la création d'entreprises) managérial (soutien administratif, accès aux ressources), des services (accès aux réseaux) et éventuellement un hébergement (des espaces de bureau) [27].

Dans la littérature anglo-saxonne, on distingue trois types de structure d'appui à l'accompagnement: les accélérateurs et les incubateurs qui effectuent leurs missions dans un délai déterminé, ensuite les espaces de coworking dont la mission est d'assurer l'hébergement et les services administratifs.

Pour le contexte francophone, on trouve: les couveuses qui permettent de tester le projet d'avance, pour limiter les éventuels risques, les incubateurs qui interviennent dans la phase ante création et les pépinières en phase post création des projets, par la suite les entreprises peuvent intégrer les Hôtels d'entreprises qui proposent des solutions d'hébergement de ces entreprises via une plateforme de bureaux et d'ateliers.

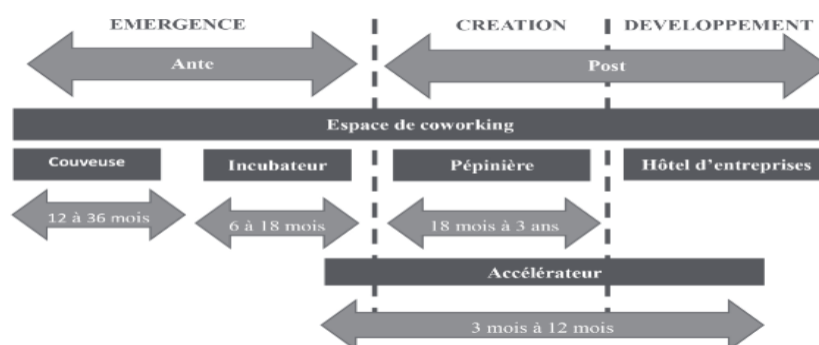


Fig. 4. Structures d'accompagnement entrepreneurial selon la temporalité [28].

3 ETAT DES LIEUX DES DISPOSITIFS ET MÉCANISMES D'APPUI AU MAROC

Les résultats de notre revue documentaire qu'on a mené auprès de quelques acteurs du domaine de l'entrepreneuriat, nous a poussé à adopter l'architecture du travail suivante: recensement de plus de soixante-dix dispositifs d'appui à l'entrepreneuriat lancés depuis les années 2000, puis leurs classifications selon catégorisation: Pour la catégorisation financière, on a procédé à un listing des programmes lancés dans ce cadre, notamment les subventions de l'Etat, les offres de prêts, les offres de garantie et, celle de prise de participation au capital, et pour la catégorisation non financière, elle a été consacrée pour présenter les différents mécanismes d'incitations fiscales, de facilitation douanières, foncières et d'accès à la commande publique:

Tableau 1. Classification des offres d'accompagnement entrepreneurial proposées par les pouvoirs publics marocains [29].

Catégorie de l'accompagnement entrepreneurial	Nature de l'offre	Notions
Financier	Subventions de l'Etat	Aide financière accordée par l'Etat sans remboursement.
	Prêts	Des fonds conditionnés, à la disposition d'un bénéficiaire, sans en exiger le remboursement immédiat.
	Garanties	Type de financement étatique qui a pour but de partager les risques avec la banque.
	Prise de participation au capital	Mode de financement consiste à apporter des fonds pour entrer dans le capital d'une société nécessitant un capital de départ plus important que la somme que le créateur est en mesure d'apport.
Non financier	Facilitations foncière	Facilités accordées aux investisseurs pour utiliser ou louer les terrains de l'Etat.
	Incitations fiscales	Réduction du paiement de certains impôts.
	Facilitations douanières	Mécanismes mis en place par l'Etat pour simplifier des procédures douanières aux entrepreneurs.
	Facilitation d'accès à la Commande publique	Conditions légales favorisant l'accès à l'achat public par les entreprises nationales.

A noter que les offres présentées ne se veulent pas exhaustives et définitives, mais elles constituent un vivier de l'essentiel des programmes et mécanismes d'appui entrepreneurial au Maroc

Tableau 2. Dispositifs et mécanismes d'appui au Maroc

Catégorie	Nature de l'offre	L'Offre	Descriptif
Financier	Subvention de l'Etat	INNOV IDEA	Objet: Financer la preuve de concept/business model Eligibilité: Porteur de projet innovant ou Start-up innovante Financement: Subvention plafonnée à hauteur de 100.000DH par porteur de projet et de 200.000DH en cas d'entreprise constituée par plusieurs associés.
		MDM INVEST	Objet: Don accordé aux projets de création ou d'extension d'entreprises promues au Maroc, directement par un MRE. Eligibilité: Marocains résidant à l'étranger ou Marocains ayant résidé à l'étranger ayant effectué un retour définitif. Financement: financement de 10% du montant de la quote-part des MRE dans le projet sous forme d'une contribution non remboursable avec un plafond de 5 MD
		ISTITMAR TPE	Objet: Une prime à l'investissement est accordée aux TPE ayant un Projet d'investissement à fort impact. Eligibilité: Entreprises existantes ou en amorçage opérant dans l'industrie dont le chiffre d'affaires annuel inférieur à 10 MDH. Financement: une prime accordée de 30% du montant total de l'investissement avec un plafond de 2 MDH.
		ISTITMAR PME	Objet: Une prime à l'investissement est accordée aux PME ayant un Projet d'investissement à fort impact. Eligibilité: Entreprises existantes ou en amorçage opérant dans l'industrie avec le chiffre d'affaires annuel entre 10 et 200 MDH Financement: une prime accordée de 20% du montant total de l'investissement, avec un plafond de 10 MDH.

		MOUWAKABA	Objet: accompagner les entreprises pour améliorer leur compétitivité Eligibilité: TE Financement: Accompagnement au profit des TPME à travers 3 offres: assistance technique, développement numérique et codéveloppement
		ACCOMPAGNEMENT ENTREPRENEURIAL ET METIER	Objet: accompagner les initiatives de soutien aux entrepreneurs Eligibilité: Porteurs de projets et Auto-Entrepreneurs Financement: Prise en charge totale des frais de sensibilisation, d'accompagnement et d'accès au marché et financement partiel des prestations de service et acquisition de pack TI liés aux projets TIC.
		PME LOGIS	Objet: Accompagnement technique et financier en vue d'une mise à niveau logistique des PME Eligibilité: PME Financement: réaliser un appui technique en matière de formation, digitalisation, certification et bonnes pratiques
		TATWIR CROISSANCE VERTE	Objet: Soutien à l'investissement projet de développement durable à déployer durant les 3 années du lancement du programme Eligibilité: PME Financement: prime d'investissement de 30 % pour l'appui au financement des investissements technologiques
		SOUTIEN A LA DYNAMIQUE DES CLUSTERS MAROCAIN	Objet: Favoriser l'émergence et la mise en place des clusters Eligibilité: Clusters Financement: Prime de 2 MDH par an pour la prise en charge des frais de fonctionnement du Cluster et de son plan d'actions
		PROGRAMME FINISSAGE IMPRESSION TEINTURE	Objet: Programme d'appui à l'amont industriel au secteur du textile Eligibilité: PME et TPE Financement: Prime de 20 % du montant d'investissement en appui à l'amont industriel au secteur du textile
		APPUI AUX PRIMO EXPORTATEUR	Objet: Programme d'appui aux entreprises ayant un potentiel à l'export Eligibilité: Les entreprises non-exportatrices/Les entreprises exportatrices irrégulières Financement: Soutien financier et technique, couvrant l'ensemble des dépenses liées au diagnostic, à la stratégie et à l'accès à la formation
		PROGRAMME IDMAJ (STAGIAIRES)	Objet: Appuyer l'insertion des jeunes diplômés Eligibilité: Chercheurs d'emploi diplômés, inscrits à l'ANAPEC Financement: Prise en charge de l'AMO, des charges sociales des stagiaires pendant 24 mois
		PROGRAMME IDMAJ (RECRUTEMENT)	Objet: Appuyer l'insertion des jeunes diplômés Eligibilité: Stagiaires Financement: Prise en charge de l'AMO, des charges sociales des stagiaires recrutés pendant 12 mois.
		CONTRAT D'INTEGRATION PROFESSIONNELLE	Objet: Assurer une primo-insertion des chercheurs d'emploi Eligibilité: chercheurs d'emploi, inscrits à l'ANAPEC Financement: prime de 25 000 DH aux entreprises recrutant un chercheur d'emploi
		PROGRAMME TAHFIZ (EMPLOI)	Objet: Faciliter le recrutement des compétences au profit des entreprises, associations ou coopératives nouvellement créées Eligibilité: entreprises, associations ou coopératives Financement: Prévoit l'octroi, pour une durée de 24 mois et dans la limite de dix (10) salariés, des avantages ci-après: - Exonération de l'Impôt sur le Revenu (IR) du salaire mensuel brut plafonné à 10.000,00 DH pour une durée de 24 mois à compter de la date de recrutement du salarié;

			- Prise en charge par l'Etat de la part patronale au titre de la cotisation due à la CNSS et de la taxe de formation professionnelle, pour une durée de 24 mois à compter de la date de validation par l'ANAPEC
		PROGRAMME AUTO-EMPLOI	Objet: Appui des porteurs de projets à l'auto-emploi via l'accompagnement dans la phase pré-crédation de l'entreprise Eligibilité: Les porteurs de projet inscrits à l'ANAPEC Financement: Prise en charge par l'Etat des frais d'accompagnement de pré-crédation des porteurs de projets inscrits à la CNSS à hauteur de 5.000 DH par porteur de projet.
		TAEHIL: FORMATION AU PROFIT DES SECTEURS EMERGENTS	Objet: répondre aux besoins des compétences dans les secteurs émergents via les formations Eligibilité: chercheurs d'emploi diplômés de nationalité marocaine Financement: Prise en charge du coût de la formation sur 3 ans des recrues en vue de répondre aux besoins des compétences dans les secteurs émergents
		SOUTIEN FINANCIER POUR LA PROMOTION DE L'INVESTISSEMENT AGRICOLE	Objet: Promotion de l'investissement privé dans le secteur agricole à travers des Subventions Eligibilité: Agriculteurs, éleveurs et investisseurs dans le secteur agricole Financement: Subventions destinées à la promotion de l'investissement privé dans le Secteur agricole
		PRIME DE RENOUVELLEMENT ET PRIME A LA CASSE CONDITIONNEE	Objet: soutenir l'effort de renouvellement du parc de véhicules Eligibilité: Le propriétaire des véhicules de la catégorie C, D et E C Financement: Octroi de subventions pour soutenir l'effort de renouvellement du parc de véhicules, dont le montant varie selon le type du véhicule du propriétaire
		LIGNE FRANCAISE	Objet: Don rattaché au financement des prestations d'étude et de formation liées à l'activité de l'entreprise bénéficiaire du prêt "LIGNE FRANCAISE" Eligibilité: PME Financement: 19% au maximum du montant du prêt "LIGNE FRANCAISE"
	Prêts	PROGRAMME FORSA 2022	Objet: accompagner 10 000 projets en 2022, en alliant le financement et l'accompagnement. Eligibilité: les résidents au Maroc et MRE de 18 ans et plus, porteurs de projets d'entrepreneuriat, ou entrepreneurs ayant moins de 3 ans. Financement: prêt d'honneur (0% d'intérêt), qui pourra aller jusqu'à 100.000 DH, dont 10.000 DH en subvention.
		PROGRAMME INTELAK/ PROGRAMME INTÉGRÉ D'APPUI ET DE FINANCEMENT DES ENTREPRISES (PIAFE) 2021	Objet: Offre de financement et d'accompagnement fournie à des conditions très avantageuses Eligibilité: jeunes diplômé qualifiés porteurs de projet/Auto-entrepreneur /TPE/Artisans Agriculteurs et Exploitants Agricole/Start-ups/Coopératives Financement: correspond à des crédits remboursables destinés à financer: « crédit Intelak »: Jusqu'à 1,2 million de DH, avec un Taux d'intérêt de: 2% HT destinés aux projets et entreprises en zone urbaine « crédit Intelak Al Moustatmir Al Qarawi »: jusqu'à 1,2 million de DH par bénéficiaire avec un Taux d'intérêt de 1,75 % destinés aux projets du monde rurale. « Prêt Start-TPE »: Prêts gratuits de 50.000 dhs à bénéficier une seule fois à l'entreprise qui a souscrit un crédit d'investissement Intelak ou Intelak Al Moustatmir Al Qarawi

		INNOV START	Objet: Financer la preuve de concept/business model des start up Eligibilité: Porteur de projet innovant ou Start-up innovante validée par une structure labellisée par TAMWILCOM Financement: prêts d'honneur de: 250.000 DH par porteur de projet et 500.000 DH en cas de projet présenté par deux candidats
		INNOV RISK	Objet: Financer la migration vers la production et la commercialisation des start up Eligibilité: Porteur de projet innovant ou Start-up innovante ayant réussi une levée de fonds auprès d'investisseurs externes (fonds de capital-risque, investisseurs providentiels...) et ayant un besoin de cash supplémentaire pour financer leurs besoins de trésorerie, des compléments d'investissements ou des frais de commercialisation de leurs produits. Financement: prêt participatif à la limite de 2.000.000 DH, plafonné à 50% des apports des investisseurs externes
		INNOV DEV	Objet: Financer l'investissement et l'exploitation pour les concepts démontrés Eligibilité: PME en phase de croissance ayant réussi une levée de fonds auprès d'investisseurs (fonds de capital-investissement, investisseurs providentiels...) et ayant besoin de fonds pour financer leurs besoins d'investissement et/ou d'exploitation Financement: prêt participatif de à la limite de 3.000.000 DH sans pour autant dépasser 50% des apports des investisseurs externes avec un Taux d'intérêt de 2%.
		MEZZANINE PME	Objet: Prêt subordonné au remboursement par l'entreprise de toutes ses créances bancaires Eligibilité: PME souffrant d'une sous-capitalisation et exerçant dans le secteur de l'industrie, des services liés à l'industrie ou réalisant au moins 20% de leur chiffre d'affaires à l'export. Financement: Financement des besoins liés à des investissements et des besoins liés au fonds de roulement, avec un plafond de 10 MDH, sans qu'il soit supérieur au capital de l'entreprise
		GREEN INVEST	Objet: Financement conjoint avec les banques des projets d'acquisition des biens matériels et immatériels ainsi que des installations techniques et des constructions Eligibilité: PME opérant dans le domaine des Energies renouvelables, Efficacité énergétique, Dépollution, Valorisation des déchets,)) Financement: Cofinancement jumelé à des prêts: Part Fonds propres: 20% Part GREEN INVEST: 40% avec un plafond de 10 MDH et un taux d'intérêt de 2.5 % Part de la Banque: le reliquat et le taux d'intérêt est librement négociable entre la banque et l'entreprise.
		RENOVOTEL	Objet: Financement conjoint avec les banques des programmes de rénovation des établissements d'hébergement touristique éligibles. Eligibilité: PME du secteur touristique Financement: 20 MDH par établissement et un taux d'intérêt Renovotel de 2 %. Le Taux du crédit bancaire: librement négociable entre la banque et l'entreprise.
		LIGNE FRANCAISE	Objet: Cofinancement avec les banques des projets portant sur l'achat de biens et services français ainsi que des prestations d'étude et de formation en faveur des entreprises marocaines sur une durée de 12ans Eligibilité: PME Financement jusqu'à 75% de l'acquisition auprès de fournisseur (s) français de biens et services d'origine française: Apport Fonds propres: reliquat du financement du projet Apport Ligne française: Entre 100.000 et 2 M Euro sans excéder 60% du financement externe total, hors don;

			et entre 100.000 et 3 M Euro sans excéder 75% du financement externe total hors don Crédit bancaire: Minimum 40% du financement externe total hors don; et Minimum 25% du financement externe total hors don
		TAMWIL RELANCE	Objet: Financement des programmes de restructuration au profit des entreprises traversant des difficultés conjoncturelles Eligibilité: TPE PME intervenant dans la commande publique Financement: cofinancement avec la banque à travers 3 composantes Lignes de crédit spécifiques: concerne des Avances sur marchés nantis et des Cautions administratives, avec une tarification adaptée; Financements adaptés au cycle d'exploitation lié à l'exécution des marchés publics attribués aux TPE ou PME Nationale; Ouverture du Fonds de Garantie dédié à la Commande Publique (FGCP) à 60% au profit des entreprises qui réalisent un chiffre d'affaires inférieur à 50 Mdhs
		TAMWIL MICRO CREDIT	Objet: Ligne de financement en faveur des Associations de Microcrédit Eligibilité: TPE Financement: à hauteur de 20% des besoins d'investissement et d'exploitation, plafonné à 20.000DH par projet
	Garantie	DAMANE EXPRESS	Objet: Garantie des crédits bancaires, crédits-bails, prêts d'honneur et micro-crédits Eligibilité: TPE/PME Financement: Crédit inférieur ou égal à 1M avec une garantie à hauteur de 70%
		DAMANE ATASSYIR	Objet: Garantie des crédits de fonctionnement dont le montant est supérieur à 1 MDH Eligibilité: TPE/PME Financement: Le plafond de risque est de 10 MDH par opération et 20 MDH sur une même entreprise, avec une Garantie à hauteur de 60%.
		DAMANE ISTITMAR	Objet: Garantie des crédits d'investissement, de restructuration financière, de transmission ou de reprise d'affaires dont le montant est supérieur à 1 MDH Eligibilité: TPE/PME Financement: Le plafond de risque peut aller jusqu'à 20 MDH par opération et 40 MDH par entreprise selon l'activité de l'entreprise avec une Garantie entre 50 et 70% selon l'objet de l'opération.
		DAMANE CAPITAL RISQUE	Objet: Garantie des apports en fonds réalisés par les sociétés de capital-risque. Eligibilité: TPE/PME/ Start-up Financement: Garantie de 60 % des apports en fonds propres et quasi-fonds propres pour les projets innovants et 50% pour les autres projets
		FONDS DE GARANTIE PROJETS TOURISTIQUES	Objet: Garantie des crédits bancaires moyen et long terme pour le développement de produits d'hébergement et/ou d'animation touristiques Eligibilité: PME Financement: plafond de risque jusqu'à 100 MDH et Garantie entre 50 et 70% selon l'objet de l'opération.
		TAMWIL EI FELLAH	Objet: Financement des petites et moyennes exploitations agricoles, qui sont exclues du financement bancaire classique Eligibilité: Petits producteurs agricoles Financement: Garantie plafonnée à 60% des prêts accordés aux petites et moyennes exploitations agricoles, pour des crédits de 200.000 DH maximum par exploitant.
		DAMANE MOUKAWALA/	Objet: Garantie des financements participatifs en faveur des entreprises dont le CA ne dépasse pas 10 MDH et le montant du financement objet de la garantie n'excède pas 1 MDH

		DAMANE MOUBACHIR	Eligibilité: TPE Financement: Garantie des financements participatifs destinés à couvrir les besoins l'investissement ou d'exploitation en faveur des entreprises en création ou en développement
		DAMANE MOUKAWALA / DAMANE DAYN	Objet: Garantie des financements participatifs en faveur des entreprises dont le CA est supérieur 10 MDH ou le montant du financement dépasse 1 MDH Eligibilité: TPE / PME Financement: Garantie des financements participatifs destinés à couvrir les besoins l'investissement ou d'exploitation en faveur des entreprises en création ou en développement
		DAMANE INTELAK AL MOUSSTATMIR AL QARAWI	Objet: Garantie de financements des crédits bancaires à court, moyen et long terme inférieurs ou égaux à 1,2 MDH Eligibilité: PME, TPE, Porteur de projet, Auto-entrepreneur, Personne physique, Start-up, Coopératives, Cluster, Exploitant agricole, exerçants dans le monde rural Financement: Garantie de 80% du crédit bancaire pour les primo-accédants et pour les entreprises exportatrices vers l'Afrique, et crédits à moyen et long terme, d'un montant total inférieur ou égal à 1,2MDH
		DAMANE OXYGENE	Objet: Garantie du découvert exceptionnel plafonné à 20MDH Eligibilité: TPE, PME Financement: Garantie de 95% du découvert exceptionnel couvrant 3 mois de charges courantes
		DAMANE OXYGENE PI	Objet: Garantie du découvert exceptionnel plafonné à 20MDH Eligibilité: TPE, PME Financement: Garantie de 95% du découvert exceptionnel couvrant 3 mois de charges courante
		DAMANE RELANCE	Objet: Garantie du crédit moyen long terme plafonné à 100 MDH Eligibilité: PME Financement: Garantie de 95% du découvert exceptionnel couvrant 3 mois de charges courantes
		RELANCE TPE	Objet: Garantie du crédit moyen long terme plafonné à 10 MDH Eligibilité: TPE Financement: Garantie de 95% du crédit moyen long terme destiné au financement du besoin en fonds de roulement
		AUTO-ENTREPRENEURS COVID 19	Objet: Garantie du crédit du crédit moyen terme plafonné à 15000 DH Eligibilité: Auto-entrepreneur Financement: Garantie de 85% du crédit moyen terme destiné au financement des charges courantes.
	Prise de participation au capital	FONDS EMERGENCE INVEST (PRIVATE EQUITY INITIATIVES)	Objet: Prise de participation dans le capital des PME à travers le Fonds PME Croissance Eligibilité: PME de droit marocain non cotée en bourse Financement: Prise de participation par apports de fonds dans le capital des PME qui sont aux stades de développement et de transmission.
		FONDS EMERGENCE INVEST (ENTREPRISE PARTNERS)	Objet: Prise de participation dans le capital des PME à travers le Fonds 3P Fund Eligibilité: PME de droit marocain non cotée en bourse Financement: Prise de participation par apports de fonds dans le capital des PME qui sont aux stades principalement de développement et de transmission
		CAPITAL AMORÇAGE ET RISQUE (AZUR INNOVATION)	Objet: Financement des start-ups innovantes par apports de fonds Eligibilité: Start-up innovante Financement: Prise de participation par apports de fonds dans le capital des start-ups innovantes, aux stades de Seed, Early Stage et Venture Capital et qui sont domiciliées au Maroc

		CAPITAL AMORÇAGE ET RISQUE (SEAF MOROCCO CAPITAL PARTNERS)	Objet: Financement des start-ups innovantes par apports de fonds Eligibilité: Start-up innovante Financement: Prise de participation par apports de fonds dans le capital des start-ups innovantes, aux stades de Seed, Early Stage et Venture Capital et qui sont domiciliées au Maroc
		CAPITAL AMORÇAGE ET RISQUE (MAROC NUMERIC FUND II)	Objet: Financement des start-ups innovantes par apports de fonds Eligibilité: Start-up innovante Financement: Prise de participation par apports de fonds dans le capital des start-ups innovantes, aux stades de Seed, Early Stage et Venture Capital et qui sont domiciliées au Maroc
Non financier	Facilitations foncières	MOBILISATION DES TERRAINS DOMANIAUX POUR DES PROJETS D'INVESTISSEMENT	Objet: Mobilisation des terrains domaniaux pour la réalisation des projets d'investissement Eligibilité: TPE, PME, Start-up, Auto-entrepreneur, Porteur de projet, Personne physique Mécanisme d'appui: Mobilisation des terrains domaniaux par voie de cession ou de location pour des projets d'investissement dans les secteurs productifs créateurs de richesse et d'emplois
		LOCATION DES TERRAINS DOMANIAUX POUR DES PROJETS D'INVESTISSEMENT AGRICOLE	Objet: Location des terrains domaniaux pour des projets d'investissement agricole Eligibilité: Investisseurs agricoles Mécanisme d'appui: Mobilisation des terrains domaniaux agricoles par voie de location par appels d'offres (ou de gré à gré sous conditions spécifiques) au profit des investisseurs agricoles
	Facilitations douanières	REGIMES ECONOMIQUES EN DOUANE	Objet: Les régimes économiques en douane favorisent la compétitivité des entreprises sur le marché mondial et promeuvent les exportations marocaines Eligibilité: PME/TPE Mécanisme d'appui: Les régimes suspensifs qui permettent l'importation et l'exportation des marchandises en suspension des droits et taxes exigibles ainsi que le régime du drawback
		FACILITES DE CAUTIONNEMENT	Objet: Faciliter le cautionnement en matière des régimes économiques en douane Eligibilité: PME/TPE Mécanisme d'appui: Modes de cautionnement dispensant l'entreprise totalement ou partiellement de la production d'une garantie pour couvrir ses opérations effectuées sous les régimes suspensifs
		ZONES FRANCHES LOGISTIQUES	Objet: Simplifier la procédure de traçabilité de l'origine des marchandises entreposées dans les ZFL Eligibilité: TPE / PME Mécanisme d'appui: L'administration délivre sur demande des opérateurs des certificats d'origine sous conditions pour les marchandises placées dans les ZFL pour import ou export
		AUTO-CERTIFICATION DE L'ORIGINE	Objet: Simplifier les formalités relatives à la preuve de l'origine des marchandises Eligibilité: TPE / PME Mécanisme d'appui: concernent les exportateurs de marchandises qui offrent les garanties pour le contrôle de l'origine des produits et qui respectent les règles d'origine
		FACILITES A L'EXPORT VIA LE RESEAU POSTAL	Objet: facilitation des exportations Eligibilité: TPE / PME / Coopératives Mécanisme d'appui: Easy Export est un projet pilote, dédié à la mise en place d'un programme de facilitation des exportations pour les Micro, Petites et Moyennes Entreprises (MPME) via le réseau postal.

		PROCEDURE SIMPLIFIEE DE DEDOUANEMENT (ATPA)	Objet: Procédure simplifiée dédiée aux artisans couturiers Eligibilité: Artisans couturiers Mécanisme d'appui: Les artisans couturiers amenés à importer, via le réseau postal normal ou rapide, des matières premières destinées à la confection d'articles vestimentaires et leurs accessoires pour le compte de leurs clients étrangers bénéficient d'une procédure simplifiée d'Admission Temporaire pour Perfectionnement Actif (ATPA)
	Facilitation d'accès à la commande publique	ACCES A LA COMMANDE PUBLIQUE	Objet: Favoriser l'accès à la commande publique Eligibilité: PME / TPE / coopératives / auto entrepreneur Mécanisme d'appui: Réservation de 30% du montant prévisionnel des marchés, en faveur de l'entreprise nationale, auprès des établissements et administrations publics.
		APPUI AU FINANCEMENT DES TITULAIRES DES MARCHES PUBLICS	Objet: Octroi d'avances en matière de marchés publics Eligibilité: Titulaire du marché Mécanisme d'appui: Octroi d'avances aux PME pour le financement des dépenses engagées en vue de l'exécution des prestations
		AMELIORATION DES DELAIS DE PAIEMENT	Objet: Délais de paiement des marchés publics, et fixation intérêts moratoires Eligibilité: Titulaire du marché Mécanisme d'appui: Le paiement s'effectue en 60 jours maximum, au-delà de ce délai, l'entreprise bénéficie automatiquement des intérêts moratoires pour chaque jour du retard
		NANTISSEMENT DES MARCHES PUBLICS	Objet: favoriser davantage l'accès au financement Eligibilité: Titulaire du marché Mécanisme d'appui: Le titulaire a le droit de garantir une obligation auprès d'une banque pour le financement d'un marché, autorisant la banque à se rembourser par l'acheteur public
	Facilités fiscales	EXONERATION DE LA TVA SANS DROIT A DEDUCTION	Objet: Exonération de la TVA sans droit à déduction pour les fabricants et prestataires de services et les personnes physiques Eligibilité: TPE/ Personnes physiques Mécanisme d'appui: Exonération pour le chiffre d'affaires annuels taxables inférieur ou égal à 500.000 DH
		EXONERATION DE LA TVA SUR LES BIENS D'INVESTISSEMENT	Objet: Achat en exonération de la TVA, des biens d'investissement Eligibilité: SARL AU SARL S.A Auto-entrepreneur Personne Physique Autre Mécanisme d'appui: Exonération pendant 36 mois à compter du début d'activité, à l'exclusion des véhicules acquis par les agences de location de voitures
		EXONERATION DE LA COTISATION MINIMALE /IS	Objet: Dispense de la cotisation minimale sur les activités professionnelles et agricoles Eligibilité: TPE/PME/ personnes morales Mécanisme d'appui: Dispense du paiement de la cotisation minimale pendant les 36 premiers mois suivant la date de début d'exploitation sur les activités professionnelles et/ou agricoles
		EXONERATION DE LA COTISATION MINIMALE/IR	Objet: Dispense de la cotisation minimale sur les activités professionnelles et/ou agricoles Eligibilité: TPE/PME/ Personnes physiques Mécanisme d'appui: Dispense du paiement de la cotisation minimale pendant les 3 premiers exercices comptables suivant la date du début d'activité
		EXONERATION DE L'IR	Objet: Exonération d'une tranche du revenu annuel Eligibilité: TPE/PME/ Personnes physique Mécanisme d'appui: Exonération de l'IR au profit des entreprises dont le revenu annuel est inférieur à 30.000 DH

		NON ASSUJETTISSEMENT A LA TVA	Objet: Non assujettissement à la TVA pour les commerçants Eligibilité: TPE/PME Mécanisme d'appui: Non assujettissement à la TVA pour les commerçants dont le chiffre d'affaires taxable annuel est inférieur à 2MDH
		EXONERATION DE LA TAXE PROFESSIONNELLE	Objet: Exonération de la taxe professionnelle Eligibilité: TPE/ PME / Personnes physiques ou morales Mécanisme d'appui: Exonération en faveur des personnes physiques ou morales exerçant au Maroc une activité professionnelle durant les Cinq premier exercice.

4 CONCLUSION

Dans le présent article nous avons inventorié et catégorisé plus de soixante-dix programmes et mécanisme d'appui à l'entrepreneuriat mis en place par les pouvoirs publics marocains, depuis le début des années 2000 et ce dans différents secteurs (agricole, industriel, touristique, prestation de services). Certes, le Maroc n'a pas épargné d'efforts pour développer son écosystème entrepreneurial: l'ensemble des dispositifs et mécanismes d'appui qu'on vient de citer constituent l'épreuve, de surcroît l'amélioration de son classement en « Doing Business » de la Banque Mondiale en passant de la 129^{ème} position en 2008 pour se hisser au 53^{ème} rang en 2020 à l'échelle mondiale parmi 190 pays avec un score de 73,4/100⁴ gagnant en 12 ans 76 places, sans oublier les politiques publiques qui continuent d'élargir leurs offres d'appui et de financement notamment avec l'arrivée du cadre réglementaire pour les activités de crowdfunding et de business Angel (projet de loi N°15-18 relative au financement collaboratif).

Néanmoins, le potentiel entrepreneurial national reste à encourager, surtout que plusieurs contraintes empêchent le développement de cet écosystème pour qu'il soit au niveau escompté. Ces contraintes peuvent être d'ordre organisationnels (faible coordination entre les parties prenantes, et manque de communication sur les différents mécanismes d'appui), financiers (insuffisance d'appui financier en faveur des structures d'accompagnement), administratifs (lourdeurs des procédures et formalités), ou lié au profil de l'entrepreneur (formations, expériences, motivations et culture)... Entravant ainsi l'émergence d'un écosystème d'accompagnement entrepreneurial efficace. A titre d'illustration, prenons l'exemple d'une étude de Global Entrepreneurship Monitor (GEM 2018), qui a conclu que plus de 25% de la population active au Maroc avait l'intention de démarrer une entreprise entre 2017 et 2020⁵, bien que ce chiffre montre qu'il y a un très fort potentiel entrepreneurial au Maroc, l'écart enregistré entre cette intention et le passage à l'acte est énorme: seulement 6% en Moyenne est le taux de l'activité entrepreneuriale au Maroc sur ces trois années⁶ (Khalis 2019). Cet écart bien qu'alarmant, souligne le rôle capital de l'accompagnement entrepreneurial tout au long du parcours de l'entrepreneur et du cycle de vie de l'entreprise. Cela nous pousse à poser la question suivante: pourquoi tant des réformes, des programmes et mécanismes mobilisés n'ont pas réussi à dynamiser et rendre performant cet écosystème ?

En guise de perspectives de recherche, des éléments de réponse vont être apportés dans un futur article basé sur une étude qualitative exploratoire, qui a pour objet de déterminer les facteurs de dysfonctionnement de l'écosystème de l'accompagnement entrepreneurial au Maroc, tout en faisant ressortir les leviers clés sur lesquels les décideurs publics peuvent s'appuyer pour agir efficacement afin d'assurer un accompagnement performant et de qualité.

REFERENCES

- [1] Shane, S., and Venkataraman, S. 2000. « The promise of entrepreneurship as a field of research ». *Academy of Management Review*, 26 (1): p. 217–226.
- [2] Ahl, H., 2006. « Why Research on Women Entrepreneurs Needs New Directions ». *Entrepreneurship Theory and Practice*, 30 (5): p. 595–621. Bedi, H.S. 2016. « Firm Level Innovativeness: Antecedents and Consequences », *Envision International Journal of Commerce and Management*, 10 (1): p. 68-76.

⁴ Rapport doing business 2019 de la banque mondiale

⁵ Rapport « La dynamique entrepreneuriale au Maroc en 2018 » Global Entrepreneurship Monitor, GEM 2018

⁶ Rapport Diagnostic des acteurs et initiatives de l'entrepreneuriat au Maroc, Adil KHALIS 2019, P24

- [3] Koubaa, S., and DIAMANE M, «Les approches dominantes de la recherche en entrepreneuriat» 2016 [Online] Available: https://www.researchgate.net/publication/311738962_Les_approches_dominantes_de_la_recherche_en_entrepreneuriat.
- [4] Stevenson, H. H., Jarillo, J. C. (1990). «A paradigm of entrepreneurship: Entrepreneurial management». *Strategic management journal*, 11 (5), 17-27.
- [5] Gartner, W.B. (1990). «What Are we Talking about when we Talk about Entrepreneurship? ». *Journal of Business Venturing*, vol. 5, p. 15-28.
- [6] Basso, O. (2006). «Le manager entrepreneur: entre discours et réalité, diriger en entrepreneur». Pearson Education France.
- [7] Cachon, J.C. (1992). «Entrepreneurs: Pourquoi ? Comment ? Quoi ? ». *Revue du Nouvel Ontario*, n° 13, 13-56.
- [8] Reynolds, P. D. (2000). National panel study of US business startups: Background and methodology. *Advances in entrepreneurship, firm emergence and growth*, 4 (1), 153-227.
- [9] Marchesnay, M. (2002). «Pour une approche entrepreneuriale de la dynamique RessourcesCompétences». Essai de praxéologie. papier de recherche.
- [10] Bull, I., Willard, G. E. (1993). « Towards a theory of entrepreneurship ». *Journal of business venturing*, 8 (3), 183-195.
- [11] Diakite, B. (2004). « Facteurs socioculturels et création d'entreprise en Guinée: Étude exploratoire des ethnies peule et soussou. Résumé, 02.
- [12] Gartner, W.B. (1988). « Who is an entrepreneur? Is the wrong question ». *American Journal of Small Business*, spring, p. 11-32.
- [13] Schmitt, C. (2008). «Regards sur l'évolution des pratiques entrepreneuriales». Presses de l'Université du Québec, Collection Entrepreneuriat et PME, 329 pages.
- [14] Gartner, W.B. (1988). «Who is an entrepreneur? Is the wrong question ». *American Journal of Small Business*, spring, p. 11-32.
- [15] Herron L., Robinson R. (1993). «A structural model of the effects of entrepreneurial characteristics on venture performance». *Journal of Business Venturing*, Vol 8, p. 281-294.
- [16] Tounés, A. (2006). «L'intention entrepreneuriale des étudiants: le cas français». *La revue des sciences de gestion*, 219 (3), 57-65.
- [17] Shane S. et Venkataraman S., «The Promise of Entrepreneurship as a Field of Research», *Academy of Management Review*, vol. 25, n° 1, 2000, p. 217-226.
- [18] Aouni, Z. (2006). «Le processus d'apprentissage des entrepreneurs naissants». *Cahier de Recherche*, August 06 / N° 200608/15, Ecole de Gestion de l'université de Liège.
- [19] Les auteurs.
- [20] Paul, L'Accompagnement: une posture professionnelle spécifique, L'Harmattan, 2004.
- [21] Paul, L'Accompagnement: une posture professionnelle spécifique, L'Harmattan, 2004.
- [22] Paul, L'Accompagnement: une posture professionnelle spécifique, L'Harmattan, 2004.
- [23] Fortier, G. (2003) « Mentor ou coach? Voilà la question! », Portail-RHRI Le média du travail et de l'emploi.
- [24] Messeghem, K. «10 Idées clés sur l'accompagnement entrepreneurial», Éditions Management et Société — Ems, Collection Les essentiels de la gestion vol 4, 2021, p27-29.
- [25] Bérangère, S and Deschamps, B, «L'accompagnant du repreneur: conseil, mentor ou coach ? » Éditions De Boeck Supérieur Entreprendre & Innover 2014/2 (n° 21-22), p38 à 46.
- [26] Bérangère, S and Deschamps, B, «L'accompagnant du repreneur: conseil, mentor ou coach ? » Éditions De Boeck Supérieur Entreprendre & Innover 2014/2 (n° 21-22), p38 à 46.
- [27] Carayanis, E.G et M.Von Zedtwitz (2005), « architecting gloCal, real-virtual incubator networks (G-RVIns) as catalysts and accelerators of entrepreneurship in transitioning and developing economies: lessons learned and best practices from current development and business incubation practice », *Technovation*, vol.25.
- [28] Messeghem, K. «10 Idées clés sur l'accompagnement entrepreneurial», Éditions Management et Société — Ems, Collection Les essentiels de la gestion vol 4, 2021, 36.
- [29] le Ministère de l'Economie, des Finances et de la Réforme de l'Administration et GIZ « recueil annuel des instruments d'appui à l'entrepreneuriat » 2020 [Online] Available: <https://www.finances.gov.ma/Publication/dtfe/2020/Recueil%20AI%20Moukawala%202020%20FR.pdf>

Flore, structure et domaines d'utilisation du peuplement ligneux des Systèmes Agroforestiers traditionnels à cacaoyers de la localité de Konankro (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)

[Flora, structure and uses of woody stand of traditional cocoa Agroforestry Systems in Konankro location (Centre-West, Côte d'Ivoire)]

**Diomande Valouthy Paul-Alex¹, Koulibaly Annick¹, Kouadio N'Dah Kouamé Cyriac¹, Dramane Koffi Bakari², N'Guéssan Kan
Patrice Urbain¹, and Boko Brou Bernard²**

¹UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Cocoa farming makes Côte d'Ivoire the largest producer and exporter of cocoa beans in the world. this leads to the reduction of the forest area to 80%. However, these vegetal formations are a source of many goods and services for the population. Despite the intensification of cocoa production, producers preserve and/or grow woody species in association with cocoa trees. Recent studies reveal that the type and dimensions of species, as well as the ecosystem services provided by Traditional Agroforestry Systems to Cocoa (SAF) are determined by peasants. Our objective is therefore to contribute to a better knowledge of SAF by studying the preserved woody stand in cocoa SAF, in the western area of Côte d'Ivoire, with strong agricultural dynamics. Floristic inventories were carried out in 75 plots of 400 m² each and ethnobotanical surveys concerned 100 producers. The results showed that the preserved flora is diversified and rich of 48 species with 44 genera distributed among 27 families, among that the most dominant are Euphobiaceae (13 p.c.) and Fabaceae (10 p.c.). The preserved species are useful in 12 uses categories dominated more than 35% by traditional medecine, food, firewood, timber and trade. In the current context of global change, these results make possible to value the resources of SAF but also help to find how to guarantee the resilience of production systems and food security.

KEYWORDS: Biodiversity, Cocoa, Preservation, Resilience, Ecosystem services.

RESUME: La cacaoculture fait de la Côte d'Ivoire le premier producteur et exportateur de fèves de cacao au monde au détriment de sa surface forestière, qui est aujourd'hui réduite à 80%. Pourtant, ces formations végétales constituent une source de nombreux biens et services pour les populations. Malgré l'intensification de la cacaoculture, des producteurs préservent et/ou introduisent des espèces ligneuses en association avec les cacaoyers. Des études récentes révèlent que le type et les dimensions des espèces, ainsi que les services écosystémiques fournis par les Systèmes Agroforestiers traditionnels à cacaoyers (SAF) sont le résultat d'une stratégie paysanne de gestion de la plantation. Notre objectif est donc de contribuer à une meilleure connaissance des SAF par l'étude du peuplement ligneux préservé dans les SAF à cacaoyers, dans la zone cacaoyère Ouest de Côte d'Ivoire, à forte dynamique agricole. Les inventaires floristiques ont été réalisés dans 75 parcelles de 400 m² chacune et les enquêtes ethnobotaniques ont concernés 100 producteurs. Les résultats ont montré que la flore préservée est riche de 48 espèces et diversifiée. Elle renferme 44 genres répartis entre 27 familles dont les plus dominantes sont les Euphobiaceae (13 p.c.) et les Fabaceae (10 p.c.). Les espèces préservées sont utiles dans 12 domaines dominés à plus de 35% par la pharmacopée, l'alimentation, le bois de chauffe, le bois d'œuvre et le commerce. Dans le contexte actuel de changement global, ces résultats

permettent de valoriser les ressources des SAF mais également de garantir la résilience des systèmes de production et la sécurité alimentaire.

MOTS-CLEFS: Biodiversité, Cacaoculture, Conservation, Résilience, Services écosystémiques.

1 INTRODUCTION

La cacaoculture contribue fortement à la prospérité économique de la Côte d'Ivoire qui occupe le rang de premier producteur et exportateur mondial de fèves de cacao depuis 1978 [1], [2]. De nos jours, la production nationale atteint environ 2,1 millions de tonnes soit près de 47 % de l'offre mondiale [3]. En Côte d'Ivoire, le cacao représente 30% des recettes d'exportations [2] et participe à plus de 15% du Produit Interieur Brut (PIB) [4]. Cependant, la cacaoculture est la principale activité anthropique responsable de la déforestation et de la perte de la biodiversité [5], [7]. En effet, plus de 90 % des plantations de cacaoyers ont été installées après défrichage des forêts primaires et secondaires. Cette pratique a contribué à 14% de la déforestation, réduisant ainsi, les surfaces forestières et par conséquent la biodiversité [8], [6], [9], [7]. Ces formations forestières constituent pourtant une source de nombreux biens et services pour le bien être des populations, surtout les populations rurales.

Malgré l'intensification de la cacaoculture, les producteurs de la localité de Konankro, préservent et/ou introduisent des espèces ligneuses pour faire face à la réduction des ressources. Ces systèmes agricoles régulariseraient le climat grâce à la séquestration de carbone [10], [11] dans le contexte actuel du changement climatique. Pourtant les caractéristiques de ces Systèmes Agroforestiers traditionnels à cacaoyers demeurent peu étudiées. Les études récentes révèlent que les caractéristiques des Systèmes Agroforestiers traditionnels à cacaoyers (SAF) sont le résultat d'une stratégie paysanne de gestion de la plantation. Les choix du producteur détermineraient le type d'espèces présentes ainsi que les dimensions de ces espèces ([7], [12], [13], [14]). Également, la disponibilité des services écosystémiques serait guidée par l'utilité que pourraient avoir ces espèces pour les populations ([12], [15], [16]).

Notre objectif est donc de contribuer à une meilleure connaissance des SAF à cacaoyers par l'étude du peuplement ligneux préservé dans la localité de Konankro située dans la zone cacaoyère Ouest de la Côte d'Ivoire, à forte dynamique agricole. De façon spécifique il s'agit de: (1): décrire les caractéristiques de la flore associée (2): caractériser l'organisation structurale de cette flore et (3): Identifier les domaines d'utilisation des espèces ligneuses préservées dans les systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans la localité de Konankro, située dans le département de Daloa, chef-lieu de la région administrative du Haut Sassandra en Côte d'Ivoire. Elle s'étend entre 06°40' et 07°20' de latitude Nord et 006°40' et 006°00' de longitude Ouest (Figure 1). Le climat est du type subéquatorial avec deux saisons, une sèche et une pluvieuse [17], [18], [10]. La température moyenne annuelle est de 26,47°C. La précipitation moyenne annuelle est de 930.62 mm de pluie [10]. La végétation est composée de forêts denses humides semi-décidues à *Celtis* spp et *Triplochiton scleroxylon*, [19]. L'agriculture reste la principale activité génératrice de revenu basée essentiellement sur les cultures de rentes pérennes comme le caféier, l'hévéa et le cacaoyer [18]. La population dominante est composée d'autochtone bété, d'allochtones Guéré, Baoulé et Malinké etc. et d'allochtones Burinabé, Malien et Béninois.

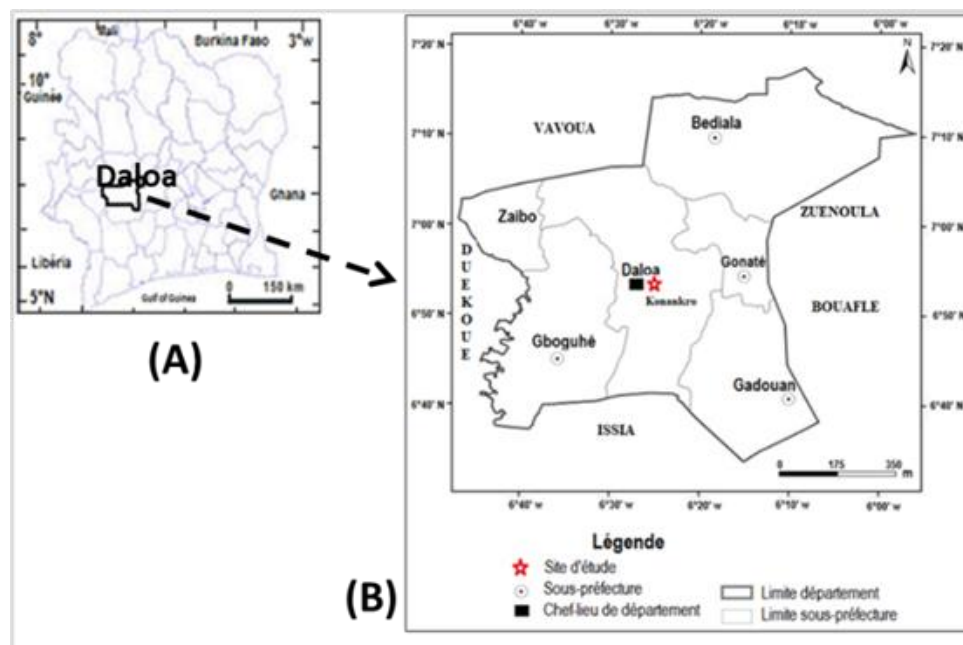


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

2.2 MÉTHODES DE COLLECTE DES DONNÉES

2.2.1 RELEVÉS FLORISTIQUES

La composition floristique du peuplement a été appréciée à partir de la combinaison de deux méthodes complémentaires:

- **Un inventaire floristique parcellaire** qui a consisté à recenser toutes les espèces autres que les cacaoyers dans 75 parcelles carrées de 400 m² (soit 30 000 m²) installées dans les systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers [5], [7], [14]. Les espèces non identifiées sur place ont été récoltées et identifiées au laboratoire de botanique de l'Université Jean LOROUGNON GUEDE Guédé.
- **Un inventaire floristique itinérant** qui a consisté à parcourir les systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers dans toutes les directions et à noter toutes les espèces présentes hors des parcelles de relevés. Cela a permis de compléter les listes floristiques obtenues à l'issue des relevés de surface, et d'obtenir la flore générale des systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers [20], [21], [15].

2.2.2 MESURES DENDROMÉTRIQUES

L'étude de la structure des systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers a été faite afin d'apprécier l'organisation structurale du peuplement ligneux des systèmes agroforestiers [5], [21]. La hauteur totale et le diamètre à hauteur de poitrine (dbh) de toutes les espèces ligneuses autres que le cacaoyer, de plus de 2 m de hauteur ont été mesurées à l'intérieur des parcelles de 400 m².

2.2.3 ENQUÊTE ETHNOBOTANIQUE

Pour mettre en évidence les domaines d'utilisation des espèces préservées dans les Systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers, une enquête a été réalisée auprès de 100 producteurs à l'aide d'un questionnaire structuré. Une rencontre préalable avec les autorités villageoises a permis d'expliquer l'objectif de l'étude et de désigner une personne pour la traduction en baoulé [7], [15].

2.3 ANALYSE DES DONNÉES

2.3.1 COMPOSITION FLORISTIQUE

La composition floristique des systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers a été analysée en relevant tout d'abord le nombre d'espèces inventoriées. Ensuite, pour chaque espèce identifiée, la répartition par genres, par familles, le type biologique [23] et l'affinité chorologique [20], [21]. La détermination de ces catégories floristiques a permis d'apprécier le type d'espèce préservée par les producteurs dans la gestion de leurs plantations.

2.3.2 DIVERSITÉ FLORISTIQUE

La diversité et la répartition des espèces préservées dans les systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers ont été évaluée à travers les paramètres quantitatifs tels que: l'indice de Shannon & Weaver [24], [10] et l'indice d'équitabilité de Pielou [25], [26]. Ils sont calculés selon les formules mathématiques suivantes:

$$H = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Avec, H: indices de Shannon & Weaver; n_i : nombre d'individus de l'espèce i , et N: nombre d'espèces dans chaque milieu.

$$E = \frac{H}{\ln S}$$

Avec : E: indice d'équitabilité de Pielou S: nombre total des espèces de l'habitat considéré; $\ln S$: Hmax (diversité maximale).

2.3.3 DISTRIBUTION DES INDIVIDUS DANS DES CLASSES DE DIAMÈTRE ET DE HAUTEUR

Pour apprécier la répartition spatiale des individus ligneux préservés, cinq (05) classes de diamètre et de hauteurs ont été retenues: DC1: < 5 cm; DC2: [5 - 10 cm [; DC3: [10 - 20 cm [; DC4: [20 - 40 cm [; DC5: $\geq$ 40 cm et HC1: [2 - 4 m [; HC2: [4 - 8 m [, HC3: [8 - 12 m [, HC4: [12 - 20 m [, HC5: $\geq$ 20 m [5], [6].

L'analyse de variance à un facteur a permis de montrer la variation du nombre d'individu d'une classe à l'autre au niveau du diamètre et de la hauteur. Cette analyse a été réalisée à l'aide du logiciel R. Le test de comparaison multiple de Tukey au seuil de probabilité de 5 p.c. a été utilisé pour identifier les différences.

2.3.4 FRÉQUENCE DE CITATION

La fréquence de citation (FC) de chaque usage a été calculée selon la méthode de [27] et utilisée par [15]. La formule est la suivante suivante:

$$FC = NC / NPI$$

Avec: NC: Nombre de Citation; NPI: Nombre de Personnes Interrogées

3 RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES FLORISTIQUES DES SYSTÈMES AGROFORESTIERS CACAOYERS DE LA LOCALITÉ DE KONANKRO

3.1.1 RICHESSE FLORISTIQUE

L'inventaire effectué dans la localité de Konankro a permis de recenser 48 espèces réparties entre 44 genres et 27 familles. Les familles les plus dominantes sont respectivement les Euphorbiaceae (13%), les Fabaceae (10%), les Malvaceae (8%) et les Rubiaceae (8%) (Figure 2). Les espèces rencontrées se sont présentées sous 8 types biologiques dominés par les microphanérophytes (mp) à 44% (Figure 3). Au niveau de la distribution chorologique, le résultat indique que 48% des espèces

appartiennent à la zone Guinéo-Congolais (GC) contre 23% appartenant à la zone de transition entre la zone Soudano-Zambézienne et Guinéo-Congolaise (Figure 4).

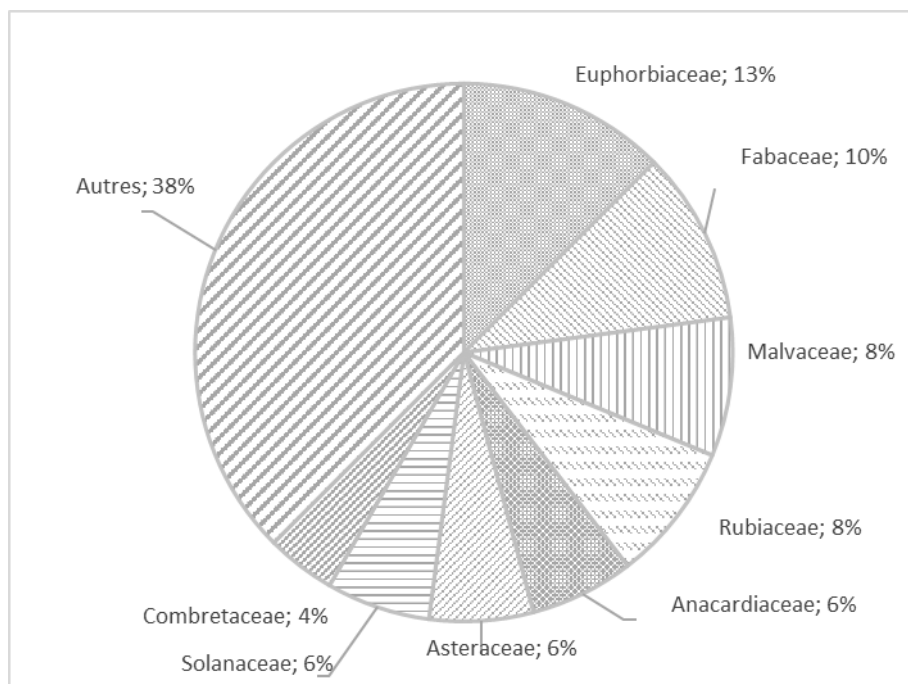


Fig. 2. Familles dominantes de la flore associée au cacaoyer de la localité de Konankro

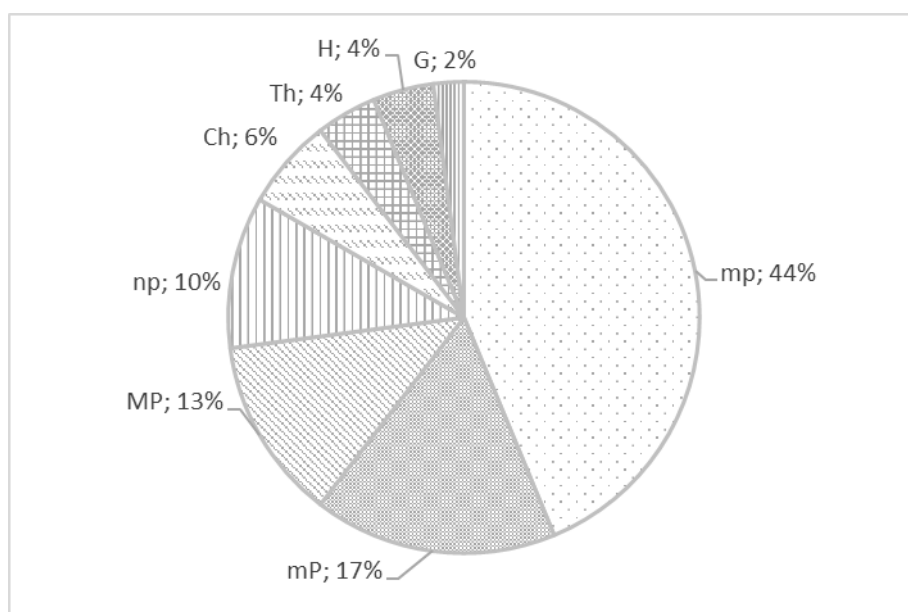


Fig. 3. Spectre des types biologiques de la flore associée au cacaoyer de la localité de Konankro

Avec: mp = Microphanerophyte, mP = Mésophanérophyte, MP = Mégaphanérophyte, np = Nanophanérophyte, Ch = Chamephyte, Th = Thérophyte, H = Hémicryptophyte, G = Géophyte,

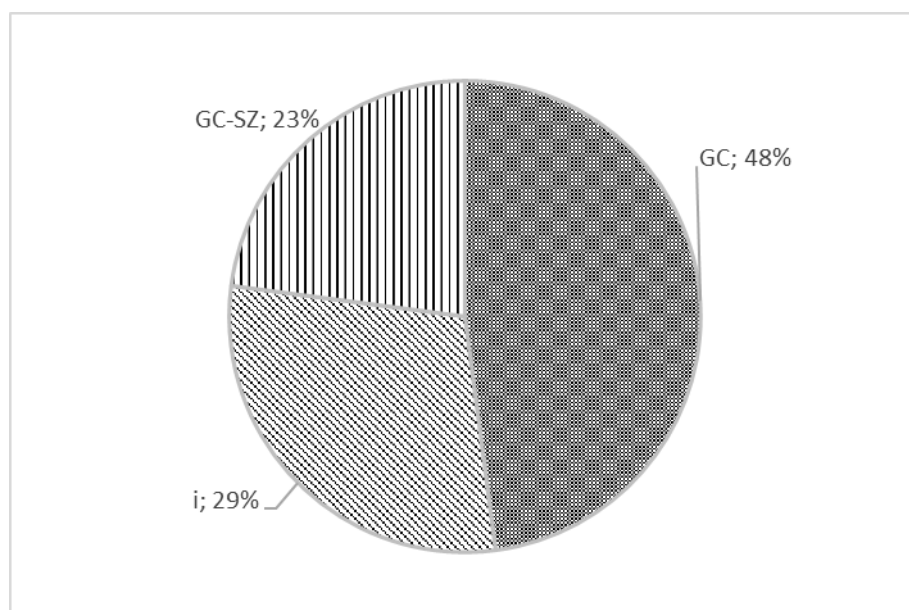


Fig. 4. Répartition phytogéographique de la flore associée au cacaoyer de la localité de Konankro

GC = Taxon de la région Guinéo-Congolaise; i = Taxon introduit ou cultivé; GC-SZ: Taxon de la zone de transition entre les régions Guinéo Congolaise et Soudano-Zambézienne.

3.1.2 DIVERSITÉ FLORISTIQUE

La valeur moyenne de l'indice de Shannon-Weaver des différentes parcelles de relevés de la zone d'étude est de $H = 1,288 (\pm 0,368)$ et est proche de $H_{max} = 2,488 (\pm 0,554)$ et l'indice d'Équitabilité de Pielou est de $0,732 (\pm 0,125)$ proche de 1. Les valeurs des indices montrent que la flore est diversifiée et que les individus sont équitablement repartis entre les espèces (Tableau I).

Tableau 1. Paramètres de diversité et d'Équitabilité des systèmes agroforestiers à cacaoyers de la localité de Konankro

Indices	Valeurs moyennes
Shannon-Weaver	1.288 ($\pm 0,368$)
Équitabilité de Pielou	0,732 ($\pm 0,125$)
Diversité maximale	2,488 ($\pm 0,554$)

3.2 CARACTÉRISTIQUES STRUCTURALES DES AGROSYSTÈMES CACAOYERS DE LA LOCALITÉ DE KONANKRO

3.2.1 STRUCTURE VERTICALE

Toutes les classes de hauteur renferment des espèces. La classe de hauteur HC2 (4 à 8 m) domine en nombre d'individus avec une moyenne de 29 individus/ha. La comparaison des moyennes du nombre d'individu montre qu'il existe une différence significative entre les classes de hauteur dans les Systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers de la localité de Konankro (test ANOVA, $F = 12,40$; $P = 0,001$) (Figure 7). La classe de plus de 20 m de hauteur renferme en moyenne six (06) individus/ha. Ce résultat montre qu'il existe des arbres de grandes tailles dans les Systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers.

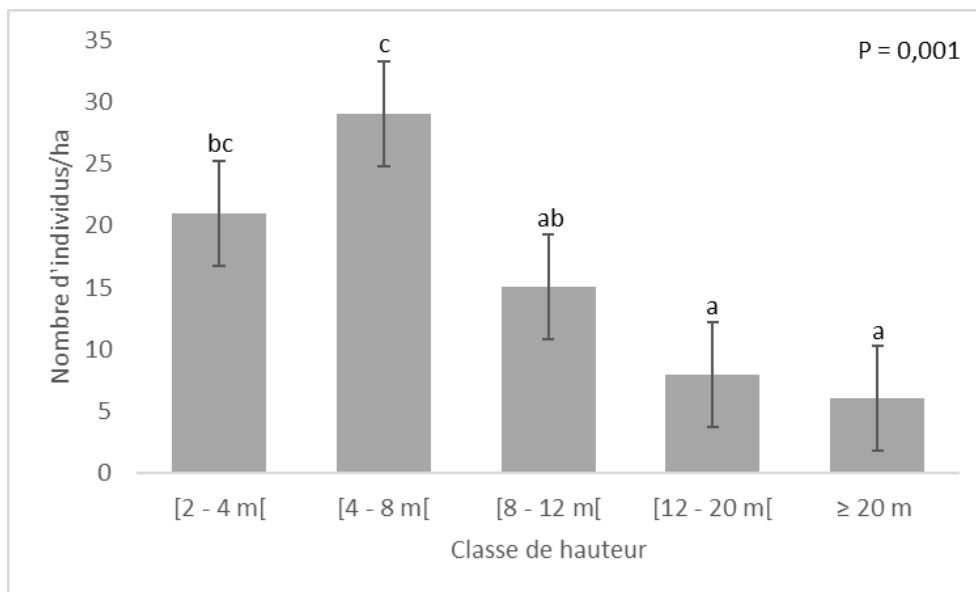


Fig. 5. Distribution des individus dans les classes de hauteur des Systèmes Agroforestiers traditionnels à cacaoyers de la localité de Konankro

3.2.2 STRUCTURE HORIZONTALE

Toutes les classes de diamètre renferment des espèces. La classe de diamètre de 10 à 20 cm renferme le plus grand nombre d'individus avec une moyenne de 24 individus/ha. L'analyse de la variance du nombre d'individu montre qu'il existe une différence significative entre les classes de diamètre dans les Systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers de la localité de Konankro (test ANOVA, $F = 8.3834$; $P = 0,001$) (Figure 6). La classe de diamètre de plus de 40 cm renferme en moyenne sept (07) individus/ha. Ce dernier résultat montre que de gros arbres sont présents dans les systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers de la localité de Konankro.

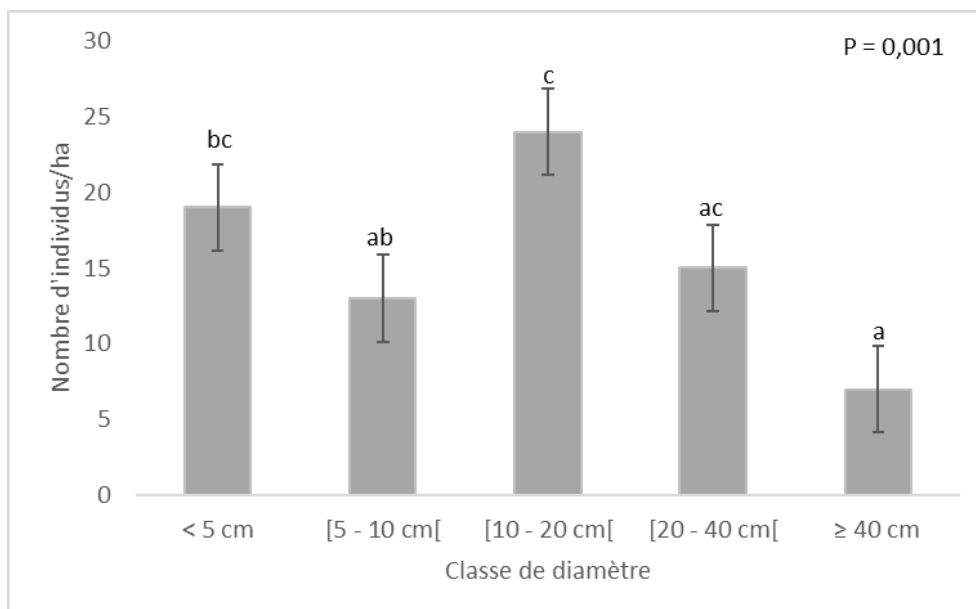


Fig. 6. Distribution des individus dans les classes de diamètre des Systèmes Agroforestiers traditionnels à cacaoyers de la localité de Konankro

3.3 IDENTIFICATION DES DOMAINES D'UTILISATION DES ESPÈCES PRÉSERVÉES DANS LES SYSTÈMES AGROFORESTIERS CACAOYERS

Les enquêtes réalisées auprès des 100 producteurs ont confirmé que les espèces préservées dans les systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers sont utiles dans la vie des populations. Ces enquêtes ont permis de montrer que les espèces associées aux cacaoyers issus des systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers sont utilisées dans douze (12) domaines (Figure 7). Ces domaines sont dominés par la pharmacopée (97%), l'alimentation (79%), l'artisanat (66%), le bois de chauffe (41%), le bois d'œuvre (38%), la construction (34%), le commerce (31%), le fourrage (24%), Haie (14%), Plante de couverture (3%), Horticulture (3%) et Tuteur (3%).

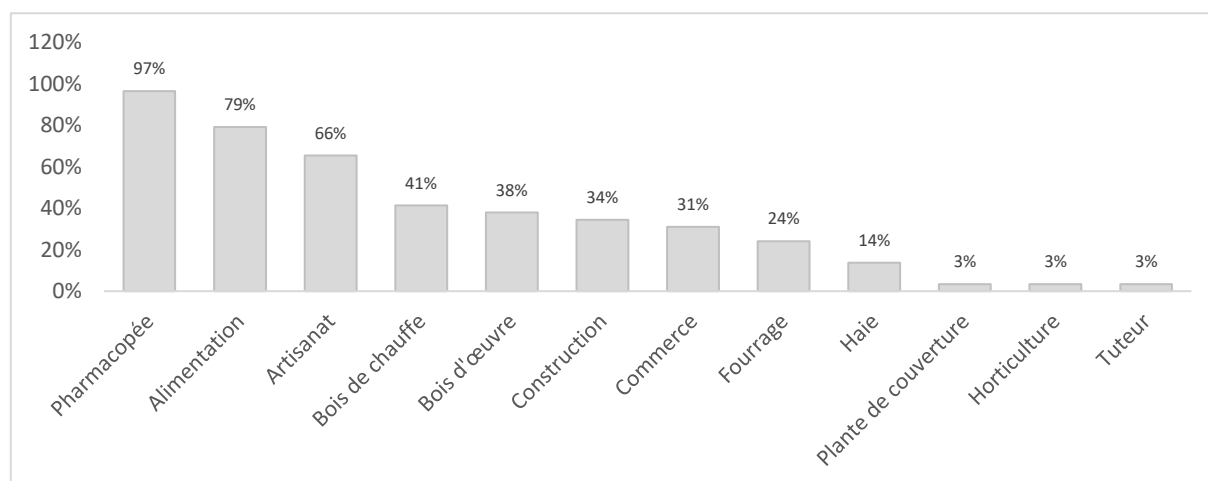


Fig. 7. Domaines d'utilisation des espèces des Systèmes Agroforestiers traditionnels à cacaoyers de la localité de Konankro

4 DISCUSSION

Il ressort des travaux réalisés dans la localité de Konankro, que la flore préservée dans les systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers est riche de 48 espèces réparties entre 44 genres et 27 familles. Cette flore appartient majoritairement à la famille des Euphorbiaceae (13%), des Fabaceae (10%), des Malvaceae (8%) et des Rubiaceae (8%). Les mêmes familles dominantes sont dominantes dans la majorité des systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers de la région de l'Afrique de l'Ouest ([5], [28], [22], [12], [15], [16]). Les types biologiques les mieux représentés étaient les microphanérophytes dominés par les espèces appartenant au domaine Guinéo-Congolais. L'absence d'espèces soudano-zambézienne rend compte de la physionomie des plantations de la région Ouest de la Côte d'Ivoire, qui se rapprochent des agroforêts comme rapporté par [29], [30], [13], [14], [15]. La flore des systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers est diversifiée et les individus de ces espèces sont répartis de façon équitable dans le milieu. Cette situation a été souvent signalé comme une conséquence des choix du producteur dans la région Ouest du pays, indiquant que le milieu est anthropisé [12], [14], [13].

L'organisation structurale des Systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers montre que les différentes strates de végétation sont occupées par des espèces ligneuses. Le nombre d'individu dans ces strates varie de manière significative d'une strate à l'autre. Il est à noter que ce nombre est plus élevé dans les classes de petits diamètres et de faible hauteur avec en moyenne plus de 20 individus. Cela informe de la présence d'un grand nombre d'individu issue de la régénération particulièrement pour les espèces *Persea americana*, *Albizia zygia* et *Morinda lucida*. Pour les individus de grandes dimensions avec plus de 20 m de hauteur et de 40 cm de diamètre, au nombre moyen de 6, leur présence témoigne d'une préservation paysanne [12], [5]. Il s'agit notamment de *Terminalia superba*, *Ricinodendron heudelotii* et de *Triplochiton scleroxylon*.

Dans la localité de Konankro, les ressources végétales issues des systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers occupent une place importante dans la vie quotidienne des producteurs de cacaoyers. En effet, les espèces préservées dans les systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers de la localité de Konankro sont utilisées dans douze (12) domaines dominés par la pharmacopée (97%) avec des espèces comme *Alstonia boonei*, *Morinda lucida*; l'alimentation (79%) avec *Ricinodendron heudelotii*, *Persea americana*, l'artisanat (66%) avec *Mallotus oppositifolius*, *Morinda lucida*; le bois de chauffe (41%) avec *Acacia mangium*, *Albizia zygia* et le bois d'œuvre (38%) avec *Terminalia superba*, *Triplochiton scleroxylon*. La dominance de la pharmacopée pourrait s'expliquer par la bonne connaissance des usages de ces plantes par les producteurs [31], [29], [32], [15], [22].

5 CONCLUSION

Les producteurs de la localité de Konankro préservent une flore riche et diversifiée dans leurs systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers. Les individus sont équitablement répartis entre les espèces mais également bien distribués dans les strates de végétation qui renferme encore des espèces de grandes dimensions malgré l'anthropisation. Les espèces préservées sont utiles dans 12 domaines dominée à plus de 35% par la pharmacopée, l'alimentation, le bois de chauffe, le bois d'œuvre et le commerce. La connaissance des systèmes agroforestiers traditionnels à cacaoyers pourrait permettre de mieux orienter le programme d'encadrement des producteurs pour valoriser les ressources préservées. Aussi, dans le contexte actuel du changement climatique, la résilience des systèmes de production de cacao pourrait contribuer à garantir la sécurité alimentaire.

REFERENCES

- [1] BAFD/OCDE. Perspectives économiques en Afrique. 18pp; 249-263. 2006.
- [2] Ministère de l'Economie et des Finances (MINEF), Rapport annuel des statistiques économiques 2015, Ed novembre 2015, Direction de la documentation et de l'informatique, 110p. 2015.
- [3] ICCO, Rapport annuel 2019/2020. International Cocoa Organization (ICCO), Londres WC1A (Royaume Uni), 5 p. 2020.
- [4] Banque mondiale, Situation économique en Côte d'Ivoire. Banque mondiale, Abidjan, Côte d'Ivoire, 61 p. 2019.
- [5] Koulibaly A., Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat. UFR Biosciences, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 150 p. 2008.
- [6] Koulibaly A., Kouame N. F., Traore D. & Porembski S. «Structure et régénération de la végétation ligneuse, le long de transects forêts-savanes, dans la région de la réserve de LAMTO (COTE D'IVOIRE) » 17p. 2010.
- [7] Koulibaly A., «Développement agricole durable: la phytodiversité comme outil de gestion des plantations de cultures de rente en Côte d'Ivoire». *Agronomie Africaine*, 8: 138-149. 2019.
- [8] Goetze D., Koulibaly A., Porembski S. & Traoré D., «Modes d'utilisation des terres et biodiversité: la dynamique récente de la végétation» Edition Konaté S. & Kampmann D. (eds). 2010: Biodiversity Atlas of West Africa, Volume III: Côte d'Ivoire. Abidjan & Frankfurt/Main. pp. 342-348. 2010.
- [9] Sanial E., «L'appropriation de l'arbre, un nouveau front pour la cacaoculture ivoirienne ? Contraintes techniques, environnementales et foncières, » *Cahiers Agricultures*, 27 (5). 2018.
- [10] Boko B.B., Contribution des agrosystèmes cacaoyers à la conservation de la biodiversité et au stockage de carbone dans la région de Daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat, Mention: Ecologie, Biodiversité et Evolution, Spécialité: Ecologie Végétale à l'Université Jean Lorougnon Guédé en Côte d'Ivoire. PP. 210. 2022.
- [11] Koulibaly A., Boko B. B., Zro B. G. F., Diomande V. P-A., and Kouame K. V. G., Evaluation du stock de carbone des peuplements ligneux dans les Systèmes Agroforestiers Traditionnels à cacaoyers (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Scientific Research*. ISSN 2351-8014 Vol. 67 No. 1 Jun. 2023, pp. 129-138. 2023.
- [12] Boko B.B., Koulibaly A., Amon-Anoh D.E., Dramane K.B., M'bo K.A.A. & Porembski S., Farmers influence on plant diversity conservation in traditional cocoa agroforestry systems of Côte d'Ivoire. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, 6 (12): 1-11. 2020.
- [13] Dramane K. B., Koulibaly A. & Boko B. B. (2022). Impact of cropping systems on the yield of cocoa trees in the daloa department. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. ISSN: 2319-7064.
- [14] Dramane K. B., Koulibaly A., Kouadio N. K. C., Boko B. B., and Soro G., Effet des différents types de Systèmes Agroforestiers Traditionnels sur le rendement en cacao (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*. ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1462-1474. 2023.
- [15] Diomande V. P. A., Koulibaly A., Voui Bi B. N. B., Boko B. B., Dramane K. B., Kouadio N. K. C. & Traore K., «Strategie paysanne de preservation de la flore ligneuse associee dans les plantations de cacaoyer de la zone cacaoyere de djekro (centre-ouest, cote d'ivoire) ». 11p. 2021.
- [16] Kouadio N.K.C., Koulibaly A., Coulibaly S., Boko B.B., Dramane K.B., Diomandé V.P.A, Kouadio Y.J., Potentiel de régénération naturelle des espèces ligneuses associées dans les agrosystèmes cacaoyers traditionnels de la zone rurale de Djekro (Daloa, Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*. 33 (1): 97 - 108. 2021.
- [17] Declert C., Manuel de phytopathologie maraîchère tropicale: cultures de Côte d'Ivoire. Rapport final, 333 p. 1990.
- [18] Koffié-bikpo C.Y. & Kra K.S., La région du haut-Sassandra dans la distribution des produits vivriers agricoles en Côte d'Ivoire. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, 2: 95-103. 2013.

- [19] Guillaumet & Adjanohoun., La végétation de la Côte d'Ivoire. In: Le Milieu Naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM, 50, Paris (France): 157-263. 1971.
- [20] Aké Assi L., Flore de la Côte d'Ivoire: catalogue systématique, biogéographie et écologie. Genève. Boissiera 57: 1-396. 2001.
- [21] Aké Assi L., Flore de la Côte d'Ivoire: catalogue systématique, biogéographie et écologie. Genève. Boissiera, 58: 1-401. 2002.
- [22] Piba S.C, Koulibaly A, Goetze D, Porembski S, & Traore D., Diversité et importance sociale des espèces médicinales conservées dans les agrosystèmes cacaoyers au centre-ouest de la cote d'ivoire. Annexe botanique Afrique de l'Ouest, 7: 80-96. 2011.
- [23] Raunkiaer C., The life form of plants and statistical plant geography. Clarendonpress, Oxford. 632 p. 1934.
- [24] Shannon C.E., Weaver., The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press Urbana, 117 p. 1984.
- [25] Piélou E.C., The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of theoretical biology, 13: 131-144. 1966.
- [26] Zounon C.S.F., Abasse T., Massaoudou M., Habou R., Addam k. & Ambouta K., Diversité et structure des peuplements ligneux issus de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) suivant un gradient agro écologique au Centre Sud du Niger. Journal of Agriculture and Veterinary Science, 12 (1): 52-62. 2019.
- [27] Ladoh-Yemeda C. F., Vandi D., Dibong S. D., Mpondo M. E., Wansi J. D., Betti J. L., Choula F., Ndongo D. & Tomedi E. M., - Étude ethnobotanique des plantes médicinales commercialisées dans les marchés de la ville de Douala, Cameroun. Journal of Applied Biosciences 99: 9450 – 9468. 2016.
- [28] Konan D., Goetze D., Koulibaly A., Porembski S. & Traoré D. (2011). Etude comparative de la flore ligneuse des plantations de cacao en fonction de l'âge et des groupes ethniques dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Annales de botanique de l'Afrique de l'Ouest, 7: 59–79.
- [29] Koulibaly A., Kouamé D., Grogan N., Kouassi K.E., Bakayoko A. & Porembski S., Floristic characteristics of the mosaic and how forest progress on savanna in the Lamto Reserve region (Côte d'Ivoire). International Journal of Development Research, 6 (5): 7792-7799. 2016.
- [30] Tondoh J.E., N'Guessan K.F., Guéi A.M., Sey B., Koné A.W. & Gnessougou N., Ecological changes induced by full-sun cocoa farming in Côte d'Ivoire. Global Ecology and Conservation, 3: 575–595. 2015.
- [31] Sibirina S., Djakalia O., Mathieu E.W. & Dossahoua T. (2014). Usages traditionnels de quelques espèces végétales de la forêt marécageuse classée de Port Gauthier, en zone côtière au Sud-ouest de la Côte d'Ivoire. European Scientific Journal, ESJ, 10 (3).
- [32] FAO, Services Ecosystémiques & Biodiversité. <http://www.fao.org/ecosystem-servicesbiodiversity/fr>. 2018.

Problématique de lubrification du moteur TIGER dans la ville de Mbujimayi

[Problematic of lubrication of the TIGER engine in the Mbujimayi city]

Georges KABAMBA MWENDA KAZADI¹, Patrick KALALA MUANISHAYI², Patrick MUPOYI KAZADI², François TSHILUMBA BILENGI², Faustin TSHIMANGA KASONGA², John KABANGU MPOYI², Fiston NTUMBA KABUYA², and Vincent KALAMBAYI MUAKA²

¹Département des mathématiques, Institut Supérieur Pédagogique, Mbujimayi, BP 682, RD Congo

²Département d'électromécanique, Institut Supérieur des Techniques Appliquées, Mbujimayi, RD Congo

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This research was focused on the problem of lubrication of the TIGER engine in the Mbujimayi city, which causes harmful problems on this type of engine and which has an impact on the socio-economic life of Mbujimayi's population. For that we tried to know the causes of the lack or the bad lubrication in the TIGER engine in order to propose some solutions to guarantee the long life of the engine.

The results obtained showed that a large part of the people interviewed, 83%, do not know why oil-gasoline should be mixed at the time of purchase and 17% have limited knowledge of this mixture. At the end of this study, it also emerged that 40% of the breakdowns that occur on the TIGER engine are wear and tear and is caused to 71.4% by the lack or poor lubrication.

KEYWORDS: Lubricating oil, TIGER engine, lubrication, dosage.

RESUME: Cette étude a été portée sur la problématique de lubrification du moteur TIGER dans la ville de Mbujimayi, qui cause des problèmes néfastes sur ce type de moteur et qui a un impact sur la vie socio-économique de la population de Mbujimayi. Pour cela nous avons cherché à connaître les causes du manque ou de la mauvaise lubrification dans le moteur TIGER afin de proposer quelques solutions pour garantir la longue durée de vie du moteur.

Les résultats obtenus ont montré bien, qu'une grande partie des gens interrogés soit 83% ne savent pas pourquoi on doit mélanger l'huile-essence au moment de l'achat de l'essence et 17% possèdent une connaissance limitée sur ce mélange. A l'issue de cette étude, il est ressorti aussi que 40% des pannes qui surviennent sur le moteur TIGER sont l'usure et est causée à 71,4% par le manque ou la mauvaise lubrification.

MOTS-CLEFS: Huile lubrifiante, moteur TIGER, lubrification, dosage.

1 INTRODUCTION

Aujourd'hui encore comme hier, la ville de Mbujimayi connaît des difficultés en ce qui concerne la fourniture d'énergie électrique. Pendant ce temps, l'évolution de la technologie devient plus qu'irrésistible. Juste pour la charge d'un téléphone portable requiert une source d'énergie électrique.

Une famille de niveau de vie moyenne possède, à part des appareils téléphoniques, des appareils électroménagers tels que le poste téléviseur, le poste radio ainsi que des appareils de musique. L'organisation d'une manifestation requiert toujours de l'énergie électrique. En effet, malgré le développement des panneaux solaires à l'heure actuelle, l'utilisation des groupes

électrogènes reste très répandue dans la population Kasaïenne en général, Mbujimayienne en particulier. Ceci dans le souci de palier aux difficultés d'approvisionnement électrique. Le groupe électrogène TIGER est parmi le plus utilisé.

Le fonctionnement du moteur exige une fonction indispensable qui assure la diminution des frottements, la dissipation d'une quantité importante de chaleur, l'étanchéité des cylindres et l'évacuation des particules d'usure lors des vidanges ou parfois au moyen des séparateurs de particules. Il s'agit de la lubrification [1]. Assurer une bonne lubrification du moteur, repose sur la réalisation d'un mécanisme de lubrification bien adéquat, et sur la formulation d'une huile disposant de plusieurs propriétés physico-chimiques [1].

En outre, l'équipement comme le moteur TIGER ne s'acquiert pas gratuitement. Il faut dépenser de l'argent pour l'acquérir, de ce fait, qu'il convient de le garder le plus longtemps possible pour jouir de ses services pendant un temps raisonnable. Et pour cela, il faut lui assurer une durée de vie suffisante par l'entretien et le respect des instructions du constructeur.

En effet, un équipement comme le moteur est très souvent sollicité par des forces dynamiques tournantes proportionnelles au carré de la vitesse de rotation, et soumis à de grandes sollicitations mécaniques et thermiques. Il est composé des pièces qui sont en mouvement les unes par rapport aux autres, le manque de lubrification en réduit sa durée de vie.

Le mode de lubrification des moteurs TIGER peut, suivant le niveau de l'utilisateur, conduire à des problèmes techniques de façon précoce. Dès lors que l'on remarque des gens démarrer ce type de moteur sans avoir mélangé l'huile moteur à l'essence ou mettre une quantité d'huile aléatoire, il sied de se poser la question si l'on sait pourquoi il faut le faire.

En interrogeant les réparateurs et certains utilisateurs des moteurs TIGER, nous avons constaté des cas d'usure parfois précoce des pièces en mouvement et aussi en échangeant avec les utilisateurs de moteur TIGER, nous nous sommes rendus compte que beaucoup s'intéressent plus à l'achat de l'essence pour tourner le moteur sans avoir un œil exigeant sur sa lubrification. Face à cette situation qui s'avère grave et soucieux d'en savoir davantage, nous rattachons la problématique de la présente étude autour de questions suivantes:

- Que faire pour que les utilisateurs de moteur TIGER respectent les instructions du constructeur en mélangeant l'essence à l'huile moteur afin de permettre une meilleure lubrification ?
- Quelles sont les conséquences du manque de lubrification dans ce moteur ?

Nous pensons une sensibilisation des utilisateurs qu'à l'achat de l'essence de mettre l'huile moteur selon les prescriptions du constructeur afin d'éviter l'usure précoce et l'échauffement des organes mécaniques en mouvement.

- La population interrogée représente le comportement de toute la population de la ville de Mbujimayi, et cela, dès lors que cette population a été choisie de façon aléatoire;
- Nous avons considéré que l'huile utilisée pour la lubrification des moteurs TIGER dans la ville de Mbujimayi est appropriée.

Notre objectif principal est de montrer aux utilisateurs de moteur TIGER l'importance de la lubrification dans le moteur, du mélange d'huile-essence à l'achat de l'essence et la nécessité de respecter la recommandation de constructeur du moteur concernant le dosage d'huile moteur dans l'essence. Cette étude voudrait déterminer les conséquences qui arrivent si l'on n'utilise pas l'huile moteur pour lubrifier les organes mécaniques en mouvement en vue d'améliorer davantage la durée de vie du moteur.

La réalisation du présent travail a connu des difficultés entre autres: dans la ville de Mbujimayi, il n'est toujours pas aisé de faire une enquête sur des matières telles que les lubrifiants et les groupes électrogènes sans risquer d'être assimilé aux agents de l'Etat. Cet état de chose crée parfois une psychose qui empêche l'hospitalité et la disponibilité des gens.

2 PARTIES MOBILES D'UN MOTEUR A ESSENCE A 2 TEMPS

Dans une machine, deux pièces métalliques en mouvement relatif sont le siège d'un frottement à l'endroit de contact. Ce frottement engendre, non seulement l'usure, mais aussi l'échauffement. L'usure et l'échauffement réduisent la durée de vie des organes de machines, voire de tout le sous-ensemble [2]. Dans le cas d'un moteur thermique, la transformation de l'énergie calorifique du combustible en énergie mécanique exige qu'il y ait des pièces en mouvement relatif entre elles [3]. Pour assurer un bon fonctionnement et une bonne durée de vie de chaque organe, donc du moteur, il s'avère important de gérer le frottement par la lubrification.

Avant de présenter les parties mobiles du moteur TIGER, nous donnons les caractéristiques de ce dernier [4]:

- Type: Super Tiger;

- Modèle: TG2500DC;
- Puissance max: 800w
- Puissance nominale: 600w;
- Tension nominale: 220V;
- Vitesse nominale: 3000tr/min;
- Fréquence: 50 Hz
- Facteur de puissance ($\cos \varphi$): 1

Ce moteur est un moteur à deux temps à essence dans la production domestique du courant électrique.

Les parties mobiles du moteur TIGER sont les suivantes [4]:

- Le piston;
- La bielle;
- Le vilebrequin.

Nous constatons que le moteur à deux temps, tout comme le moteur TIGER n'a pas beaucoup de pièces principales en mouvement.

3 LUBRIFICATION D'UN MOTEUR TIGER

3.1 SYSTÈME DE LUBRIFICATION D'UN MOTEUR À ESSENCE 2 TEMPS

La lubrification du moteur à deux temps diffère de celle d'un moteur à quatre temps. Ce dernier est généralement pourvu d'un carter dans lequel tourne le vilebrequin et où le carburant ne pénètre pas. La lubrification s'opère par le biais d'une certaine quantité d'huile contenue dans le carter; celle-ci éclabousse les points d'appui du vilebrequin, l'articulation de la bielle et les parois du cylindre [4].

Pour le moteur à 2 temps, c'est différent. Dans la quasi-totalité des cas, le mélange combustible passe à l'intérieur du carter lors de son parcours entre le carburateur et le cylindre. Le principe du système de graissage est basé sur le mélange huile/carburant; quand ce mélange traverse le carter, l'huile lubrifie toutes les parties mobiles du moteur. Quand le mélange brûle dans la chambre à combustion, une partie de l'huile brûle aussi, dégageant les fumées propres à ce type de moteurs; mais le reste de l'huile ne brûle pas et lubrifie avec efficacité le haut du cylindre [5]. Les roulements sur lesquels le vilebrequin s'appuie reçoivent un mélange essence/huile frais en provenance du carburateur.

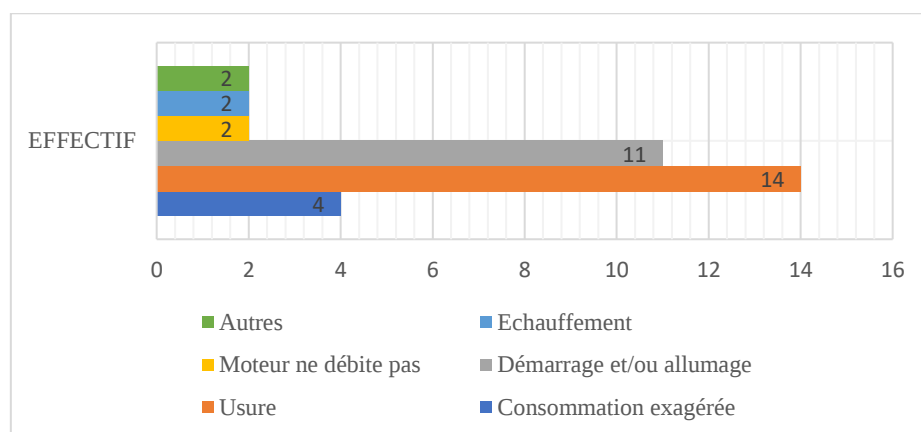
3.2 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Pour arriver à bien cerner le problème de lubrification des moteurs TIGER à Mbujimayi, nous avons récolté les données d'enquêtes pour déterminer les types de pannes les plus fréquentes sur ces moteurs à Mbujimayi. Les résultats de ces enquêtes sont repris dans le tableau 1 ci-après:

Tableau 1. Répartition des pannes du moteur TIGER

N°	TYPES DE PANNES	EFFECTIF	POURCENTAGE
1	Consommation exagérée	4	11%
2	Usure	14	40%
3	Démarrage et/ou allumage	11	31%
4	Moteur ne débite pas	2	6%
5	Echauffement	2	6%
6	Autres	2	6%
	Total	35	100%

Source: nous même



Graphique 1. Répartition des pannes rencontrées sur le moteur TIGER

L'examen de tableau I nous montre que les pannes les plus rencontrées sur les moteurs TIGER sont l'usure des pièces mobiles qui représentent 40%, les difficultés de démarrage ou allumage 31% et la consommation exagérée 11%.

Tableau 2. Causes de Consommation exagérée sur le moteur TIGER

N ⁰	Causes possibles	Effectif	Pourcentage
1	Carburateur défectueux	3	75%
2	Mauvais réglage des gicleurs	1	25%
	Sous-total	4	100%

Source: nous même

Au regard de ce tableau II, il se révèle que 75% des causes possibles de la consommation exagérée étaient la défectuosité du carburateur.

Tableau 3. Répartition des causes possibles de démarrage et/ou allumage difficile

N ⁰	Causes possibles	Effectif	Pourcentage
1	Choc défectueux	1	9
2	Défaut électrique	3	27
3	Sable dans le carburateur ou sur le robinet	4	36
4	Présence d'huile moteur à la bougie	1	9
5	Présence d'eau dans le carburateur	1	9
6	Segments usés par manque d'huile moteur	1	9
	Sous-total	11	100

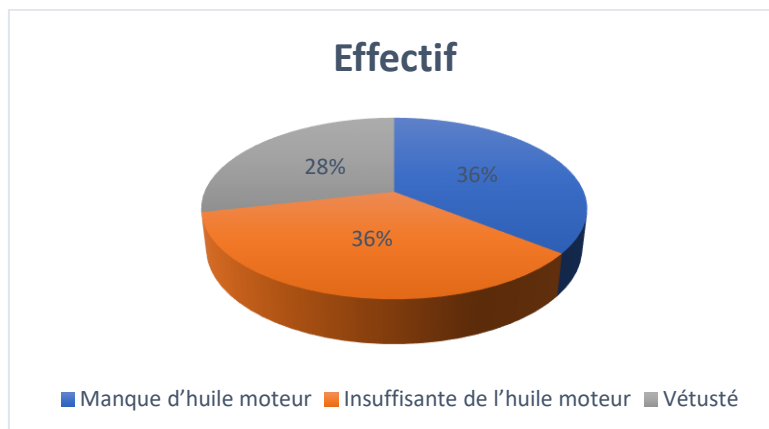
Source: nous même

Il ressort clairement de ce tableau III que la plus grande raison de démarrage difficile des moteurs TIGER est la présence du sable au niveau des gicleurs avec 36%, empêchent ainsi le carburant de passer, suivis de défaut électrique avec 27% où l'étincelle ne jaillit pas à l'électrode et cela rend l'allumage difficile.

Tableau 4. Répartition des causes de l'usure sur le moteur TIGER

N ⁰	Causes possibles	Effectif	Pourcentage
1	Manque d'huile moteur	5	35,7
2	Insuffisante de l'huile moteur	5	35,7
3	Vétusté	4	28,6
	Sous-total	14	100

Source: nous même



Graphique 2. Répartition statistique des causes de l'usure dans le moteur TIGER

Au regard de ce tableau IV, nous avons constaté que 71,4% des problèmes d'usure sur le moteur TIGER à Mbujimayi sont dus à la lubrification, soit 35,7% dus au manque d'huile et 35,7% dus à l'insuffisance de l'huile alors que la vétusté des organes mécaniques en mouvement ne représente que 28,6%.

Il sied de signaler que nous ne devons pas considérer qu'un moteur TIGER a une vie éternelle et ne devrait pas s'arrêter un jour. Les données de nos enquêtes peuvent signifier tout simplement que l'utilisateur, connaissant l'âge de son moteur, serait tenté de ne pas l'amener à la réparation. Et si le moteur est encore relativement jeune, il est normal que l'on veuille à le réparer. C'est dans ces conditions que l'on constate que l'usure est causée soit par le manque total d'huile moteur, soit par une insuffisance d'huile, ce qui signifie qu'il n'y a pas une lubrification suffisante des pièces mobiles.

3.2.1 QUALITÉ ET DOSAGE

La littérature renseigne que l'huile moteur, généralement utilisée pour la lubrification des moteurs à explosion peut être une huile minérale, semi-synthétique ou synthétique, dérivée du pétrole et enrichie en additifs techniques. Dans un moteur à explosion à 4 temps, une pompe, généralement à engrenages, actionnée par le moteur, aspire l'huile dans le carter inférieur et l'envoie sous pression dans le circuit afin de lubrifier au mieux les pièces qui en ont besoin. L'huile redescend ensuite par gravité dans le carter par des ouvertures spécifiques. Tandis que celui à explosion à 2 temps, l'huile entre d'abord par le bas du moteur, lubrifiant ainsi la bielle et le vilebrequin lors de son passage, puis elle pénètre dans la chambre de combustion, où elle brûle avec le carburant [6]. De ce fait, les huiles utilisées dans le moteur à 2 temps sont beaucoup moins chargées en additifs que celles utilisées sur le moteur à 4 temps [4].

En effet, comme partie de l'huile brûle avec l'essence, en même temps qu'elle doit lubrifier le moteur. Alors le pourcentage du mélange dans ce moteur est très important pour son bon fonctionnement et pour accroître sa durée de vie. En fonction du type d'huile utilisée le pourcentage d'huile dans le mélange n'est pas rigoureusement le même. Certains prescrivent le dosage suivant [6]:

- 2,5 % en huile 100% synthétique;
- 3% avec de l'huile semi-synthétique;
- 4% avec de l'huile minérale

Toutefois, la littérature propose en général les dosages repris dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5. Dosage d'huile moteur dans l'essence [4].

Quantité d'essence en litre	Dosage de l'huile moteur en pourcentage				
	2	2,5	3	3,5	4
1	20ml	25 ml	30 ml	35 ml	40 ml
2	40ml	50 ml	60 ml	70 ml	80 ml
3	60ml	75 ml	90 ml	105 ml	120 ml
4	80	100 ml	120 ml	140 ml	160 ml
5	100	125 ml	150 ml	175 ml	200 ml
10	200	250 ml	300 ml	350 ml	400 ml
15	300	375 ml	450 ml	525 ml	600 ml
20	400	500 ml	6000 ml	700 ml	800 ml

En outre, pour le moteur TIGER, le constructeur recommande le dosage ci-après:

Tableau 6. Dosage d'huile selon TIGER [4].

Quantité d'essence en litre	Quantité d'huile moteur en litre	Dosage d'huile moteur en pourcentage %
1	0,02	2
2	0,04	2
3	0,06	2
4	0,08	2

L'examen du tableau V et VI, nous a montré que le dosage TIGER correspond à celui de la première colonne du tableau 5.

Concernant le type d'huile et moyennant le respect des recommandations du constructeur, nous pouvons utiliser la même huile tant pour le moteur à 4 temps que celui à 2 temps. C'est que dans notre ville de Mbujimayi, l'huile SAE 40 est fréquemment utilisée dans le moteur TIGER.

En effet, en cherchant à savoir les raisons pour lesquelles il y a le problème de lubrification, les résultats de nos enquêtes ont révélé que:

- Sur les Cent pourcent interrogés, seuls 35% prétendent prendre soin de toujours mélanger l'huile et l'essence;
- 55% des personnes interrogées sur les 100%, déclarent utiliser une quantité d'huile équivalant au bouchon du bidon FALCON de cinq litres pour mélanger à un litre d'essence. Ce qui correspond à 20ml d'huile dans un litre d'essence, soit 2% comme le recommande le constructeur de moteur TIGER;
- Beaucoup de gens, soit 83%, ne savent pas le pourquoi il faut mélanger l'huile à l'essence dans le moteur TIGER, 17% seulement possèdent une connaissance limitée de la raison de ce mélange.

Il est vrai que nous n'avons pas contacté toute la population de la ville de Mbujimayi, mais notre échantillon représentatif interrogé ignore la raison pour laquelle l'huile doit être mélangée à l'essence avant de démarrer le moteur TIGER, et cela en respectant le dosage exigé par le constructeur. Il y a lieu de nous demander s'il est vrai que tout ce monde prend effectivement soin de faire ce mélange ou le fait correctement. Car il est vrai que la motivation viendrait en grande partie de cette connaissance.

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Au terme de cette étude, nous constatons avec désolation que la contribution de l'huile moteur dans la lubrification de moteur TIGER afin de réduire le frottement, l'usure entre les éléments en contact et en mouvement l'un par rapport à l'autre, d'évacuer une partie de l'énergie thermique engendrée par ce frottement, ainsi que d'éviter la corrosion est ignorée par les utilisateurs à l'achat de l'essence avant le démarrage du moteur TIGER, soit 83% ne savent pas pourquoi le mélange huile-essence est exigé dans ce type de moteur et 17% possèdent une connaissance limitée sur le mélange. Dans notre cas d'espèce, le constructeur exige que la quantité d'huile soit de 20% de celle de l'essence.

Cette situation est fort préoccupante d'autant plus que la garantie de la longue durée de vie du moteur TIGER consiste essentiellement aussi dans l'atteinte des objectifs de la lubrification de ce dernier.

En effet, il est ressorti que 40% des pannes qui surviennent sur le moteur TIGER sont l'usure et cette dernière est causée à 71,4% par le manque ou la mauvaise lubrification. Plusieurs facteurs sont à la base de cet état de choses. Il s'agit entre autres:

- L'ignorance de la raison ou de l'importance du mélange huile -huile par les utilisateurs, soit 83%;
- 65% des gens ne prétendent pas prendre soin de toujours mélanger l'huile et l'essence.

Devant une telle situation où la population dépense leur argent pour avoir de l'énergie électrique de façon autonome, il est important qu'elles soient informées de la raison et de l'importance de la lubrification de leur moteur TIGER. Ceci leur garantira une longue durée de vie de leur groupe électrogène et leur évitera de jeter l'argent.

Pour que la lubrification soit respectée ou assurée totalement dans le moteur TIGER, nous proposons que le constructeur mette à la disposition des acheteurs de ce type de moteur, une notice qui expliquera l'importance de la lubrification, le type d'huile à utiliser ainsi que l'importance du respect du dosage qui a été déterminé dans le manuel existant. D'autres groupes de sensibilisations, comme par exemple les vendeurs de moteur TIGER et les mécaniciens réparateurs de ce moteur d'en faire autant.

Si ces propositions sont appliquées, elles permettront au moteur TIGER, de jouer très bien son rôle voulu par le constructeur. Pour ce faire, l'implication de tous les acteurs (vendeurs, acheteurs, vendeurs de l'essence, chercheurs ingénieur, etc.) s'avère nécessaire.

REFERENCES

- [1] O. Samira et C. Soraya (2017), caractérisation physico-chimique d'huile moteur usagée et possibilité de récupération, mémoire de master II, Université A. MIRA-BEJAIA.
- [2] G. DROUIN, M. GOU, R. VINET et P. THIRY. (1986), Eléments de machines, 2^e éd., Ecole polytechnique de Montréal, Montréal.
- [3] J. POURBAIX (1979), Moteur Diesel, tome 1, Dunod, paris.
- [4] A. BONDO. (2017), Problématique de lubrification du moteur thermique à deux temps « cas du moteur TIGER », travail de fin de cycle, Institut Supérieur Technique de l'informatique Appliquée. Inédit.
- [5] [https://fr.wikipedia.org/moteur à deux temps](https://fr.wikipedia.org/moteur%20%40%20deux%20temps).
- [6] [https://Moteur Tiger/pou-guide-lubrification des moteurs à deux temps.mht](https://Moteur%20Tiger/pou-guide-lubrification%20des%20moteurs%20%40%20deux%20temps.mht)
- [7] R. Zeyneb et M. Khadidja (2019), Etude de la possibilité de régénération des huiles moteur usagées par processus de traitement à l'acide, mémoire de master, Université Ahmed Draïa Adrar.

ANNEXE

QUESTIONNAIRE

1. Pouvez-vous vous identifier ?

- Nom, postnom et prénom, Fonction, Grade.

2. Connaissez-vous l'importance de la lubrification dans un moteur ?

SI OUI, LAQUELLE ?

SI NON, POURQUOI ?

3. Faites-vous le mélange huile-essence à l'achat de l'essence avant le démarrage du moteur TIGER ?

SI OUI, POURQUOI ?

SI NON, POURQUOI ?

4. A l'achat de l'essence pour le moteur TIGER, prenez-vous soin de mélanger l'huile et l'essence ?

5. Connaissez-vous la quantité d'huile à mélanger avec l'essence ou le dosage ?

SI OUI, LAQUELLE ?

SI NON, POURQUOI ?

FICHE D'ENQUÊTE

N°	NOMS DU GARAGE	PANNES OBSERVEES	CAUSES POSSIBLES
1			
2			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			

Problématique de réutilisation des huiles usagées sur le moteur diesel monocylindrique de moulin au marché Bakwa Dianga

[Problematic of reuse of the used oils on the single-cylinder diesel engines of mill to the walks Bakwa Dianga]

Patrick KALALA MUANISHAYI, Emmanuel KAZADI CIMANGA, Patrick MUPOYI KAZADI, François TSHILUMBA BILENGI, Faustin TSHIMANGA KASONGA, John KABANGU MPOYI, Patrick KAZADI KALONJI, and Fiston NTUMBA KABUYA

Département d'électromécanique, Institut Supérieur des Techniques Appliquées, Mbujimayi, RD Congo

Copyright © 2023 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: Lubricating oils are essential to ensure the proper functioning of an engine. They are composed of base oils of petroleum or synthetic origin and additives. The latter confer good properties to lubricating oils. However, these characteristics can be lost after use. The lubricating oils of the engine type become black during its use, and this is due to their degradation because of several phenomena, such as oxidation, contamination, as well as corrosion and other phenomena.

The results obtained showed well, that this engine oil degrades quickly, and also remarkable with the change of color that becomes more and more black, contains solid contaminants that can be the cause of engine damage. In addition, of the mills in the Dibindi market, 94% are equipped with single-cylinder diesel engines. Of these 94%, only 29% of the mills reuse the used oil, and 48% of the users do so because of lack of financial means, and 43% prefer to earn a lot of money by reducing the expenses related to the purchase of new oil. 49% do not know the negative consequences that would happen if they reuse used oil; and finally, in the single-cylinder diesel engines targeted, 25% of the breakdowns are due to bad lubrication or bad lubricants.

KEYWORDS: Lubricating oil, used oil, engine.

RESUME: Les huiles lubrifiantes sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement d'un moteur. Elles sont composées des huiles de base d'origines pétrolières ou synthétiques et d'additifs. Ces derniers confèrent aux huiles lubrifiantes de bonnes propriétés. Mais ces caractéristiques peuvent être perdues après utilisation. Les huiles lubrifiantes de type moteur deviennent noires au cours de son utilisation, et cela revient à leur dégradation à cause de plusieurs phénomènes, comme l'oxydation, la contamination, ainsi que la corrosion et d'autres phénomènes.

Les résultats obtenus ont montré bien, que cette huile moteur se dégrade rapidement, et aussi remarquable avec le changement de la couleur qui devient plus en plus noire, contient des contaminants solides qui peuvent être la cause de l'endommagement du moteur. En outre, sur les moulins se trouvant sur le marché de Dibindi, 94% sont équipés de moteur Diesel monocylindrique, dans ces 94%, seuls 29% des moulins, on réutilise l'huile usagée et 48% d'utilisateurs le font à cause du manque des moyens financiers et 43% préfèrent gagner beaucoup d'argent en réduisant les dépenses liées à l'achat d'une huile neuve. 49% ne connaissent pas les conséquences négatives qui arriveraient s'ils réutilisent l'huile usagée; et enfin, les moteurs Diesel monocylindriques ciblés, 25% des pannes sont dus à la mauvaise lubrification ou mauvais lubrifiants.

MOTS-CLEFS: Huile lubrifiante, huiles usagées, moteur.

1 INTRODUCTION

La lubrification des pièces mécaniques des moteurs automobiles est fondamentale. Sans la lubrification, les pièces qui se frottent entre elles s'échauffent, entraînant des températures si importantes, risquant de provoquer le grippage des surfaces en contact, ce qui conduirait directement à leur destruction [1].

Les huiles lubrifiantes sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement du moteur, elles sont constituées d'huile de base auxquels sont ajoutées d'additifs convenablement choisis pour qualifier le lubrifiant à assurer sa fonction.

Les huiles lubrifiantes disposent de plusieurs propriétés physico-chimiques qui doivent être préservées, autant que possible, au cours de son utilisation [2].

Dans un moteur, l'huile, dont la fonction essentielle est d'assurer la lubrification, se voit soumise à de nombreuses contraintes de plus en plus sévères et ce, en rapport avec le développement actuel des moteurs aux performances améliorées, ces contraintes agissent de manière néfaste sur la structure de l'huile, une fois ses propriétés altérées, elle ne peut continuer à remplir sa tâche convenablement, et elle finit par perdre sa qualité lubrifiante [1]. En effet, les huiles usagées sont classées dans la catégorie des déchets spéciaux dangereux. Elles peuvent engendrer une détérioration importante du milieu naturel, qui peut être traduit par une pollution d'eau, du sol et de l'atmosphère [2].

Eu égard à ce qui précède, grande est notre désolation, en circulant sur le marché BAKWA DIANGA, nous avons remarqué que certains réparateurs ou utilisateurs de moulins réutilisent l'huile usagée sur certains moteurs Diesel monocylindrique de moulins communément appelé « **MUANA KENDA** » pour assurer la lubrification. C'est ainsi que nous nous sommes posés la question, si l'on sait les conséquences qu'advindraient en faisant cela ?

Voilà pourquoi nous avons pensé mener une étude sur la problématique de lubrification de moteur Diesel monocylindrique de moulins sur le marché BAKWA DIANGA.

En effet, nous pensons une sensibilisation des utilisateurs sur les conséquences néfastes qu'en découleraient en réutilisant l'huile usagée sur le moteur et leur nuisance à l'environnement, et proposer l'étude de possibilité de régénération des huiles moteur usagées. Car le recyclage des huiles usagées demeure une activité inexploitée dans la province du KASAI ORIENTAL, particulièrement dans la ville de Mbujimayi en l'absence d'unités spécialisées dans le traitement de ces déchets.

Cette étude a pour objectif de répondre à la question que nous nous sommes posés. Elle voudrait déterminer les conséquences qui arriveraient si l'on réutilise l'huile usagée pour lubrifier les organes mécaniques en mouvement et de proposer la technique parmi les différentes techniques disponibles pouvant convertir les huiles usagées en combustible propre qui répond aux exigences énergétiques et environnementales.

2 LES HUILES USAGÉES

Après l'utilisation de lubrifiants, ceux-ci deviennent toxiques pour le sol, l'eau et les écosystèmes. En 2005, environ 37,9 millions de tonnes d'huile de lubrification ont été utilisées dans le monde et l'augmentation de sa consommation était estimée à 1,2% par an [3]. Les huiles usagées ne sont pas biodégradables, elles sont classées dans la catégorie des déchets spéciaux dangereux. Leur rejet dans la nature est strictement interdit. Elles peuvent engendrer une détérioration importante du milieu naturel, qui peut être traduit par une pollution de l'eau, du sol et de l'atmosphère: Un (01) litre d'huile usagée peut contaminer 1 million de litres d'eau; Particulièrement, les huiles de vidange contiennent de nombreux éléments toxiques tels que les métaux lourds (plomb, cadmium...) [1].

2.1 DÉFINITION DES HUILES USÉES

D'une manière générale, toute huile ayant servi dans un processus de transformation est destinée à l'abandon du fait de la perte de ses propriétés physicochimiques de base sont désignées par le terme « **huiles usées** » [1]. Qui, après utilisation, devient contaminée, elle ne peut continuer à remplir sa tâche convenablement [4]. On distingue deux catégories:

Les huiles usées domestiques qui sont des huiles alimentaires d'origine végétale ayant servi dans la friction. Et des huiles usées industrielles [5] provenant des:

- Huiles lubrifiantes pour moteur, turbines ou engrenages;
- Huiles hydrauliques comprenant des fluides de transmission;
- Huiles pour le travail des métaux (huiles de coupes et d'usinage);
- Liquides isolants pour les transformateurs.

Les huiles de seconde catégorie font l'objet de notre étude, en particulier celles pour le moteur Diesel monocylindrique. Elles sont désignées par « huiles usagées » et définies comme: « Toutes huiles, issues du raffinage du pétrole brut ou synthétique, destinées à la lubrification ou à autres fins, et qui sont devenues impropres à leur usage original en raison de la présence d'impuretés ou de la perte de leurs propriétés initiales [1].

Les huiles usagées conduisent à trois formes de résidus:

- L'huile usagée elle-même;
- Le filtre à l'huile, contenant un résidu d'huile usagée et des dépôts agglutinés;

2.2 LES TYPES DES HUILES USAGÉES

2.2.1 LES HUILES USAGÉES CLAIRES

D'origine industrielle et légèrement détériorées à l'usage [4], les huiles claires provenant des transformateurs, des circuits hydrauliques et des turbines. Elles sont peu contaminées et chargées en général d'eau et de particules [1].

2.2.2 LES HUILES USAGÉES NOIRES

Sont les huiles qui proviennent généralement de la lubrification automobile, elles représentent un pourcentage important dans la totalité des huiles usagées, elles sont obtenues par un mélange des résidus lourds [2]. Qui comprennent les huiles moteurs (essence et gasoil) [1], et certaines huiles industrielles (huiles de trempe, de laminage, de tréfilage et autres huiles entières d'usinage des métaux): ces huiles sont fortement dégradées et contaminées [1].

2.3 LA DÉGRADATION DES HUILES MOTEUR

2.3.1 PHÉNOMÈNE D'OXYDATION

L'oxydation est un phénomène au cours duquel une quantité de gaz mis-sous pression, lors de la phase de compression, s'échappe par des passages entre les segments et les chemises, pour se trouver dans le carter qui contient de l'huile de lubrification, avec une haute température. Ce gaz contient environ 20% d'O₂, ce qui résulte une oxydation de l'huile qui évolue avec le temps, et la présence des particules métalliques, qui se comportent comme des catalyseurs qui accélèrent ce phénomène d'oxydation. Non seulement ces deux derniers qui provoquent l'oxydation, mais aussi l'influence des gaz d'échappement (EGR), qui conduisent à la formation d'une quantité importante de suie dans la chambre de combustion, qui se condense et avec le temps de croître puis se solidifier, et cela provoque une oxydation des parties métalliques. Et tout cela fait appel à une dégradation de l'huile de lubrification moteur [6].

On peut observer l'oxydation de l'huile du moteur s'est caractérisée par:

- L'épaississement.
- Le noircissement de l'huile et son odeur âcre.
- L'élévation de l'acidité.
- La formation de dépôts et de boues.

2.3.2 PHÉNOMÈNE DE ROUILLE ET DE CORROSION

La rouille et la corrosion sont deux phénomènes qui conduisent à une élévation de l'usure, ce phénomène provoque la corrosion des métaux non ferreuse, par l'attaque de l'acide organique provenant de l'oxydation des huiles ou du carburant. D'où, la rouille des métaux ferreux est par l'humidité qui est le résultat de l'action conjuguée de l'eau et l'oxygène de l'air. La formation de la rouille, ainsi que la destruction de certaines particules métalliques dues à la contamination des huiles lubrifiantes, et elle provoque leur dégradation [6].

2.4 PRINCIPAUX CONTAMINANTS ET LEURS ORIGINES

Après l'utilisation de l'huile, lorsque celle-ci est considérée comme de l'huile usée, ses constituants polluants peuvent être:

2.4.1 BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (BPC)

Sont des composés synthétiques formés de deux noyaux « benzéniques » joints par un de leurs sommets et dont les dix atomes d'hydrogène peuvent être substitués par autant d'atomes de chlore. Ils sont caractérisés par une grande stabilité thermique, chimique et biologique. Les biphényles polychlorés sont peu solubles dans l'eau, mais hautement solubles dans les graisses, les huiles et les liquides non polaires.

Les BPC étaient utilisés comme plastifiants, dans les fluides hydrauliques, les lubrifiants et les composés de scellement. Selon les règlements sur les matières dangereuses, la concentration maximale en BPC dans une huile usée utilisée à des fins énergétiques, dans des chaudières ou fours industriels ne doit pas excéder 50 mg/kg et 3 mg/kg pour tout autre installation [7].

2.4.2 LES HALOGÈNES

Les halogènes et le soufre sont parmi les contaminants ciblés par les règlements sur les matières dangereuses, car en brûlant les produits pétroliers, il y a dégagement d'acides (HCl ou HBr) et d'oxydes de soufre. Ces derniers, lorsqu'ils sont oxydés, risquent de former de l'acide sulfurique.

Selon les règlements sur les matières dangereuses, la concentration maximale en halogènes totaux dans les huiles usées utilisées à des fins énergétiques dans les équipements de combustion dont la puissance est supérieure à 10 MW ne doit pas excéder 1500 mg/kg et la concentration maximale dans les autres équipements de combustion ne doit pas excéder 1 000 mg/kg.

Également, les règlements interdisent d'utiliser à des fins énergétiques les huiles usées dont la teneur en soufre excède 1,5 % (masse/masse) en poids ou une matière dangereuse résiduelle autre que des huiles usées dont la teneur en soufre excède 2,0 % (masse/masse) en poids [1].

2.4.3 L'EAU

L'eau doit théoriquement être absente de l'huile usagée. L'eau favorise l'oxydation et la corrosion et peut générer des risques d'émulsion. Sa présence peut signifier:

- L'existence d'un phénomène de condensation qui peut être due à un prélèvement réalisé à froid, ou sur un moteur ayant subi un arrêt prolongé.
- Il est à relever que dans le cas d'une infiltration de liquide de refroidissement, il y a évaporation de l'eau due à la température de fonctionnement [1].

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans un moteur thermique comme le moteur monocylindrique, la transformation de l'énergie calorifique du combustible en énergie mécanique exige qu'il y ait des pièces en mouvements relatifs entre elles. Ces dernières sont le siège de frottement à l'endroit de contact qui engendre non seulement l'usure mais aussi l'échauffement. L'usure et l'échauffement réduisent la durée de vie des organes du moteur thermique. Pour assurer un bon fonctionnement et une bonne durée de vie de chaque organe du moteur, il est important de gérer le frottement par une meilleure lubrification [5].

Nous pouvons d'abord présenter la situation géographique de notre milieu d'étude:

La Ville de Mbuji-Mayi est située à 666 km de l'équateur, à 6° 10' de latitude Sud, 20° 27' de longitude Est, et entre 500 et 1000m d'altitude. Elle est limitée au Nord par le ruisseau Muya et Sud-est par la rivière Mbuji-Mayi. A l'Ouest, ses limites sont conventionnelles et correspondent à une ligne bordée par le plateau qui sépare la commune de Bipemba et le site TSHIBOMBO qui est l'une des localités du territoire de LUPATAPATA [8]. Et le marché Bakuadianga appelé autrement le marché DIBINDI se trouvent dans la commune de DIBINDI.

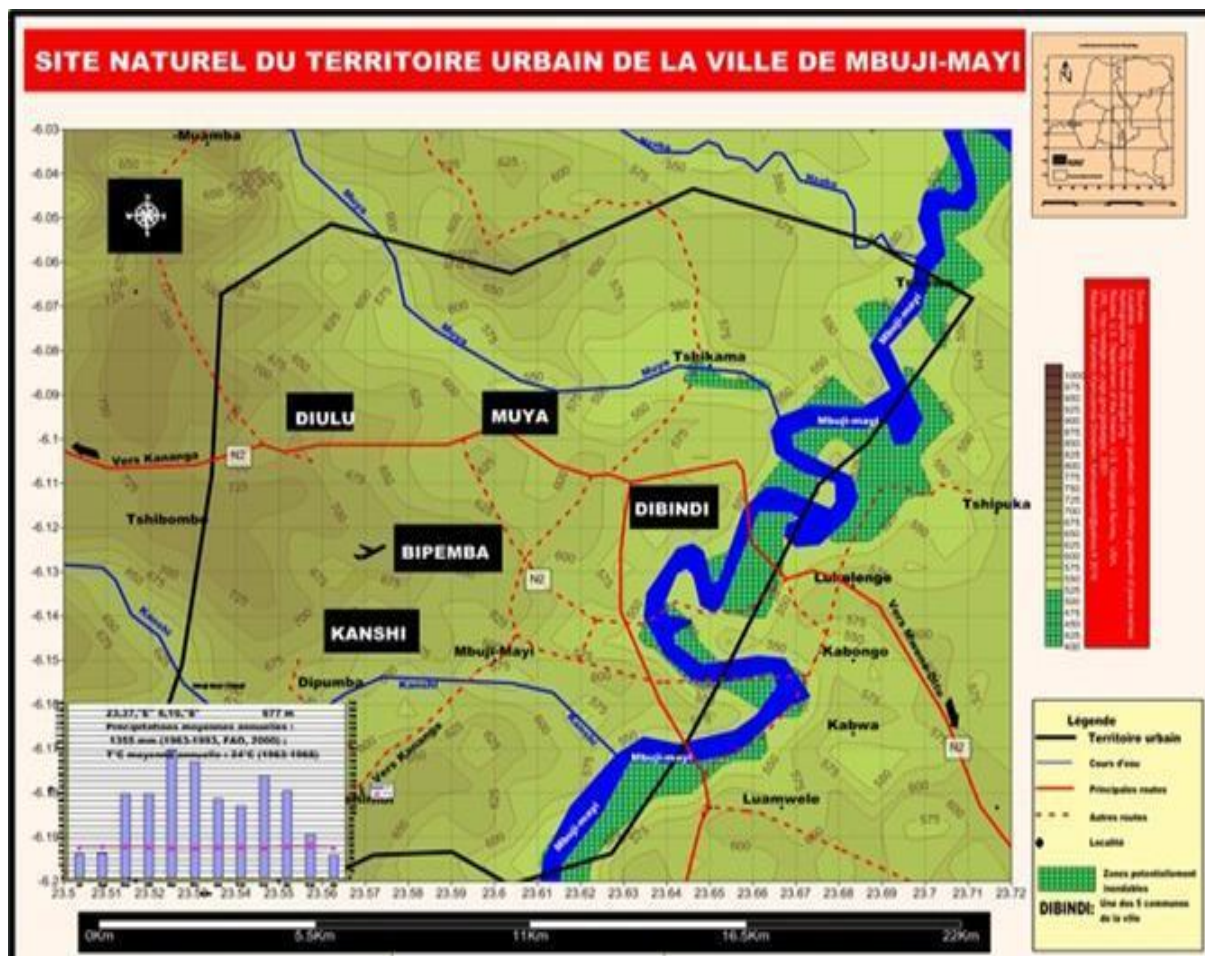


Fig. 1. Carte de la ville de Mbuji-Mayi nouvelle configuration (MAPS, 2019).

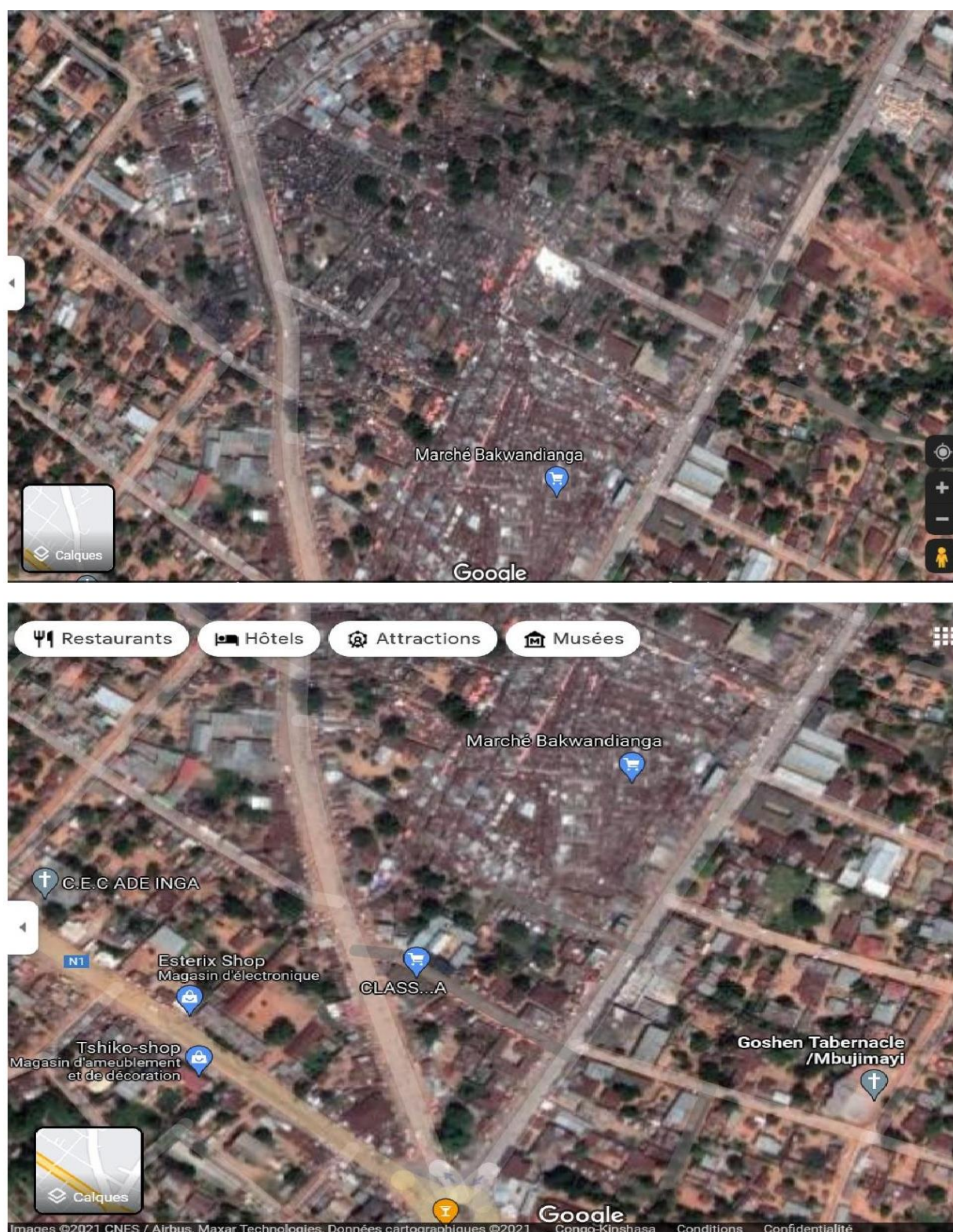


Fig. 2. Carte de Marché Bakuadianga (Google Earth, 2022)

Les résultats de ces enquêtes sont repris dans le tableau ci-après:

Tableau 1. Répartition des moulins au marché Bakuadianga

N°	Type de moteur	Effectif	Pourcentage (%)
1	Moteur Diesel monocylindrique	358	94%
2	Moteur électrique	21	6%
	Total	379	100%

Source: Nous-même

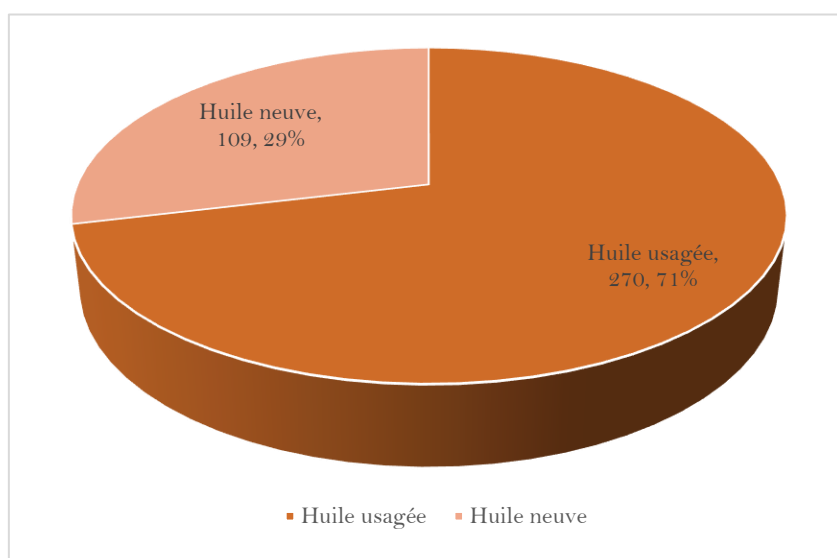
L'examen de ce tableau I ci-dessous, nous montre que sur les 379 moulins qu'on trouve au marché Bakuadianga, 94% de moulins utilisent le moteur Diesel monocylindrique soit 358 moulins et 6% de moulins utilisent le moteur électrique (moteur asynchrone).

Tableau 2. Répartition de l'utilisation d'huile moteur sur le moulin

N°	Huile utilisée	Effectif	Pourcentage
A	Huile neuve	270	71%
B	Huile usagée	109	29%
	Total	379	100%

Source: Nous-même

Au regard de ce tableau II il révèle que sur le total des moulins, 71% des moulins on y met l'huile neuve pour la lubrification et 29% des moulins, on réutilise l'huile usagée



Graphique 1. Répartition de l'huile utilisée sur le moteur Diesel monocylindrique

Tableau 3. Répartition statistique des raisons avancées par les utilisateurs

N°	Raisons	Effectif	Pourcentage
1	Aucune	10	9%
2	Manque de moyen financier	52	48%
3	Réduction des dépenses (pour maximiser le bénéfice)	47	43%
4	Total	109	

Source: Nous-même

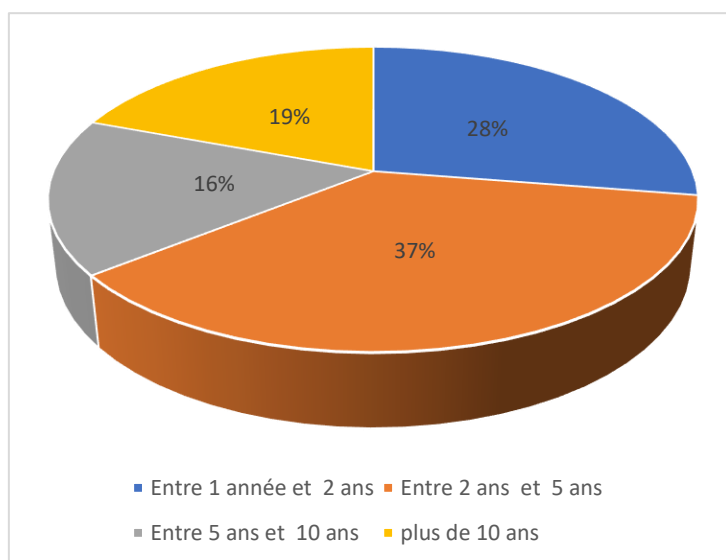
Il ressort clairement de ce tableau III que 48% d'utilisateurs avancent comme raison le manque de moyen financier pour payer à chaque fois l'huile neuve, 43% disent qu'ils réduisent les dépenses liées à l'achat des huiles neuves du fait que ce sont des anciens moteurs afin de gagner beaucoup d'argent et 9% sont des imitateurs, ils n'ont aucune raison à avancer.

Tableau 4. Répartition de la Période de la pratique de réutilisation des huiles usagées

N°	Période	Effectif	Pourcentage
1	Entre 1 année et 2 ans	30	28%
2	Entre 2 ans et 5 ans	40	37%
3	Entre 5 ans et 10 ans	18	16%
4	Plus de 10 ans	21	19%
	TOTAL	109	

Source: Nous-même

Au regard de ce tableau IV, nous avons constaté que les utilisateurs qui recourent aux huiles usagées, le font depuis un certain nombre d'années et la période comprise de 2 à 5 ans prime avec 37%.



Graphique 2. Répartition de nombre d'années de la pratique de réutilisation des huiles usagées

Tableau 5. Répartition de nombre d'utilisateurs connaissant les conséquences néfastes sur le moteur

N°	Conséquences techniques	Effectif	Pourcentage
A	Connaissent	50	51%
B	Ne connaissent pas	49	49%
	Total	109	100

Source: Nous-même

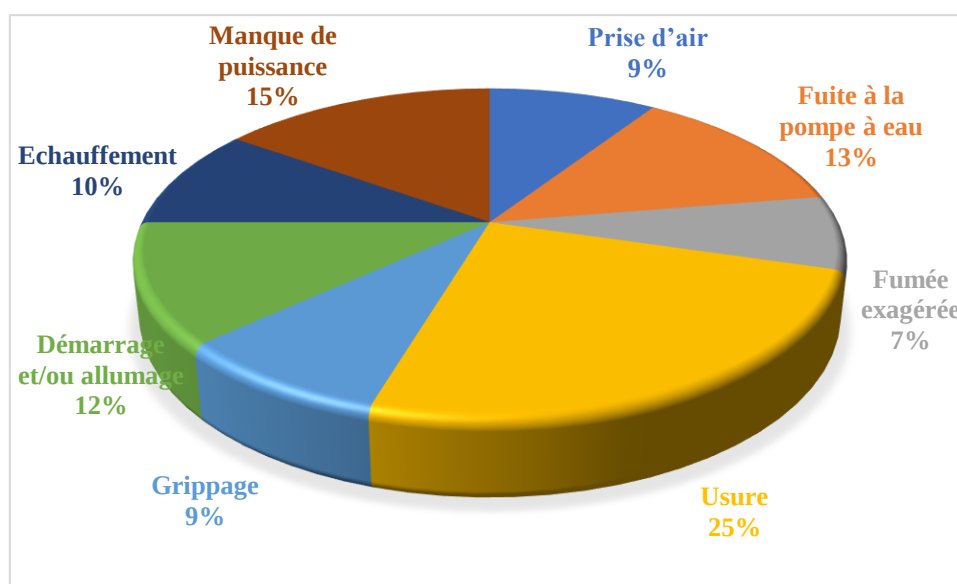
Il ressort de ce tableau V que 49% des utilisateurs des moulins ne sont pas au courant des conséquences néfastes qui peuvent subvenir sur le moteur Diesel monocylindrique lorsqu'ils réutilisent les huiles usagées.

Tableau 6. Répartition des pannes et leurs causes sur le moteur Diesel monocylindrique

N°	Types de panne	Causes	Effectif	Pourcentage
1	Prise d'air	Carburant insuffisant	14	10%
2	Fuite à la pompe à eau	Vétusté des tuyauteries, joints défectueux, vieillesse de la pompe à eau	20	13%
3	Fumée exagérée	Mauvais dosage, présence d'huile	11	7%
4	Usure	Manque d'huile moteur, mauvaise qualité de l'huile, insuffisance d'huile, vétusté des pièces	38	25%
5	Grippage	Présence d'eau dans le cylindre, flambage de la bielle	13	9%
6	Démarrage et/ou allumage	Manque de carburant, pression d'injection non atteinte, l'injecteur ne pulvérise pas bien le gas-oil	18	12%
7	Echauffement	Pas l'eau de refroidissement,	15	
8	Manque de puissance	Usure des segments, combustion incomplète, injecteurs bouchés, vieillesse	23	15%
Total			152	100%

Source: Nous-même

Le traitement de ce tableau VI révèle que 25 % des pannes qui surviennent sur ces moteurs Diesel monocylindriques sont l'usure qui est causée par le manque d'une bonne lubrification, les fuites à la pompe à eau représente 13% alors que le manque de puissance ne représente que 15 % des pannes.



Graphique 3. Répartition statistique des pannes et leurs causes

La recherche que nous avons menée, nous a ramené plusieurs résultats qui sont présentés dans les différents tableaux précédents.

Il y a lieu de nous poser la question s'il est vrai que tout ce monde prend effectivement soin de faire correctement les recommandations des constructeurs en utilisant l'huile neuve. Car il est vrai que la motivation viendrait en grande partie de cette connaissance.

3.1 IMPACT DES HUILES MOTEURS USAGÉES SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

3.1.1 SUR L'ENVIRONNEMENT

D'une manière générale, les huiles usagées sont peu biodégradables. Elles ont une densité plus faible que l'eau. C'est pourquoi 1 litre d'huile usagée peut couvrir une surface importante d'eau et réduire l'oxygénation de la faune et de la flore du milieu [9]. Les conséquences d'un rejet direct de l'huile usagée dans le milieu naturel sont donc évidentes. Par ailleurs, bien que son pouvoir calorifique puisse être estimé à environ 90 % du fuel lourd et fasse donc de l'huile un combustible intéressant, l'impact lié à sa combustion dans de mauvaises conditions peut également être important, pollution des terres, des fleuves et des océans due à une faible biodégradabilité, en contact avec l'eau, production d'une pellicule empêchant la circulation de l'oxygène, la combustion non-contrôlée peut entraîner l'émission dans l'atmosphère de gaz contenant du chlore, du plomb, et d'autres éléments, aux effets correspondants [4].

3.1.2 SUR LA SANTÉ

L'exposition aux huiles usagées ou leur manipulation peuvent entraîner chez les sujets des allergies, des anémies, des bronchites, des cancers, des dermatoses, des convulsions, l'asthme, des emphysèmes, des diarrhées, des céphalées, des troubles respiratoires [1], irritations du tissu respiratoire dues à la présence de gaz renfermant des aldéhydes, des cétones, des composés aromatiques, etc., la présence d'éléments chimiques tels que (Cl), (NO₂), (H₂S), (Sb), (Cr), (Ni), (Cd) et (Cu), affectent les voies respiratoires supérieures et les tissus pulmonaires, Production d'effets asphyxiants empêchant le transport d'oxygène, dû à la présence de monoxyde de carbone, de solvants halogénés, d'hydrogène sulfuré, etc. Effets cancérogènes sur la prostate et les poumons, dû à la présence de métaux comme le plomb, le cadmium, le manganèse, etc [4].

3.1.3 TRAITEMENT DES HUILES USAGÉES

Les procédés de la régénération des huiles lubrifiantes usagées permettent de détruire les polluants qui dégradent les caractéristiques des huiles usées, nous permettant de récupérer la plupart de propriété d'huile usée; et alors que, l'huile contaminée retourne environ 90% d'huile neuve et devient réutilisable [1].

En effet, une étude a été faite en Algérie par Madame RABHI Zeyneb et Mademoiselle. MAMOUNI Khadidja, elles ont montré que la méthode de traitement à l'acide s'avère très efficace et que cette méthode de traitement permet d'enlever efficacement les contaminants de l'huile lubrifiante usagée, et obtenir une huile traitée avec des caractéristiques proches de celle d'une huile neuve. C'est ainsi que nous suggérons aux chercheurs qu'une étude soit menée sur « comment récolter et recycler toutes les huiles usagées de tous les moteurs que ça soit Diesel ou à Explosion qui fonctionnent sur les automobiles, motos, les engins miniers, etc., dans la province du Kasaï Oriental » dans le but de supprimer leurs effets sur l'environnement et sur la santé humaine, parce que les huiles moteur usagées sont classées dans la catégorie des déchets spéciaux dangereux, elles peuvent engendrer une détérioration importante du milieu naturel, qui peut être traduit par une pollution d'eau, du sol et de l'atmosphère [2].

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Les huiles lubrifiantes sont des liquides visqueux utilisées pour la lubrification des parties mobiles des moteurs et des machines. Ce sont des produits pétroliers qui se décomposent après une période d'utilisation, par contamination par des éléments polluants, tels que les métaux lourds. Les huiles usées peuvent contaminer l'eau et le sol et poser un risque élevé pour la santé humaine.

Pour supprimer l'impact et l'influence de ces huiles usagées, on a effectué cette étude pour chercher et trouver des moyens pour aider les utilisateurs des moulins à comprendre que la réutilisation des huiles moteur usées cause des défaillances sur le moteur et cela ne donne pas une durée de vie plus longue à ces moteurs Diesel et ça de l'impact sur l'environnement et sur la santé humaine.

Après analyse et traitement des données, nous sommes arrivés aux résultats suivants:

- Sur les moulins du marché centrale de Dibindi, 94% sont équipés de moteur Diesel monocylindrique, seuls 29% des moulins, on réutilise l'huile usagée et 48% d'utilisateurs le font à cause du manque des moyens financiers et 43% préfèrent réutilisés les huiles vidangées dans un autre moteur afin de gagner beaucoup d'argent en réduisant les dépenses liées à l'achat d'une huile neuve.

- 49% ne connaissent pas les conséquences néfastes qui surviendraient s'ils réutilisent l'huile usagée;
- Parmi les moteurs Diesel monocylindriques ciblés, 25% des pannes sont dus à la mauvaise lubrification ou mauvais lubrifiants.

Au regard de ces résultats auxquels nous sommes arrivés, nous suggérons ce qui suit:

- Sensibiliser les utilisateurs des moulins à ne pas faire cette pratique, parce que la logique du raisonnement de cause à effet nous amène à nous demander si quelqu'un peut agir rigoureusement pour accomplir une tâche sans connaître son importance, et surtout s'il n'y a pas de contraintes extérieures, il est impérieux qu'ils soient informés de la raison et de l'importance d'une bonne lubrification de leur moteur Diesel en utilisant l'huile neuve à chaque vidange;
- D'autres groupes de sensibilisation, comme les mécaniciens qui interviennent sur ces moteurs Diesel d'en faire autant.
- Ces huiles moteurs usagées soient régénérée par le processus de traitement à l'acide qui s'est avéré efficace.

Enfin, notre contribution ne s'arrête pas dans ces résultats et des recherches sont en cours pour des objectifs suivants:

- Ces actions doivent débiter par la sensibilisation des acteurs des conséquences néfastes liées à la réutilisation des huiles usagées dans le moteur Diesel et aboutir à la mise en place d'une politique de collecte et de traitement de ces huiles usées;
- Chercher et trouver un ou des moyens qui rendent ces huiles usagées possibles à être récupérables et utilisables à nouveau pour la lubrification, et cela donne une durée de vie plus longue pour ces huiles lubrifiantes, c'est-à-dire mener des études sur le recyclage des huiles usées de différents types et selon la durée d'utilisation dans le moteur;

REFERENCES

- [1] R. Zeyneb & M. Khadidja. (2019), Etude de la possibilité de la régénération des huiles moteur usagées par processus de traitement à l'acide, mémoire de l'Université Ahmed Draïa Adrar.
- [2] Audibert., F. (2003). Les huiles usagées: raffinage et valorisation énergétique. Paris: Technip.
- [3] Benoit. (2016). Etude du procédé de CO-Pyrolyse de déchet Plastiques et d'huiles usagées en vue de la production d'un combustible liquide alternatif. Bruxelles: université libre de Bruxelles.
- [4] Boukherrouba, s. (2011). Étude, caractérisation et mise au point d'un combustible Innovant à base des huiles de vidange, Boumerdes: université M'hamed Bougara de Boumerdes.
- [5] A. BONDO (2017), Problématique de lubrification du moteur thermique à deux temps « cas du moteur TIGER », travail de fin de cycle de l'Institut Supérieur Technique d'Informatiques appliquées (ISTIA). Inédit.
- [6] Born.M, et al (1998). Lubrifications et fluides pour l'automobile, Paris: Technip.
- [7] Ademe. (2000). Recyclage et valorisation énergétique des huiles usagées.
- [8] KAMBI DIBAYA « Notes de cours de climatologie générale ». Université Officielle de Mbujimayi/Sciences Agronomiques, éd 2015. Inédit.
- [9] O. Samira & CHELAGHA Soraya (2017), Caractérisation physico-chimique d'une huile moteur usagée et possibilité de récupération, mémoire de l'Université A. MIRA – BEJAIA.
- [10] G. Georges. (2000). Frottement, usure et lubrification, Edition Eyrolles, collection Sciences et technique de l'ingénieur.

ANNEXE

QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

I. IDENTITE DU REpondant

Nom du répondant :
 Numéro du répondant :
 Date de l'enquête :

II. DETAIL PHYSIQUE

Pays :
 Province :
 Ville :
 Commune :
 Quartier :
 Numéro :

III. STATUT DU REpondant

- a) a le moulin
- b) utilise un moteur Diesel qui entraîne le broyeur de maïs
- c) n'utilise pas de moteur Diesel

IV. Réutilisez-vous les huiles moteur usées ?

Oui	A
Non	B

V. Si oui Pourquoi faites-vous cela ?

	RAISONS	CODE
1		A
2		B
3		C
4		D
5		E
6		F

VI. Depuis combien de temps avez-vous commencez à réutiliser cette huile usée ?

Temps d'utilisation	CODE
Moins de 3 mois	A
Entre 3 – 6 mois	B
Entre 6 mois et 1 année	C
Entre 1 année et 2 ans	D
Entre 2 ans et 5 ans	E
Entre 5 ans et 10 ans	F
Plus de 10 ans	G

VII. Connaissez-vous les conséquences négatives qui peuvent arriver sur votre moteur ?

Oui	A
Non	B

VIII. Quelles sont les pannes qui arrivent sur votre moteur Diesel que vous connaissez personnellement et leurs causes ?

	LISTES DES PANNES	CAUSES	CODE
1			A
2			B
3			C
4			D
5			E
6			F
7			G
8			H
9			I
10			J
11			K
12			L

