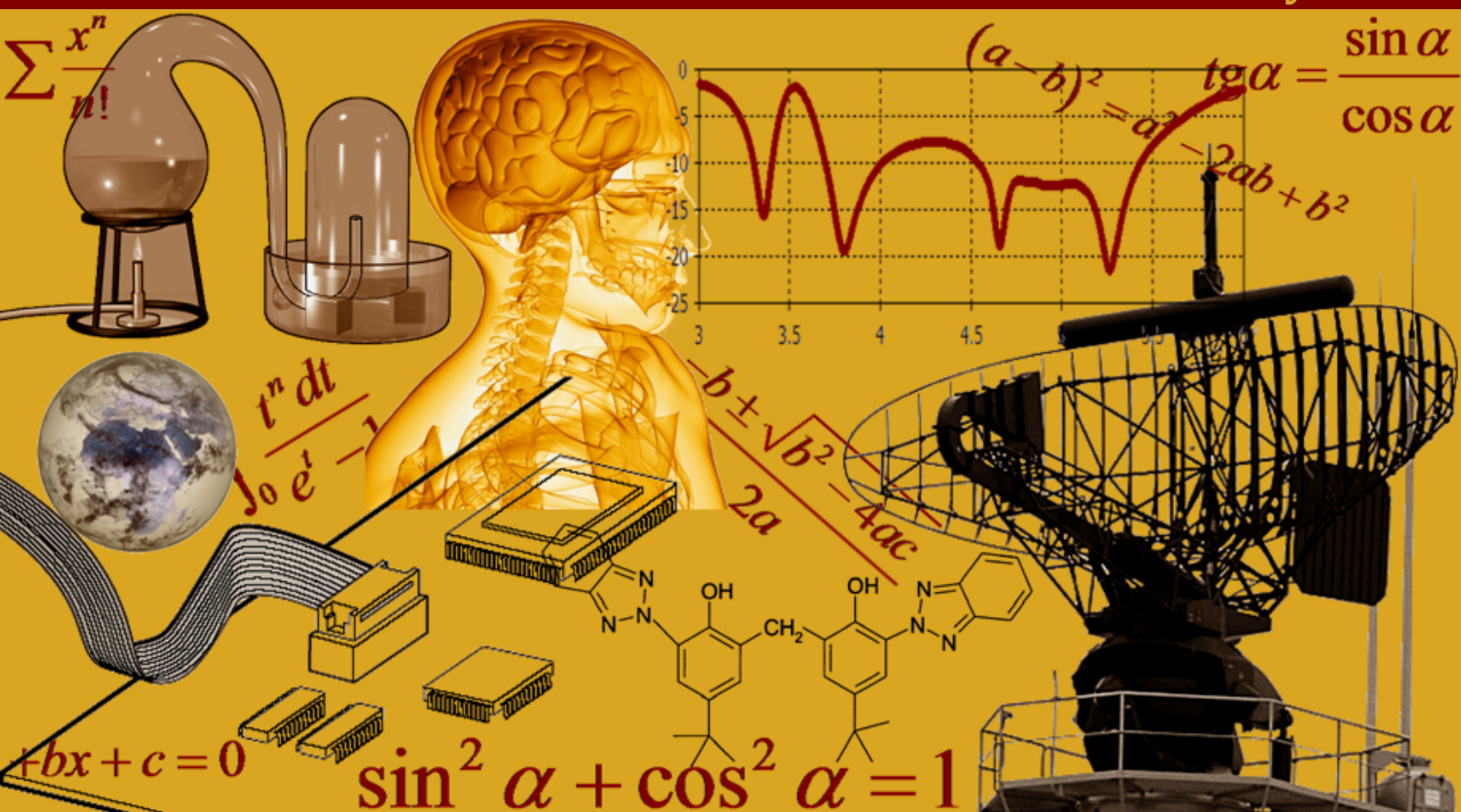


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 71 N. 1 February 2024



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

Facteurs socioculturels et abandon scolaire précoce chez les élèves: Cas de l'arrondissement de NdiKinimeki (Centre-Cameroun)	1-8
<i>Yannick François Ebanga</i>	
Analyse de l'évolution épidémiologique des nouveaux cas confirmés de Covid-19 au Sénégal de mars à août 2020	9-20
<i>Alyette Carène Bondha and JEAN AUGUSTIN DIEGANE TINE</i>	
Évaluation de la compétitivité de l'industrie marocaine par la spécialisation dans les Métiers Mondiaux du Maroc	21-33
<i>Mohammed AL ASSIMI</i>	
Relation entre les fronts redox et la minéralisation en contexte «Ouest flexure-faille» (Bassin de Tim Mersoï, Nord Niger)	34-45
<i>Sani Abdoulwahid, Souley Baraou Idi, Leyla Boubacar Hamidou, and Moussa Konaté</i>	
Approche conceptuelle de système informatique	46-59
<i>Barthelemy Mpoyi and Herrick-Mayers Malumba</i>	
Caractérisation morpho-pédologique des sols du Parc National du Banco et identification des milieux préférentiels de l'invasion de <i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King and H.Rob. (Compositae)	60-71
<i>Zinsi Roseline Gouli Gnanazan, Sophie Elvire Vanessa AKAFEOU, Arthur Philippe DJAN, and TIÉBRÉ Marie-Solange</i>	
Petro-structural characterization of geological rocks in the Soubré sector (Sassandra-Cavally domain, Southwestern Côte d'Ivoire)	72-86
<i>Augustin Yao Koffi, Martial Pohn Koffi Adingra, Raoul Koffi Teha, Jean-Louis Nabi, Mohamed Pégnalogo Ouattara, Ephrem Marc Allialy, and Alain Nicaise Kouamelan</i>	
Vécu psycho-social de la covid-19 chez les professionnels de santé au Sénégal	87-94
<i>DIAGNE Ibra, NGOM Ngoné, NDIAYE-NDONGO Ndèye Dialé, BA El Hadji, and SYLLA Aida</i>	
Conception d'un groupe électrogène utilisant les copeaux de bois comme combustible	95-103
<i>NGAKANGA MUKUMU DONATIEN</i>	
Mise en place d'un système de sécurité incendie doté d'une technologie sprinkleur au sein du marché de la liberté Mzee LDK dans la commune de Masina (Ville de Kinshasa)	104-109
<i>Kondatata Mbambu Jordan, Meni Babakidi Narcisse, Kaniki Tshimanga Blairon, and Kinyoka Kabalumuna God'El</i>	
Impact du Projet Financement Basé sur la Performance sur l'autonomie de la gestion financière à l'Hôpital Général de Référence de Gemena de Janvier à Décembre 2021	110-117
<i>Remy ALENGE KPALAWELE, Justin NGAWI, Papy NASENA MBALA, Olive DEMO WATALA, Annette Mbilisi, Esther NOTILI WESE, Simon SITDO GBABIKETE, and Daniel Matili Widobana</i>	
Analyse du régime alimentaire de <i>Zanobatus schoenleinii</i> (Müller et Henle, 1841) dans les sites de débarquement de pêche artisanale au large de Dakar, Sénégal	118-126
<i>Luc Bonaventure Badji, Youssouph Diatta, Almamy Diaby, Khady Diouf, and Christian Capape</i>	

Facteurs socioculturels et abandon scolaire précoce chez les élèves: Cas de l'arrondissement de Ndikinimeki (Centre-Cameroun)

[Sociocultural factors and early school dropout among students: Case of the Ndikinimeki district (Center-Cameroon)]

Yannick François Ebanga

Higher Technical Teacher' Training College of Ebolowa, University of Ebolowa (HTTTC), Department of education sciences, 886, Ebolowa, Cameroon

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In the district of Ndikinimeki, many primary school students are unable to complete their primary cycle and obtain their CEP. They drop out very early and abandon their studies early. To this end, the question we asked ourselves is the following: is there a link between socio-cultural factors and the early school leaving of primary school students in the locality of Ndikinimeki? This being said, we wanted to verify the hypothesis that there is a link between sociocultural factors and early school leaving among primary school students in the Ndikinimeki district. Our study allows us to note that there is a link between the socio-economic level of the family and early school leaving and that there is a link between family cultural capital and early school leaving.

KEYWORDS: education, sociocultural factors, school dropout, learning, pedagogy.

RESUME: Dans la l'arrondissement de Ndikinimeki, de nombreux élèves du primaire n'arrivent pas à terminer leur cycle primaire et d'obtenir leur CEP. Ils décrochent très tôt et abandonnent précocement leurs études. A cet effet la question que nous nous sommes posés est la suivante existerait-il un lien entre les facteurs socioculturels et l'abandon scolaire précoce des élèves des écoles primaire dans la localité de Ndikinimeki ? ceci étant, nous avons voulu vérifier l'hypothèse qu'il existe un lien entre les facteurs socioculturels et l'abandon scolaire précoce chez les élèves du primaire dans l'arrondissement de Ndikinimeki. Notre étude autorise à noter qu'il existe un lien entre le niveau socioéconomique de la famille et l'abandon scolaire précoce et qu'il existe un lien entre le capital culturel familial et l'abandon scolaire précoce.

MOTS-CLEFS: Education, facteurs socioculturels, abandon scolaire, apprentissage, pédagogie.

1 INTRODUCTION

Le phénomène de l'abandon scolaire est répandu dans de nombreuses sociétés à travers le monde, que ce soit en Afrique, en Amérique, en Europe ou ailleurs. Il suscite une grande préoccupation et mobilise les parents, les dirigeants, les travailleurs sociaux et les acteurs du milieu éducatif dans la lutte contre ce problème. Afin de comprendre les origines de l'abandon scolaire et de mettre en place des mesures appropriées pour le prévenir et le réduire, de nombreuses études et expériences ont été menées. L'abandon scolaire peut être considéré comme une sortie définitive ou temporaire du système éducatif, ce qui reflète la durée de rétention à l'école et le nombre d'années de scolarisation. Il est influencé par divers facteurs tels que le système éducatif, l'administration et l'environnement familial. Malgré les recherches approfondies menées sur ce concept, il persiste encore dans les écoles primaires au Cameroun, notamment dans la localité de Ndikinimeki. Cette contribution scientifique vise à analyser le lien entre les facteurs socioculturels et l'abandon scolaire précoce des élèves des écoles primaires de cette localité. Nous commencerons par présenter les justifications de notre étude, puis nous aborderons les aspects méthodologiques et les résultats qui seront interprétés. Enfin, nous conclurons par une discussion des résultats.

1.1 CADRE THÉORIQUE

La carte administrative du Cameroun révèle une diversité de régions, départements, arrondissements et districts, témoignant de la richesse et de la complexité du pays. La loi d'orientation de l'éducation numéro 98/004 du 14 avril 1998 établit les différents niveaux d'enseignement, dont le primaire, qui est considéré comme fondamental et obligatoire. L'âge d'admission est de 6 ans, et le cycle se termine par l'obtention d'un diplôme tel que le CEP pour le sous-système francophone et le FSLC pour le sous-système anglophone. Toutefois, le nombre d'élèves diminue au fur et à mesure que les années d'études progressent, en raison des abandons et des redoublements fréquents. L'éducation a toujours été au cœur des préoccupations et des décisions des peuples et des nations qui ont connu un développement remarquable. Pour que l'éducation soit une réalité, elle doit être une priorité nationale clairement définie dans les programmes nationaux.

L'éducation vise à développer les capacités physiques, intellectuelles et morales de la jeunesse afin de favoriser son insertion dans la société [1]. Les deux institutions principales impliquées dans l'éducation sont l'école et la famille. Pour le Cameroun, de nombreuses réformes ont été entreprises pour améliorer la qualité de l'éducation et favoriser l'insertion et l'épanouissement des élèves. La scolarité obligatoire a été réintroduite en 1998 pour répondre aux besoins des populations. Pour participer au développement de leur pays, les Camerounais doivent acquérir des compétences qui leur permettent de s'intégrer dans la société et de s'épanouir. La mission traditionnelle de l'école est de développer l'esprit d'initiative pour créer, accroître et transmettre des connaissances, diffuser la culture, conserver les savoirs, et élaborer des solutions aux problèmes socio-économiques et culturels. La maîtrise de la lecture est indispensable pour tous les autres apprentissages, et elle est particulièrement cruciale pour les élèves du cycle primaire.

1.2 NIVEAU SOCIOÉCONOMIQUE DE LA FAMILLE

Dans le domaine de la psychologie interculturelle, Adair et al. [1] soulignent l'importance d'étudier le développement de l'enfant, en prenant en compte diverses variables liées à son environnement. Parmi ces variables figurent sa famille, son contexte socioéconomique, sa vie quotidienne et les pratiques éducatives. Allès-Jardel, *et al.* [2] les qualifient de microsystème socio-familial. Dans le cadre de cette étude, nous nous concentrons sur deux aspects culturels et sociaux de l'apprentissage scolaire: le niveau socioéconomique de la famille et le capital culturel de l'élève.

Bouchard, *et al.* [3] affirment que la performance scolaire peut être influencée par des variables telles que l'influence parentale, les revenus, le niveau d'éducation de la mère et la taille de la famille. Concernant les revenus familiaux, il s'agit de réexaminer la relation entre le bien-être de l'enfant et le revenu familial. Une étude de Paré-Kaboré [4] a démontré le lien entre les caractéristiques familiales et la réussite scolaire, en se concentrant sur l'école primaire à Ouagadougou, au Burkina Faso.

1.3 CAPITAL CULTUREL FAMILIAL

Le capital culturel fait référence à l'ensemble des connaissances et des informations qui sont considérées comme acquises et dont l'absence peut entraver les études des individus issus de milieux défavorisés, comme les jeunes de la localité de Ndikinimeki. Les différences de capital culturel expliquent les disparités dans les parcours scolaires des enfants, et le niveau culturel du cadre familial est souvent cité comme facteur influençant ces inégalités. Bourdieu et al. ont développé la notion de capital culturel pour analyser les inégalités devant l'épreuve scolaire, en définissant trois types de capital culturel: le capital culturel incorporé, le capital culturel objectivé et le capital culturel institutionnalisé. Ces différentes formes de capital culturel contribuent à la construction de l'identité personnelle et sociale, permettant à l'individu de se distinguer dans un groupe social, y compris à l'école. La prise en compte de ce capital culturel familial est essentielle pour comprendre les comportements scolaires des enfants, en tenant compte de la scolarité des parents, de leurs valeurs et de leur niveau de culture. Les parents jouent un rôle déterminant dans la réussite scolaire de leurs enfants, et leur influence peut être mesurée par leur participation active dans les activités scolaires, leur soutien affectif et matériel, ainsi que leur collaboration avec l'école. Il est important de souligner que l'implication parentale et l'influence parentale ont des effets positifs sur les résultats scolaires des enfants. Les enseignants et les parents partagent la responsabilité des échecs et de l'abandon scolaire des enfants. Les investissements des parents se font donc à la fois au plan cognitif qu'affectif [5], mais aussi à travers les systèmes des valeurs parentales. L'appui parental, les encouragements et l'aide dans les devoirs ainsi que le climat familial influence le rendement scolaire des enfants. Le soutien affectif se traduit par le fait que l'enfant sait qu'il peut compter sur ses parents en cas de problème. Les encouragements lui donnent la force de vaincre ou de surmonter les obstacles. Les discussions entourant l'école permettent de bâtir des projets scolaires et professionnels. Ce soutien affectif est d'avantage important qu'il permet de hausser l'espérance scolaire. C'est donc une variable qui peut être le moteur de la mobilité sociale. Mais cette variable dépend aussi souvent du background ou du capital culturel des parents. Ainsi, les parents plus instruits sont plus habiles à promouvoir pour le bénéfice de leurs enfants des pratiques et des attitudes qui sont scolairement rentables.

2 METHODOLOGIE

Notre étude adopte une approche quantitative de type corrélational afin d'explorer la relation entre les facteurs socioculturels et l'abandon scolaire précoce chez les élèves du cycle primaire. Nous avons utilisé un devis quantitatif, avec un questionnaire comme instrument de collecte de données. Cette méthode nous permet de quantifier et de comparer les performances des élèves. Notre recherche a été menée dans la localité de Ndikiniméki, qui présente des particularités propres. Notre principale question de recherche est de savoir s'il existe un lien entre les facteurs socioculturels et l'abandon scolaire précoce dans cette localité. Nous avons formulé deux hypothèses de recherche: (HR₁) la première concerne le lien entre le niveau socioéconomique de la famille et l'abandon scolaire précoce, tandis que (HR₂) la seconde concerne le lien entre le capital culturel familial et l'abandon scolaire précoce. L'interprétation de nos résultats se base sur les données recueillies sur le terrain et sur la revue de la littérature liée à nos hypothèses de recherche.

3 RÉSULTATS

3.1 INCIDENCE DU NIVEAU SOCIOÉCONOMIQUE DE LA FAMILLE SUR L'ABANDON SCOLAIRE PRÉCOCE

La réussite scolaire est corrélée aux revenus, puisque l'échec (retard et redoublement) est plus important dans les familles pauvres que dans les familles aisées. Mais s'il y a corrélation, il n'y a pas pour autant causalité puisque ce n'est pas la pauvreté qui explique l'échec, car de nombreuses familles pauvres ont des enfants qui réussissent. En fait, c'est souvent le niveau de diplôme et d'instruction des parents (père et mère) qui détermine leur position professionnelle et sociale, qui elle-même détermine leur niveau de revenus. Il n'y a donc pas causalité, mais bien corrélation entre revenus et réussite scolaire.

Tableau 1. Répartition des perceptions des familles comme étant riches, pauvres et ayant un niveau de vie moyen

		Fréquence	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Perception de la famille étant comme riche					
Valide	Tout à fait en désaccord	138	76,7	76,7	76,7
	Pas d'accord	4	2,2	2,2	78,9
	Ni d'accord, ni en désaccord	19	10,6	10,6	89,4
	D'accord	16	8,9	8,9	98,3
	Tout à fait d'accord	3	1,7	1,7	100,0
	Total	180	100,0	100,0	
Perception de la famille étant comme pauvre					
Valide	Tout à fait en désaccord	84	46,7	46,7	46,7
	Pas d'accord	12	6,7	6,7	53,3
	Ni d'accord, ni en désaccord	18	10,0	10,0	63,3
	D'accord	58	32,2	32,2	95,6
	Tout à fait d'accord	8	4,4	4,4	100,0
	Total	180	100,0	100,0	
Perception de la famille étant comme ayant un niveau de vie moyen					
Valide	Tout à fait en désaccord	18	10,0	10,0	10,0
	Pas d'accord	4	2,2	2,2	12,2
	Ni d'accord, ni en désaccord	2	1,1	1,1	13,3
	D'accord	29	16,1	16,1	29,4
	Tout à fait d'accord	127	70,6	70,6	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

Comme le montre cette distribution, la plupart des répondants se représente leur famille comme n'étant pas riche. En effet, à l'affirmation selon laquelle « tu perçois ta famille comme étant riche », une majorité écrasante (76,67%) des participants ne partage pas cet avis contre 8,89% (d'accord) et 1,67% (tout à fait d'accord) qui approuvent l'affirmation (Tableau 1). Tel que le montre cette distribution, la plupart des répondants se représente leur famille comme n'étant pas pauvre. C'est pourquoi, à l'affirmation selon laquelle « tu perçois ta famille comme étant pauvre », une majorité (53,34%) des participants ne partage pas cet avis. A cet effet, 46,67% des répondants sont tout à fait en désaccord et 6,67% ne sont pas d'accord. Par ailleurs, 10% des répondants ne sont ni d'accord, ni en

désaccord, dont neutre; 36,66% sont d'avis; d'où 32,22% qui sont d'accord et 4,44% qui sont tout à fait d'accord (Tableau 1). Les données de cette distribution contrastent avec celles de la distribution précédente. En effet, les perceptions des enfants peuvent être relatives. Mais on constate tout de même que certains se représente comme pauvre et d'autres comme étant riche. Ce qui laisse comprendre que même dans des localités retirées la pauvreté n'est pas toujours l'apanage de tous. De façon logique, si la plupart des répondants perçoit leur famille comme n'étant ni riche, ni pauvre, il est tout à fait évident qu'ils la perçoivent comme ayant un niveau de vie moyen. D'ailleurs, le tableau et le diagramme ci-dessus confirment cette logique (Tableau 1). C'est pourquoi, à l'affirmation « tu perçois ta famille comme ayant un niveau de vie moyen », 86,77% des participants sont d'avis (70,56% qui sont tout à fait d'accord et 16,11% qui sont d'accord). On note aussi, cependant que 12,22% des participants ne sont pas (10% sont tout à fait en désaccord et 2,22% ne sont pas d'accord) (Tableau 1); tandis que 1,11% des répondants qui ne sont ni d'accord, ni en désaccord.

Le tableau 2 donne la répartition des opinions des répondants en ce qui concerne l'affirmation selon laquelle « tu aides tes parents à vendre le soir dès le retour de l'école ». Un grand nombre de participant ne partage pas cette assertion (46,67% sont tout à fait en désaccord; 3,33% ne sont pas d'accord) contre une petite proportion d'avis favorable (28,89% d'accord et 21,11% de tout à fait d'accord). Alors, ces constats témoignent de l'extrême précarité dans laquelle vive d'une proportion de 50% d'enfants et dont la situation les oblige à participer par leurs propres efforts à l'économie familiale ce qui ne favorise pas la promotion de leur éducation et leur motivation aux études. Ces occupations extrascolaires ne sont pas sans conséquence sur les apprentissages des élèves. En effet, leur temps d'étude, s'ils en trouvent devient limité et les énergies dépenses entraineraient la fatigue.

Tableau 2. Avis des sujets sur leur pratique des activités commerciales après l'école et sur leur possession de l'argent des beignets

		Fréquence	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Pratique des activités commerciales après l'école					
Valide	Tout à fait en désaccord	84	46,7	46,7	46,7
	Pas d'accord	6	3,3	3,3	50,0
	D'accord	52	28,9	28,9	78,9
	Tout à fait d'accord	38	21,1	21,1	100,0
	Total	180	100,0	100,0	
Possession de l'argent des beignets					
Valide	Tout à fait en désaccord	5	2,8	2,8	2,8
	Pas d'accord	33	18,3	18,3	21,1
	Ni d'accord, ni en désaccord	2	1,1	1,1	22,2
	D'accord	46	25,6	25,6	47,8
	Tout à fait d'accord	94	52,2	52,2	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

Le tableau 2 ci-dessus montre que 38 élèves soit un pourcentage de 21,1% n'ont pas toujours l'argent des beignets pour aller à l'école. Car à l'affirmation « tu reçois toujours l'argent des beignets pour aller à l'école », 5 élèves soit 2,78% sont tout à fait en désaccord et 33 élèves soit 18,33% ne sont pas d'accord (Tableau 2). Par contre, plus de la moitié des répondants (77,78%) ont toujours de l'argent de beignets; soit 25,56% étant d'accord et 52,22% étant tout à fait d'accord face à cette même affirmation. En raison du niveau de vie moyen des parents des répondants, on peut comprendre ces différentes statistiques.

A l'affirmation selon laquelle « tes parents ont suffisamment d'argent pour résoudre les problèmes de la maison », on note une majorité écrasante d'avis pas du tout favorables; représentée par 49,44% pas d'accord et 16,67% tout à fait en désaccord. On note également une très petite proportion d'avis favorables (7,78% de d'accord et 1,11% de tout à fait d'accord) (Tableau 3). En outre, on peut aussi remarquer que 25% d'individus ont eu des opinions neutres sur le sujet. En raison du fait que la majorité des répondants ait déclaré que les parents n'étaient pas aussi riches, on peut comprendre également ces différentes statistiques. Car parler d'avoir suffisamment d'argent laisse sous-entendre être riche.

Tableau 3. *Avis des sujets selon que leurs parents ont suffisamment d'argent pour résoudre les problèmes de la maison, perceptions des parents comme étant alphabètes and parents ayant pour niveau d'étude le primaire*

		Fréquence	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Les parents ont suffisamment d'argent pour résoudre les problèmes de la maison					
Valide	Tout à fait en désaccord	30	16,7	16,7	16,7
	Pas d'accord	89	49,4	49,4	66,1
	Ni d'accord, ni en désaccord	45	25,0	25,0	91,1
	D'accord	14	7,8	7,8	98,9
	Tout à fait d'accord	2	1,1	1,1	100,0
	Total	180	100,0	100,0	
Perceptions des parents comme étant alphabètes					
Valide	Tout à fait en désaccord	144	80,0	80,0	80,0
	Ni d'accord, ni en désaccord	1	,6	,6	80,6
	D'accord	3	1,7	1,7	82,2
	Tout à fait d'accord	32	17,8	17,8	100,0
	Total	180	100,0	100,0	
Parents ayant pour niveau d'étude le primaire					
Valide	Tout à fait en désaccord	115	63,9	63,9	63,9
	Ni d'accord, ni en désaccord	4	2,2	2,2	66,1
	D'accord	3	1,7	1,7	67,8
	Tout à fait d'accord	58	32,2	32,2	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

3.2 INCIDENCE DU CAPITAL CULTUREL FAMILIAL SUR L'ABANDON SCOLAIRE

Il est question ici de voir si les élèves ont au sein de leur famille des objets et ou des pratiques susceptibles de leur faire avoir un intérêt particulier pour les choses scolaires en général et un intérêt particulier de ne pas abandonner leurs études. Le capital culturel se mesure à travers la possession des diplômes ou le niveau d'étude, ou encore de la familiarisation avec des œuvres culturellement rentables du point de vue scolaire. On peut lire à travers le tableau 4 indique la plupart de nos répondants sont issus des familles alphabètes. Car à l'affirmation « Tes parents ne sont jamais allés à l'école », nombreux ont avoué n'être pas du tout d'accord. On note ainsi 80% d'avis tout à fait en désaccord face à cette déclaration. Par ailleurs, on note également 1,67% d'avis d'accord; 17,78% tout à fait d'accord; et 0,56% neutre (Tableau 4).

Comme nous laisse percevoir ce tableau 8, 63,9% d'enfants réfutent la proposition selon laquelle le niveau d'étude de leurs parents est primaire. Cela voudrait dire que ces parents d'élève ne sont soit analphabètes soit ayant un niveau supérieur. Dans ce dernier cas, cela suppose qu'ils peuvent encadrer et assurer le suivi des enfants, du moins pour ceux qui sont encore au primaire (Tableau 4). En outre 32,2% affirme que leurs parents ont pour niveau d'étude le primaire, ce qui peut être un handicap dans le suivi de l'enfant.

Tableau 4. Parents ayant pour niveau d'étude le secondaire

		Fréquence	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Parents ayant pour niveau d'étude le secondaire					
Valide	Tout à fait en désaccord	102	56,7	56,7	56,7
	Pas d'accord	1	,6	,6	57,2
	Ni d'accord, ni en désaccord	3	1,7	1,7	58,9
	D'accord	5	2,8	2,8	61,7
	Tout à fait d'accord	69	38,3	38,3	100,0
	Total	180	100,0	100,0	
Possession d'une bibliothèque à la maison					
Valide	Tout à fait en désaccord	133	73,9	73,9	73,9
	Pas d'accord	9	5,0	5,0	78,9
	D'accord	36	20,0	20,0	98,9
	Tout à fait d'accord	2	1,1	1,1	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

Le tableau 4 ci-dessus monte que 57,23% d'enfants réfutent la proposition selon laquelle le niveau d'étude de leurs parents est secondaire, ce qui suppose que le niveau d'étude de leur parent peut être supérieur ou inférieur. On note aussi 41,41% pour qui le niveau d'étude des parents est le secondaire (Tableau 4).

La présence d'une bibliothèque à la maison est un indicateur objectif et dont visible d'un capital culturel élève. Sa présence dans l'environnement familial chez l'élève est susceptible d'avoir des effets bénéfiques. Or, la distribution des avis de nos répondants à propos montre que seul 21,11% d'enfants disposent d'une bibliothèque à la maison contre 73,89 qui n'en disposent pas. Ce qui veut dire que cette proportion d'enfants n'est pas familiarisée avec les livres. Or cette familiarité précoce est supposée développer des compétences précoces de lecture chez l'élève (Tableau 5).

Comme la bibliothèque, l'ordinateur est un outil a potentiel cognitif susceptible de produire des effets positifs chez les élèves. En effet, son utilisation implique une communication entre l'élève et son interface. Celle communication suppose un effort de lecture ou de déchiffrement des codes renvoyés à l'écran. Or seulement le tiers des répondant; soit une proportion de 34,44% d'enfants en ont accès dans leur maison et dont bénéficient d'une stimulation; contre deux tiers qui n'en bénéficient point (Tableau 5).

Tableau 5. Répartition des avis des sujets sur leur familiarité avec l'ordinateur et perceptions des parents comme ayant passion pour la lecture

		Fréquence	Pourcentage (%)	Pourcentage valide (%)	Pourcentage cumulé (%)
Familiarité avec l'ordinateur					
Valide	Tout à fait en désaccord	93	51,7	51,7	51,7
	Pas d'accord	24	13,3	13,3	65,0
	Ni d'accord, ni en désaccord	1	0,6	0,6	65,6
	D'accord	60	33,3	33,3	98,9
	Tout à fait d'accord	2	1,1	1,1	100,0
	Total	180	100,0	100,0	
Parents ayant la passion pour la lecture					
Valide	Tout à fait en désaccord	32	17,8	17,8	17,8
	Pas d'accord	39	21,7	21,7	39,4
	Ni d'accord, ni en désaccord	3	1,7	1,7	41,1
	D'accord	86	47,8	47,8	88,9
	Tout à fait d'accord	20	11,1	11,1	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

Sachant que les enfants apprennent des modèles que sont les parents, le simple fait d'observer les parents lire constamment tout type d'écrits comme les journaux peuvent exercer une influence indirecte sur l'enfant et faciliter leur engagement à cette activité. On remarque donc que les avis sont partagés et les proportions cumulées d'élèves légèrement inférieures (41,1%) de celles dont les parents lisent constamment (58,89%) (Tableau 5).

4 DISCUSSION

4.1 EFFET DU NIVEAU SOCIOÉCONOMIQUE DE LA FAMILLE SUR L'ABANDON SCOLAIRE PRÉCOCE

Les facteurs socio-économiques qui influencent la réussite scolaire des enfants comprennent le revenu familial, l'éducation des parents, l'accès aux ressources et la stabilité du logement. Les familles à revenu plus élevé ont tendance à offrir un environnement d'apprentissage plus propice et peuvent se permettre d'investir dans des ressources éducatives. Cette disparité est le résultat de facteurs multiples et complexes. Tout d'abord, les familles à revenu élevé ont plus de ressources financières pour investir dans l'éducation de leurs enfants [6]. La participation des parents est également un facteur important, car les parents engagés peuvent soutenir l'apprentissage de leurs enfants de différentes manières. Selon Feyfant [7], elles peuvent se permettre de payer des frais de scolarité élevés dans des écoles prestigieuses, d'engager des tuteurs privés et d'accéder à des ressources pédagogiques supplémentaires. Cependant, les familles à faible revenu sont confrontées à des difficultés financières et ont souvent un accès limité aux soins de santé et à une alimentation nutritive, ce qui peut affecter la réussite scolaire de leurs enfants.

Pour atténuer ces inégalités éducatives, il est important de reconnaître l'impact du revenu familial sur la réussite scolaire et de mettre en œuvre des politiques visant à réduire les disparités. Selon une étude menée par Mc Andrew, *et al.* [8], il existe une corrélation significative entre le revenu familial et les résultats scolaires des élèves. Les chercheurs ont constaté que les élèves issus de familles à revenu élevé ont tendance à obtenir de meilleurs résultats académiques que ceux issus de milieux à revenu faible [9]. Cette corrélation s'explique en partie par le fait que les familles à revenu élevé ont généralement accès à des ressources éducatives supplémentaires, telles que des tuteurs privés, des matériaux pédagogiques avancés et des activités parascolaires enrichissantes. Cela peut inclure des mesures telles que l'augmentation des ressources éducatives dans les écoles défavorisées, l'amélioration de l'accès aux soins de santé et à une alimentation nutritive, ainsi que la promotion de la participation des parents et de la sensibilisation à l'importance de l'éducation. Il est également essentiel de fournir aux enfants issus de milieux défavorisés des ressources et des expériences culturelles pour favoriser leur développement intellectuel et leur engagement dans le processus éducatif. Il convient de noter que la relation entre le statut socio-économique et l'abandon précoce de l'école est complexe et influencée par d'autres facteurs tels que la qualité de l'enseignement, le soutien familial et communautaire, ainsi que les attentes culturelles.

4.2 EFFET DU CAPITAL CULTUREL FAMILIAL SUR L'ABANDON SCOLAIRE

L'accès aux ressources éducatives et culturelles joue un rôle crucial dans la réussite scolaire des élèves. Ces ressources jouent un rôle essentiel dans le développement de l'intérêt et de la curiosité des élèves, ce qui favorise leur engagement et leur motivation dans le processus d'apprentissage. Lorsque les élèves ont accès à une variété de ressources éducatives et culturelles, ils ont davantage d'opportunités d'explorer différents sujets et domaines de connaissances [10]. Cela leur permet de se sentir plus connectés au contenu et d'en percevoir la pertinence dans leur vie quotidienne. Ils comprennent des livres, des matériaux pédagogiques, des technologies de l'information et de la communication, des activités artistiques et culturelles, des musées, des bibliothèques et d'autres opportunités d'apprentissage en dehors de l'école. Lorsque les élèves ont un accès adéquat à ces ressources, ils sont plus susceptibles d'acquérir des connaissances et des compétences supplémentaires, de développer leur créativité, leur curiosité et leur pensée critique, et d'améliorer leur motivation et leur engagement dans leurs études. En outre, les inégalités géographiques peuvent également limiter l'accès à ces ressources. Les zones rurales et éloignées ont souvent moins de bibliothèques, de musées et d'autres institutions culturelles, ce qui rend difficile l'accès à l'éducation et à la culture.

De plus, l'accès aux ressources éducatives et culturelles peut également aider à combler les écarts entre les élèves provenant de milieux socio-économiques différents, en leur offrant des opportunités égales d'apprentissage et de développement. L'accès aux ressources éducatives revêt une importance capitale pour les élèves issus de milieux socio-économiques variés. En leur fournissant un accès équitable à des ressources telles que les livres, les technologies et les programmes d'apprentissage en ligne, ces élèves ont plus de chances de réussir et de s'épanouir académiquement. De plus, en offrant des opportunités égales d'apprentissage et de développement, ces ressources peuvent contribuer à atténuer les inégalités éducatives et à favoriser une société plus équitable. Enfin, les ressources éducatives et culturelles peuvent jouer un rôle crucial dans le rapprochement des élèves issus de milieux socio-économiques divers en leur permettant de découvrir de nouvelles connaissances, de développer leur créativité et de mieux comprendre et apprécier les différentes cultures qui les entourent. C'est pourquoi il est important de mettre en place des politiques et des programmes visant à améliorer l'accès des élèves à ces ressources. De même, les ressources culturelles, telles que les musées, les théâtres et les expositions, offrent aux étudiants des opportunités uniques d'élargir leurs horizons, d'acquérir une ouverture d'esprit et de développer leur sens

critique. En exposant les étudiants à différentes formes d'art, de musique, de littérature et d'histoire, ces ressources culturelles stimulent leur créativité, leur curiosité intellectuelle et leur capacité à penser de manière critique. Les résultats scolaires sont donc positivement influencés par l'accès à ces ressources éducatives et culturelles

5 CONCLUSION

Les facteurs socioéconomiques qui influencent le rendement scolaire des enfants dans la localité de Ndikiniméki au Cameroun peuvent inclure le niveau de revenu des familles, l'accès à l'éducation de qualité, les ressources disponibles dans les écoles, les conditions de vie, les opportunités d'apprentissage supplémentaires, et les attentes culturelles envers l'éducation. Ces facteurs peuvent avoir un impact sur la disponibilité des ressources éducatives, l'engagement des parents dans l'éducation de leurs enfants, les opportunités d'apprentissage en dehors de l'école, et la motivation des enfants à réussir académiquement. Il est important de noter que chaque enfant est unique et que les facteurs socioéconomiques peuvent avoir des effets différents sur chaque individu.

REFERENCES

- [1] Jacquin, J. (2023) Le bien-être des enfants de 5 à 7 ans à l'école: évolution et relations avec le processus d'adaptation scolaire. Nantes Université, 2023.
- [2] Allès-Jardel, M., Fourdrinier, C., Roux, A., Schneider, B.H. (2002) Parents' structuring of children's daily lives in relation to the quality and stability of children's friendships. *International Journal of Psychology*, 37, 65-73.
- [3] Bouchard, P., Saint-Amand, J.-C. (2005) Les succès scolaires des filles: deux lectures contradictoires. *Éducation et francophonie*, 33, 6-19.
- [4] Paré-Kaboré, A. (1998) Structure familiale à Ouagadougou et performance scolaire des filles et des garçons (Burkina Faso). *AUTREPART-BONDY PARIS-*, 125-138.
- [5] Doucet, J.-J., Utzschneider, A., Bourque, J. (2009) Influence parentale sur le rendement scolaire: comparaison entre des élèves nés au Canada et des élèves nés à l'extérieur du pays. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 12, 227-242.
- [6] Millogo, R.M., Rossier, C., Soura, A.B., Cisse, S. (2018) Impacts socio-économiques des inégalités de genre sur la fécondité à Ouagadougou: éclairage à partir des données de l'observatoire de population de Ouagadougou. *African Population Studies*.
- [7] Feyfant, A. (2011) Les effets de l'éducation familiale sur la réussite scolaire. *Dossier d'actualité Veille et analyses*, 1-13.
- [8] Mc Andrew, M., Garnett, B., Ledent, J., Sweet, R.M., Balde, A.I.c.d.H.B.S.e.A. (2011) Les Carrières Scolaires Des Jeunes Allophones À Montréal, Toronto Et Vancouver: Une Analyse Comparative. *Journal of International Migration and Integration*, 12, 495-515.
- [9] Felouzis, G. (2009) Systèmes éducatifs et inégalités scolaires: une perspective internationale.
- [10] Meuret, D., Morlaix, S. (2006) L'influence de l'origine sociale sur les performances scolaires: par où passe-t-elle? *Revue française de sociologie*, 47, 49-79.

Analyse de l'évolution épidémiologique des nouveaux cas confirmés de Covid-19 au Sénégal de mars à août 2020

[Analysis of the epidemiological evolution of new confirmed cases of Covid-19 in Senegal from March to August 2020]

Alyette Carène Bondha and Jean Augustin Diegane Tine

Institut de Santé Publique et de Développement (ISED), Dakar, Senegal

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Introduction:* The coronavirus of Severe Acute Respiratory Syndrome 2 was discovered in 2019 in the city of Wuhan, China. The preliminary reproduction rate of SARS-CoV-2 was estimated to be between 1.4 and 2.5 by WHO on 23 January 2020. Senegal has positioned itself among the countries most affected by the pandemic in Africa. Strategies for the response to the COVID-19 epidemic have been put in place to ensure an operational and effective response in Dakar and the provinces. The overall objective of this study is to analyse the epidemiological evolution of new confirmed cases of Covid-19 in Senegal in 2020.

Methodology: This was a time series analysis of Covid-19 during the period from March 02 to August 31, 2020. The study population was people tested by RT-PCR for covid-19. The data was aggregated from the publications of the Ministry of Health on the Covid-19 Senegal site and from the WHO. The data collected was analyzed using R software, for description and modeling with ARIMA and Prophet.

Results: This study showed that the total number of Covid-19 cases recorded during the period studied was 13,611, a median of 3,740 was recorded on June 1, 2020; on average, 4810 cases were registered. New confirmed cases had a median of 79 and an average of 73.9 new cases recorded. On average 3050 cured cases were recorded with a median of 1860. On average 3940 cases were transmitted locally. March recorded the highest positivity rate at 13.56% with a sharp decline to 8.49% in August. An attack rate of 1.05 per 100,000 populations was recorded in March, this rate reached 20.98 in August. The reproduction rate was at 1.96 at the start of the state of emergency on March 23, 2020; this rate increased to 1.11 at the end of our study, on August 31, 2020.

Conclusion: The predicted and actual data had shown an upward record of new confirmed cases at the end of 2020. But the data may change in reality due to some changes. In the absence of change, despite the measures put in place, the hope is that the vaccine can provide a solution.

KEYWORDS: Covid-19, confirmed cases, evolution, Senegal.

RESUME: *Introduction:* Le coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2, est découvert en 2019 dans la ville de Wuhan en Chine. Le taux de reproduction préliminaire de SARS-CoV-2 a été estimé entre 1,4 et 2,5 par l'OMS le 23 janvier 2020. Le Sénégal s'est positionné parmi les pays les plus affectés par cette pandémie en Afrique. Des stratégies ont été mises en place pour la riposte à l'épidémie au COVID-19 visant à assurer une réponse opérationnelle et efficace à Dakar et dans les provinces. Cette étude a pour objectif général d'analyser l'évolution épidémiologique de nouveaux cas confirmés de Covid-19 au Sénégal en 2020.

Méthodologie: Il s'agissait d'une analyse chronologique des séries temporelles de la Covid-19 durant la période allant du 02 mars au 31 août 2020. La population d'étude était les personnes testées par RT-PCR pour rechercher la covid-19. Les données ont été agrégées à partir des publications du ministère de la santé sur le site Covid-19 Sénégal et de l'OMS. Les données collectées ont été analysées à l'aide du logiciel R, pour la description et la modélisation avec ARIMA et Prophet.

Résultats: Cette étude a montré que le nombre total de cas de Covid-19 enregistrés durant la période étudiée était de 13611, une médiane de 3740 a été enregistrée le 1^{er} juin 2020; en moyenne, 4810 cas étaient enregistrés. Les nouveaux cas confirmés avaient une médiane de 79 et en moyenne, 73,9 nouveaux cas enregistrés. En moyenne 3050 cas guéris ont été enregistrés avec une médiane de 1860. En moyenne, 3940 cas ont été transmis localement. Le mois de mars a enregistré le taux de positivité le plus élevé à 13,56% avec une nette régression à 8,49% en août. Un taux d'attaque à 1,05 pour 100 000 habitants a été enregistré en mars, ce taux a atteint 20,98 en août. Le taux de reproduction était à 1,96 au début de l'état d'urgence le 23 mars 2020; ce taux est passé à 1,11 à la fin de notre étude, le 31 août 2020.

Conclusion: Les données prédites et réelles avaient montré un enregistrement à la hausse de nouveaux cas confirmés à la fin de l'année 2020. Mais les données peuvent changer dans la réalité à cause de certains changements. En absence de changement, malgré les mesures mises en place, l'espoir est que le vaccin pourra apporter une solution.

MOTS-CLEFS: Covid-19, cas confirmés, évolution, Sénégal.

1 INTRODUCTION

Le Monde est confronté à l'épidémie de coronavirus (COVID-19) qui a diverses répercussions économiques et sociales. Le coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère 2 (SARS-CoV-2), découvert en 2019 dans la ville de Wuhan (province de Hubei, en Chine), est une souche de l'espèce SARSr-CoV de coronavirus source d'une pneumonie atypique émergente, la maladie à coronavirus 2019, dite Covid-19 [1]. La progression de cette maladie a conduit l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à la déclarer une urgence de santé publique de portée internationale le 30 janvier 2020 puis pandémie le 11 mars 2020 [2], [3], [4], [5].

Le 20 janvier 2020, la transmission interhumaine a été confirmée à Guangdong, en Chine, par une équipe de la commission de la santé enquêtant sur l'épidémie. Le taux de reproduction préliminaire de SARS-CoV-2, c'est-à-dire le nombre moyen de personnes infectées par un patient, a été estimé entre 1,4 et 2,5 par l'OMS le 23 janvier 2020. Il serait comparable à celui de SARS-CoV et de la grippe de 1918, compris entre 1,4 et 3,8. Des porteurs asymptomatiques du virus SARS-CoV-2 peuvent le transmettre. Le virus a une courte période d'incubation et peut être transmis avant les premiers symptômes [4]. Des personnes infectées n'ont pas transmis le virus, tandis que d'autres l'ont largement excrété et/ou transmis. Les coronavirus se développent dans les voies respiratoires, mais on en retrouve aussi fréquemment dans le sang et dans le plasma ou le sérum des malades. Ceci implique un risque de transmission via la transfusion de produits sanguins.

A l'instar d'autres pays du monde, le Sénégal a connu le premier cas importé, le 02 mars 2020.

Le pays est passé à 3836 cas testés positifs au Covid-19 et 43 décès, le 02 juin 2020, et se positionne parmi actuellement les pays les plus affectés par cette pandémie en Afrique [6].

Par ailleurs, depuis un certain temps la transmission communautaire (cas-contact) devient de plus en plus inquiétante au sein de la population [4], [5], [7]. Pour faire face à cette situation, le Gouvernement de la République du Sénégal avec l'appui des partenaires, s'est attelé à mettre en place des stratégies pour la riposte à l'épidémie au COVID-19. Ces stratégies ont visé à assurer une réponse opérationnelle et efficace à Dakar et dans les provinces: interdiction de toutes les manifestations publiques sur l'ensemble du territoire national, fermeture des aéroports, suspension des enseignements dans les écoles et universités, restriction systématique puis interdiction des déplacements interurbains, la déclaration de l'état d'urgence et l'instauration du couvre-feu de 20h00 à 06h00 sur l'ensemble du territoire national, mettant ainsi la population en confinement partiel [8], [9].

Plusieurs études ont été réalisées sur la Covid-19 mais peu sont réalisées dans ce contexte d'évolution épidémiologique de la maladie avec analyse chronologique.

Cette étude a pour objectif général d'analyser l'évolution épidémiologique de nouveaux cas confirmés de covid-19 au Sénégal [19], [20].

2 MÉTHODOLOGIE

Il s'agit d'une étude descriptive et analytique des séries chronologiques (temporelles) allant du 02 mars au 31 août 2020.

Notre population d'étude concernait les personnes testées pour la Covid-19 quel que soit les résultats (Positif ou négatif). Notre étude incluait les individus dépistés, ayant des données validées, disponibles sur les sites internet et dans les documents

certifiés du Ministère de la santé et de l'OMS. Le principal critère de jugement est représenté par l'exploitation des documents officiels permettant de mesurer les nouveaux cas confirmés durant la période d'étude.

C'était une collecte documentaire d'informations issues:

- De bulletins épidémiologiques Covid-19 publiés sur le site officiel du ministère de la santé;
- Des communiqués de presse faits par le ministère de la santé;
- Des données publiées sur les sites internet Covid-19 de l'OMS;
- Des données publiées sur le site www.sante.gouv.sn

La saisie des données a été effectuée avec le logiciel Epi Info version 7.2.2.6

Après un nettoyage de la base de données, les données ont été analysées à l'aide du logiciel R version 4.0.2

3 PLAN D'ANALYSE

Notre étude ne pourra pas répondre à toutes les questions sur la Covid-19, mais elle contribuera à l'obtention de données essentielles aux premières interventions (premiers stades) contre l'épidémie, et qui pourront servir de base pour l'évaluation dans le temps des interventions de santé publique. D'autres protocoles d'enquête adaptés pour la COVID-19 peuvent aider à obtenir des données supplémentaires, ce qui facilitera le calcul des principaux paramètres épidémiologiques.

La description des variables est faite au cours de l'analyse univariée. Toutes les variables sont quantitatives, les mesures des indicateurs de tendance centrale (moyenne et médiane) et de dispersion (écart-type et étendue) ont été calculées.

Ensuite la mesure des indicateurs de suivi et On s'intéresse à l'évolution au cours du temps d'un phénomène, dans le but de décrire, d'expliquer puis de prévoir ce phénomène dans le futur en utilisant une modélisation ARIMA¹ et Prophet² avec le logiciel R.

4 RÉSULTATS

Tableau 1. Description des cas confirmés de Covid-19 par région sanitaire du Sénégal de mars à août 2020.

Variables	Moyenne (Ecart-type)	Médiane [Min, Max]
Nombre de cas dans la région de Dakar	3520 (3260)	2820 [1, 9580]
Nombre de cas dans la région de Diourbel	367 (276)	403 [0, 725]
Nombre de cas dans la région de Fatick	19,6 (24,1)	3 [0, 90]
Nombre de cas dans la région de Kaffrine	4,25 (5,09)	2 [0, 14]
Nombre de cas dans la région de Kaolack	43,9 (58,4)	10 [0, 225]
Nombre de cas dans la région de Kédougou	14 (30,2)	1 [0, 134]
Nombre de cas dans la région de Kolda	59,5 (52,1)	70 [0, 200]
Nombre de cas dans la région de Louga	32,5 (19,1)	38 [0, 59]
Nombre de cas dans la région de Matam	11,3 (13,5)	1 [0, 40]
Nombre de cas dans la région de St-Louis	37,6 (61)	7 [0, 240]
Nombre de cas dans la région de Sédhiou	76,7 (55,4)	104 [0, 144]
Nombre de cas dans la région de Tambacounda	61,5 (37,4)	85 [0, 103]
Nombre de cas dans la région de Thies	438 (489)	187 [0, 1550]
Nombre de cas dans la région de Ziguinchor	116 (144)	43 [0, 517]

N=185 jours

¹ ARIMA : Autoregressive integrated moving average, un model statistique pour la prédiction.

² Prophet : librairie open source (R et Python) de prévision des données de séries temporelles basée sur un modèle additif.

Tableau 2. Taux de positivité mensuel des tests Covid-19 (%) de mars à août 2020 au Sénégal.

Année 2020	Total tests Covid-19 réalisés ou cas suspects	Tests Covid-19 positifs ou cas confirmés	Taux de positivité (%)
Mars	1291	175	13,56
Avril	10013	750	7,49
Mai	31261	2712	8,68
Juin	36578	3148	8,61
Juillet	31439	3313	10,54
Août	41273	3505	8,49

Le mois de mars avec 175 cas enregistrés est celui où le taux de positivité était le plus élevé avec 13,56% suivi du mois de juillet avec un taux de positivité à 10,54%.

PENDANT L'ÉTAT D'URGENCE (DU 23 MARS AU 29 JUIN 2020)

Le taux de positivité était dans un premier temps élevé au mois de mars (13,56%) puis une décroissance a été observée dans la période de fin avril à juin 2020 (8,61%).

APRÈS L'ÉTAT D'URGENCE (APRÈS LE 29 JUIN 2020)

Le taux de positivité a augmenté à 10,54% en juillet 2020 pour décroître vers fin août 2020 à 8,49.

Tableau 3. Proportion de nouveaux cas confirmés par rapport au total cas confirmés de mars à août 2020 au Sénégal.

Année 2020	Nombre total de cas confirmés	Nombre de nouveaux cas confirmés	Proportion (%)
Mars	175	174	99,43
Avril	933	758	81,24
Mai	3645	2712	74,40
Juin	6793	3148	46,34
Juillet	10232	3313	32,78
Août	13611	3505	25,75

On observe que cette proportion évoluait en décroissance. Elle était très élevée au premier trimestre de l'épidémie, 99,43% en mars, 81,24% en avril et 74,40% en mai. Elle a commencé à chuter au mois de juin (46,34%) pour atteindre 32,78% en juillet et 25,75% en août.

La levée de l'état d'urgence a été déclarée en fin juin 2020; au prochain mois, c'est-à-dire en juillet, la proportion a bien chuté à 32,78% signifiant que les mesures observées pendant l'état d'urgence ont permis de réduire considérablement le nombre de nouveaux cas confirmés.

Tableau 4. Taux d'attaque pour 100.000 habitants exposés à la Covid-19 de mars à août 2020 au Sénégal.

Année 2020	Population à risque	Nouveaux cas confirmés de Covid-19	Taux d'attaque pour 100000
Mars	16705608	175	1,05
Avril	16705608	758	4,54
Mai	16705608	2712	16,23
Juin	16705608	3148	18,84
Juillet	16705608	3313	19,83
Août	16705608	3505	20,98

En mars sur 100 000 personnes à risque une (01) personne était infectée, en avril cinq (05) nouvelles personnes sur 100 000 exposées étaient infectées, en juin 19 personnes et en août 21 personnes étaient infectées sur 100 000 personnes exposées.

Taux de reproduction R0 (Nombre moyen de personnes qu'une personne infectée peut contaminer)

- La date du 23 mars 2020, représentait le début de l'état d'urgence.

Au 23 mars 2020, il y avait 75 cas positifs confirmés actifs et du 23 mars au 06 avril 2020, 147 contacts positifs confirmés ont été enregistrés.

Un cas positif confirmé a contaminé en moyenne 1,96 soit deux (02) autres personnes.

- S27³, 29 juin (levée du couvre-feu) au 05 juillet 2020.

Au 29 juin 2020, il y avait 6698 cas positifs confirmés actifs et du 29 juin au 13 juillet 2020, 8198 contacts positifs confirmés ont été enregistrés.

Un cas positif confirmé a contaminé en moyenne 1,22 autre personne.

- S31, 27 juillet au 02 août 2020, la Tabaski, le 31 juillet 2020.

Au 31 juillet 2020, il y avait 10232 cas positifs confirmés actifs et du 31 juillet au 14 août 2020, 11872 contacts positifs confirmés ont été enregistrés.

Un cas positif confirmé a contaminé en moyenne 1,16 autre personne.

- S35, 24 au 30 août 2020, fin de notre étude.

Au 17 août 2020, il y avait 12237 cas positifs confirmés actifs et du 17 au 31 août 2020, 13611 contacts positifs confirmés ont été enregistrés.

Un cas positif confirmé a contaminé en moyenne 1,11 autre personne.

- S52, 21 au 27 décembre 2020, Noël le 25 décembre, à la fin de l'année 2020.

Au 11 décembre 2020, il y avait 16893 cas positifs confirmés actifs et du 11 au 25 décembre 2020, 18369 contacts positifs confirmés ont été enregistrés.

Un cas positif confirmé a contaminé en moyenne 1,08 autre personne.

Tableau 5. Proportion de cas graves par rapport aux nouveaux cas confirmés de Covid-19 de mars à août 2020 au Sénégal.

Année 2020	Nombre de cas graves	Nombre de nouveaux cas confirmés	Proportion (%)
Mars	0	174	0
Avril	2	758	0,26
Mai	12	2712	0,44
Juin	18	3148	0,57
Juillet	20	3313	0,60
Août	5	3505	0,14

Aucun cas grave enregistré au mois de mars. La proportion des cas graves par rapport aux nouveaux cas a atteint 0,60% en juillet pour décroître en août à 0,14%.

Pendant l'état d'urgence, la proportion des cas graves par rapport aux nouveaux cas confirmés a atteint 0,57% en juin 2020.

³ Semaine 27

Après l'état d'urgence, au mois de juillet, cette proportion était de 0,60% et a baissé considérablement à la fin de notre étude, en août à 0,14%.

Tableau 6. Répartition du nombre total de cas confirmés de Covid-19 et du nombre de districts touchés par région sanitaire de mars à août 2020 au Sénégal.

Régions sanitaires	Total nombre de cas confirmés	Proportion (%)	Nombre de districts sanitaires touchés
Dakar	9575	70,35	12
Diourbel	725	5,33	4
Fatick	90	0,66	8
Kaffrine	14	0,10	4
Kaolack	225	1,65	4
Kédougou	134	0,98	2
Kolda	200	1,47	2
Louga	59	0,43	6
Matam	40	0,29	4
Saint-Louis	240	1,76	4
Sédhiou	144	1,06	2
Tabacounda	103	0,76	3
Thiès	1545	11,35	9
Ziguinchor	517	3,80	5
Total	13611	100	69

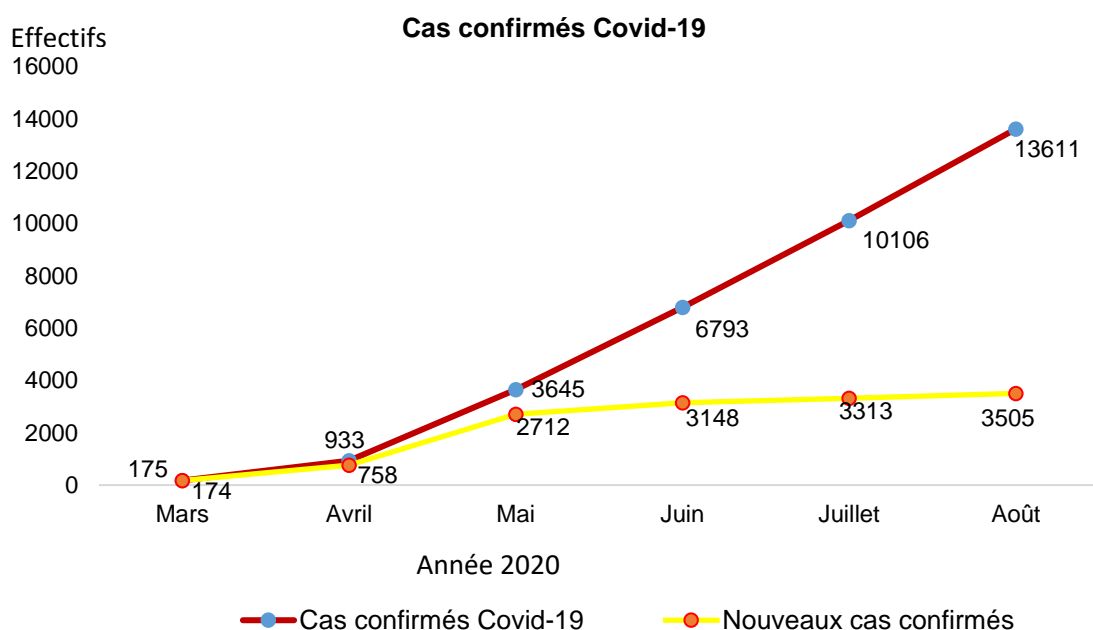


Fig. 1. Tendence de cas confirmés cumulés de Covid-19 de mars à août 2020

La tendance montre que le nombre de cas confirmés augmentait fortement au premier trimestre. Plus de 500 nouveaux cas de mars à avril et plus de 1000 nouveaux cas d'avril à mai 2020.

Par ailleurs, la transmission communément appelée « Transmission locale/Cas contact » était la plus représentée durant les six (06) premiers mois de l'épidémie.

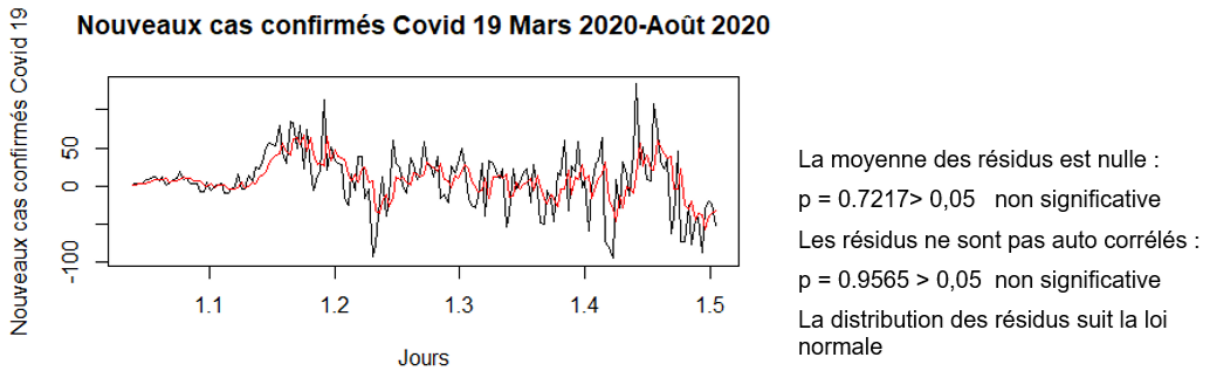


Fig. 2. Plot modèle 2 avec ajustement linéaire

Le modèle 2 est créé avec un recul de 14 jours. $AIC^4 = 1692,95$

Ce modèle a été validé et on en conclut que les premières manifestations cliniques de la maladie à Coronavirus s'observaient dans les 14 jours du début de la maladie (période d'incubation).

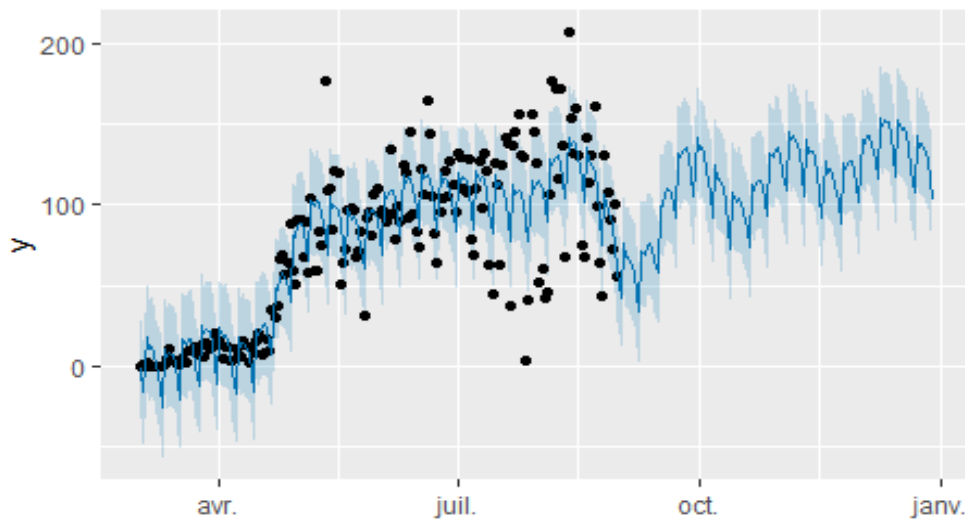


Fig. 3. Plot de la prédiction des nouveaux cas confirmés de Covid-19 sur 120 jours

Les données réelles sont représentées en pointillés de mars à août 2020.

Vers mi-août 2020, le nombre de nouveaux cas confirmés a commencé à chuter jusqu'en début septembre avec des variations au cours du temps.

De nouveaux cas confirmés continueraient à être enregistrés de septembre jusqu'à la fin de l'année 2020 avec de multiples variations.

⁴ AIC= Critère d'information Akaike permettant de mesurer la qualité d'un modèle (parcimonie).

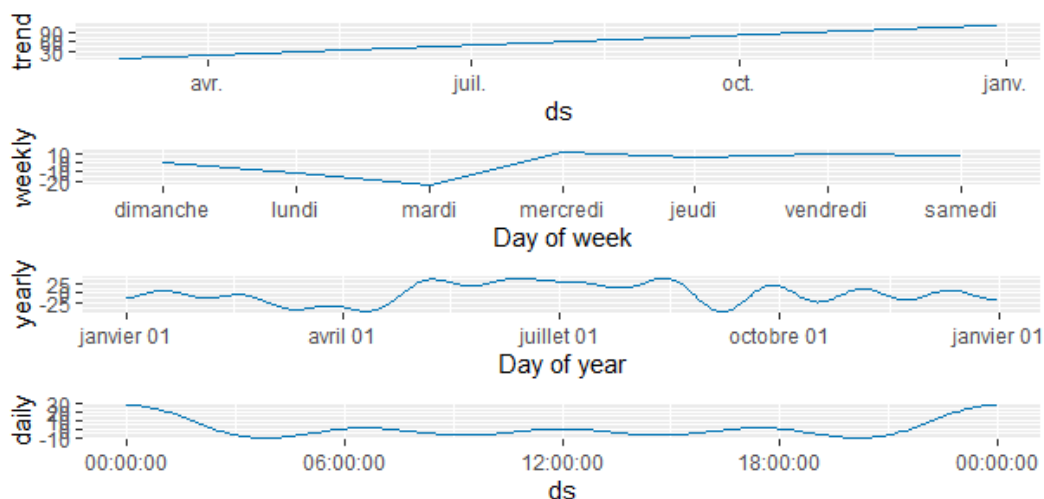


Fig. 4. Plot des tendances journalière, hebdomadaire, annuelle des nouveaux cas confirmés de Covid-19

La tendance globale avec la prédiction montrait que des nouveaux cas confirmés de Covid-19 continueraient à être enregistrés.

Hebdomadairement, on voyait qu'il y avait un pic de nouveaux cas confirmés le mercredi, la tendance est restée constante pour décroître le dimanche jusqu'au mardi; car il y a moins de déplacements (mouvement de la population) vers les milieux de regroupement le week-end et les activités de dépistage qui sembleraient être ralenties. Tout cela aurait une répercussion sur les premiers jours de la semaine avec moins de nouveaux cas confirmés positifs.

Il y avait une hausse de nouveaux cas confirmés avec des variations d'avril à août 2020.

La prédiction montrait qu'en septembre 2020, le nombre de nouveaux cas confirmés pourrait chuter dans un premier temps pour remonter ensuite avec, des variations multiples jusqu'en novembre 2020.

En décembre 2020, on observerait une augmentation de nouveaux cas confirmés.

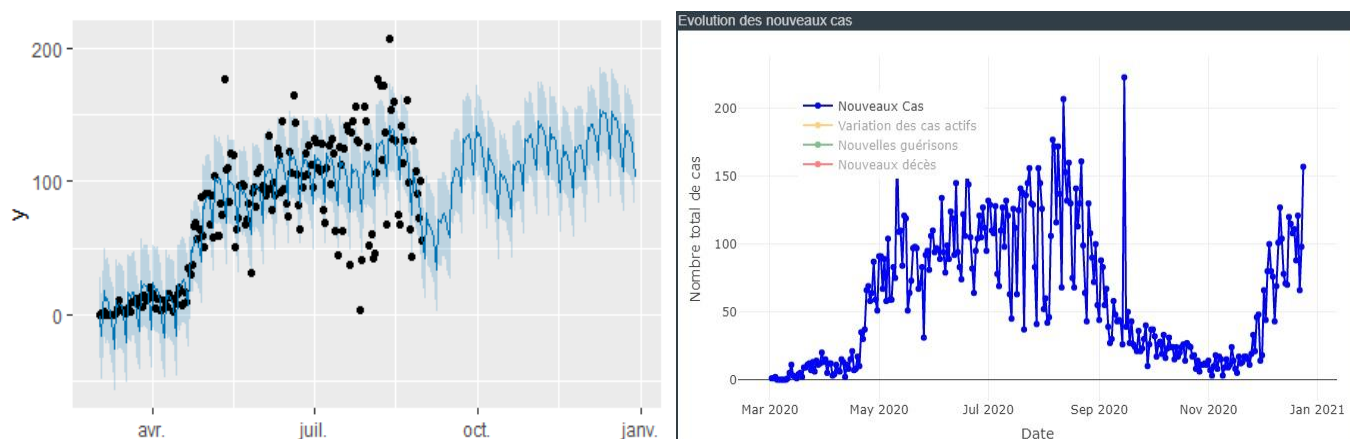


Fig. 5. Evolution comparative des nouveaux cas de Covid-19 au Sénégal, les données de la prédiction et les données réelles

En septembre, la prédiction montrait une régression du nombre de nouveaux cas de Covid-19 pareillement pour les données réelles.

Au début du mois d'octobre, la prédiction montrait un enregistrement en hausse des nouveaux cas de Covid-19 à plus de 100 cas. Pour la même période, les données réelles montraient un pic à plus de 200 cas.

De Septembre à début novembre la tendance différait dans les deux cas de figure, il ya eu des modifications qui pourraient être liées aux différentes interventions. On observait également des pics avec multiples variations qui seraient dûs à des facteurs socio-comportementaux, socio-économiques ou environnementaux...

Ces pics observés dans les données réelles étaient aussi liés à des événements de festivité et de grands mouvements de la population.

En novembre, le nombre de nouveaux cas prédits augmenterait avec des variations. Pour les données réelles, le nombre de nouveaux cas diminuait dans un premier temps pour augmenter vers fin novembre.

En fin décembre le nombre de nouveaux cas de Covid-19 augmentait tant pour la prédiction (autour de 150 à 160 cas) que pour les données réelles (160 cas).

5 PRINCIPAUX RÉSULTATS ET DISCUSSION

En ce qui concerne les cas confirmés, la moyenne était de 4810, la médiane était de 3740 avec des extrêmes de 1 à 13611. On est passé d'un cas confirmé au 02 mars à 175 cas en fin mars.

Ce nombre a été multiplié par 5 en fin Avril avec un total de 933 cas confirmés. De fin avril à fin mai, ce nombre a été multiplié par 4; 3645 cas confirmés pour le premier trimestre de l'épidémie.

A la fin du mois de juin, ce nombre a été multiplié par 2, avec un total de cas confirmés de 6793. En fin juillet, ce nombre a été multiplié par 1,5, 10232 cas. Et en fin août, le nombre de cas confirmés a été multiplié par 1,3; avec un total de 13611 cas. Ceci est illustré par les courbes d'évolution de la tendance des cas confirmés de Covid-19.

Au début de l'épidémie c'est-à-dire au premier trimestre de l'épidémie, la vitesse de la contamination était élevée, pour diminuer progressivement à partir de fin mai 2020. Ceci pourrait être expliqué par la maîtrise progressive de la situation par les mesures barrières appliquées rigoureusement par le gouvernement. Des études l'ont confirmé.

Sur le plan guérison, les cas guéris avaient une moyenne de 3050. La médiane était de 1860 avec des extrêmes de 0 à 9439. En fin mars, le nombre de cas guéris était de 40 contre 134 cas actifs. En fin avril, ce nombre a été multiplié par 8; 334 cas guéris contre 589 cas actifs. En fin mai, ce nombre a été multiplié par 5,3; et ce nombre était presque égal au nombre de cas actifs, respectivement 1801 et 1802. En fin juin, ce nombre de 1801 a été multiplié par 2,46; au total 4431 cas guéris contre 2246 cas actifs. En fin juillet, 6776 cas guéris contre 3247 cas actifs. En fin août, 9439 cas guéris contre 3884 cas actifs.

La prise en charge et le suivi effectif des cas de Covid-19 ont eu du succès. Depuis fin mai, le nombre de cas guéris dépassait celui de cas actifs. D'autres études l'ont prouvé [45], [21], [6].

La moyenne du nombre de cas de transmission locale était de 3940, la médiane était de 3300 avec des extrêmes de 0 et de 10200 cas. Le nombre est passé de 89 en mars à 736 en avril. 3211 en mai à 5814 en juin puis de 8442 en juillet à 10210 en août.

Le nombre de cas de transmission communautaire avait une moyenne de 757. La médiane était de 351 avec des extrêmes de 0 à 3200 cas. En mars, ce nombre était de 10 et est passé à 109 en avril, 341 en mai à 817 en Juin, 1608 en juillet à 3201 en août. Certains auteurs l'ont démontré [7], [4], [5].

La moyenne du nombre de cas graves était de 19,3, la médiane était de 15 avec des extrêmes de 0 à 57 cas graves. La prise en charge des cas graves se faisait dans des services de réanimation et soins intensifs [44], [6], [22], [21].

Au mois de mars, 175 tests covid-19 positifs sur 1291 tests réalisés; en avril, 750 tests positifs sur 10013 tests réalisés; en mai 2712 sur 31261; en juin 3148 sur 36578; en juillet 3439 sur 31439; en août 3379 sur 41273.

Le taux de positivité était de 13,56 en mars, nous avons observé une diminution de taux à 7,49 en avril, 8,68 en mai et 8,61 en juin. Ce taux a encore augmenté en juillet à 10,94 et chuté à 8,19 en août. Ces résultats confirment la réalité avec la levée de l'état d'urgence sanitaire et du couvre-feu en juin 2020 et la réouverture de l'aéroport en juillet 2020; Ceci a été démontré dans plusieurs études [13], [44], [11].

Le taux d'attaque pour 100000 habitants était de 1,05 en mars; ce taux a été multiplié par 4 en avril donnant un chiffre de 4,54; 16,23 en mai; 18,84 en juin; 19,83 en juillet et 20,98 en août. Pour les six (06) premiers mois, le taux d'attaque était de 81,48. Certains auteurs l'ont confirmé [17], [6], [8].

Dans notre étude, les premières manifestations cliniques de la maladie à Coronavirus s'observaient dans les 14 jours du début de la maladie (période d'incubation). La période d'incubation est un paramètre utile pour guider l'isolement et la recherche des contacts. Plusieurs études l'ont prouvé [45], [4], [2], [11], [5].

La prédiction montrait que des nouveaux cas confirmés continueraient à être enregistrés avec de multiples variations périodiques.

La comparaison des données réelles et celles de la prédiction nous a élucidé sur le fait que l'épidémie n'est pas terminée; de nouveaux cas confirmés continueraient à être enregistrés avec un accroissement vers la fin de l'année 2020 (en novembre et décembre 2020).

6 CONCLUSION

La COVID-19 est devenue un risque élevé pour la population générale. La présence continue de l'épidémie se dessine à travers presque tous les indicateurs de suivi calculés entre le 02 mars et le 31 août 2020. L'épidémie de la Covid-19 a une grande variation dans le temps.

La prédiction sur 120 jours (septembre à décembre 2020) montre que l'épidémie évoluerait avec un essor épidémique vers la fin de l'année 2020. L'espoir est que le vaccin pourra apporter une solution.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

QU'EST CE QUI EST CONNU SUR CE SUJET ?

Les nouveaux cas confirmés de Covid-19 au Sénégal de mars à août 2020 et leur évolution épidémiologique.

QU'EST-CE QUE CETTE ÉTUDE APPORTE DE NOUVEAU ?

L'épidémie de la Covid-19 a une grande variation dans le temps. La comparaison des données prédites et réelles a montré un enregistrement à la hausse de nouveaux cas confirmés à la fin de l'année 2020.

CONTRIBUTION DES AUTEURS

Les auteurs de cette recherche ont procédé à une analyse chronologique afin d'étudier et analyser l'évolution du profil épidémiologique de nouveaux cas confirmés de Covid-19 et, prédire l'avenir proche de l'évolution de l'épidémie.

REFERENCES

- [1] Cucinotta D, Vanelli M. WHO Declares COVID-19 a Pandemic. *Acta Biomed.* 2020 Mar19; 91 (1): 157-160. PubMed | Google Scholar.
- [2] Centers for Disease Control and Prevention. Symptoms of COVID-19. 2021. Accessed February 11, 2021.
- [3] Johansson MA, Quandelacy TM, Kada S, Prasad PV, Steele M, Brooks JT et al. SARS-CoV-2 Transmission from People Without COVID-19 Symptoms. *JAMA Netw Open.* 2021 Jan 4; 4 (1): e2035057. PubMed.
- [4] He F, Deng Y, Li W. Coronavirus disease 2019: What we know? *J Med Virol.* juill 2020; 92 (7): 719-25.
- [5] WHO. World Health Organization; Geneva: 2021. Clinical management of COVID-19: living guidance. Jan 25, 2021.
- [6] Kaul V, de Moraes GA, Khateeb D, Greenstein Y, Winter G, Chae MJ et al. Medical Education during the COVID-19 Pandemic. *Chest.* 2021 May; 159 (5): 1949-1960. PubMed | Google Scholar.
- [7] Sun J, He W-T, Wang L, Lai A, Ji X, Zhai X, et al. COVID-19: Epidemiology, Evolution, and Cross-Disciplinary Perspectives. *Trends Mol Med.* mai 2020; 26 (5): 483-95.
- [8] Worldometers. Coronavirus Cases. Accessed on March 21st 2023.
- [9] Chao Zhang et al., Advances and Challenges of Epidemic Outbreaks in the Post-COVID-19 Era in China. *Infectious Diseases & Immunity* 3 (2): p 49-51, April 2023.
- [10] Luiz Alberto Cerqueira Batista Filho: Critical care in developing nations: what has the COVID-19 pandemic revealed? *PAMJ.* Volume 45 (123). 14 Jul 2023.
- [11] Li H, Liu S-M, Yu X-H, Tang S-L, Tang C-K. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): current status and future perspectives. *Int J Antimicrob Agents.* mai 2020; 55 (5): 105951.
- [12] El-Shabasy RM, Nayel MA, Taher MM, Abdelmonem R, Shoueir KR, Kenawy ER. Three waves changes, new variant strains, and vaccination effect against COVID-19 pandemic. *Int J Biol Macromol.* 2022 Apr 15; 204: 161-168. PubMed.
- [13] Singhal T. A Review of Coronavirus Disease-2019 (COVID-19). *Indian J Pediatr.* avr 2020; 87 (4): 281-6.
- [14] Wang Y, Wang Y, Chen Y, Qin Q. Unique epidemiological and clinical features of the emerging 2019 novel coronavirus pneumonia (COVID-19) implicate special control measures. *J Med Virol.* juin 2020; 92 (6): 568-76.

- [15] Zhao Z, Li X, Liu F, Zhu G, Ma C, Wang L. Prediction of the COVID-19 spread in African countries and implications for prevention and control: A case study in South Africa, Egypt, Algeria, Nigeria, Senegal and Kenya. *Sci Total Environ*. Août 2020; 729: 138959.
- [16] Liu J, Liao X, Qian S, Yuan J, Wang F, Liu Y, et al. Community Transmission of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, Shenzhen, China, 2020. *Emerg Infect Dis* [Internet]. Juin 2020 [cité 6 oct 2020]; 26 (6). Disponiblesurhttp://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/6/20-0239_article.htm
- [17] Teslya A, Pham TM, Godijk NG, Kretzschmar ME, Bootsma MCJ, Rozhnova G. Impact of self-imposed prevention measures and short-term government-imposed social distancing on mitigating and delaying a COVID-19 epidemic: A modelling study. Guo Y, éditeur. *PLOS Med*. 21 juill 2020; 17 (7): e1003166.
- [18] Sun K, Chen J, Viboud C. Early epidemiological analysis of the coronavirus disease 2019 outbreak based on crowdsourced data: a population-level observational study. *Lancet Digit Health*. avr 2020; 2 (4): e201-8.
- [19] He Y, Luo J, Yang J, Song J, Wei L, Ma W. Value of Viral Nucleic Acid in Sputum and Feces and Specific IgM/IgG in Serum for the Diagnosis of Coronavirus Disease 2019. *Front Cell Infect Microbiol*. 6 août 2020; 10: 445.
- [20] Kaufman HW, Niles JK, Kroll MH, Bi C, Holick MF. SARS-CoV-2 positivity rates associated with circulating 25-hydroxyvitamin D levels. Reddy SV, éditeur. *PLOS ONE*. 17sept 2020; 15 (9): e0239252.
- [21] Jin Y, Yang H, Ji W, Wu W, Chen S, Zhang W, et al. Virology, Epidemiology, Pathogenesis, and Control of COVID-19. *Viruses*. 27 mars 2020; 12 (4): 372.
- [22] Yip CC-Y, Ho C-C, Chan JF-W, To KK-W, Chan HS-Y, Wong SC-Y, et al. Development of a Novel, Genome on -Derived, SARS-CoV-2-Specific COVSubtractID-19-nsp2 Real-Time RT-PCR Assay and Its Evaluation Using Clinical Specimens. *Int J Mol Sci*. 8 avr 2020; 21 (7): 2574.
- [23] Site officiel de l'Organisation mondiale de la Santé [Internet]. [Cité 2 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr>.
- [24] Liu Y, Eggo RM, Kucharski AJ. Secondary attack rate and superspreading events for SARS-CoV-2. *The Lancet*. Mars 2020; 395 (10227): e47.
- [25] Surveillance de la santé publique dans le contexte de la COVID-19. Orientations provisoires 7 août 2020. <https://apps.who.int>
- [26] Mesures essentielles pour améliorer la préparation, la capacité d'intervention et la riposte en cas de COVID-19. Orientations provisoires 24 juin 2020. <https://apps.who.int>
- [27] République du Sénégal. Déclaration du président sur la situation de la pandémie à Covid-19. Sénégal, mars 2020. <https://www.sec.gouv.sn>.
- [28] Deng Y, Liu W, Liu K, Fang Y-Y, Shang J, Zhou L, et al. Clinical characteristics of fatal and recovered cases of coronavirus disease 2019 in Wuhan, China: a retrospective study. *Chin Med J (Engl)*. 5 juin 2020; 133 (11): 1261-7.
- [29] Pan F, Yang L, Li Y, Liang B, Li L, Ye T, et al. Factors associated with death outcome in patients with severe coronavirus disease-19 (COVID-19): a case-control study. *Int J Med Sci*. 2020; 17 (9): 1281-92.
- [30] Recommandations aux États Membres pour améliorer les pratiques d'hygiène des mains par un accès universel à des postes publics d'hygiène des mains afin d'aider à prévenir la transmission du virus de la COVID-19: Orientations provisoires 1er avril 2020. <https://apps.who.int>
- [31] Protocole d'enquête sur la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) – Les X premiers cas et contacts (FFX). Version: 2.2 Date: 23 février 2020. [who.int](http://www.who.int)
- [32] Cadre conceptuel de l'accès aux soins et à la santé. <http://infos-samsah-savs.eklablog.com/cadre-conceptuel-de-l-acces-aux-soins-et-a-la-sante-a127703214>.
- [33] République du Sénégal. Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie. <https://satisfaction.ansd.sn>.
- [34] République du Sénégal. Présentation générale. <https://www.sec.gouv.sn/présentation-générale>.
- [35] Plan Stratégique Santé Digitale (PSSD) 2018-2023 du Sénégal. Ministère de la Santé et de l'Action Sociale.
- [36] INRAE, Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement.
- [37] <https://www.inrae.fr/actualites/modelisation-pratique-gestion-dune-epidemie>.
- [38] Bâ MF, Tine JAD et al. Etude des facteurs associés à l'acceptabilité de la prise en charge des cas simples de covid-19 à domicile au Sénégal, 2020.
- [39] République du Sénégal. Rapport de la Revue Intra-Action (RIA) Nationale Multisectorielle de la lutte contre la pandémie liée au nouveau coronavirus (COVID-19) au Sénégal. Comité national de gestion des épidémies. 15 - 19 Septembre 2020.
- [40] Site officiel de l'Organisation mondiale de la Santé [Internet]. <http://www.emro.who.int/fr/health-topics/ehealth/>.
- [41] Analyse écologique du COVID-19: étude des déterminants socio-économiques et environnementaux associés à la transmission du SRAS-CoV-2 au niveau mondial. 04 mai 2020.
- [42] Note de synthèse des Nations Unies: la covid-19 et la couverture sanitaire universelle. Octobre 2020.
- [43] Singh A, Manoncourt E, Stachenko S, Rice M et Agbeve E. COVID-19: un mélange des déterminants sociaux de la santé et une intensification des inégalités de santé existantes. Union internationale de promotion de la santé et d'éducation pour la santé. Juillet 2020; 368.

- [44] COVID-19 –Ce que nous savons jusqu'à présent sur... les déterminants sociaux de la santé. Le 24 mai 2020.
- [45] République du Sénégal. Plan de contingence pour assurer la disponibilité et l'utilisation continues des services SRMNIA dans le contexte de Covid-19. Ministère de la santé et de l'action sociale. Mai 2020.
- [46] République du Sénégal. Plan de Mobilisation des Parties Prenantes (PMPP) du Projet d'Intervention COVID-19P 173 838. Ministère de la santé et de l'action sociale. Mai 2020.
- [47] Nations Unies Sénégal. Plan de préparation et de Réponse au COVID-19 du Système des Nations Unies au Sénégal. Avril à décembre 2020.
- [48] Diouf I, Bousso A, Sonko I. Gestion de la pandémie COVID-19 au Sénégal. Médecine de Catastrophe-Urgences Collectives 2020; 4 (3): 217–222.
- [49] OM. Directives techniques. <https://www.euro.who.int/fr/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/publications-and-technical-guidance/health-systems/strengthening-the-health-system-response-to-covid-19>.
- [50] PNUD. Impact socio-économique de la pandémie de la covid-19 au sénégal. Juin 2020.
- [51] Peeling RW, Wedderburn CJ, Garcia PJ, Boeras D, Fongwen N, Nkengasong J, et al. Serology testing in the COVID-19 pandemic response. Lancet Infect Dis. sept 2020; 20 (9): e245-9.

Évaluation de la compétitivité de l'industrie marocaine par la spécialisation dans les Métiers Mondiaux du Maroc

[Assessment of the competitiveness of Moroccan industry through specialisation in Moroccan Global Trades]

Mohammed AL ASSIMI

Enseignant chercheur, Laboratoire des Sciences Economiques et Politiques Publiques, Ecole Supérieure de Technologie, Université Ibn Tofail-Kenitra, Morocco

Copyright © 2024 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 efforts that have been made in Morocco within the framework of the Emergence Plan and the National Pact for Industrial Emergence are worth noting given the dynamics that have been triggered, and the measures brought by these plans to Moroccan industry, namely the approach to approach to Morocco's Global Trade. However, the analysis of competitiveness that we implemented during the period 2005-2014 shows that this relates to a few sectors (automobiles and aeronautics) and this was not the case for others: industrial sectors. However, the results obtained from the analysis of the main competitiveness indicators of these sectors reveal mixed performance of the industrial sectors. This also confirms that the measures adopted did not generate the expected effects, particularly in the implementation of a sustainable and efficient industrial development model capable of contributing effectively to improving the international competitiveness of Morocco such as sustained performance achieved by countries which were at the same industrial development level as that of our country. It is therefore necessary to question the determinants of this low competitiveness of the industry.

KEYWORDS: Industrial policy, Specialization, International competitiveness.

RESUME: Les efforts ayant été accomplis au Maroc dans le cadre du Plan Émergence et du Pacte National pour l'Émergence Industrielle durant ces dernières années, méritent d'être relevés compte tenu de la dynamique qui a été déclenchée, et des mesures apportées par ces plans à l'industrie marocaine, particulièrement, l'approche de la spécialisation dans les Métiers Mondiaux du Maroc. Or, l'analyse de la compétitivité que nous avons menée durant la période 2005-2014, démontre que cette dynamique ne concerne que quelques secteurs (l'automobile et l'aéronautique), et n'a pas été le cas pour d'autres secteurs industriels. Cependant, les résultats obtenus de l'analyse des principaux indicateurs de compétitivité des secteurs, font révélés des performances mitigées des secteurs industriels pris dans sa globalité. Cela, confirme que les mesures adoptées n'ont pas engendré les effets attendus, notamment dans la mise en place d'un modèle de développement industriel durable et performant capable de contribuer efficacement à l'amélioration de la compétitivité internationale du Maroc à l'instar des performances soutenues enregistrées par des pays qui étaient, dans un moment proche, au même niveau de développement industriel que notre pays. Il s'avère nécessaire, par conséquent, de s'interroger sur les déterminants de cette faible compétitivité de l'industrie.

MOTS-CLEFS: Politique industrielle, Spécialisation, Compétitivité internationale.

1 INTRODUCTION

D'un point de vue théorique, ils existent des sous-bassement forts qui nous laissent à penser que la politique industrielle peut jouer un rôle important dans la promotion de développement industriel d'un pays. Il y a assurément des cas où la politique industrielle a joué ce rôle. Mais ce qui il faut retenir, c'est la bonne conduite de cette politique. La politique industrielle a été couronnée de succès dans le cas où les décideurs politiques, qui l'ont mise en œuvre, soit ont souhaité un décollage industriel, soit ont été forcés de s'engager dans cette voie en raison des incitations engendrées par les institutions politiques (Robinson James A, 2010).

Cela, nous amener à s'interroger sur la compétitivité de l'industrie marocaine et la pertinence de la nouvelle politique industrielle, durant la période 2005-2014, qu'a été marquée par la mise en place du Plan Émergence en 2005 et du pacte national pour l'émergence industrielle (PNEI) en 2009 d'une part et l'entrée en vigueur des accords de libre-échange, notamment, l'accord d'association Maroc et l'Union Européenne, d'autre part.

Aussi, de déterminer les facteurs qui encouragent et/ou ceux qui entravent la compétitivité de l'industrie marocaine, à travers l'approche sectorielle de la stratégie industrielle marocaine en comparaison avec quelques expériences aussi bien des pays développés que des pays émergents. A travers une analyse empirique et un bilan du programme émergence, notamment, à travers les principales grandeurs économiques et une analyse sectorielle, principalement, des Métiers Mondiaux du Maroc (l'automobile, l'aéronautique, l'offshoring, l'électronique, l'agroalimentaire et le Textile et Cuir),

Par ailleurs, l'évaluation de la compétitivité de l'industrie dans le cadre de la nouvelle politique industrielle au Maroc, revient à mesurer la contribution de cette industrie au développement de l'économie nationale. À cet effet, divers indicateurs sont utilisés: Le taux de croissance annuel moyen de la production industrielle, de la valeur ajoutée, de l'investissement, de l'emploi, du chiffre d'affaire à l'export et la contribution des exportations, principalement des métiers mondiaux du Maroc.

Ainsi, l'analyse de la compétitivité de l'industrie marocaine nécessite l'étude de plusieurs paramètres, à savoir: le taux d'ouverture, le taux de pénétration, la structure des exportations, les produits dynamiques, les avantages comparatifs, la part de marché du Maroc (MMM) en comparaison avec un échantillon des pays concurrents, la demande étrangère adressée au Maroc...etc. Et également une analyse de l'effet compétitivité: la compétitivité-prix, la compétitivité-cout et la compétitivité-Qualité.

En effet, nous cherchons à travers cet article de voir dans quelle mesure la nouvelle approche de la politique industrielle mise en œuvre au Maroc ces dernières années a contribué au développement de la compétitivité de l'industrie Marocaine ? Cette stratégie industrielle qui vient de renforcer la compétitivité et la spécialisation de l'industrie est capable de faire face à la concurrence internationale et de s'insérer efficacement dans l'économie mondiale, tout en se spécialisant dans des secteurs porteurs où elle est compétitive ?

Pour répondre à cette problématique, le présent article sera décliné en trois axes: le premier présentera une évaluation des principales grandeurs économiques. Le deuxième analysera d'une manière détaillée la compétitivité des principaux secteurs de l'industrie marocaine (secteurs traditionnels et les nouveaux métiers mondiaux du Maroc). Tandis que le troisième, sera consacré à l'évaluation de l'industrie marocaine à travers d'autres indicateurs de la compétitivité (internationale).

2 POLITIQUE INDUSTRIELLE: CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL

L'ensemble des débats sur la politique industrielle reste relativement vague sur la signification précise de ce concept. Bertrand Bellon et Jacques de Band (1988), définissent la politique industrielle comme étant « un ensemble de mesures explicites et sélectives prises par les pouvoirs publique pour agir sur les structures et les comportements industriels nationaux ou s'exerçant sur le territoire national, en vue d'améliorer les performances industrielles, localisées et/ou générales. Cette politique ne se limite pas à des actions à sens unique, elle suppose un mouvement interactif dissymétrique entre la puissance publique et les partenaires des activités de production et que souvent « les pays la font sans le dire pour demeurer en accord avec leur discours libéral ». Donc, nous pouvons noter que la politique industrielle peut prendre des formes très différentes. À notre époque, caractérisée par la mondialisation des économies, la politique industrielle ne peut être définie qu'à travers une vision universelle qui implique l'adaptation d'une économie nationale à la concurrence internationale. En effet, étant donné l'ouverture des économies sur l'extérieur, la pratique de la politique industrielle est devenue actuellement mondiale.

Ainsi, il n'existe pas de théorie scientifique, générale et complète du rôle économique de l'état qui intégrerait les diverses formes de son intervention dans une explication d'ensemble et permettrait de rendre compte de leurs effets dans l'économie globale. En revanche, à l'intérieur des grands courants théorique existants, certaines analyses portent sur l'opportunité d'une intervention des pouvoirs publics (Morvan, 1991).

Concernant la politique industrielle marocaine, l'interventionnisme des années soixante, qui avait pour objectif de doter le Maroc d'un système industriel ancré sur le marché intérieur, a montré ses limites et notre économie a été marquée par d'importants déséquilibres économiques et financiers. Cependant, les limites de la politique de substitution aux importations vont conduire à l'application d'une politique de libéralisation de promotion des exportations à partir années quatre-vingt dans le cadre du programme d'ajustement structurel. Cette stratégie de promotion des exportations traduit la volonté des pouvoirs publics d'amorcer une nouvelle dynamique industrielle au Maroc.

Par ailleurs, le choix de la promotion des exportations n'allait-il trouver que des applications limitées, liées à la valorisation des ressources agricoles ou minières suivis, grâce à des mesures de soutien, par des produits d'activités exportatrices de sous-traitance, notamment, l'industrie de Textile et Cuir. Ainsi, et suite au ralentissement de la dynamique d'ouverture au début des années quatre-vingt-dix et l'absence d'une politique industrielle après le PAS. La confédération générale des entreprises du Maroc a souligné dans ce sens l'absence d'une politique économique volontariste pour l'industrie marocaine au cours des années quatre-vingt-dix et a insisté sur l'importance du rôle que doit jouer l'état en tant que stratège, et « éclairer de développement », sur la nécessité de créer entre l'état et l'entreprise « une complicité et une connivence fortes » et sur l'importance d'une politique industrielle basée sur une vision cohérente et globale, avec des objectifs clairement définis à partir d'un diagnostic et d'une analyse, tenant compte des changements du contexte mondial et des accords de libre-échange que le Maroc a signés¹.

Cependant, durant les années deux mille, dans un contexte de mondialisation ou l'ouverture des économies est devenue incontournable. Un certain nombre de pays en voie de développement (PED) qui se trouvaient, à quelques exceptions près, sur la même ligne de départ, notamment le Maroc, ont essayé de décoller après avoir misé sur la promotion des exportations par la sous-traitance internationale. Or, la déprotection va se révéler contraignante pour les industries bâties dans le cadre de l'import-substitution. Ce qui va donner un coup de fouet aux importations marocaines, annuler le progrès réalisés par la politique de promotion des exportations, et rendre endémique encore une fois le déficit commercial.

Face à l'aggravation du déficit commercial, l'État va lancer à partir de 2005, une nouvelle politique industrielle, appelée « Plan Émergence » et en 2009 le Pacte National pour l'Émergence Industrielle qui représentent une nouvelle approche, basée sur l'accompagnement du secteur privé, essentiellement dans le cadre d'une nouvelle spécialisation à l'exportation des secteurs clés « Métiers Mondiaux du Maroc » pour un repositionnement stratégique sur l'échiquier international et à formuler une politique industrielle volontariste et ciblée sur ces moteurs de croissance, visant également à améliorer la compétitivité de l'ensemble du tissu industriel existant.

Notre méthodologie de travail s'appuie sur une démarche quantitative pour le traitement et l'analyse des données statistiques collectées pour analyser la compétitivité de l'industrie marocaine sur une période allant de 2005 à 2014 on adoptant une approche déductive qui va nous permettre de déduire un certain nombre de conclusions sur le niveau de compétitivité de notre industrie en égard des réformes qu'ont été adoptées ces deux dernières décennies, les facteurs déterminants de cette compétitivité, particulièrement, en termes de spécialisation sectorielle et géographique.

Ainsi, notre analyse empirique sera basée sur les indicateurs les plus utilisés dans les rapports d'analyse économique pour évaluer la compétitivité industrielle. Certains sont traditionnels et autorisent une lecture directe, comme la production industrielle, la valeur industrielle, l'investissement industriel, les exportations industrielles, l'emploi industriel, le chiffre d'affaire à l'export et le taux de croissance annuel moyen (TCAM). Par contre d'autre permettent une décomposition qui nécessite des interprétations plus complètes qui doivent recouvrir plusieurs variables, comme le calcul et la décomposition de la variation de la part de marché au niveau mondial qui est considérée comme l'un des indicateurs les plus importants pour mesurer le niveau de compétitivité des exportations marocaines. Car, les gains ou les pertes de parts de marché sont la résultante de plusieurs facteurs, à savoir: l'effet compétitivité (la compétitivité-prix, la compétitivité-cout et la compétitivité-Qualité), l'effet d'entraînement, composé de la spécialisation géographique et de la spécialisation sectorielle et l'effet d'adaptation à la demande mondiale.

En effet, l'analyse de la compétitivité de l'industrie marocaine nécessite l'étude de plusieurs paramètres, à savoir: le taux d'ouverture, le taux de pénétration, la structure des exportations, les produits dynamiques, les avantages comparatifs, la demande étrangère adressée au Maroc...etc.

¹ Selon un rapport d'analyse et de recommandations de la CGEM : « Pas de prospérité sans stratégie économique volontariste », Décembre 2000.

3 ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats obtenus au niveau de notre analyse des principales grandeurs et indicateurs de compétitivité de l'industrie marocaine, principalement, les Métiers Mondiaux du Maroc durant la période 2005-2014, démontre clairement que le Maroc n'a pas encore consolidé une véritable politique industrielle capable de surmonter les contraintes structurelles à son développement. Exception faite pour les secteurs de l'Automobile et d'une façon moins importante le secteur de l'Aéronautique. En effet, ce paragraphe portera sur une analyse globale des résultats obtenus et une analyse niveau sectoriel, principalement des métiers mondiaux du Maroc (MMM).

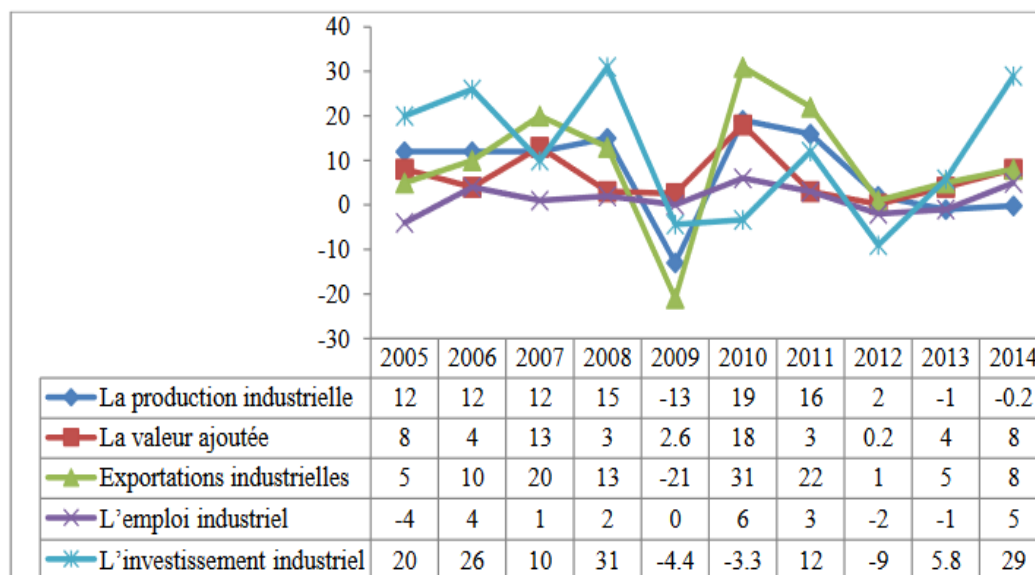


Fig. 1. Évolution des principales grandeurs économiques relatives aux industries de transformation entre 2005 et 2014 (En pourcentage)

Source: Données du Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Économie Numérique, élaboration de l'auteur.

3.1 ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS AU NIVEAU GLOBAL

La figure 1, montre que la situation industrielle au Maroc a connu, de manière générale, une évolution relativement positive durant la période 2005-2014, exception faite de l'année 2009, marquée par l'impact de la crise financière internationale. Or, ces résultats globaux tirés à travers l'analyse des principales grandeurs économique durant cette période restent mitigés et loin des objectifs escomptés. Au niveau des exportations industrielles, une croissance importante a été constatée durant cette période, et qui s'explique par le développement essentiellement des Métiers Mondiaux du Maroc, tirées principalement par la performance des industries chimiques et para chimiques (OCP), l'industrie automobile et l'industrie aéronautique. En contrepartie, une très forte croissance des importations (presque le double des exportations), ce qu'a entraîné une aggravation du déficit de la balance commerciale (non seulement en valeur absolue mais aussi en poids relatif) ²3% du PIB en 2005 contre 14,2% du PIB en 2015. Ce déficit est plus prononcé que dans d'autres pays émergents benchmarkés³. En 2014, il représente 11% en Tunisie, 8% en Inde, 5,1% en Turquie et 1% au Brésil.

Ainsi, le secteur industriel seul représente 60% du déficit global, traduisant une insuffisante d'industrialisation du Maroc au regard de ses besoins. Cependant, le déficit commercial du Maroc est synonyme de la difficulté de l'offre industrielle marocaine à se positionner sur le marché mondial, ce qui pose le problème de la compétitivité de l'offre marocaine.

Au niveau du marché domestique, la demande intérieure de biens et services est couverte de manière croissante par les importations, au détriment de la production locale qui croît moins rapidement. Ainsi, le taux de couverture de la demande

² Selon une étude menée par le cabinet Valyans Consulting pour le compte de la CGEM, 2014.

³ CGEM « Étude sur les leviers de la compétitivité des entreprises marocaines », Mars 2014.

intérieure par les importations est passé de 32% en 2005 à 45% en 2014. Ce fort besoin en importations peut s'expliquer d'une part par le décalage entre le profil de la production nationale, concentrée sur des produits à faible valeur ajoutée et les besoins nationaux, portant de plus en plus sur des produits sophistiqués à forte valeur ajoutée. D'autre part, la qualité des produits « made in Morocco » perçue comme moyenne par les consommateurs par rapport à la concurrence étrangère, puisque plus de 66% des consommateurs marocains jugent le produit marocain de qualité moyenne⁴.

Au niveau du marché international, en plus de la faible part du marché mondiale, on constate une stagnation de croissance sur la période 2005-2014. Cela démontre que l'offre marocaine n'a pas su tirer profit de la croissance des échanges mondiaux, à l'instar de pays tels que la Turquie (+0,25%) ou le Brésil (+0,38%). Cet état de fait est en partie dû à la faiblesse des échanges intra régionaux et à une diversification relativement faible des partenaires commerciaux (en 2014, 60% des exportations marocaines sont à destination de l'Union Européenne,) zone ayant connu une croissance économique limitée ces dernières années. Mais la stagnation des parts de marché internationales du Maroc s'explique surtout par la fragilité du positionnement de l'offre marocaine à l'export (elle est peu diversifiée: 38 familles de produits représentent 80% de nos exportations en 2011, contre 99 pour la Tunisie et 145 pour la Turquie)⁵ et principalement positionnée sur des produits à faible valeur ajoutée, segments sur lesquels la compétitivité-prix est déterminante. Or l'analyse comparative de la compétitivité-prix de l'offre Maroc sur quelques catégories représentatives de produits montre que le Maroc est généralement moins compétitif sur les prix que les pays comparables les plus performants: le différentiel de prix à l'export entre le produit marocain et le produit du pays concurrent le plus compétitif peut aller de 10% à 98% selon les produits et les secteurs considérés.

En ce qui concerne l'évolution de la production industrielle durant la période 2005-2014, notre analyse a fait apparaître une progression relativement faible depuis le lancement du Plan Émergence en 2005 (figure 1). Cette progression s'est confirmée avec le lancement de pacte national pour l'émergence industrielle en 2009, malgré la régression enregistrée en cette année même (2009), qui s'explique par l'impact de la crise financière internationale. Ainsi, l'analyse de la composition de la production industrielle par grands secteurs durant la même période, fait ressortir une domination des secteurs de la chimie et parachimie (OCP) et l'agroalimentaire avec 68 % de la production total. Suivi par l'industrie métallique et mécanique (principalement le secteur de l'automobile et de l'aéronautique) avec 18%.

Parallèlement, la valeur ajoutée⁶ industrielle n'a pas évolué de manière significative, ni après le lancement du Plan Émergence 2005 ni après le lancement du PNEI en 2009. Le taux de croissance annuel moyen durant toute cette période est d'environ 7% par an. Cependant, la part de la valeur ajoutée industrielle du Maroc au niveau mondial reste faible entre 2005 et 2014 (0,10% à 0,11%), ce qui confirme la relative industrialisation de notre pays. Cela découle d'une part aux contraintes pesant toujours sur la productivité et qui sont liées, entre autres, à l'environnement économique des entreprises (ressources humaines, problématique de financement, matières premières). À l'instar de la composition de la production industrielle, la valeur ajoutée industrielle est dominée par les mêmes secteurs (la chimie et parachimie, l'agroalimentaire et l'industrie métallique et mécanique) avec plus que 84% de la valeur ajoutée industrielle totale en 2014.

Quant à l'investissement industriel, une progression insuffisante a été constatée durant cette période (un TCAM de 6%), et qui peut être s'expliquée par des contraintes d'ordre structurel qui continuent à handicaper son développement à l'image du foncier industriel qui constitue un véritable obstacle à l'investissement au point qu'il pousse des groupes étrangers à renoncer à leurs projets au Maroc.

Par ailleurs, la part de l'industrie dans les investissements directs étrangers a enregistré une progression notable et a continué à attirer les investissements directs étrangers. Principalement dans les Métiers Mondiaux du Maroc. Cela confirme l'intérêt manifesté par les investisseurs étrangers quant aux projets d'investissements industriels, principalement, ceux prévus dans le cadre du Plan Émergence.

Concernant l'emploi industriel, le nombre total des emplois créés par le secteur pendant dix ans est d'environ 115727 emplois seulement. Loin de l'objectif escompté par le plan émergence qu'a prévoyait la création de 220 000 emplois. Ainsi, son évolution durant cette période (2005-2014) se caractérise par une création d'emploi dans des secteurs et une perte d'emploi dans d'autres. En effet, un certain dynamisme d'emploi a été constaté au niveau des secteurs de l'automobile, de l'électronique et de

⁴ Sondage réalisé par la CGEM, DS marketing auprès de 1261 personnes représentatives de la population marocaine, 2009.

⁵ Étude de la DEPF en 2016.

⁶ La valeur ajoutée est définie comme la différence entre d'une part, le chiffre d'affaires et d'autre part, toutes les charges liées au processus de production telles que les consommations de matières premières, les achats de marchandises et autres charges externes de l'entreprise (hors masse salariale, impôts et taxes, frais financiers et charges exceptionnelles).

l'aéronautique, contre une perte d'emploi dans le secteur de textile. Cependant, l'emploi industriel total qui a été gagné en création d'emplois dans les secteurs dynamiques a été perdu dans les secteurs en repli.

Par ailleurs, notre évaluation de la compétitivité de l'industrie marocaine au niveau macroéconomique durant la période 2005-2014, a révélé une hausse du taux d'ouverture. Cette tendance vers l'ouverture est plus accentuée à l'importation qu'à l'exportation, ce qui se traduit par un déficit de la balance commerciale du pays sur toute la période.

En parallèle, une augmentation du taux de pénétration, passant de 30,3% en 2005 à 44% en 2014, ce qui se répercute sur l'industrie marocaine. Cette situation peut être expliquée par l'impact des accords de libre-échange que le Maroc a conclus, principalement, celui avec l'union européenne.

Aussi, une croissance de la demande étrangère adressée au Maroc a été constatée durant cette période. Ce qui nous interroge sur le degré de compétitivité extérieure de nos exportations et l'impact de l'orientation géographique du commerce extérieur. Cela est confirmé par la stagnation de la part du marché marocaine au niveau mondial (0,10% en 2005 à 0,11% en 2014).

3.2 ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS AU NIVEAU SECTORIEL

Après avoir présenté et interpréter les résultats obtenus de notre analyse des principales grandeurs économiques entre 2005 et 2014, on va aborder ci-dessous les résultats obtenus au niveau des principaux secteurs de l'industrie marocaine, principalement, ceux des métiers mondiaux du Maroc durant la même période.

3.2.1 SECTEUR DU TEXTILE ET CUIR

Les industries Textiles et Cuir constitue un secteur d'une grande importance pour l'industrie nationale, avec 1829 unités dont 682 entreprises exportatrices en 2014, et une contribution de 11% au PIB, 12,8% aux exportations industrielles, 6,1% à la production industrielle, 7,1% de la valeur ajoutée et un poids majeur dans les emplois industriels de 28,1% du total main d'œuvre dont 70% emploi féminin. En effet, dans le cadre de la nouvelle politique industrielle, le PNEI a prévu un cadre de développement du secteur de Textile et Cuir via l'implémentation de 15 mesures structurantes afin d'augmenter le potentiel de croissance du secteur à plus d'un milliard de dirhams de produit intérieur brut et la création de 32000 nouveaux emplois à l'horizon 2015. Ces mesures ont été conçues pour développer non seulement le marché à l'international mais également le marché local. Le développement de ce dernier devrait se faire sur la base de l'adoption de méthodes modernes de distribution et la conception de marques nationales susceptibles de capter la demande locale.

Par ailleurs, notre analyse des différents indicateurs du secteur durant la période 2005- 2014, révèle une régression de tous les indicateurs et enregistrent des performances négatives, et fait ressortir des résultats tout à fait contraire et reste trop loin des objectifs fixés par le plan émergence :

- Les taux de croissance annuel moyen de la production industrielle, de l'investissement, des exportations industrielles, de la valeur ajoutée et de l'emploi industriel durant cette période sont négatifs, soit respectivement de 0%, -4,1%, -0,1, -1,4% et -0,4%.
- Ainsi, qu'une chute des parts de toutes ces grandeurs économiques dans le total national entre 2005 et 2014: la production industrielle de 12,3% à 6,1%, l'investissement industriel de 12,2% à 2,2%, les exportations industrielles de 31,2% à 12,2%, la valeur ajoutée de 15,4% à 7,1% et l'emploi industriel de 40,2% à 28,1% durant cette période (Figure 2).

Cette régression du secteur du Textile et Cuir au cours de cette période (2005-2014) ne s'explique pas seulement par l'impact de la crise internationale, mais c'est toute une combinaison de maux que la crise a accentués.

Aussi, l'analyse de la structure de la part de marché marocain au niveau mondial durant cette même période a fait apparaître que le Textile et Cuir est un secteur en déclin, sa part de marché a baissé, passant de 0,61 % en 2005 à 0,52 % en 2014 (Figure 2).

Quant à l'analyse de l'effet compétitivité du secteur, elle a révélé une perte de sa part de marché durant cette période, qui peut être expliquée par des effets négatifs de spécialisation géographique de -0,053% et sectorielle de -0,052%, ainsi que par un effet compétitivité négatif de -0,041%.

En effet, la contribution négative de la spécialisation géographique trouve son origine dans la concentration des exportations du secteur du Textile marocain sur deux pays (la France et l'Espagne avec plus de 70% des exportations du secteur). Cette concentration a tendance à se renforcer avec la réorientation des donneurs d'ordres du Nord de l'Europe vers la Roumanie qui offre des coûts de production 30% inférieurs à ceux du Maroc.

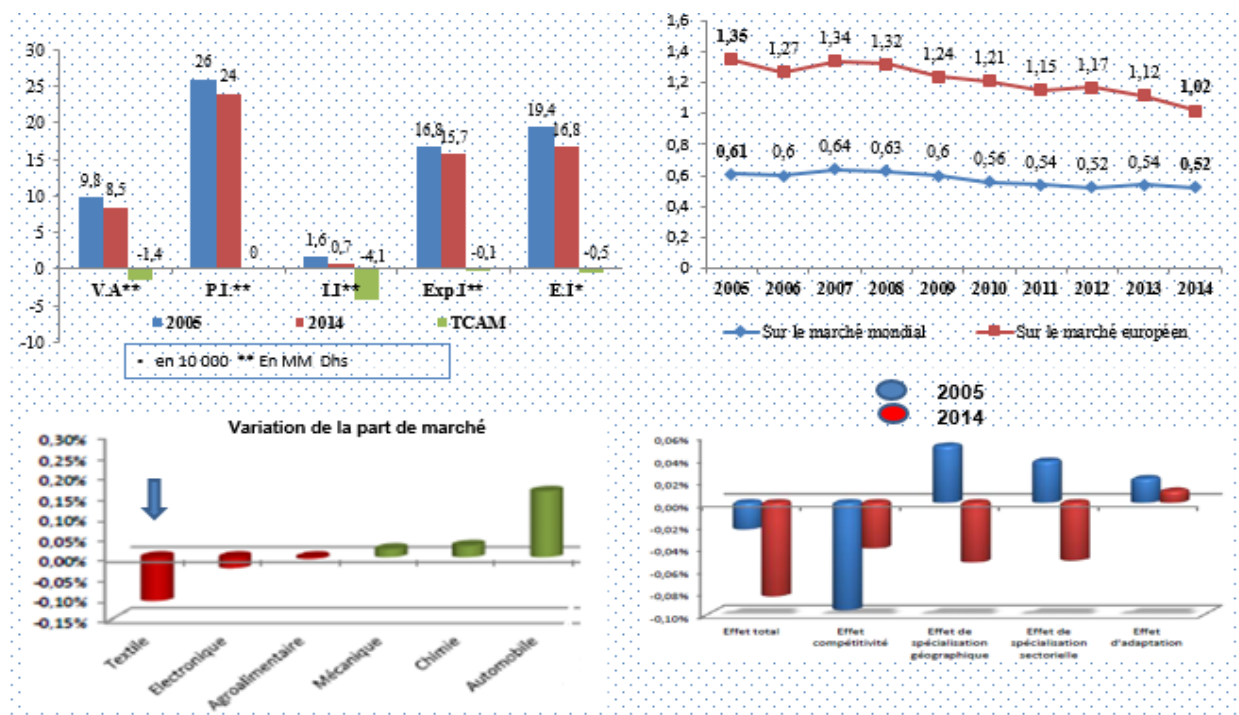


Fig. 2. Évolution des principales grandeurs économiques relatives au secteur de Textile au Maroc entre 2005 et 2014 (En pourcentage)

Source: Données du Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Économie Numérique, élaboration de l'auteur.

Par ailleurs, la compétitivité du secteur reste caractérisée par certaines fragilités. Il s'agit, notamment, de l'indisponibilité d'intrants sur le marché national et la forte concurrence du secteur informel, accentuées par un tissu d'acteurs fragile et vieillissant.

Il faut noter, également, que notre pays est fortement concurrencé par des pays asiatiques, comme la Chine, la Turquie, le Bangladesh et l'Inde qui détiennent des parts de marché respectives de 37,1%, 13,8%, 11,5% et 7,1% sur le marché européen de textile en 2014, au moment où les exportations marocaines de ce secteur ne représentent que 2,5% des importations de l'UE.

Il est à signaler que la croissance continue d'un nombre limité de grands groupes actifs au niveau mondial, ainsi que les grands noms de marques, a changé radicalement la nature de fonctionnement du marché international. Il est désormais dominé par les grandes entreprises qui peuvent organiser la chaîne de valeur afin de maximiser leur rentabilité.

3.2.2 SECTEUR DE L'AGRO-ALIMENTAIRE

L'industrie agro-alimentaire est la deuxième branche industrielle au Maroc avec 2182 entreprises dont 274 entreprises exportatrices en 2014, représentant 22% du total des établissements industriels constitués principalement de PMI à hauteur de 95%⁷. En effet, la mise en place du Plan Maroc Vert et l'intégration de ce secteur dans la stratégie industrielle (plan émergence) démontrent la place stratégique qu'il occupe dans l'économie nationale. Ce plan a identifié les industries agroalimentaires en tant que secteur à fort potentiel de croissance, qui peut permettre au Maroc de mieux se positionner dans les échanges mondiaux et résister face à la montée en puissance des pays asiatiques.

Cependant, l'analyse de l'évolution de ce secteur à travers les principaux indicateurs de compétitivité pour la période 2005-2014, a montrée généralement une faible progression du secteur. Une régression de la production industrielle, de la valeur ajoutée et une chute des exportations industrielles, confirmée par leurs taux de croissance annuel moyen, respectivement de 6,5%, 5,2% et 2,6%. Or, une amélioration sensible a été constatée au niveau des investissements industriels et de l'emploi dans le secteur

⁷ Ministère d'industrie, de commerce et des nouvelles technologies « Tableau de bord industriel sectoriel », 2012.

(TCAM de 5%) durant la même période. Tandis que la part du marché mondial du secteur a baissée, passant de 0,37% en 2005 à 0,25 en 2014.

Par ailleurs, l'analyse de sa part de marché (effet compétitivité) a révélé une quasi-stagnation durant cette période (2005-2014). En comparaison avec la période 2000-2005, le secteur de l'agro-alimentaire a connu une perte de sa part de marché de -0,044%. Cette perte est liée aux effets de spécialisation géographique et aux effets de spécialisation sectorielle, enregistrant respectivement des taux de -0,046% et -0,037% sur la même période.

Les faibles résultats du secteur de l'agro-alimentaire peuvent être s'expliqués par différents facteurs, notamment, la composition du secteur qu'est assez disparate dont la mesure ou certaines activités sont caractérisées par un nombre très important des petites unités industrielles, relativement concentrées (industrie des farines, pâtisseries, lait, huiles de graines...etc.). Ainsi, certaines branches du secteur sont beaucoup plus orientées vers l'extérieur (fruits et légumes) alors que d'autres sont exclusivement orientées vers le marché intérieur (industrie des boissons, industrie des viandes, industrie laitière,...etc.)⁸.

À cela, s'ajoute la faible valorisation de la production agricole, qui pénalise le secteur face à une concurrence rude exercée par des pays de la méditerranée, notamment, l'Espagne et la Tunisie. D'où la mise en place d'un environnement favorable à l'agro-industrie est susceptible de stimuler l'investissement dans le secteur de l'agriculture primaire.

En fin, il est a signalé que les 50 plus importants groupes du secteur (nationaux et étrangers) assurent presque 55% de la production nationale.

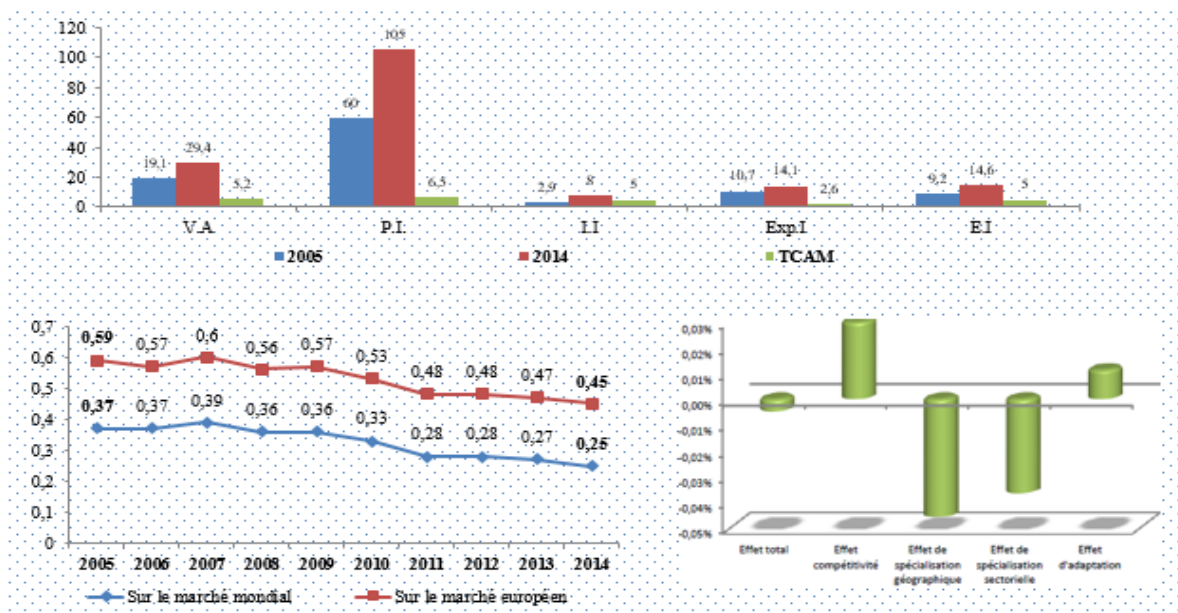


Fig. 3. Évolution des principales grandeurs économiques relatives au secteur de de l'Agro-alimentaire au Maroc entre 2005 et 2014 (En pourcentage)

Source: Données du Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Économie Numérique, élaboration de l'auteur.

3.2.3 SECTEUR DE L'AUTOMOBILE

Le secteur automobile est considéré comme l'un des secteurs clé du Programme Émergence. L'analyse des principaux indicateurs de compétitivité du secteur durant la période 2005-2014, a montré que le secteur a dégagé des performances de croissance importantes et des taux de croissance à deux chiffres de tous les indicateurs depuis le lancement de la nouvelle

⁸ Rapport de la DPEF « performances et perspectives du secteur de l'industrie agro-alimentaire au Marco »,2010.

politique industrielle au Maroc. Représentant un tissu industriel de plus de 152 entreprises réparties sur trois régions du pays: Tanger (43%), Casablanca (39%) et Kenitra (7%).

Au cours de cette période (2005-2014) le secteur a réalisé des performances remarquables en enregistrant une croissance significative, avec des taux de croissance annuel moyen soutenue en termes de valeur ajoutée (13,5%), des exportations industrielles (11,8%), d'emplois industriels (9,4%) et d'investissement direct étranger. Aussi, un gain de sa part de marché au niveau mondial, passant de 0,06% en 2005 à 0,10% en 2014.

Ces bonnes performances et cette réussite tiennent à un ensemble de facteurs clés de succès s'articulant, notamment, autour d'une logistique performante (Port Tanger-Med, autoroutes,...etc.), d'une offre de formation conçue autour de Partenariat Public Privé, des plateformes industrielles intégrées de nouvelle génération et d'un appui public à l'investissement sous différentes formes (foncier, fiscal, financement...etc.). Aussi, grâce à l'installation du complexe industriel Renault-Nissan à Tanger, comme nous l'avons évoqué précédemment.

Le gain de la part de marché de ce secteur a été remarquable à partir de 2007 et s'explique par une contribution importante et positive de l'effet compétitivité élevée 0,193% et, dans une moindre mesure, par un effet spécialisation sectorielle 0,016%. Confirmant le positionnement du Maroc sur la carte mondiale de l'industrie automobile en tant que plateforme d'investissement, de production et d'exportation. Avec une production automobile dépassant 227 579 véhicules en 2014, contre seulement 18 546 véhicules en 2003. Le Maroc est devenu le deuxième producteur de véhicules en Afrique après l'Afrique du Sud, avec une part de marché de 35% en 2014, contre seulement 5% en 2003⁹.

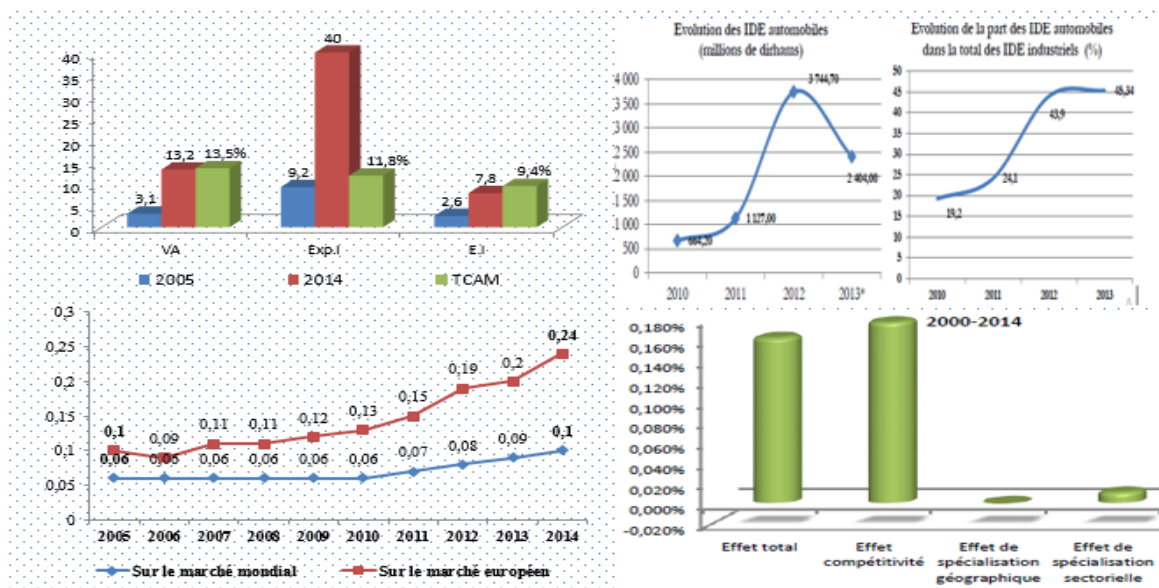


Fig. 4. Évolution des principales grandeurs économiques relatives au secteur de l'Automobile au Maroc entre 2005 et 2014 (En pourcentage)

Source: Données du Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Économie Numérique, élaboration de l'auteur.

3.2.4 SECTEUR DE L'AÉRONAUTIQUE

Le secteur aéronautique est considéré par le programme Émergence comme l'un des principaux Métiers Mondiaux du Maroc, il a connu un développement très soutenu au cours de ces dernières années, confortées par l'installation d'acteurs mondiaux à l'instar d'EADS Aviation, de Boeing et de SAFRAN. Un secteur orienté totalement vers l'export et constitué de près de 100 entreprises exerçant dans les activités de production, de services et d'ingénierie.

⁹ Étude de la DEPF « Décomposition de la compétitivité structurelle du Maroc », Mars 2016.

Notre analyse de ce secteur a révélé des performances remarquables au cours de ces dernières années. Le secteur a connu une croissance soutenue des exportations industrielle (17,5% par an), parallèlement, une forte progression de la production industrielle et de l'investissement industriel. Ainsi, qu'une dynamique affichée de l'emploi hautement qualifié dans ce secteur, enregistrant un taux de croissance annuel moyen de 10,3% sur toute la période.

Quant au chiffre d'affaire à l'export, il est doublé entre 2008 et 2014, avec un TCAM à deux chiffres. D'où le positionnement stratégique du Maroc dans ce secteur qui a un effet d'entraînement important sur d'autres industries et technologies de pointe, tels que l'électronique embarquée, le développement de logiciels, l'ingénierie et la défense.

En clos, la question qui se pose: c'est comment on va consolider les acquis du programme émergence dans ce secteur ? Dans la mesure où cette industrie est fortement exportatrice¹⁰, principalement en Europe et aux Etats-Unis et que les changements majeurs susceptibles d'affecter la carte industrielle classique, notamment, l'arrivée des concurrents Low-Cost, principalement la Chine et la Russie.

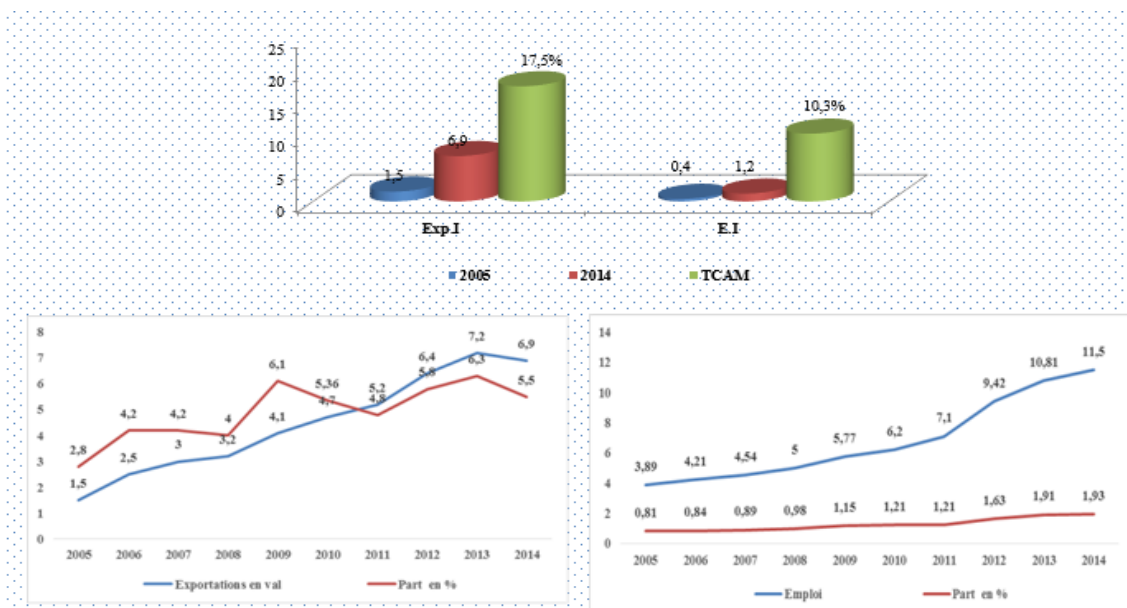


Fig. 5. Évolution des principales grandeurs économiques relatives au secteur de de l'Aéronautique au Maroc entre 2005 et 2014 (En pourcentage)

Source: Données du Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Économie Numérique, élaboration de l'auteur.

3.2.5 SECTEUR DE L'ÉLECTRONIQUE

Le secteur électronique a fait l'objet, dans le cadre du plan émergence lancé en 2005 et du PNEI (2009-2015), d'une stratégie nationale volontariste ayant pour objectif principal la construction d'un secteur électronique fort et compétitif par rapport aux pays concurrents directs. Cette nouvelle approche cible en priorité le développement de trois sous-secteurs liés à l'Électronique de spécialité: la mécatronique, l'électronique industrielle et l'électronique embarquée pour Automobile et Aéronautique. L'impact estimé est de 2.5 milliards de dirhams de PIB brut additionnels et de 9000 emplois directs à l'horizon 2015.

Note analyse des principaux indicateurs de ce secteur durant la période 2005-2014 a fait ressortir le constat suivant:

- Une croissance de l'emploi industriel dans le secteur, avec un TCAM de 9 %;
- Une augmentation du chiffre d'affaire à l'export ces dernières cinq années;
- Une évolution moyenne de la valeur ajoutée et de l'investissement industriel (5,3%);

¹⁰ En dépit des restrictions qui la sous-tendent, particulièrement dans le domaine militaire pour éviter la diffusion de certaines technologies sensibles.

- Une progression moyenne de l'investissement industriel (TCAM de 8%);
- Un faible TCAM des exportations industrielles, (2,2%) durant toute cette période.

En effet, ces résultats moyens peuvent être s'expliquer par quelque facteurs, notamment, la concentration du chiffre d'affaires du secteur de l'électronique auprès de deux fournisseurs:

STMicroelectronics (spécialisée dans les composants électroniques) et Lear Corporation Automotive Electronics Maroc (créé en 2011 dont la principale activité est la fabrication et exportation de cartes électroniques pour automobiles), et que la performance de ce secteur au Maroc est tributaire de la bonne tenue de l'activité de ces deux sociétés.

Quant au segment de l'électronique grand public, représenté par des petites entreprises qui n'arrivent même pas à dégager des chiffres. Ainsi, le secteur de l'électronique au Maroc présente des opportunités de développement plus importantes, mais mal exploitées (l'électronique dans l'automobile, l'aéronautique et l'industrie ferroviaire).

En fin, le secteur de l'électronique n'a pas bénéficié du développement remarquable que connaît actuellement le secteur de l'automobile au Maroc, qui peut jouer un rôle de locomotive de ce secteur. Une voix qui pourrait se poursuivre dans les années à venir, en rapport avec la mise en œuvre accélérée de la stratégie électronique nationale conçue dans le cadre du plan d'accélération industrielle (2014-2020).

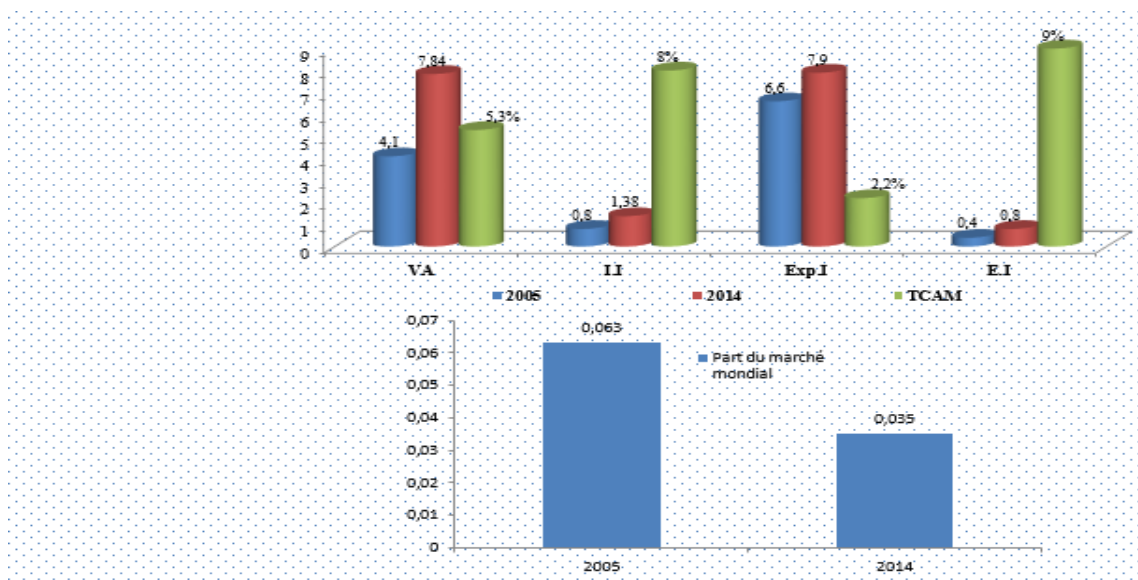


Fig. 6. Évolution des principales grandeurs économiques relatives au secteur de l'Électronique au Maroc entre 2005 et 2014 (en %)

Source: Données du Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Économie Numérique, élaboration de l'auteur.

3.2.6 SECTEUR DE L'OFFSHORING

Trois ans après le lancement de la nouvelle politique industrielle (Plan Émergence) en 2005, seul le secteur de l'offshoring qu'avait connu une avancée en matière d'implantation de nouvelles unités et de création d'emplois. Ainsi, le Maroc a amélioré le positionnement de ce secteur et par conséquent son apparition pour la première fois dans le classement en 2009 AT Kearney global services location index et son entrée dans le Top 30 de l'Offshoring¹¹.

Par ailleurs, notre analyse de quelques indicateurs du secteur fait révéler des résultats loin des objectifs escomptés par le pacte national pour l'émergence industrielle (2009-2015). En effet, le secteur de l'offshoring au Maroc a enregistré une croissance des exportations raisonnable, passant de 4,2 milliards de dirhams en 2008 à 7,4 milliards de dirhams en 2014, soit un taux de croissance annuel moyen de presque 7,1% durant ces sept dernières années.

¹¹DEPF « Le secteur de l'offshoring au Maroc : Les opportunités à saisir dans le marché de l'externalisation des services financiers », 2011.

Pour le reste, sur les 20 milliards de dirhams du chiffre d'affaires attendus en 2015, seulement 7,5 milliards de dirhams ont été réalisés en 2014. En niveau de l'emploi, le secteur a créé presque 61 000 emplois seulement en 2014 sur les 100000 emplois attendus en 2015.

Cependant, ces résultats médiocres, peuvent être s'expliquer d'une part, par le problème des ressources humaines qualifiés et les difficultés linguistiques de l'emploi disponible au Maroc. Car, notre pays souffre d'une capacité de formation insuffisante puisqu'il ne produit que 1,43 ingénieurs pour 10 000 habitants face à la concurrence de la Tunisie et des pays de l'Europe de l'Est qui forment respectivement 2,5 et 6 pour 10 000 habitants.

D'autre part, le Maroc doit réussir à multiplier le nombre de ses compétences qualifiées dans le secteur de l'offshoring, s'il veut faire face à une concurrence mondiale très intense menée par la Roumanie sur le marché francophone et par l'Inde sur le marché anglophone.

D'autres menaces, sont également à prendre en compte, et qui relèvent principalement de l'inflation salariale dans l'hypothèse d'un manque grandissant de profils de ressources humaines requis pour le développement du secteur qui risquerait d'impacter l'attractivité du Maroc dans le domaine des services financiers délocalisés.

Ce constat de fluctuation de compétitive des Métiers Mondiaux du Maroc et le faible positionnement de l'offre marocaine sur le marché mondial, nous amène à examiner les différents facteurs susceptibles de grever la compétitivité de l'industrie marocaine.

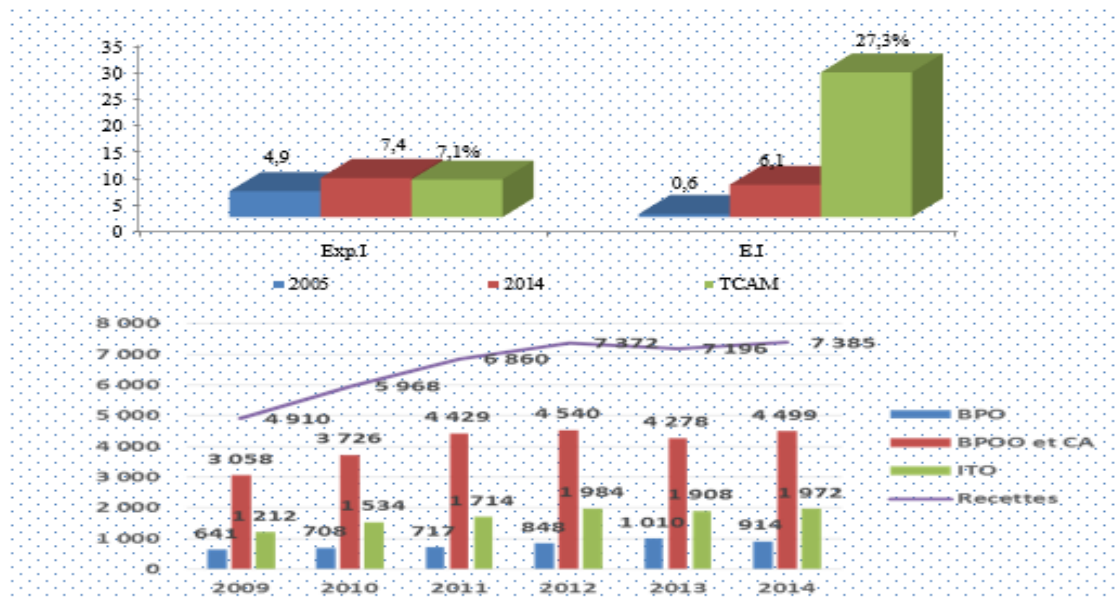


Fig. 7. Évolution des principales grandeurs économiques relatives au secteur de l'Offshoring au Maroc entre 2005 et 2014

Source: Données du Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Économie Numérique, élaboration de l'auteur.

4 CONCLUSION

Nous pouvons conclure cet article et dire que la nouvelle politique industrielle au Maroc (plan émergence et le pacte national pour l'émergence industrielle) a joué un rôle très important de pouvoir générer une certaine dynamique industrielle dans les métiers mondiaux du Maroc. Nous avons constaté que les premiers résultats d'analyse globale des différentes grandeurs économique (la valeur ajoutée industrielle, la production industrielle, l'investissement, les exportations et l'emploi. etc.) ont enregistré une amélioration durant cette période (2005-2014), exception de l'année 2009 qu'ont été marquées par une régression, à cause de la crise financière internationale.

Par ailleurs, au niveau du marché international, en plus de la faible part du marché mondiale, on constate une stagnation de croissance sur la même période. Cela démontre que l'offre marocaine n'a pas su tirer profit de la croissance des échanges mondiaux, cet état de fait est en partie dû à la faiblesse des échanges intra régionaux et à une diversification relativement faible des partenaires commerciaux du Maroc. Aussi, elle s'explique surtout par la fragilité du positionnement de l'offre marocaine à l'export (des produits à faible valeur ajoutée), segments sur lesquels la compétitivité-prix est déterminante. Or l'analyse comparative de la compétitivité-prix de l'offre Maroc sur quelques catégories représentatives de produits montre que le Maroc

est généralement moins compétitif sur les prix que les pays comparables les plus performants selon les produits et les secteurs considérés.

Ainsi, l'analyse sectorielle, des métiers mondiaux du Maroc, nous a permis de constater que deux secteurs ont connus un développement notable durant cette période (l'automobile et l'aéronautiques) et demandent une consolidation de ses performances et des acquis du programme émergence. Deux autres secteurs ont connu une faible progression, on l'occurrence l'électronique et l'offshoring et nécessitent une stratégie d'accompagnement à moyen long terme. Quant au secteur de l'agro-alimentaire, une optimisation entre l'amont agricole et l'aval industriel s'impose. Tandis que les résultats d'analyse du secteur de textile et cuir posent un grand point d'interrogation et demande à penser d'urgence à un nouveau modèle de développement industriel de ce secteur.

Cependant, malgré les ressources mobilisées et les différentes réformes entamées dans le cadre de la nouvelle politique industrielle, un ensemble des contraintes transversales et institutionnelles constituent des obstacles pour le développement d'une base industrielle solide au Maroc. L'ensemble de ces contraintes structurelles est reproduit par: des limites de la bonne gouvernance expliquent les incohérences entre politique industrielle et politique commerciale, l'envoi des signaux contradictoires aux investisseurs étrangers, l'insuffisance de l'infrastructure technologique, la corruption, les lourdeurs de la bureaucratie, le poids du secteur informel, le poids de la fiscalité et l'amélioration difficile du climat des affaires...etc.

En clos, il est signalé que l'origine de la non compétitivité comparative de l'industrie marocaine est beaucoup plus systémique avant d'être fonctionnelle (clusters, filières).

REFERENCES

- [1] Aglietta M, (1997) «Macro-économie Internationale», Montchrestien.
- [2] Baudry B, (1993) « Partenariat et sous-traitance: une approche par la théorie des incitations », Revue d'économie industrielle, Vol. 66, 4e trimestre.
- [3] Bellon B et de Bandt J (1988) « la politique industrielle, in traité d'économie industrielle », Economica, p 841.
- [4] Billote P J (1997) «concurrence technologique et normalisation: enjeux publics et stratégies industrielles» AFNOR.
- [5] Cheval J (1983), « Un examen des politiques industrielles des pays de l'OCDE», Analyse de la SEDÉIS, juillet.
- [6] De Ville P (1995), « Compétitivité: concepts, mesures et enjeux », Revue problèmes économiques, n° 2433.
- [7] Demazière C (2006), « Décisions et mise en œuvre des politiques économiques: de l'État souverain au polycentrisme institutionnel», Cahiers français n°335.
- [8] Driouchi A et Djeflat A (2004), « Le Maroc dans l'économie de la connaissance: Enjeux et Perspectives ».
- [9] Evans Peter B (1995), « Embedded autonomy: states and industrial transformation», Princeton University Press,.
- [10] Faberger J et Verspagen, (B2002), « Technology Gaps, Innovation-diffusion and Transformation: an evolutionary interpretation», Research Policy.
- [11] Gaffard J (2012), « Compétitivité et développement industriel: un défi européen», OFCE et SKEMA Business School.
- [12] Lassudrie-Duchene B (1971), «La demande de différence et l'échange international ». Économie et Société, Cahiers de l'ISEA, tome V, n°03.
- [13] Laussel D, Montet C (1991), «Les liens entre politique industrielle et politique commerciale: principes fondamentaux et développements récents», Revue d'économie industrielle, Vol 55.
- [14] Morvan Y (1991), « fondements d'économie industrielle» Economica.
- [15] Niosi Jorge, Bellon Bertrand. (1995), « Une interprétation évolutionniste des politiques industrielles » Revue d'économie industrielle, Vol. 71, 1er trimestre.
- [16] Robinson James A (2010), « Politique industrielle et développement: analyse en termes d'économie politique », Revue d'économie du développement.
- [17] Van Ha NGUYEN (2011), « Stratégie d'industrialisation et compétitivité de l'économie Vietnamienne ».

Relation entre les fronts redox et la minéralisation en contexte «Ouest flexure-faille» (Bassin de Tim Mersoï, Nord Niger)

[Relationship between roll fronts redox and mineralization in a «West flexure-fault» context (Tim Mersoï Basin, Northern Niger)]

Sani Abdoulwahid¹, Souley Baraou Idi¹, Boubacar Hamidou Leyla², and Konaté Moussa²

¹Department of geology, University of Agadez, Niger

²Department of geology, Abdou Moumouni University of Niamey, Niger

Copyright © 2024 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 work focuses on the redox map of the Akola West sector. In the Akola sector of Arlit, uranium mineralization is hosted by the Guezouman, an originally reduced sedimentary formation. The presence of oxyhydroxides in this formation in the Akola West sector bears witness to the circulation of oxidized fluids. Mapping the distribution of the various redox parameters revealed the existence of redox fronts. Analysis and interpretation of these results also revealed the factors that controlled mineralization in the Akola West sector. These include tectonic, lithostratigraphic, paleogeographic, redox facies and fluid flow. To this end, a fluid flow hypothesis has been proposed for this sector.

KEYWORDS: Roll front redox, uranium mineralization, Akola West, West flexure-fault, Tim Mersoï basin.

RESUME: Ce travail de recherche porte sur la carte des paramètres d'oxydoréduction du secteur d'Akola Ouest. Dans ce secteur d'Arilit, au niveau d'Akola, les minéralisations uranifères sont encaissées dans le Guezouman qui est une formation sédimentaire originellement réduite. La présence des oxyhydroxydes mise en évidence dans cette formation au niveau du secteur d'Akola Ouest témoigne de la circulation des fluides oxydés. La cartographie de répartition des différents paramètres redox réalisée a permis de mettre en évidence l'existence des fronts d'oxydoréduction. L'analyse et l'interprétation de ces résultats ont aussi permis de mettre en évidence les facteurs ayant contrôlés la minéralisation au niveau de ce secteur d'Akola Ouest. Il s'agit entre autres: d'un contrôle tectonique, lithostratigraphique, paléogéographique, faciès redox et la circulation des fluides. A cet effet une hypothèse sur la circulation des fluides a été proposée pour ce secteur.

MOTS-CLEFS: Fronts redox, minéralisation uranifère, Akola Ouest, Ouest flexure-faille, bassin de Tim Mersoï.

1 INTRODUCTION

Les ressources minérales constituent l'une des bases de la civilisation. Depuis le paléolithique (ou l'âge de la pierre taillée) jusqu'aux recherches actuelles visant des nouvelles substances minérales, elles n'ont cessé d'être non seulement le moteur de l'économie mondiale mais également la source du progrès social de l'humanité. Ces ressources sont présentes dans tous les secteurs d'activité de l'homme: De nos constructions à nos moyens de transport en passant par nos instruments de travail. En dehors de leur utilisation dans les différentes sphères de vie de l'homme, elles demeurent l'un des principaux enjeux économiques et géopolitiques.

De nos jours, ce sont surtout le pétrole et l'uranium qui requièrent l'attention de tous. Au vu du caractère non renouvelable de ces ressources, il paraît incontournable de développer des nouvelles techniques d'exploration afin de mettre en évidence des nouveaux gisements. Aujourd'hui, pour réussir les campagnes d'exploration il est primordial de mettre en évidence des nouvelles méthodes pouvant permettre la découverte des gisements complexes. C'est dans cette optique que les compagnies minières menant leurs activités au Niger ont entrepris des nouvelles démarches avec l'utilisation des paramètres redox pour l'exploration de l'uranium. Au Niger, la découverte de ce métal remonte à 1958 à l'époque où le BRGM entreprenait des prospections pour le cuivre dans la région d'Azelik. Depuis fort longtemps il a été établi que les principales formations minéralisées du Niger sont: les formations carbonifères et permienes. Lors de la découverte de ces gisements du Niger, il était considéré que les concentrations de l'uranium à caractère détritique et sont situées à l'Est de la flexure-faille d'Arlit. Aujourd'hui, avec les nouveaux travaux sur le secteur d'Akola Ouest, il a été mis en évidence l'existence des nouveaux gisements à l'Ouest de cette grande structure régionale. Ce travail de recherche vise la compréhension du modèle métallogénique des gisements d'uranium mis en évidence en contexte Ouest flexure: Cas du secteur d'Akola Ouest.

Pour atteindre cet objectif, une approche multi technique a été mise en œuvre. Elle comprend:

- La synthèse bibliographie,
- Les travaux de terrain,
- La réalisation et l'interprétation des cartes de répartition des paramètres redox.

2 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

L'approche méthodologique utilisée dans le cadre de cette étude comprend:

- Les travaux de terrain comprenant la description des échantillons de cuttings et de carottes;
- Les travaux de bureau comprenant la réalisation des logs géologiques et diagraphiques, la réalisation des cartes de paramètres redox.

3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La zone d'étude correspond à la partie Nord du Niger. Du point de vue géologique, elle est constituée de deux grands ensembles:

- Le socle (massif de l'Air)
- et la couverture sédimentaire.

3.1 LE MASSIF DE L'AÏR

Situé au nord du 17^e parallèle, ce massif appartient au vaste ensemble montagneux intensément plissé qu'est le bouclier Touareg. Il constitue l'appendice Sud de la zone polycyclique du Hoggar et s'étend sur 300Km du Nord au Sud et 200Km d'Est en Ouest. Sa structuration est celle d'un anticlinorium présentant des plis isoclinaux penchés vers l'Est [1], [2]. Il est composé:

- d'un socle précambrien constitué pour moitié par des dépôts de roches sédimentaires intensément plissées et métamorphisées (**catazone**), essentiellement gneiss, leptynites et schistes, et pour moitié par des formations granitiques d'âge précambrien dont: des granites calco-alcalins à deux micas (syntectoniques), des granites leucocrates à microcline (anatectiques) et des granites alcalins (tardi- à post-tectoniques);
- des complexes annulaires composés des granites alcalins à hyperalcalins appartenant à la lignée des "Younger granites" du Niger-Nigéria [3], [4];
- de complexes annulaires sub-volcaniques d'âges variés, mais antépermiens [5], [6];
- de formations volcaniques tertiaires et quaternaires représentées par des roches basiques à olivine [7].

Du point de vue structural, le massif de l'Air présente des accidents méridiens et sub-méridiens d'origine panafricaine, mais aussi des failles N30°, N70° et N150° [7] (**Fig. 1**). Grâce à leurs jeux, ces deux dernières directions (N70° et N150°) déforment la couverture sédimentaire du bassin de Tim Mersoï en synclinaux, dômes et flexures et orientent les chenaux fluviatiles [8].

Au vue de sa position en amont des paléocourants, le massif de l'Air est susceptible d'avoir contribué à l'alimentation du bassin de Tim Mersoï en éléments détritiques, uranium et autres métaux [4], [6].

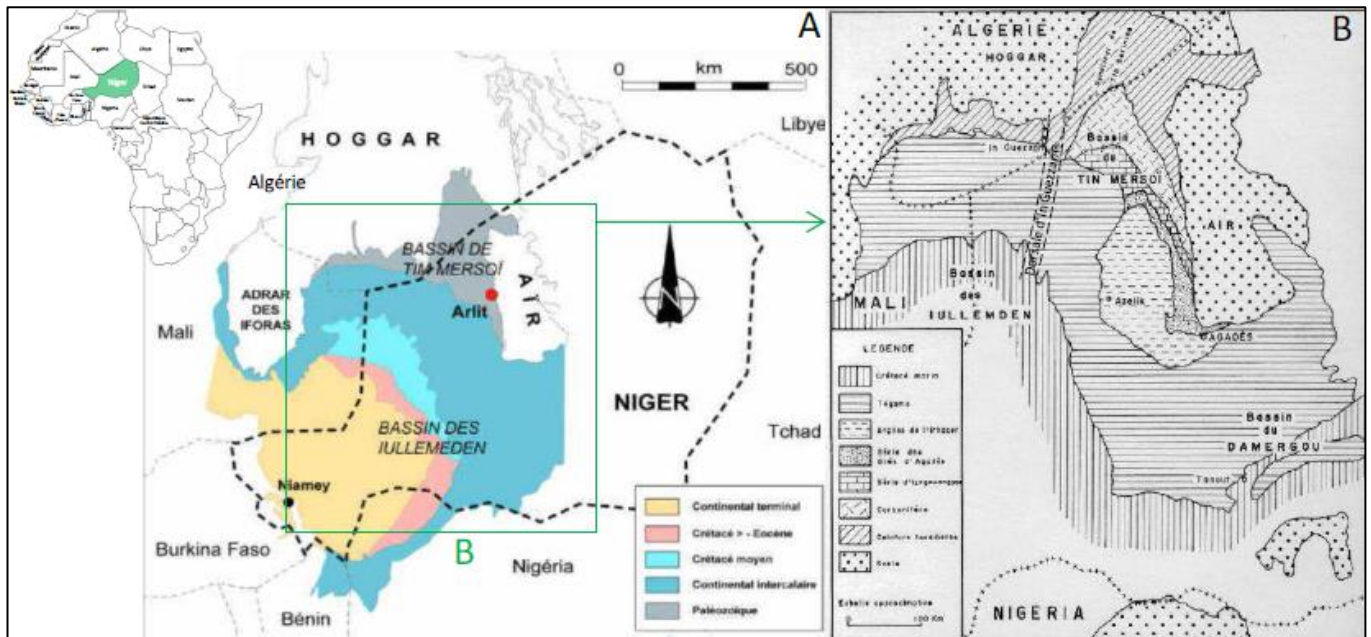


Fig. 1. Location of the Tim Mersoï basin in Niger and its boundaries. The Hoggar and Air Mountains and the In Guezam ridge (from [9]). A. Modified from [10], B. Modified from [11].

3.2 LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES

La couverture sédimentaire du Bassin de Tim Mersoï s'étend du Dévonien au Crétacé inférieur (Figs. 1 et 2) et peut dépasser les 3000 m de puissance. D'après [12], dans le secteur d'Arlit la sédimentation du Bassin peut être résumée en trois étapes principales. Toutefois, selon [13], dans le Nord du Bassin les sédiments les plus anciens datent du Cambro-ordovicien;

- Du Dévonien supérieur au Permien inférieur, l'environnement de dépôt est de type fluvio-deltaïque à plate-forme continentale. Les apports sédimentaires proviennent du démantèlement des roches cristallines et cristallophylliennes du massif de l'Aïr;
- Du Permien au Jurassique, l'environnement de dépôt est franchement continental, (dépôts de plate-forme), avec des apports détritiques en provenance du S-SW;
- Le Crétacé inférieur est caractérisé par des épandages argileux et argilo-gréseux.

L'approfondissement du milieu de dépôt est en relation avec une sédimentation plus marine au Crétacé inférieur, dans un contexte géodynamique dominé par l'ouverture des grands fossés continentaux. Dans le secteur d'Arlit, les séries sédimentaires présentes sont de la base au sommet:

- La série de Terada qui comprend du plus ancien au plus récent:
 - ✓ La formation de Teragh (100m environ), attribuée au Dévonien supérieur [14] et reposant directement sur le socle. Elle est constituée de grès grossiers conglomératiques, d'argiles et de varves avec des structures d'eskers ou de moraines témoins de l'environnement fluvio-deltaïque des dépôts [12], [15] (Fig. 2).
 - ✓ La formation du Talak (100 – 170m environ), rattachée au Viséen [16]. C'est une puissante série sédimentaire argileuse, de tendance marine (brachiopodes) caractérisée par des minces intercalations de grès fins et la présence de niveaux gypsifères et phosphatés au sommet [1] (Fig. 2).
 - ✓ l'Unité d'Akokan (UA), formation peu épaisse (30 à 40m environ) reposant sur les argiles sous-jacentes du Talak. Elle est attribuée au Viséen supérieur, caractérisé à l'échelle régionale par des sédiments argilo-silteux de milieux tidaux. Elle a été reconnue dans le secteur minier d'Arlit par un faciès différent [17] (Fig. 2).
- La série de Tagora, constituée de quatre mégaséquences de grès et d'argiles qui sont de la base au sommet:
 - ✓ La formation du Guezouman (60-100m), d'âge Viséen à Namurien inférieur, constituée de grès fins à grossiers qui couronnent la falaise d'argilites du Talak ou reposent sur les grès de Teragh au Sud du biseau de celle-ci [12]. Le conglomérat du Teleflak tapisse de façon discontinue la base de la formation du Guezouman (Fig. 2).

- ✓ La formation du Tchinezogue (60m environ), constituée de grès fins et d'argilites et datée du Viséen supérieur au Namurien inférieur [16]. Le sommet de la formation du Tchinezogue est caractérisé par de profondes surfaces de ravinement qui contrôlent la direction des dépôts de la base des grès de Tarat [18], [19] (**Fig. 2**).
- ✓ La formation du Tarat (50m, du viséen supérieur), constituée de grès moyens à grossiers et d'argilites. La sédimentation du Tarat est caractérisée par d'importantes variations d'épaisseur attribuée par de nombreux auteurs aux jeux synsédimentaires d'accident N-S, N30° et N70° [12], [20], [1] (**Fig. 2**);
- ✓ La formation de Madaouéla, attribuée au Namuro-Westphalien et constituée par une alternance d'argilites et d'arkoses. Ces alternances sont présentes de façon discontinue à l'Est de la faille d'Arlit et ne dépassent pas 50m d'épaisseur. A l'Ouest de la faille elles sont de l'ordre de 100 à 150m (**Fig. 2**);
- ✓ L'Unité d'Arlit, unité très mince (5-15m) de grès bariolés d'origine lacustre, marquant la transition entre la fin d'un régime fluvio deltaïque du Carbonifère supérieur-Permien inférieur et le début d'un environnement de dépôt franchement continental à partir du Permien (**Fig. 2**).
- Le Continental Intercalaire, constitué par les séries rouges post- Carbonifère, comprend:
 - ✓ La série de l'izégoouande, dont la base correspond à une discordance majeure. Du bas vers le sommet de la colonne stratigraphique on distingue:
 - Les grès de l'izégoouande (110-130m d'épaisseur), recouvrant à l'échelle régionale les formations du tarat et de madaouéla, ainsi que l'unité d'arlit. Ces grès massifs ont une géométrie monotone, qui contraste avec les dépôts du sommet de la série de tagora. Leur dépôt est très peu influencé par les structures tectoniques dans la région d'arlit (cachetage des jeux synsédimentaires du permien inférieur). Ces grès sont très largement représentés à l'affleurement dans le secteur minier (**fig. 2**).
 - Les argilites de téjia (5-20m), constituant une petite intercalation argileuse entre les grès massif de l'izégoouande et les grès de tamamaït (**fig. 2**);
 - Les grès de tamamaït (30-40m), grès fins caractérisés par un ciment carbonaté. Cette formation, à la différence de celle de l'izégoouande, constitue une alternance de grès fins et de marnes [12] (**fig. 2**).
 - La formation du moradi (50 à 60m), constituée par une alternance des grès fins et d'argilites, dans lesquels s'intercalent des lentilles de conglomérats carbonatés (**fig. 2**).
 - ✓ La série d'aguelal (60m d'épaisseur), formée par les grès du téloua i—qui sont des grès fins d'environnement éolien (milieu désertique). Ces derniers préfigurent l'épaisse série gréseuse du groupe d'agadès, qui comble le bassin au trias et au jurassique (**fig. 2**).
 - ✓ La série de goufat (130m d'épaisseur), constituée à la base par des grès feldspathiques (téloua ii), surmontés par des grès bariolés (téloua iii) riches en analcime, puis par un dernier terme argileux contenant des intercalations conglomératiques (mousseden). La série de goufat s'est déposée dans un environnement fluvio-lacustre, caractérisé par des apports volcaniques aériens (origine de l'analcime) (**fig. 2**).
 - ✓ La série de wagadi (70m d'épaisseur), déposée au jurassique, au cours duquel un régime de sédimentation fluviale à fluvio-lacustre perdure. Cette série est toujours caractérisée par l'abondance de matériel volcanique dans la fraction détritique (grès à analcime du tchirezrine 1 et de l'abinky) (**fig. 2**).
 - ✓ La série de dabla, comprenant la formation des grès arkosiques du tchirezrine 2 (qui abrite le gisement d'imouraren) et les argilites de l'assaouas, situées stratigraphiquement juste au-dessus de la formation du tchirezrine 2. Ces argilites constituent les premiers dépôts d'une sédimentation d'environnement plus profond au crétacé supérieur. La formation d'assaouas constitue un quatrième niveau favorable aux concentrations uranifères (gisement d'azelik). Ces argiles sont surmontées par les argiles de l'irhazer (300m d'épaisseur) (**fig. 2**).
 - ✓ Le groupe du tegama (700m d'épaisseur, crétacé inférieur) représente les derniers dépôts gréseux fluviaux avant les transgressions marines du crétacé. Ces puissantes unités se sont étendues sur le bassin des iullemmeden, le hoggar et le massif de l'air mais n'affleurent pas dans la région d'arlit (**fig. 2**).

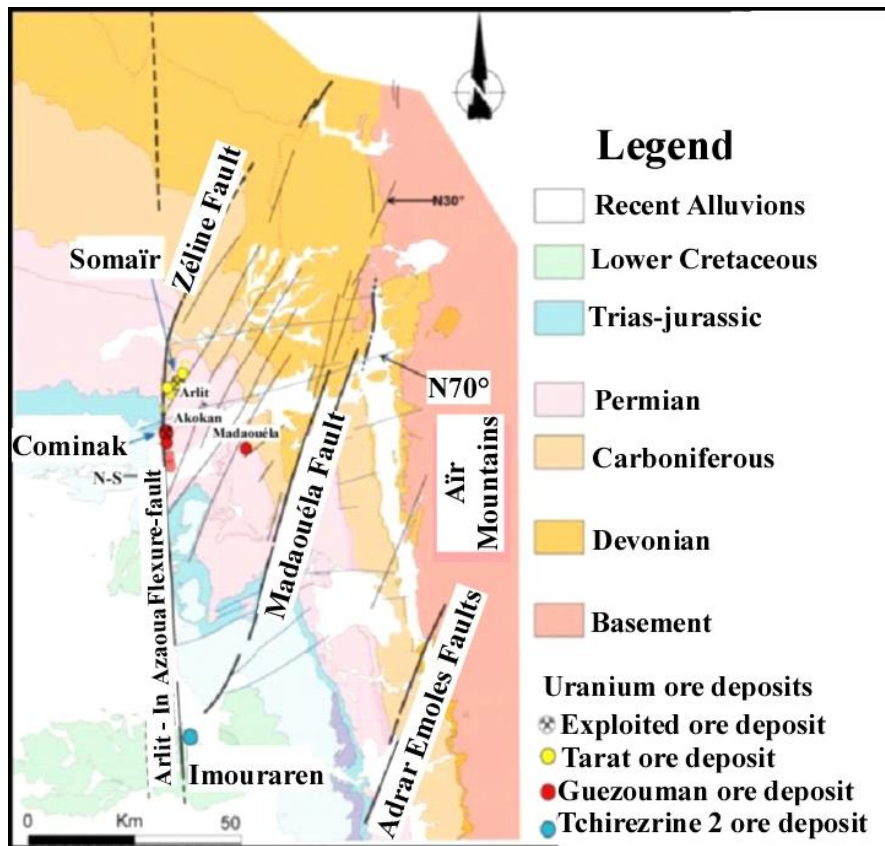


Fig. 2. Carte géologique et structurale du bassin de Tim Mersoï, dans le secteur d'Arlit (géologie basée sur la carte " Afasto " du CEA au 1/100 000; structures d'après [21], modifiée), et localisation des principaux gisements économiques ou sub-économiques de la région.

4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les principaux résultats comprennent les cartes d'accumulation et de distribution des différents paramètres redox (Matière organique, Sulfures (Pyrite), Carbonates, Oxy-hydroxydes de fer). La carte d'accumulation et de répartition de la minéralisation a également été réalisée.

4.1 ACCUMULATION ET DISTRIBUTION DES PARAMÈTRES REDOX AU NIVEAU

Cartographier l'état d'oxydoréduction d'une formation est à la fois un outil permettant la compréhension de la mise en place de la minéralisation mais aussi, il peut être utilisé comme un guide de prospection. Le tableau n°1 présente le degré d'accumulation des paramètres redox. Il faut noter que pour les sulfures, c'est la pyrite qui a été considérée comme s'est-elle qui est facilement observable à l'œil nu et pour les carbonates, c'est la calcite qui a été évaluée par test à l'acide chlorhydrique dilué à 10%.

Tableau 1. Couleur des paramètres redox en fonction de leur intensité d'accumulation dans les sédiments

Paramètres Redox	Matière organique	Pyrite	Carbonates	Oxy-hydroxydes de fer
Accumulation				
Forte accumulation	Noir	Orange	Bleu foncé	Rouille
Moyenne accumulation	Gris-noir	Jaune orangé	Bleu	Rouge orangé
Faible accumulation	Gris	Jaune vif	Bleu ciel	Rouge
Absence d'accumulation	Gris clair	Jaune claire	Gris	Gris

- **Répartition de la Matière organique**

La carte d'accumulation et de répartition de la matière organique (**Fig. 3a**) montre les zones les plus favorables à l'accumulation de ce paramètre. La matière organique est présente en quantité non moins importante au niveau du secteur d'Akola Ouest. Cependant sa répartition est faite de manière disproportionnée. Les parties où l'accumulation de ce paramètre est importante correspondent aux zones à fort potentiel réducteur alors que celles qui ne présentent pas d'accumulation de la matière organique pourraient correspondre aux zones oxydées. Les zones de fortes accumulations de la matière organique vont du faisceau de Tin Adrar jusqu'à l'accident N70° qui lui est sous-jacent. Dans cette zone, l'accumulation suit cet accident N70° d'Est en Ouest et se longe suivant le tracé de la faille d'Arlit. Plus au Sud, les quelques faibles accumulations circonscrites se trouvent au-dessus d'un accident de direction E-W. Les autres zones sont quasiment dépourvues de matière organique.

- **Répartition des sulfures (Pyrite)**

La carte de distribution des sulfures (**Fig. 3b**) montre que ce paramètre a une répartition beaucoup plus spatiale que la matière organique. Cependant les zones de fortes accumulations en pyrite ont tendance à épouser celles de fortes accumulations en la matière organique. Les fortes accumulations vont depuis le faisceau de Tin Adrar jusqu'en dessous du second accident N70° notamment là où un accident N150° lui est sécant. Dans la partie Sud, à proximité de la faille d'Arlit la pyrite est quasi absente avec des très faibles accumulations dans la partie Sud-ouest.

- **Répartition des carbonates**

En observant la carte de distribution des carbonates (**Fig. 3c**) on peut constater que ce paramètre a une répartition beaucoup plus spatiale que les autres paramètres redox. Presque tout le secteur d'étude contient les carbonates, cependant on constate que la zone Sud est beaucoup plus riche en carbonates (entre les deux accidents E-W). La zone N-W a une accumulation moyenne. Le reste du secteur présente quant à lui des faibles accumulations des carbonates.

- **Répartition des Oxyhydroxydes**

L'observation de la carte de distribution des oxyhydroxydes (**Fig. 3d**) nous permet de voir les zones les plus favorables à l'accumulation de ces derniers. Ce secteur d'Akola Ouest présente un état d'oxydation important. Ces oxyhydroxydes sont accumulés suivant le tracé N-S de la faille d'Arlit notamment en dessous du faisceau de Tin Adrar. En allant de l'Est vers l'Ouest l'état d'oxydation a tendance à diminuer progressivement pour s'annuler à l'extrémité Ouest. Les plus fortes accumulations de ce paramètre se trouvent entre deux accidents de direction E-W dans la zone Sud. L'extrémité Sud présente des accumulations moyennes.

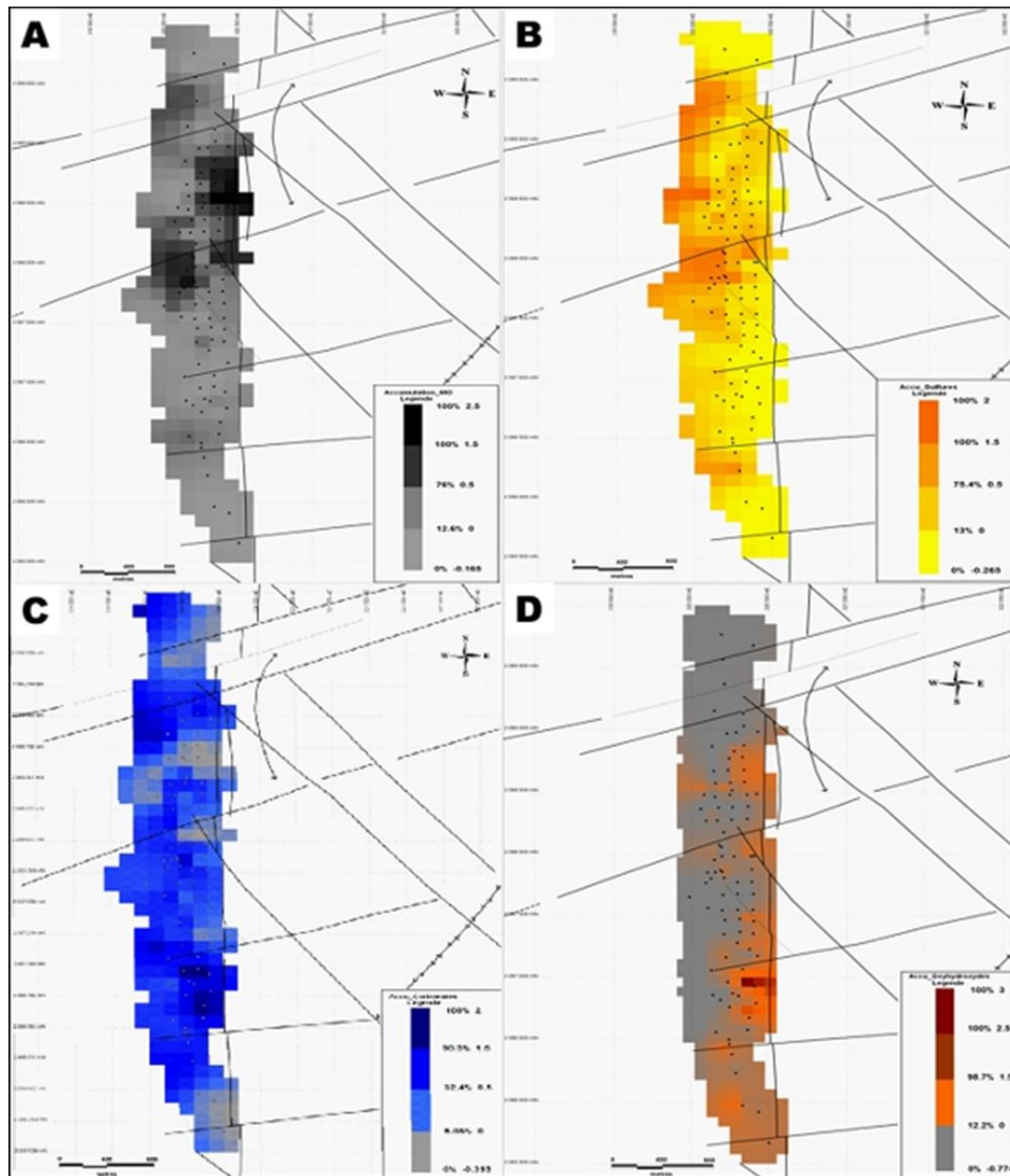


Fig. 3. Cartes montrant la répartition des paramètres redox au niveau du secteur d'Akola Ouest

4.2 CARTE D'ACCUMULATION ET DE DISTRIBUTION DE LA MINÉRALISATION ET SES RELATIONS AVEC LE PALÉOENVIRONNEMENT

Pour ce qui est de l'accumulation radiométrique (Fig. 4a), les couleurs caractéristiques sont:

- Le Rouge qui correspond aux fortes accumulations;
- Le jaune orangé pour les accumulations moyennes;
- Le vert-bleu ciel donne les faibles valeurs d'accumulation;
- Et le bleu foncé qui indique que le secteur est dépourvu d'uranium.

L'analyse et l'interprétation de la distribution de ces paramètres redox permet de dégager les relations qui lient la minéralisation aux fronts redox ainsi que les différentes structures tectoniques du secteur d'étude.

L'objectif de l'analyse de la distribution des paramètres redox est d'arriver à mettre une limite entre les zones oxydées et les zones réduites au niveau du secteur d'Akola Ouest (Fig. 4d).

L'interprétation de la distribution des paramètres redox dans le secteur d'Akola Ouest doit nous renseigner sur l'état d'oxydoréduction du secteur d'Akola ouest. L'abondance de la matière organique ou de la pyrite désigne un faciès réduit. Les oxyhydroxydes désignent quant à eux les faciès oxydés. Les carbonates peuvent être rencontrés aussi bien dans le faciès réduit que oxydé, mais ils sont beaucoup plus fréquents dans les milieux oxydés.

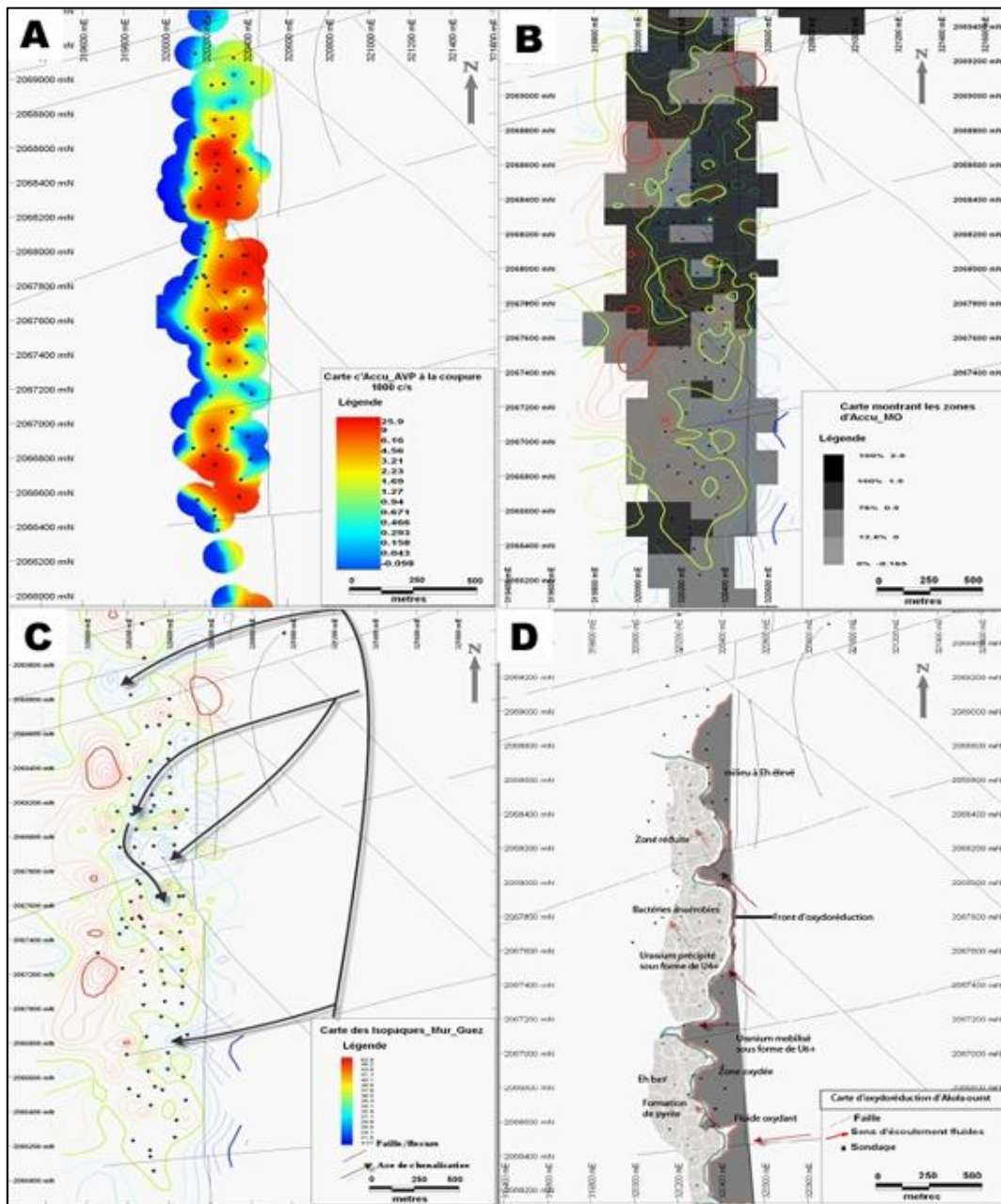


Fig. 4. Carte de répartition de la minéralisation uranifère et de ses relations avec les paramètres redox ainsi que de l'environnement de dépôt.

4.3 INTERPRÉTATION DE LA DISTRIBUTION DES ÉLÉMENTS RÉDUITS

Dans le secteur d'Akola Ouest, la distribution des éléments réduits se fait suivant des zones préférentielles. Les zones à des fortes accumulations des sulfures correspondent généralement à des zones à fortes accumulations de la matière organique. Cela témoigne de la relation génétique qui existe entre ces deux paramètres. Dans le secteur minier d'Arlit, il a été démontré que la pyrite observée dans les formations sédimentaires réduites est presque toujours une pyrite néoformée [13], [22]. Elle provient le plus souvent de la dégradation bactérienne de la matière organique (Fig. 5). Dans le secteur cette relation est bien ressortie. Les deux éléments coexistent presque toujours. Les fortes accumulations de ces paramètres témoignent du

caractère original réduit de cette formation. Lorsqu'on superpose la carte de répartition de la matière organique à celle des isopaques du mur du Guezouman on constate que ce sont les versants des paléochenaux qui constituent les milieux préférentiels d'accumulation de ce paramètre (Fig. 4b). Ces zones de dépressions auraient reçu le matériel organique provenant des zones hautes lors du dépôt de la formation du Guezouman. En termes d'oxydoréduction ce sont la zone Nord et le centre du secteur qui présentent un potentiel réducteur beaucoup plus élevé notamment entre le faisceau de Tin Adrar et l'accident N70° qui lui est sous-jacent.

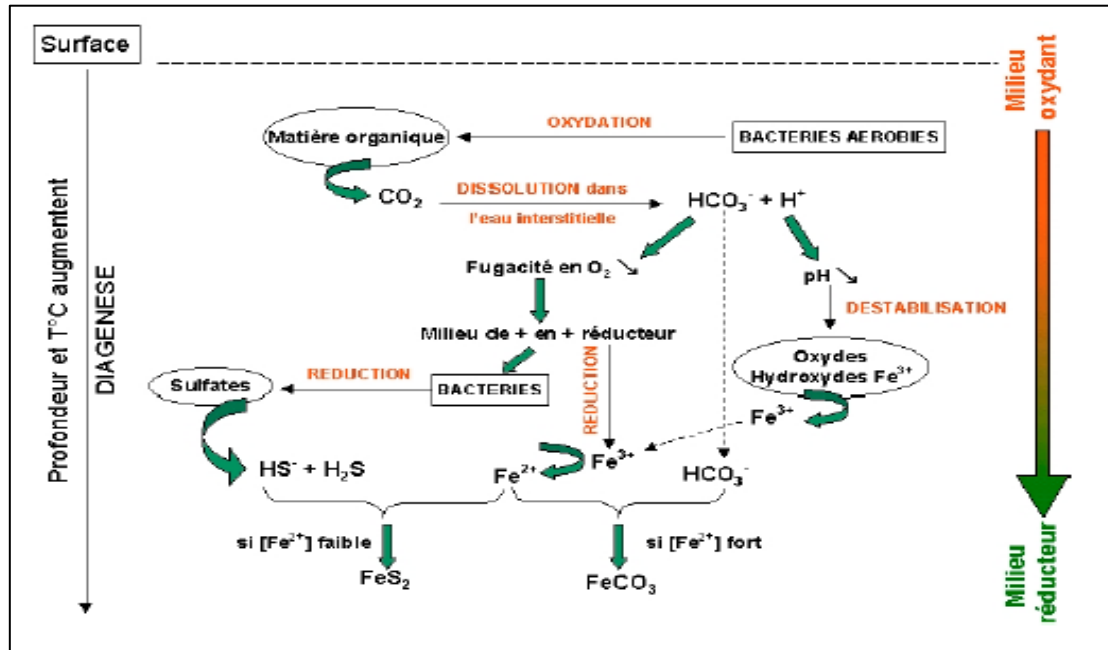


Fig. 5. Schéma des réactions diagénétiques d'après [23]

5 INTERPRÉTATION DE LA RÉPARTITION DE L'OXYDATION

L'identification des zones oxydées se fait sur la base de répartition des oxyhydroxydes qui donnent des couleurs caractéristiques à la formation en fonction de l'état d'oxydation. Comme décrit précédemment, les oxyhydroxydes suivent l'orientation de la faille d'Arlit avec un gradient qui décroît d'Est vers l'Ouest. Ainsi, la formation de Guezouman étant une formation initialement réduite, toute oxydation serait logiquement postérieure à la mise en place de cette formation. On peut donc supposer que les oxyhydroxydes présents dans ce secteur seraient liés à la circulation des fluides oxydants qui sont venus du Sud-Est voir de l'Est. On peut aussi supposer que les failles N70° et N150° auraient également influencé la circulation de ces fluides oxydants [10], [24], [25].

5.1 INTERPRÉTATION DE LA RÉPARTITION DES CARBONATES

La répartition globale des carbonates montre que ces derniers sont dispersés dans le secteur d'Akola Ouest. On peut ainsi dire que les carbonates présents dans la formation du Guezouman sont des minéraux de néoformation qui seraient formés à la suite des circulations tardives des fluides oxydants [10], [24], [25], [26]. L'importance de l'accumulation de ces carbonates peut suggérer que le Guezouman secteur Ouest d'Akola (formation initialement réduite) a fait l'objet d'une ou plusieurs phases de circulations des fluides oxydants.

La superposition des différentes cartes d'accumulation des paramètres redox avec la carte d'accumulation radiométrique, la carte d'isohypse et celles d'isopaque de la formation du Guézouman nous permis d'établir la carte d'oxydoréduction du secteur d'étude (Fig. 4d).

5.2 APPORT DE L'ANALYSE DES CARTES DES ISOPAQUES ET ISOHYPSES DU GUEZOUAMAN

En observant la carte des isopaques (Fig. 4d) du mur du Guezouman on constate une variation d'épaisseur le long de la Flexure-Faille d'Arlit. Globalement les épaisseurs diminuent d'Ouest en Est avec les courbes rouges montrant les zones où le

Guezouman est plus épais et les courbes bleues les zones de faible épaisseur. Pour ce secteur d'Akola Ouest, la cartographie met en évidence une série des paléochenaux qui semblent être en relation avec les structures tectoniques (**Fig. 4c**):

- Dans la partie Nord, on observe une diminution d'épaisseur de la formation du Guezouman suivant un axe N-S. Par contre au niveau des côtés Est et Ouest on constate un sur-épaississement du Guezouman. Il apparait alors une zone de dépression qui peut être considérée comme un paléo-chenal dont la géométrie est supposée être contrôlée par la faille N-S et une faille N70°.
- Dans le centre de la carte, on constate que la dépression suit une direction N-S. Cette dépression qui pourrait correspondre à un paléo-chenal est probablement contrôlée par la Faille d'Arlit et les séries de Failles N70° et N150°. Ces failles ont très peu affecté ce paléo-chenal ce qui explique bien son individualisation. Cependant, la Faille d'Arlit a probablement provoqué un affaissement de la zone centrale qui aurait créé des zones hautes à l'Est et à l'Ouest.
- Dans la partie Sud, on observe une dépression de direction N-S. Celle-ci semble être contrôlée par la Faille N-S et la Faille N150°.

5.3 RELATION URANIUM PARAMÈTRES REDOX

En observant la carte de répartition de la minéralisation (**Fig. 4a**) au niveau du secteur d'Akola Ouest, on constate que les accumulations radiométriques ont tendance à suivre la direction N-S. En superposant à la carte de la répartition de la minéralisation celle des Isopaques on peut aisément constater que la minéralisation s'est déposée au niveau des versants des zones basses. Lorsqu'on considère la répartition de la minéralisation et celle des paramètres redox, on peut remarquer que les zones d'accumulation radiométrique coïncident généralement aux zones à fortes concentrations de la matière organique et/ou de la pyrite. Les zones de fortes concentrations des oxyhydroxydes correspondent quant à elles aux zones non minéralisées. Cependant, par endroits, il peut exister des parties minéralisées avec un faible potentiel oxydé (c'est le cas de la zone Sud de notre secteur d'étude). La relation Uranium/carbonates n'est pas facile à mettre en évidence, car ceux-ci sont repartis dans tout le secteur d'Akola Ouest. Néanmoins, ils sont plus abondants dans les milieux oxydés. Alors, les flancs des synclinaux auraient constitués les lieux d'accumulation des éléments réduits ayant à leurs tours favorisés la précipitation et l'accumulation de l'uranium. La figure 6 montre la répartition des paramètres redox ainsi que celle de l'accumulation radiométrique au niveau de certains sondages. On constate que les courbes des éléments réducteurs (matière organique et sulfures) ont la même allure. On peut aussi remarquer qu'au niveau des sondages où les pics d'accumulation radiométrique sont élevés, les courbes des éléments réducteurs évoluées dans le même sens alors que celle des oxyhydroxydes a tendance à s'annuler.

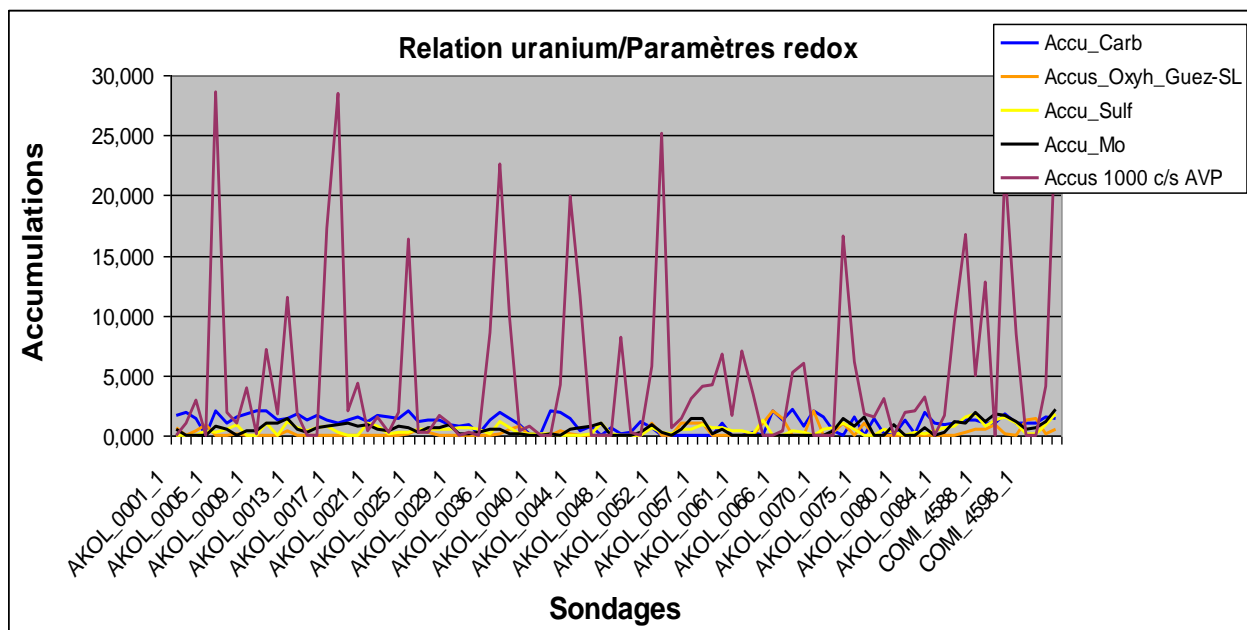


Fig. 6. Relation Uranium et paramètres redox

5.4 RELATION URANIUM ET STRUCTURES TECTONIQUES

La superposition des cartes d'accumulation de la minéralisation avec la carte structurale montre que:

- Dans un premier temps la minéralisation s'est mise en place suivant le tracé de la Flexure Faille d'Arlit (direction N-S);
- Le réseau des Failles N70° et N130° ont également joué un rôle déterminant dans la mise en place de cette minéralisation.
- En fin, les lieux où les dièdres se recoupent constituent les secteurs préférentiels de concentration de l'uranium.

5.5 RELATION STRUCTURES TECTONIQUES PARAMÈTRES REDOX

La relation structures tectoniques et paramètres redox dans le secteur d'Arlit n'est pas aisée à établir car non seulement la circulation des fluides est toujours basée sur des hypothèses mais aussi les gisements du district minier d'Arlit étaient considérés comme de types stratiformes. Au niveau du secteur d'étude, en prenant en compte les observations faites précédemment en ce qui concerne la relation uranium paramètres redox et uranium structures tectoniques, nous pouvons dire que les structures tectoniques ont servi de drains ayant permis la circulation des fluides oxydants et la collecte de l'uranium. Ces structures tectoniques peuvent alors être considérées comme des collecteurs structuraux pour l'uranium.

6 CONCLUSION

Le premier objectif de ce travail été de réaliser une carte d'oxydoréduction du secteur d'Akola W et ensuite de voir la ou les relations qui lie (ent) la minéralisation de ce secteur aux fronts d'oxydoréduction en contexte d'ouest Flexure. Ainsi, seule la formation du Guezouman qui constitue la cible minéralisée a été prise en compte dans le cadre de ce travail. Comme pour l'ensemble du secteur d'Arlit, la formation du Guezouman au niveau d'Akola W se serait déposée dans un environnement fluvio-deltaïque riche en éléments réducteurs (matériel organique et pyrite). Les fluides oxydants postérieurs au dépôt de cette formation ont donc favorisé le développement des fronts d'oxydoréduction créant ainsi des zones oxydées et des zones réduites. Les cartes donnant la répartition des paramètres redox ont permis de circonscrire ces fronts d'oxydoréduction. Au niveau du secteur d'Akola W, la minéralisation est bien liée à un phénomène d'oxydoréduction qui serait combiné à plusieurs autres paramètres dont entre autres:

- Contrôle structural;
- Contrôle lithostratigraphique;
- Contrôle hydrogéologique;

REFERENCES

- [1] MOUSSA, Y., 1992. Dynamique sédimentaire du Guezouman et des formations viséennes sous-jacentes en liaison avec la tectonique, le volcanisme et le climat, Thèse de Doctorat Université de Bourgogne 1992, 341p.
- [2] Wagani I., 2007. Potentialités uranifères des sources volcaniques envisageables pour la formation des minéralisations de la région d'Arlit (Niger). Thèse de l'université de Paris XI, Orsay, 283p.
- [3] Bertrand J. M. et Caby R., 1978. Geodynamic evolution of the Pan-African Orogenic Belt: A new interpretation of the Hoggar Shield (Algerian Sahara). *Geol. Rundschau*, 67, (2), 357- 388.
- [4] Bowden P. & Karche J.P., 1984. Midplate A-type magmatism in the Niger-nigeria province: age variations and implications. In: J. Klerkx and J. Michot (eds), *Géologie Africaine. Mus. R. Afr. Centrale, Tervuren*: 167-177.
- [5] Cazoulat, M., 1985. Geologic environment of the Uranium deposits in the Carboniferous and Jurassic sandstones of the Western margin of the Air Mountains in the Republic of Niger. In: Frnch, W.I., et al. (Eds.), *Geological environments of sandstone-type uranium deposits. Internatrnal Atomic Energy Agency-Technic Documentation 328, Vienna*, pp. 247-263.
- [6] Karche J-P., Vachette M., 1978. Age et migration de l'activité magmatique dans les complexes paléozoïques du Niger. Conséquences. *Bull. Soc. Géol. France*, 20 (7): 941-953.
- [7] Black R., Jaujou M et Pellaton C., 1967. Notice explicative sur la carte géologique de l'Air, à l'échelle 1/500.000ième. Direction des Mines et de la Géologie, République du Niger. Editions du BRGM: 57p.
- [8] Bigotte G., & Obellianne J.M., 1968. Découverte de minéralisations uranifères au Niger. *Mineral Deposita*, 3: 317-33.
- [9] Billon S., 2014. Minéraux argileux dans le gisement uranifère d'Imouraren (Bassin de Tim Mersoï, Niger): implications sur la genèse du gisement et sur l'optimisation des processus de traitement du minerai. Thèse Terre solide et enveloppes superficielles. Poitiers: Université de Poitiers, 2014. <http://theses.univ-poitiers.fr>.

- [10] Gerbeaud, O., 2006. Evolution structurale du Bassin de Tim Mersoï: Déformations de la couverture sédimentaire, Relations avec la localisation des gisements d'uranium du secteur d'Arlit (Niger). Thèse de doctorat Université de Paris-Sud UFR scientifique d'Orsay, 270 pages.
- [11] Pacquet A., 1968. Analcimes et argiles diagénétiques dans les formations sédimentaires de la région d'Agadès (République du Niger) [Ph.D. thesis]: Université de Strasbourg, 258 p.
- [12] Valsardieu, C. (1971). Etude géologique et paléogéographique du bassin de Tim Mersoï, région d'Agadès (République du Niger). Thèse de doctorat, université de Nice, 518p.
- [13] Forbes, P., 1989. Rôles des structures sédimentaires et tectoniques, du volcanisme alcalin régional et des fluides diagénétiques-hydrothermaux pour la formation des minéralisations à U-Zr- Zn-V-Mo d'Akouta (Niger): mémoire édité par le Centre de Recherches sur la Géologie de l'Uranium (CREGU), Nancy, v. 17, 376 p.
- [14] Joulia, F., 1959. Les séries primaires au N et au NW de l'Aïr (Sahara central). Discordances observées. - Bull. Soc. géol. Fr., p.192-196.
- [15] Elhamet, M.O., 1983. Analyse géologique et pétrographique de la formation de Tarat dans les carrières Somair (Paléozoïque supérieur). Essai d'interprétation paléoclimatique à la lumière de l'épisode glaciaire dévono-carbonifère (Région d'Arlit – Niger septentrional) [Ph.D. thesis]: Université de Dijon (France) et Université de Niamey (Niger), 279 p.
- [16] Coquel, R., Lang, L. and Moussa, Y. (1995). Palynologie du Carbonifère du Nord Niger et de la plate-forme saharienne - implications stratigraphiques et paléogéographiques. Review of Palaeobotany and Palynology, 89- 319 – 334.
- [17] Yahaya M. and Lang, J., 2000. Tectonic and sedimentary evolution of the Akokan Unit during Visean times in the Tim Mersoï Basin (Arlit région, Niger). Journal of African Earth Sciences, 31, 415-431.
- [18] Sempéré T., 1981. Le contexte sédimentaire du gisement d'uranium d'Arlit (République du Niger), 375 p.
- [19] Sempéré T. et Beaudoin B., 1984. Discontinuités et séquences dans la formation de Tarat (Viséen supérieur) et l'unité d'Arlit (Namuro-Westphalien) à Arlit (Niger). Evolution sédimentaire, climatique et tectonique de la région au Carbonifère. Bulletin de la Société Géologique de France, 296 (6): 995-1014.
- [20] Gauthier, J. M. (1972). Analyse tectonique du demi-degré carré (Nord) d'Afasto. CEA-GAM.
- [21] Hirlemann, G., et Robert, J. P. (1980). Analyse structurale du permis minier Imouraren. CEAGAM.INS.
- [22] Cavellec, S. (2008). Evolution diagénétique du bassin de Tim Mersoï et conséquences pour la genèse des minéralisations uranifères dans les formations du Guézouman et du Tarat (district Arlit-Akokan, Niger). Thèse de Doctorat de l'Université de Paris-Sud, 463 p.
- [23] Perronnet, M., 2004. Réactivité des matériaux argileux dans un contexte de corrosion métallique: application au stockage des déchets radioactifs en site argileux. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine.
- [24] Mamane, M. M., Michel, C., Etienne, D., Reisberg, L., Olivier, C., Jean, V., Marc, B. (2022) The Tim Mersoï Basin uranium deposits (Northern Niger): Geochronology and genetic model. *Ore Geology Reviews*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2022.104905>.
- [25] Sani, A., 2020. Rôle des accidents N70° dans la mise en place des minéralisations uranifères du bassin de Tim Mersoï: cas du graben de DASA, bordure occidentale de l'Aïr (Nord Niger). Thèse de Doctorat, UAM.
- [26] Mamane, M. M., Cathelineau M., Deloule E., Schimtt R. et Brouand M., 2019. Cenozoic oxidation episodes in West Africa at the origin of the in situ supergene mineral redistribution of the primary uranium ore bodies (Imouraren deposit, Tim Mersoï. Basin, Northern Niger), Mineralium deposita. <https://doi.org/10.1007/s00126-019-00945-w>.

Approche conceptuelle de système informatique

[Computer system conceptual approach]

Barthelemy Mpoyi¹ and Herrick-Mayers Malumba²

¹Sciences Informatiques, Université Protestante de Lubumbashi, RD Congo

²Sciences Informatiques, Institut Supérieur des Arts et Métiers, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A «Computer Obscurantism» hovered dangerously on applications in Computer Sciences in the domain of networks and telecommunications in Africa, specially in Democratic Republic of Congo.

The using of extrinsic methods to Computer Sciences sake in majority events the realization of prevaricated results.

Inclined by the desire to see the Computer Sciences be really vehicled in their Africa's quintessence in general manner and specifically in Democratic Republic of Congo, we have chosen to redact this article which is about the «Conceptual Approach of Technique System», gage of the emergency of a good economy based on local talents and no comes from the stranger.

The choice is taken from the Structured Analysis Design Technique method for the case of application «Unified Computing System».

It's about on this example to present the conception's steps for the system integration of unified Informatics Cisco in the network answering to the principle disponibility; That's to say, predict the rendonduncy of interconnexion equipments and to separate the traffics by the creation of the network segments vituals privy.

Design's tool: Edraw Max.

KEYWORDS: conception, unified, method, integration, disponibility, rendonduncy.

RESUME: Un «obscurantisme informatique» planait dangereusement sur la conception des applications en sciences informatique dans le domaine de réseaux et télécommunication en Afrique, spécialement en République Démocratique du Congo. L'utilisation des méthodes extrinsèques aux sciences informatiques cause dans la plupart de cas la réalisation de résultats biaisés.

Porté par le désir de voir les sciences informatiques être réellement véhiculés dans leur totale quintessence en Afrique de manière générale et spécifiquement en République Démocratique du Congo, nous avons choisi de rédiger cet article qui porte sur l'«Approche Conceptuelle de Système Informatique», gage de l'émergence d'une vraie économie numérique basée sur les talents locaux et non subie de l'étranger.

Le choix est porté sur la méthode Structured Analysis and Design Technique pour un cas d'application «Unified Computing System».

Il s'agit dans cet exemple de présenter les étapes de la conception pour l'intégration du système d'informatique unifiée de Cisco dans un réseau répondant au principe de la disponibilité; c'est-à-dire prévoir la redondance des équipements d'interconnexion et séparer les trafics par la création des segments des réseaux privés virtuels.

Outil de Design: Edraw Max.

MOTS-CLEFS: conception, unifié, méthode, intégration, disponibilité, redondance.

1 INTRODUCTION

Le concept « les TIC¹ au service du développement » fait référence à l'utilisation des TIC à des fins de développement socioéconomique. Dans cette perspective, il vise à encourager l'intégration de ces outils dans les différentes activités humaines, qu'il s'agisse de l'introduction de l'informatique dans les entreprises, dans les secteurs de l'éducation, de la santé ou qu'il s'agisse des grands projets innovants de développement tels que l'administration électronique, l'aménagement numérique du territoire, etc [1].

L'ACSI² étant une Approche Conceptuelle de Système Informatique vise dans sa perspective la mise en valeur de démarche de conception pour l'intégration des outils informatiques dans les activités humaines par des chercheurs du domaine informatique.

Cette expression philosophique de la recherche permet de démarquer les scientifiques de domaine porteur des sciences nouvelles; Informatiques, des autres disciplines scientifiques.

Rappelons ici qu'à toute époque, les entreprises ont attendu de l'informatique qu'elle reproduise au mieux leur fonctionnement afin de le simplifier, de le rendre plus fiable, voire de l'optimiser. Cet impératif de reproduction des organisations a amené le développement d'une branche particulière de l'informatique, appelée informatique de gestion ou informatique des organisations.

Selon l'approche systémique, l'entreprise peut se décomposer en trois sous- systèmes qui sont en perpétuelle interaction comme montré par la Figure 1 [2].

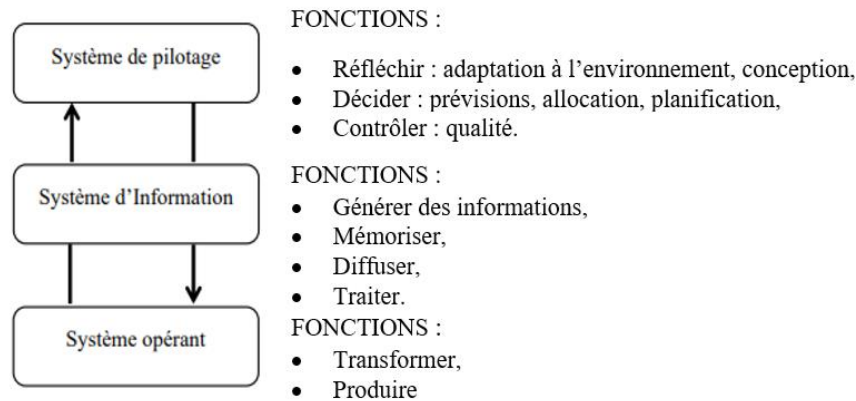


Fig. 1. La Structure systémique de l'entreprise

Source: internet

L'utilisation ou plutôt la déclaration systématique des méthodes des sciences humaines comme méthodes conduisant à la conception des infrastructures réseaux et/ou des logiciels est une façon biaisée et considérée comme pêché scientifique.

Posons-nous cette question:

Comment est-il possible qu'en utilisant une méthode « d'observation directe » on peut arriver à construire une application informatique ?

Selon Blaise FYAMA; Autant il est impossible pour la gynécologie de produire du cuivre il est insensé de prétendre qu'une méthode des sciences sociales puisse donner naissance à une application informatique.

Les sciences informatiques comme toutes les autres branches des sciences possèdent des méthodes et des techniques intrinsèques et inhérentes à sa nature. Lui permettant ainsi d'apporter des réponses à ses diverses problématiques et d'évoluer en tant que domaine porteur des sciences nouvelles [3].

¹ TIC : Technologie de l'Information et de la Communication

² L'ACSI : L'Approche Conceptuelle de Système Informatique

En Afrique subsaharienne l'informatique a été longtemps perçu de manière vague avant d'avoir un succès populaire au début des années 2000.

Deux obstacles s'opposent traditionnellement à l'admission des TIC comme facteurs de développement en Afrique:

- En premier lieu, se dresse l'argument des urgences du continent qui veut que la priorité soit accordée aux besoins classiques (nourriture, eau potable, santé publique, éducation, routes, etc.) [4].
- En second lieu, la difficulté particulière à mesurer le poids économique et social des TIC dans le développement.

Au vu de ce constant, notre raisonnement se penche sur les interrogations suivantes:

- Quelle démarche scientifique convient le mieux dans la conception des architectures réseaux pour leurs intégrations ?
- Quel outil de conception peut-on utiliser pour concrétiser la méthode de conception ?

2 CLASSES DE METHODES

[ROLLAND 87] décompose les MCSI (Méthodes de Conception de Système d'Information) en deux grandes classes: les méthodes structurées et les méthodes systémiques.

Les méthodes structurées mettent l'accent sur la démarche de conception tandis que les méthodes systémiques mettent en valeur la compréhension du SI et sa décomposition rigoureuse.

Une autre classification beaucoup plus large permet de définir:

- Méthodes classiques,
- Méthodes cartésiennes,
- Méthodes systémiques,
- Méthodes orientées objets.

3 METHODE DE CONCEPTION

3.1 NOTIONS

La notion de méthode de conception est apparue avec l'utilisation de moyens informatiques importants dans les organisations et notamment avec l'apparition des bases de données. Le rapport ANSI-SPARC de 1975 a servi de point de départ pour une nouvelle approche de la conception de bases de données, notamment grâce aux trois niveaux (conceptuel, logique et physique) qu'il propose. Les premières méthodes portaient sur la représentation des données à l'aide du modèle relationnel, puis elles se sont enrichies dans plusieurs directions: à mesure que les modèles devenaient plus précis, la prise en charge méthodologique des différentes étapes de conception et la répartition des tâches au sein d'une équipe de concepteurs leur ont été intégrées.

Les modèles à base de réseaux sémantiques pouvant être eux-mêmes formalisés, des outils d'aide à la conception sont ensuite apparus. Ces outils ont d'abord pris en charge la mémorisation et la restitution des concepts. Ils ont ensuite permis la construction incrémentale des spécifications.

Profitant des progrès de l'Intelligence Artificielle, ces outils savent de mieux en mieux gérer la cohérence de contraintes exprimées par les différents concepteurs au moyen d'outils experts.

3.2 LE PROCESSUS DE CONCEPTION

L'activité de conception va de l'émergence de l'idée à la définition détaillée du produit ou du procédé en incluant une phase de conception préliminaire.

Le processus de conception, recherche et développement de produits (CRDP) comporte quatre étapes: la génération d'idées de produits, la sélection de produits, le développement de produits et le lancement.

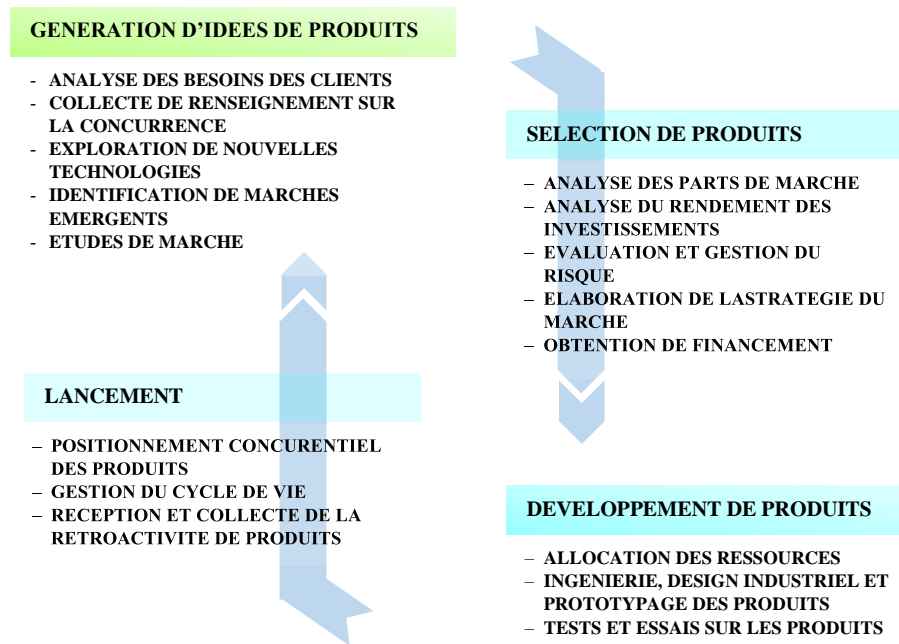


Image 1. Etapes de Conception, Recherche et Développement des Produits

Source: Internet

Une approche schématique de la démarche de conception d'un produit industriel est basée sur quatre étapes clés précédant l'industrialisation:

- Etude du besoin;
- Etude de faisabilité (validation du pourquoi du produit);
- Etudes préliminaires (proposition d'un maximum de solutions répondant au problème ou à une partie);
- Etudes détaillées (optimisation, validation du concept et réalisation du produit).

4 METHODE SADT (STRUCTURED ANALYSIS AND DESIGN TECHNIC)

L'acronyme S.A.D.T signifie Structured Analysis and Design Technic.

Elle est une méthode d'analyse par niveaux successifs d'approche descriptive d'un ensemble quel qu'il soit. On peut appliquer S.A.D.T à la gestion d'une entreprise tout comme à un système automatisé.

Son application à la gestion d'un projet donne une forme de position en M avec les étapes tels que:

- Spécification;
- Conception globale;
- Conception détaillée et codage;
- Test unitaire;
- Intégration des unités;
- Et test de l'ensemble.

A ce titre, SADT est connu comme un langage de communication entre différents participants au projet.

Pour la petite histoire, SADT est une marque déposée de SofTech (USA) et d'IGL Technologie (France), développé aux Etats-Unis d'Amérique par Doug Ross en 1977 et introduits en Europe à partir des années 1982 par Michel Galiner.

SADT est basée sur l'analyse et la modélisation des systèmes et procède par une démarche Top-Down qui fonctionne par approche descendante. Notons que les méthodes d'analyse descendante permettent de comprendre pourquoi un système existe, ou doit être conçu, quelles fonctions il doit remplir et enfin, comment elles sont réalisées.

4.1 DOMAINES D'UTILISATION

Cette méthode est d'application dans:

- La télécommunication,
- Avionique,
- Armement,
- Productique,
- Système d'information,
- Système informatique,
- Contrôle des processus,
- Scientifique,
- Intelligence artificielle,
- etc.

4.2 OBJECTIFS DE LA METHODE S.A.D.T

S.A.D.T permet non seulement de décrire les tâches du projet et leurs interactions, mais aussi de décrire le système que le projet vise à étudier, créer ou modifier, en mettant notamment en évidence les parties qui constituent le système, la finalité, le fonctionnement de chacune, et les interfaces entre les diverses parties qui font qu'un système n'est pas une simple collection d'éléments indépendants, mais une organisation structurée de ceux-ci dans une finalité précise.

Ainsi, S.A.D.T arrive à réaliser:

- L'analyse fonctionnelle et de gestion de projets;
- La spécification de n'importe quel système;
- La démarche d'analyse structurée qui identifie et organise les détails d'un système qu'on veut appréhender suivant une hiérarchie de modèles parfaitement référencée.

4.3 LA CONCEPTION DU DIAGRAMME

SADT est basé sur la modélisation du système en montrant ses fonctions de base. Le contexte est identifié par des flèches qui entrent et/ou sortent de la boîte-mère qui est une représentation du système globale en forme rectangulaire. Pendant la conception, ce système (en boîte-mère) sera décomposé pour donner les détails sur ses composantes.

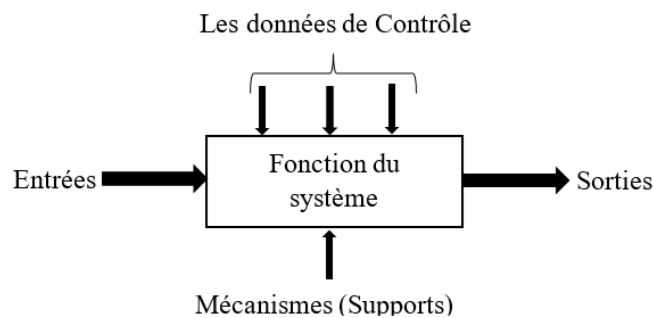


Fig. 2. Diagramme de conception du système (Boîte-mère)

Source: Internet

Le diagramme est formé par un rectangle à l'intérieur duquel est mentionnée la fonction globale (ou d'usage suivant les cas) et l'ensemble de flèches qui montre les:

1. Mécanismes (flèches entrantes en bas): supports de la fonction qui représentent les éléments matériels.
2. Entrées (flèches entrantes à gauche): entrées de matière d'œuvre qui sont transformées par la fonction du système.
3. Contrôles (flèches entrantes en haut): données de contrôle qui provoquent ou modifient la mise en œuvre de la fonction.
4. Sorties (flèches sortantes à droite): qui constituent ce qui est produit par le système:

- Sorties de matière d'œuvre (solution);
- Sorties secondaires (généralement des flux d'informations associées au processus et des sous-produits ou déchets: chaleur produit par un équipement électronique par exemple).

4.4 REGLES DE CONSTRUCTION DES FLECHES

La représentation des flux Entrants (par E), Sortants (par S), Contrôles (par C) et Mécanisme (par M) sur un diagramme constitue le code MECS. Ce code permet d'identifier le rôle de chaque flèche.

4.4.1 LE LABEL

Les flèches sont affectées d'une étiquette indiquant leur nature dans le diagramme en vue d'apporter un éclaircissement sur les liaisons.

4.4.2 RELATIONS

- Lorsque la relation est à double-sens: contrôle réciproque ou entrée réciproque; la représentation se fait de la manière ci-après:

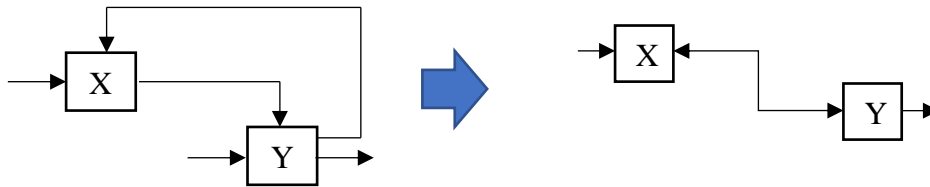


Fig. 3. Relation de réciprocité entre diagrammes

- Lorsque l'entrée est aussi une donnée de contrôle, les deux représentations ci-après sont bonnes:



Fig. 4. Relation en boucle sur le diagramme

4.4.3 ACTIGRAMMES – DATAGRAMMES

Dans la méthode S.A.D.T, on peut réaliser la modélisation de deux manières:

L'analyse par des actigrammes (boîtes d'actions) et l'analyse par des datagrammes (boîtes de donnée). Sur les actigrammes, les actions sont reliées entre elles par des flux de données alors que les datagrammes se sont les données qui sont reliées entre-elles par des flux d'activité.

Explicitement, les actigrammes représentent le diagramme d'activité et les datagrammes, le diagramme de données.

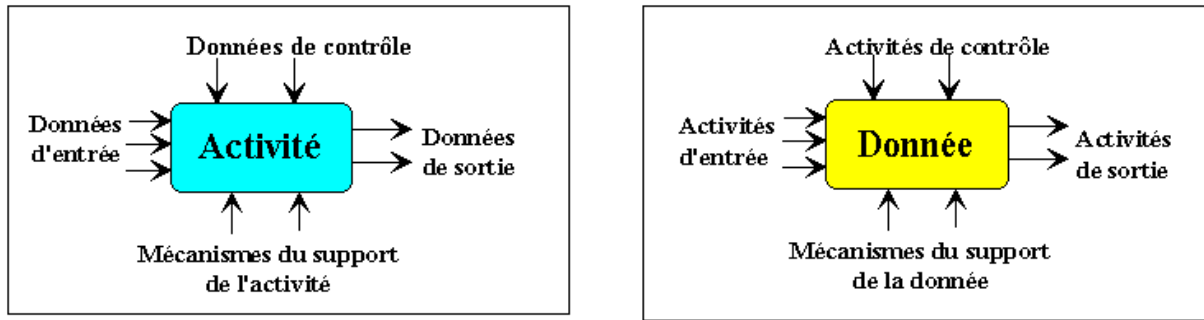


Fig. 5. Représentation d'un Actigramme et d'un Diagramme

Source: Internet

La fin de la conception/modélisation est marquée par la compilation des tous les niveaux de diagramme

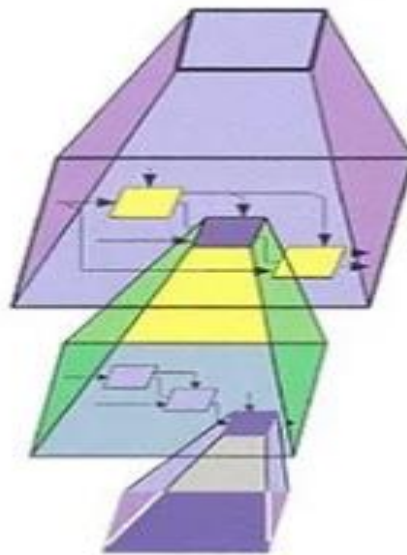


Fig. 6. Diagramme de conception finale

Source: Internet

5 PRATIQUE DE LA METHODE

Exemple pratique: UCS = Unified Computing System.

Il s'agit dans cette partie d'exemple de présenter la conception de l'intégration de système d'informatique unifiée de Cisco UCS dans un réseau répondant au principe de la disponibilité.

UCS est une gamme de produits informatiques pour serveurs de centre de données composée de matériel de serveur, de prise en charge de la virtualisation, de matrice de commutation et de logiciels de gestion, introduite en 2009 par Cisco Systems.



Image 2. Le châssis de serveurs lames Cisco UCS Série 5108

Source: Internet

5.1 PRÉSENTATION DU SYSTÈME GLOBAL

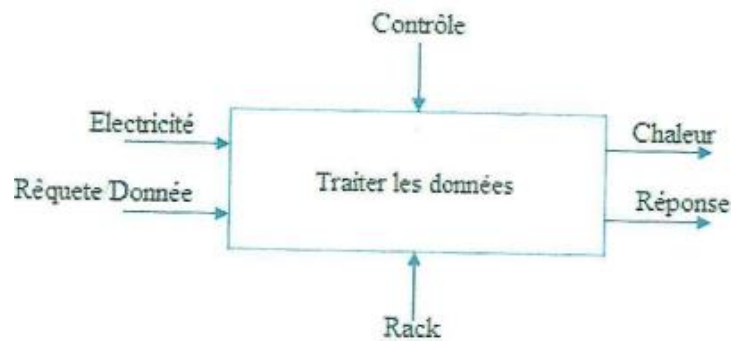


Fig. 7. Diagramme mère (Système global)

Le système dans sa globalité, doit traiter les données selon la source et la destination selon la nature de données.

Le diagramme global présente le réseau de traitement de données qui inclus la connectivité et le serveur Cisco UCS et le serveur de stockage NetApp.

Nous distinguons les flèches suivantes:

1. Flèches d'Entrées:

- Electricité: à dimensionner selon la charge
- Requêtes/donnée: les flux requêtes constituent les demandes des utilisateurs et la quantité de données à stocker.

2. Flèche de Sortie:

- Chaleur: représente les flux divers que le système électronique produit pendant son processus de fonctionnement.
- Réponse: les réponses du système selon le traitement des requêtes.

3. Flèche de contrôle

Flèche montrant l'entrée de commandes de gestions et de configuration; il s'agit de données d'administration.

Cette administration se fait grâce à l'interface de gestion UCS Manager.

4. Flèche de mécanisme

Flèche identifiant dans le processus de conception, le support du système.

5.2 DIAGRAMME ENFANT DE PREMIER NIVEAU A0

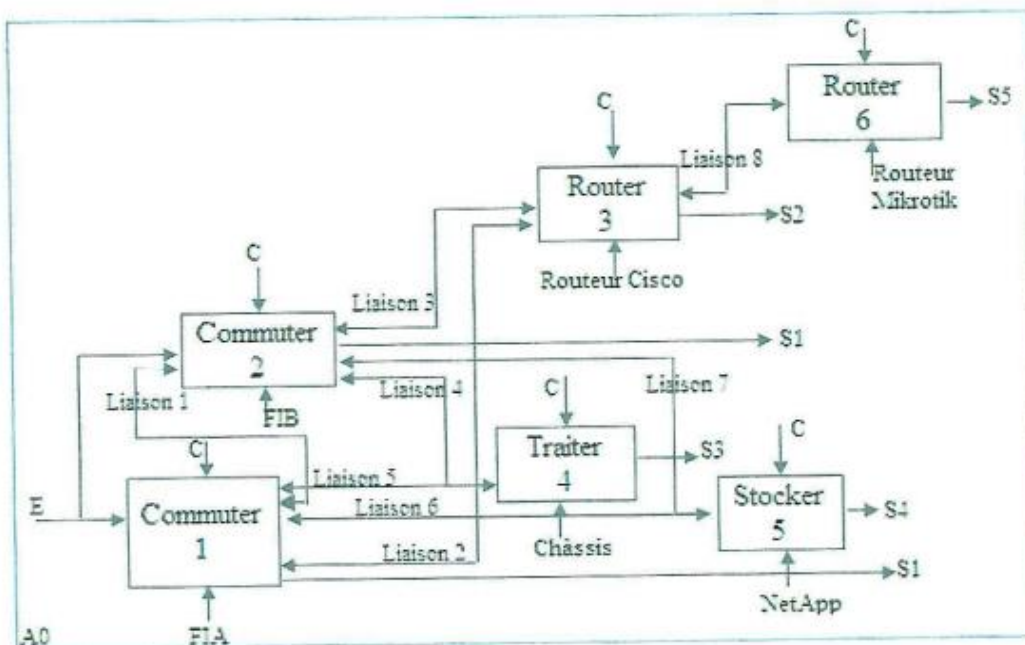


Fig. 8. Actigramme A0 de premier niveau

Ce diagramme présente le détail du système global; c'est donc, la composition structurelle du système global du diagramme mère. A0 représente l'ensemble d'activités de ses entités interconnectées entre elles via les câbles réseaux.

Nous remarquons une entrée E pointant directement les deux Fabric Interconnects (FIA et FIB). La liaison 1 met les FAI en cluster pour une communication full duplex.

Les sorties S1 et S1 représentent d'une part, la réponse du système après traitement de données et de l'autre part, les flux annulés après vérification.

Les liaisons 2 et 3 représentent les entrées du routeur Cisco 2811 au port trunk assurant le routage inter-VLAN. La sortie S2 montre la possibilité d'avoir de paquets rejetés et la sortie de la liaison 8 est celle qui prend en charge le trafic en destination vers internet. Le routeur mikrotik (6) applique les règles de filtrage et laisse passer le paquet vers la sortie S5 après validation, au cas contraire, le paquet sera bloqué.

Les liaisons 4 et 5 prennent le trafic de VLAN serveur. Ces liaisons pointent sur le châssis 5100 (4) qui étant la connexion de FI vers les serveurs lames grâce à la technologie FEX⁴ et au modules IOM⁵. La liaison 4 présente deux connexions vers le IOM 1 et l'autre vers le IOM 2. Ces IO-Modules sont connectés à l'adaptateur réseau qui commute et consolide les entrées/sorties de chaque serveur lame au deux modules IOM vers le FI. Le châssis (4) peut assembler au total 8 serveurs lames sur son adaptateur qui reçoit le carte CNA de forme mezzanine de chaque lame qui sortira avec une bande passante de 10 Gbps.

Les liaisons 6 et 7 ramènent les trafics vers le SAN de baie NetApp en transportant le protocole FC sur Ethernet 10 Gbps de port unifié de FI: FCoE. Ainsi donc, le SAN, ayant comme activité principale « Stocker » joue le rôle de garder les applications et les serveurs virtuels. Au démarrage du système, NetApp FAS3250 envoie les VMs vers le serveur Cisco UCS B210M4 pour une utilisation. Il peut annuler une requête en cas de non-conformité d'exigence; c'est la sortie S4.

³ FI : Fabric Interconnect

⁴ FEX : Fabric EXtender

⁵ IOM : Input / Output Module

Les liaisons entre les équipements (entités) sont réalisées à base de la fibre optique pour assurer une bonne conductibilité des signaux grâce aux composants électroniques dans le logement de FI.

5.3 LE DIAGRAMME ENFANT DU DEUXIÈME NIVEAU A01

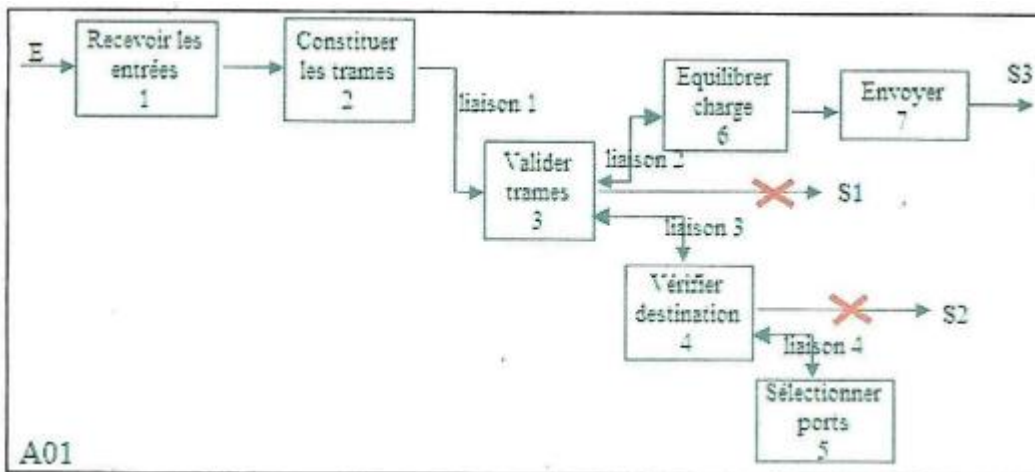


Fig. 9. Actigramme A01 du deuxième niveau

Cette activité (commuter 1) du diagramme A01 nous donne 7 activités de base. Le Fabric Interconnect A « FIA » reçoit en son entrée le trafic du campus utilisateur sur son port SFP+ unifié de l'activité « Recevoir » et l'envoi directement vers l'entité 2 pour constituer la trame en fonction de ceux qui entre. Après, la trame est envoyée à travers la liaison 1 vers l'entité 3 pour une vérification afin de la valider si elle est conforme. Au cas contraire, elle sera annulée et rejeté par la sortie S1. Dans le cas où elle est valide, l'activité 4 va vérifier dans l'entête de la trame le destinataire et demander à l'entité 5 par la liaison 4 de sélectionner les ports valides. Si la destination n'est pas répertoriée lance une requête ARP/RARP⁶ pour trouver l'adresse par la sortie S2 et revient en entrée jusqu'à l'activité 3 pour demander un équilibrage de charge à l'activité 6 afin que l'activité 7 puisse envoyer ou commuter la trame aux ports valides par la sortie S3.

5.4 LE DIAGRAMME ENFANT DU DEUXIÈME NIVEAU A02

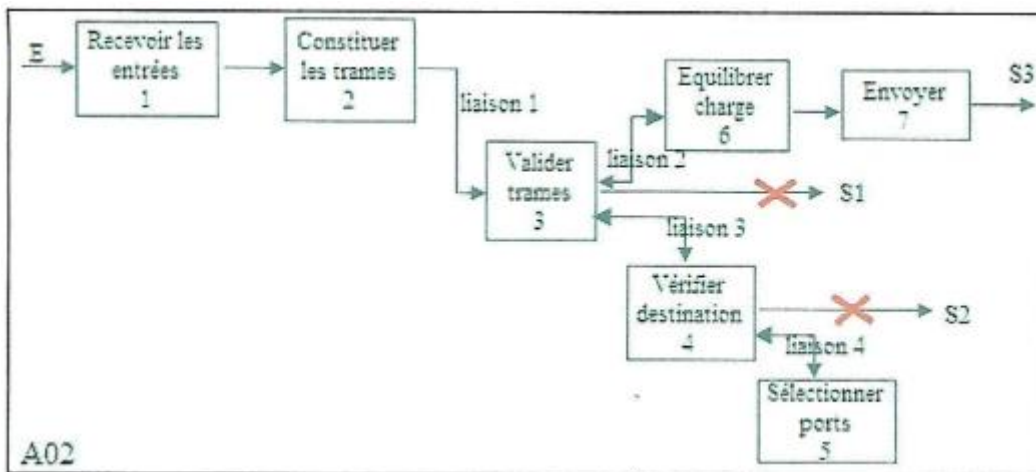


Fig. 10. Actigramme A02 du deuxième niveau

⁶ ARP/RARP : Adress Resolution Protocol / Rapide Adress Resolution Protocol

Même opération que le diagramme A01 pour le diagramme A02 de FIB. Rappelons seulement que l'activité 6 est chargée de faire un équilibrage de charge avec un deuxième FI sur le port L1/L2. S'il n'y a qu'un seul FI, l'ensemble du trafic passe par lui et l'activité 6 laissera passer par le port sélectionné.

5.5 LE DIAGRAMME ENFANT DU DEUXIÈME NIVEAU A03

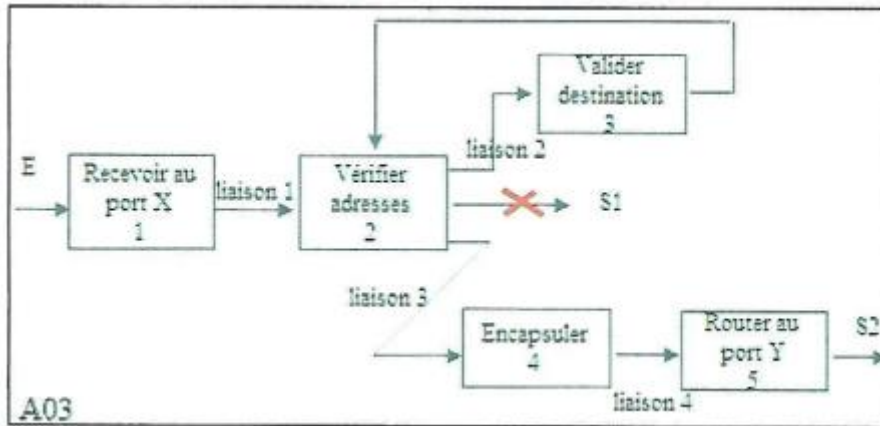


Fig. 11. Actigramme A03 du deuxième niveau

L'activité A03 « router » du routeur Cisco 2811, reçoit en son entrée tous les trafics inter-VLAN et tous les trafics vers internet en passant par Mikrotik. Bien avant, l'activité 1 reçoit l'entrée au port trunk et envoie à l'entité 2 par la liaison 1 pour une vérification de l'adresse de destination. Après validation de l'adresse par l'entité 3, l'entité 2 envoie les trames à l'entité 4. Après une éventuelle encapsulation, le paquet sera envoyé à l'entité 5 pour être router vers la destination (S2).

5.6 LE DIAGRAMME ENFANT DU DEUXIÈME NIVEAU A04

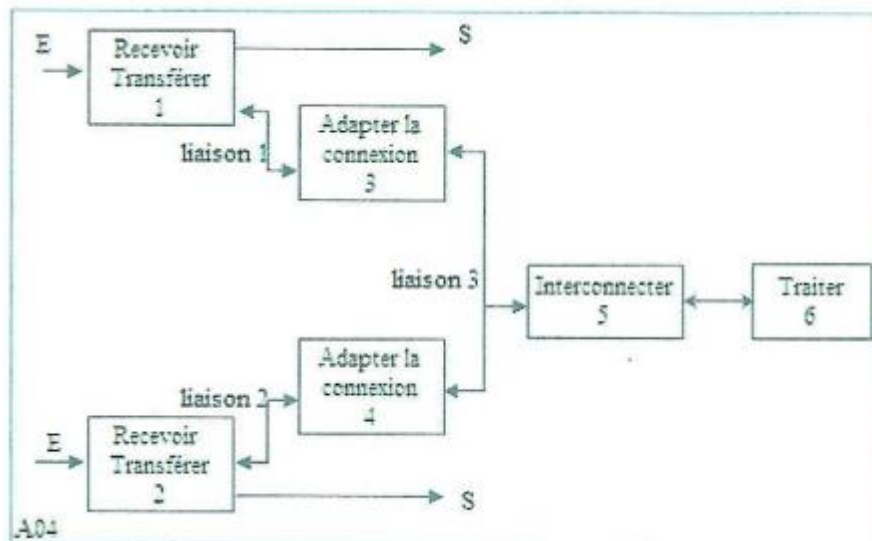


Fig. 12. Actigramme A04 du deuxième niveau

Ce diagramme représente le châssis de la série 5100 de serveur lame. Il n'a qu'un seul serveur lame B200M4 qui est sur l'entité 6 « Traiter ». Cette activité présente deux entrées par les entités 1 et 2 avec comme activité « recevoir ». Ces deux entités représentent les

IOM⁷ : sur le châssis, il en a deux, l'un sur la gauche et l'autre sur la droite. Ces deux IOM fonctionnent en redondance vers un seul FIA et en même temps, ils sont connectés au deuxième FIB pour un équilibrage de charge du domaine de commutation. Les activités 3 et 4 font une adaptation de connexion et un étalage de la connexion de serveur lame (voir même de serveurs virtuels) vers les FIA et FIB. La répartition des trafics entre les modules IOM distincts est réalisée par l'entité (5) qui est une carte contrôleur d'interconnexion Cisco UCS de serveur lame sur l'entité 6. Après toutes traitement, les réponses sortent vers S qui est une sortie avec deux câbles par module et font pour chaque câble par module une liaison redondante.

5.7 LE DIAGRAMME ENFANT DU TROISIÈME NIVEAU A046

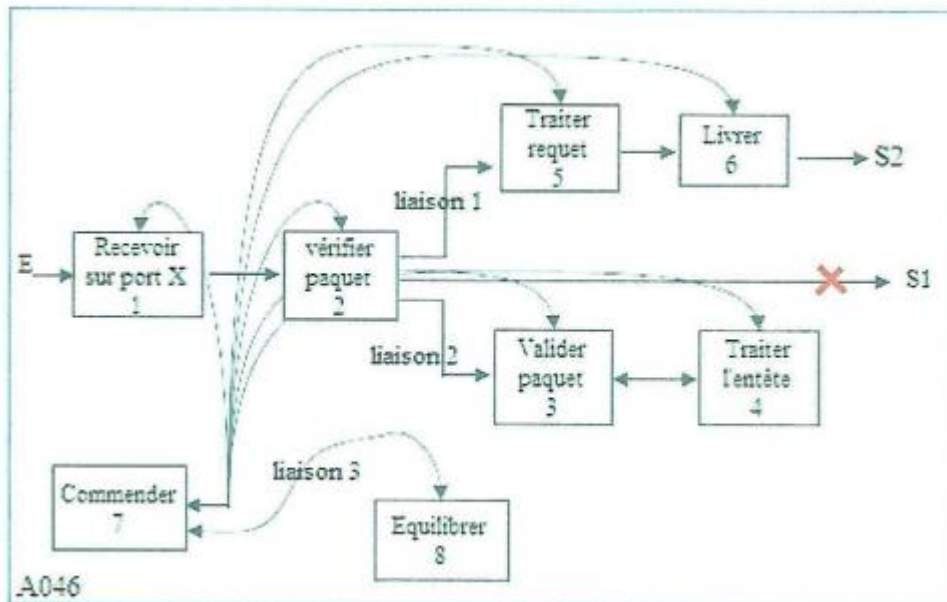


Fig. 13. Actigramme A046 du troisième niveau

Le diagramme A046 du troisième niveau, est une activité « Traiter » que le serveur lame réalise. Cette lame est caractérisée par sa performance comme vu dans le chapitre 3. Rappelons qu'elle utilise la puissance du processeur Intel Xeon S5-2600 version 3 et/ou version 4 avec de technologie d'équilibrage de charge et de puissance énergétique et 44 cœurs. Tous ceux que la lame reçoit est contrôler et manipuler selon la charge et répartis par les noyaux du processeur par les activités 7 et 8. L'entité 7 donne en sa sortie des commandes de contrôles à toutes les autres entités pour un meilleur rendement. La liaison 3 représente aussi les commandes de contrôle que le processeur exécute pour assurer un équilibrage de charge.

⁷ IOM : Input Output Modul

5.8 LE DIAGRAMME ENFANT DU DEUXIÈME NIVEAU A05

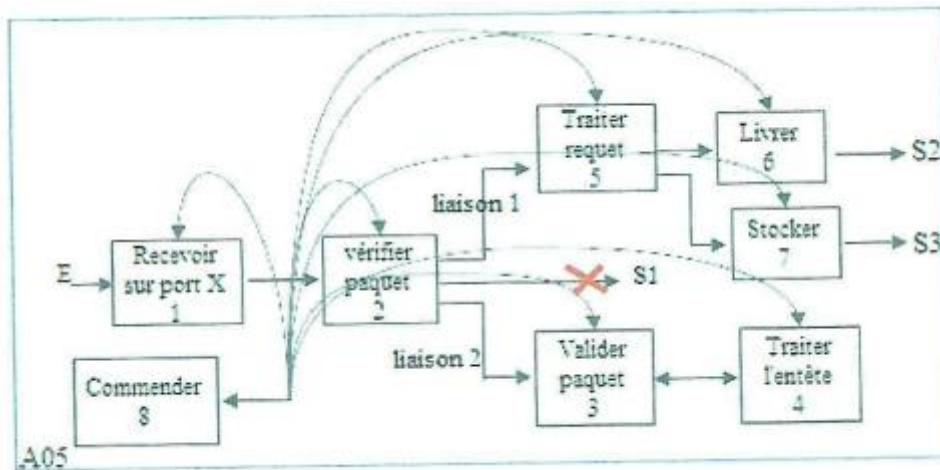


Fig. 14. Actigramme A05 du deuxième niveau

Le diagramme A05 du deuxième niveau est une activité réalisée par le SAN NetApp FAS3250. Il est doté de plus d'espace et peut atteindre 720 disques durs HDD pour assurer le stockage.

5.9 L'ARCHITECTURE PHYSIQUE

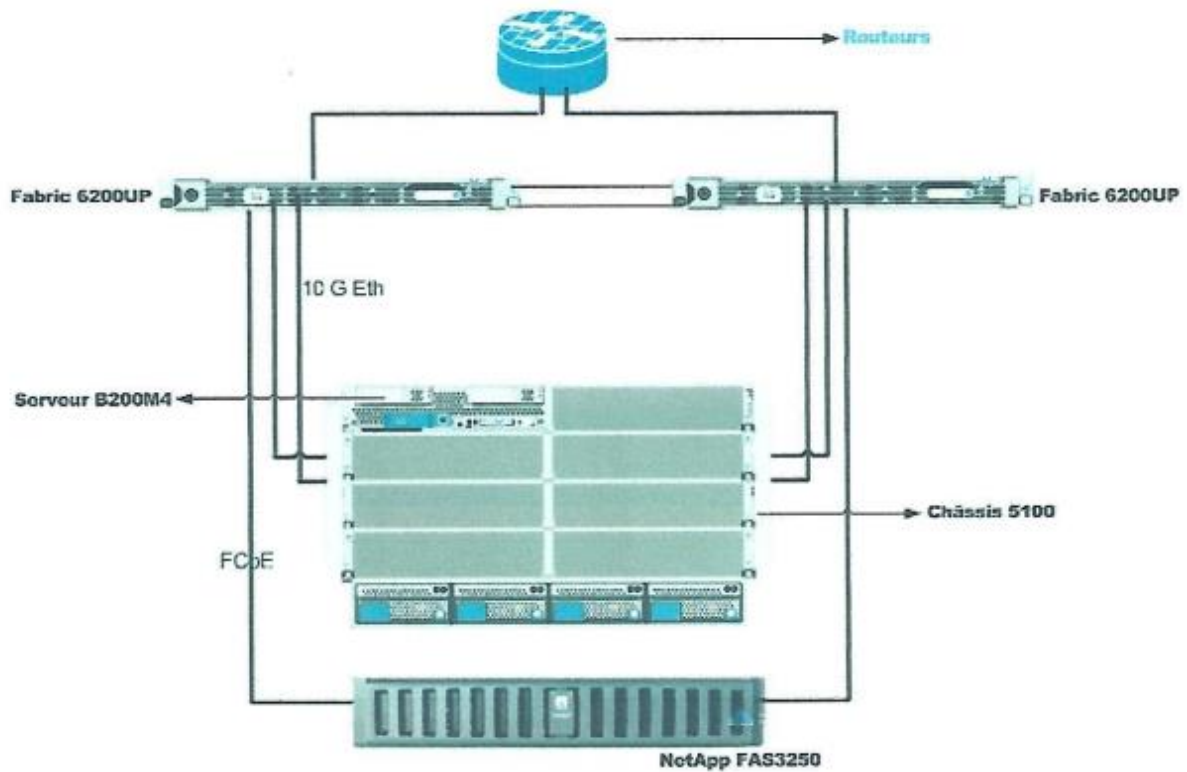


Fig. 15. L'Architecture finale

6 CONCLUSION

L'informatique étant un domaine porteur des sciences nouvelles se développe en raison de support pour les entreprises. La société africaine en générale et en particulier, congolaise attend d'elle un apport considérable dans le développement socio-économique.

Le retour à l'exploitation des méthodes intrinsèques aux sciences informatiques permet non seulement de faciliter une communication sans ambiguë de la pensée, mais aussi de concevoir une solution dimensionnée selon les besoins de l'entreprise cible et de la capacité de la technologie choisie. Raison pour laquelle nous avons fait le choix sur le thème portant sur « L'ACSI: L'Approche Conceptuelle de Système Informatique ». Les réseaux informatiques sont les systèmes considérés par cet article.

L'approche descendante S.A.D.T, comme TopDown Network design est essentiellement une démarche qui commence du général (plus haut niveau) dans une conception « Design » vers le particulier. Dans cette conception, les fonctions des entités sont considérées comme des activités et placées dans les actigrammes ayant des entrées et sorties qui montent respectivement les données brutes et les données finies après traitement. A cette conception, une description y est associée pour plus de démystification du système.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les personnels scientifiques, académiques et techniques qui nous ont aidés à réaliser cet article. Nos remerciements s'adressent à l'Université Protestante de Lubumbashi, l'Université Panafricaine de Lubumbashi et l'Institut Supérieur des Arts et Métiers pour le cadre du travail. Nous n'oublions pas également dans ces lignes de remercier Prof NDALA CIBUMBU HEBREUX pour sa contribution ainsi que les autorités et personnels de la bibliothèque centre culturel TABORA; un cadre bibliographique de référence.

REFERENCES

- [1] A. F. LOUKOU, «tic et société, » 20 Avril 2019.
[En ligne]. Available: <http://journals.openedition.org/ticetsociete/1047>. [Accès le 1 Août 2023].
- [2] G. Rivière, «Informatisation du Système d'Information, » 2017.
- [3] B. FYAMA, «Traité des méthodes et techniques en Sciences Informatiques, » Lubumbashi, 2017.
- [4] A.-C. Robert, «LAfrica South of the Sahara 2000, » *Le Monde diplomatique*, p. 30, 2000.

Caractérisation morpho-pédologique des sols du Parc National du Banco et identification des milieux préférentiels de l'invasion de *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King and H.Rob. (Compositae)

[Morpho-pedological characterization of the soils of the Banco National Park and identification of preferential environments for the invasion of *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King and H.Rob. (Compositae)]

Zinsi Roseline Gouli Gnanazan¹, Sopié Elvire Vanessa Akaffou¹, Arthur Philippe Djan², and Marie-Solange Tiébré¹⁻²

¹Laboratoire des Systématiques Herbiers et Musée botanique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Laboratoire des Milieux naturels et Conservation de la Biodiversité, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 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 present study was carried out to improve knowledge on the preferential environments for invasion of *C. odorata* with a view to combating the species. Four biotopes were selected: closed forests, ruderal areas without *C. odorata* (by the side of roads, under wires), ruderal areas with a young invasion of *C. odorata* (populations invaded by young *C. odorata* plants) of less than one year and ruderal areas with an old invasion of *C. odorata* (populations invaded by *C. odorata* plants with lignified stems, well-developed and massive shrubs) from one to three years. Floristic inventories and soil samples from 0 to 20 cm depth were carried out in quadrats of 4 m² (2 m × 2 m). A total of 36 quadrats were placed using 9 repetitions per biotope. A morpho-pedological description of the BNP soils according to the toposequence was also carried out. The results showed that the BNP soils belong to the class of ferrallitic soils or Ferralsols. The summits are not preferential growth environments for *C. odorata*. The species adapts with difficulty to this type of environment. Mid-slopes are environments where we can observe the growth of *C. odorata*. The species manages to adapt to this type of environment. Finally, the bottom of slopes are preferential environments for the growth and proliferation of *C. odorata*. The species grows easily, proliferates and even becomes invasive.

KEYWORDS: Soil, *Chromolaena odorata*, invasion, Banco National Park, Côte d'Ivoire.

RESUME: La présente étude a été réalisée pour améliorer les connaissances sur les milieux préférentiels d'invasion de *C. odorata* en vue de lutter contre l'espèce. Quatre biotopes ont été sélectionnés: les forêts fermées, les zones rudérales sans *C. odorata* (au bord des routes, sous les fils), les zones rudérales avec une invasion jeune de *C. odorata* (populations envahies par de jeunes plants de *C. odorata*) de moins d'un an et les zones rudérales avec une ancienne invasion de *C. odorata* (populations envahies par des plants de *C. odorata* avec des tiges lignifiées, des arbustes bien développés et massifs) de un à trois ans. Des inventaires floristiques et des échantillons de sol de 0 à 20 cm de profondeur ont été réalisés dans des quadrats de 4 m² (2 m × 2 m). Un total de 36 quadrats ont été placés grâce à 9 répétitions par biotope. Une description morpho-pédologique des sols du PNB en fonction de la toposéquence a également été réalisée. Les résultats ont montré que, les sols du PNB appartiennent à la classe des sols ferrallitiques ou Ferralsols. Les sommets ne sont pas des milieux préférentiels de croissance de *C. odorata*. L'espèce s'adapte difficilement à ce type de milieu. Les mi-versants sont des milieux où l'on peut observer la croissance de *C.*

odorata. L'espèce arrive à s'adapter à ce type de milieu. Enfin, les bas de pente sont des milieux préférentiels de croissance et de prolifération de *C. odorata*. L'espèce s'y développe facilement, prolifère et devient même invasive.

MOTS-CLEFS: Sol, *Chromolaena odorata*, invasion, Parc National du Banco, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Chromolaena odorata (Compositae) est une plante exotique envahissante originaire d'Amérique centrale. Elle aurait été introduite comme plante de couverture dans le Sud-Est Asiatique vers 1880 d'où l'un de ses noms communs d'herbe du Laos [1]. Par la suite, elle s'est rapidement répandue et est devenue une composante à part entière des végétations anthropisées [2]. C'est une mauvaise herbe des cultures, des plantations, des savanes et des forêts qui a fait l'objet de plusieurs études dans de nombreuses régions du monde. La plupart de ces études révèlent les nombreux impacts négatifs de *C. odorata* sur les systèmes agricoles, l'économie et sur la conservation de la biodiversité [3]; [4]. En Asie, précisément au Sri Lanka, en Indonésie et en Malaisie, la plante est classée parmi les trois mauvaises herbes majeures des cultures de coco, de l'hévéa et du palmier à huile. *C. odorata* a été identifiée comme la plus grande menace pour le Nord de l'Australie, en raison de sa propagation rapide et de son potentiel à nuire à l'agriculture et à l'environnement. En Afrique centrale, notamment en Centrafrique, elle est responsable de l'empoisonnement du bétail dans les terroirs pastoraux [5]. Elle colonise les savanes en s'élevant plus haut que les Graminées qui les constituent [6]. En Afrique de l'Ouest, dans la région Ashanti au Ghana, il a été prouvé que *C. odorata* et *Centrosema pubescens* ont un impact négatif sur les cultures et qu'elles sont dominantes en tant qu'adventices dans les champs cultivés [7].

En Côte d'Ivoire, les études menées sur *C. odorata* ont plutôt concerné la taxonomie, la distribution de l'espèce [8], ses usages médicaux [9]; [10], son potentiel agronomique [11]; [12]; [13], et son impact sur la diversité des espèces [14]; [15]. Il y a un manque d'étude sur les milieux préférentiels de l'invasion de *C. odorata* en fonction de la toposéquence (sommet, mi-versant et bas de pente). Ainsi, au travers de cette étude, nous tenterons d'apporter des éléments de réponses à cette problématique. L'objectif général de cette étude est d'améliorer les connaissances sur les milieux préférentiels d'invasion de *C. odorata* en vue de lutter contre l'espèce. De façon spécifique, il s'est agi (1) de caractériser la morpho-pédologie des sols du Parc National du Banco et (2) d'identifier les milieux préférentiels de l'invasion de *C. odorata*.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

L'étude a eu lieu au Parc National du Banco (5°21' -5° 25' N et 4° 1' - 4° 5' O) situé au coeur de la ville d'Abidjan (Figure 1). Ce parc a une superficie de 3438, 34 ha. Son climat est de type tropical [16] caractérisé par quatre saisons, comprenant: deux saisons sèches d'août à septembre et décembre à mars et deux saisons des pluies d'avril à juillet et d'octobre à novembre. La moyenne annuelle des précipitations enregistrées par la SODEXAM pour la période 2013 à 2022 est d'environ 2000 mm. La température moyenne annuelle est autour de 26°C avec une amplitude de 4,3°C. Le sol du parc est de type ferrasol [17]. caractérisé par un sol sableux, fortement désaturé. Selon [18], le PNB est situé dans le domaine guinéen et appartient au secteur ombrophile. C'est une forêt psammohygrophile dont l'association caractéristique est formée par *Turraeanthus africanus* (Meliaceae) et *Heisteria parvifolia* (Olacaceae). Les arbres dominants de les strates supérieures sont: *Turraeanthus africanus*, *Synsepalum afzelii*, *Berlinia confusa*, *Blighia welwitschii*, *Coula edulis*, *Dacryodes klaineana*, *Lophira alata*, *Petersianthus macrocarpus* et *Piptadeniastrum africanum*.

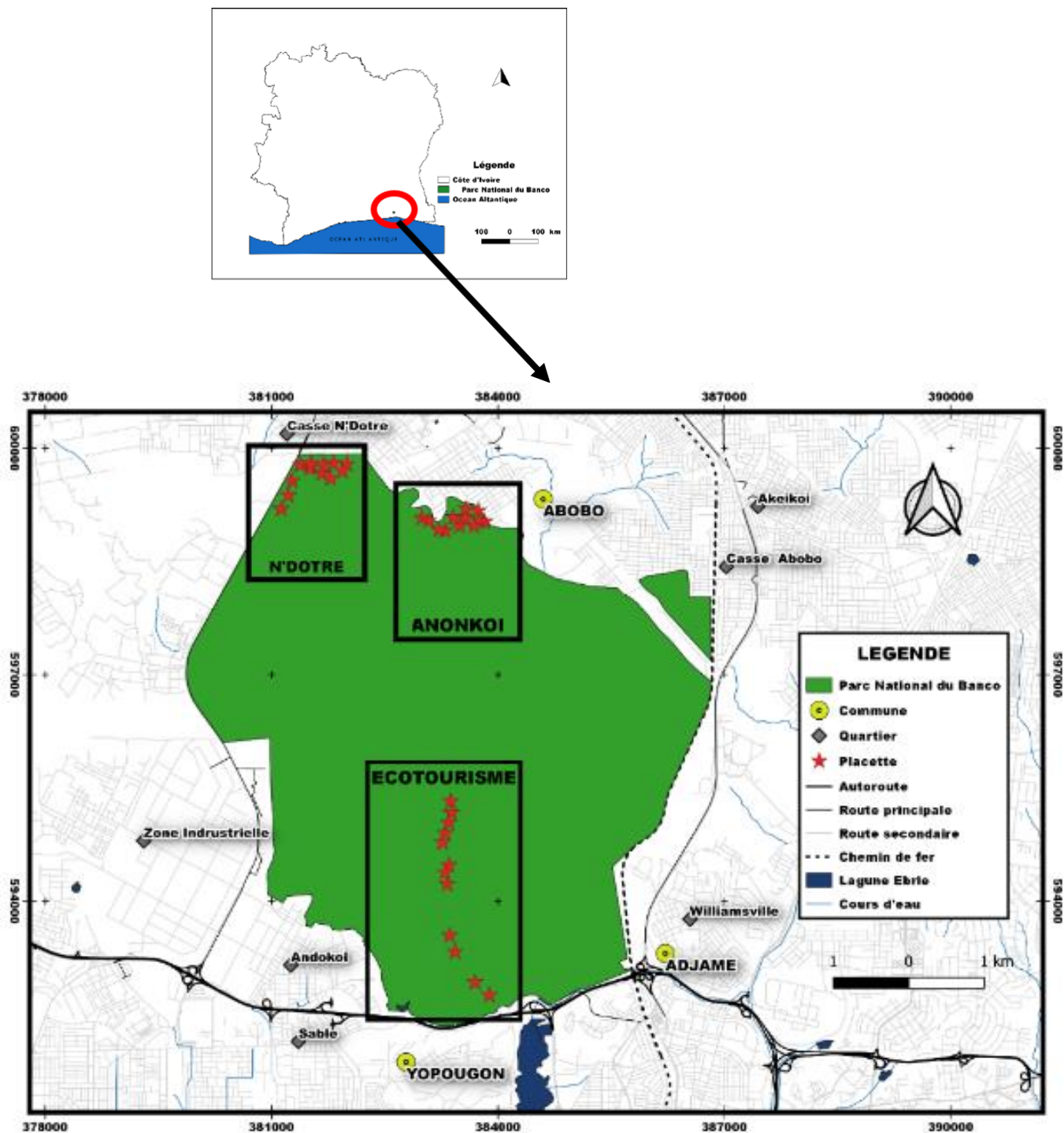


Fig. 1. Localisation du parc national du Banco en Côte d'Ivoire et des sites d'échantillonnage

2.2 MÉTHODES

2.2.1 CARACTÉRISATION MORPHO-PÉDOLOGIQUE ET ANALYSES DE SOL

D'après les travaux de [19], la caractérisation des sols commence par l'observation des traits morphologiques visibles ou perceptibles à l'œil nu. Ces observations portent d'une part, sur les éléments de l'environnement (la végétation, le relief, le réseau hydrographique, les formations géologiques), d'autre part, sur les propriétés physiques des sols dont les éléments

majeurs sont: la couleur, l'état d'humidité, la texture, la structure, la charge en éléments grossiers, la cohérence, la porosité, le type d'horizon et la profondeur. Les paramètres physiques du sol contribuent à une meilleure connaissance de l'évolution des sols.

Cette méthode se fait à petite échelle (1/50 000; 1/100 000 et 1/200 000). Selon [20], sur le même matériau volcano-sédimentaire, il se développe une succession de sols. Aussi, selon [21], le profil de sol reste encore l'échelle à laquelle on se réfère pour classer et définir le type de sol. Ainsi, en tenant compte d'une échelle de 1/5000, trois fosses pédologiques ont été ouvertes tous les 50 m le long d'un layon de 150 m de longueur et de direction Nord-Est. Pour avoir un meilleur éclairage des faces à observer, les fosses ont été creusées à l'aide d'une pioche, d'une pelle et d'une daba. Une tranchée a été creusée dans le sol de profondeur 1,20 m de longueur, et de largeur 0,80 m. Les fosses pédologiques ont été décrites en considérant quatre séries de données, suivant le glossaire de pédologie de l'ORSTOM [22] à savoir: les données générales situant l'observation (la date, le lieu, la feuille, le numéro du profil, le type de sol), les données concernant l'environnement physique de la fosse (la pente, la position topographique, la végétation, la roche mère, le microrelief et l'utilisation du sol) et enfin, les données sur les horizons (l'épaisseur, la couleur, l'humidité, la teneur en matière organique, la texture, le pourcentage en éléments grossiers, la structure générale et celle du débit, la cohésion générale et celle de l'agrégat, la porosité générale, l'enracinement, l'orientation des racines, la classe de drainage) ainsi que la netteté et la forme des limites des horizons [23]; [24]; [25]. La texture a été définie par la méthode du Boudin pendant la description sur le terrain. Trois segments topographiques (haut de versant, mi de versant et bas de versant) ont été considérés [24].

2.2.2 ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSES DE SOL

Un échantillonnage du sol a été effectué dans chaque quadrat (quatre aux coins et un au centre) à une profondeur de 0-20 cm avec une tarière puis mélangé pour former un seul échantillon. Ils ont été séchés à l'air pendant 48 heures et tamisé au tamis de 2 mm. Les éléments chimiques tels que la CEC et la teneur en matière organique ont été déterminés. La détermination de la CEC a été réalisée à l'aide de la méthode à l'acétate d'ammonium 1N à pH 7,0 selon NF-X 31-108-NF X Norme 31-130. La détermination du carbone organique a été réalisée par la méthode de Walkley et Noir. Le pourcentage de Carbone Organique (CO) est calculé par la formule suivante: $\% \text{ CO} = 4 (V_0 - V) \times 100 / V.P$

Dans cette formule, V_0 est le volume de sulfate ferreux ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ajouté au témoin, V est le volume de Sulfate ferreux ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ajouté à l'échantillon et P est la prise d'essais de sol en gramme (0,5g).

Après le calcul du pourcentage de Carbone Organique (CO), la teneur en matière organique (MO) est tirée de la relation suivante: $\% \text{ MO} = \% \text{ C} \times 1,724$

Dans cette formule, c est le pourcentage de carbone et 1,724 est le facteur de conversion.

2.2.3 COLLECTE DES DONNÉES FLORISTIQUES

Pour identifier les milieux préférentiels de l'invasion de *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (Asteraceae), trois sites d'échantillonnage (Anonkoi, Ecotourisme et N'dotre) ont été sélectionnés dans le parc (Figure 1). Les critères suivants ont été utilisés: (1) sol homogène, (2) zones très anthropisées et, (3) présence connue de l'envahissement de *C. odorata*. Quatre biotopes ont été sélectionnés dans chaque site: zones rudérales avec une invasion jeune de *C. odorata* (populations envahies par de jeunes plants de *C. odorata*) de moins d'un an, les zones rudérales avec une ancienne invasion de *C. odorata* (populations envahies par des plants de *C. odorata* avec des tiges lignifiées, des arbustes bien développés et massifs) de un à trois ans, les zones rudérales sans *C. odorata* (au bord des routes, sous les fils) et les forêts fermées. Les forêts fermées et les zones rudérales sans *C. odorata* ont servi de témoins. Trente-six quadrats de 4m^2 ($2\text{m} \times 2\text{m}$) situés à une altitude variante entre 3 m et 9 m ont été posés aléatoirement dans les sites de prélèvements en raison de douze quadrats dans chaque site d'échantillonnage et de trois quadrats par biotope (Tiébré et Gouli Gnanazan 2018; Gouli Gnanazan et Tiébré 2018). Dans chaque quadrat, toutes les espèces rencontrées ont été identifiées et leur recouvrement a été déterminé.

3 RESULTATS

3.1 DESCRIPTION MORPHO-PÉDOLOGIQUE

Trois segments topographiques (haut de versant, mi de versant et bas de versant) avec leurs traits morphologiques ont été décrits de la manière suivante:

- Profil 1 de sol localisé au haut de versant (Figure 2)

Coordonnées géographiques: W 004. 04'992"; N 05. 36'327"

Position topographique: haut de versant

Altitude: 45 m

Végétation: Forêt secondaire

A₁₁, 0-17 cm: de couleur brun (7,5 YR 3/2), il est humifère, frais à texture sablo-limono argileuse à sable fin et moyen avec 5 à 10% d'argile. Il présente une structure de débit polyédrique subanguleux. Il est peu cohérent, poreux avec de nombreuses racines de taille millimétrique à centimétrique. Il a un bon drainage de classe 1,6.

A₁₂, 17-34 cm: de couleur brun (7,5 YR 5/4). Il est apparemment humifère, frais, à texture sablo argileuse à sable moyen avec 20 à 25% d'argile. Il présente une structure de débit polyédrique subanguleux. Il est peu cohérent, poreux avec de nombreuses racines de tailles millimétriques à centimétriques. Il a un bon drainage de classe 1,8.

B₁, 34-83 cm: de couleur brun, 5 YR 6/3, il est apparemment humifère, frais avec la présence des taches Ocre rouille: 2,5 YR 3/6. La texture est argilo-sableuse, à sable moyen avec 25 à 30% d'argile. La structure de débit est polyédrique subanguleux. Il est peu cohérent, poreux avec un drainage moyen de classe 2. Il a de nombreuses racines de taille millimétrique à centimétrique.



A₁₁, 0-17 cm : Brun, 7,5 YR 3/2, humifère, frais, structure polyédrique subanguleux, peu cohérent drainage bon, 1,6. Texture sablo-limono argileuse à sable fin et moyen, 5 à 10% d'argile. Nombreuses racines millimétriques à centimétriques.

A₁₂, 17-34 cm : Brun, 7,5 YR 5/4, apparemment humifère, frais, structure polyédrique subanguleux, peu cohérent drainage bon, 1,8. Texture sablo argileuse à sable moyen, 20 à 25% d'argile. Nombreuses racines millimétriques à centimétriques.

B₁, 34-83 cm : Brun, 5 YR 6/3, apparemment humifère, frais, des taches Ocre rouille : 2,5 YR 3/6; texture argilo-sableuse, à sable moyen 25 à 30% d'argile. Structure polyédrique subanguleux, peu cohérent drainage moyen : 2. Nombreuses racines millimétriques à centimétriques.

Plinthosol

Fig. 2. Profil 1 d'un ferralsol au haut de versant de la toposéquence

- **Profil 2 de sol localisé au mi-versant (Figure 3)**

Coordonnées géographiques: W 004. 04'947"; N 05. 36'360"

Position topographique: Mi-versant

Altitude: 43 m

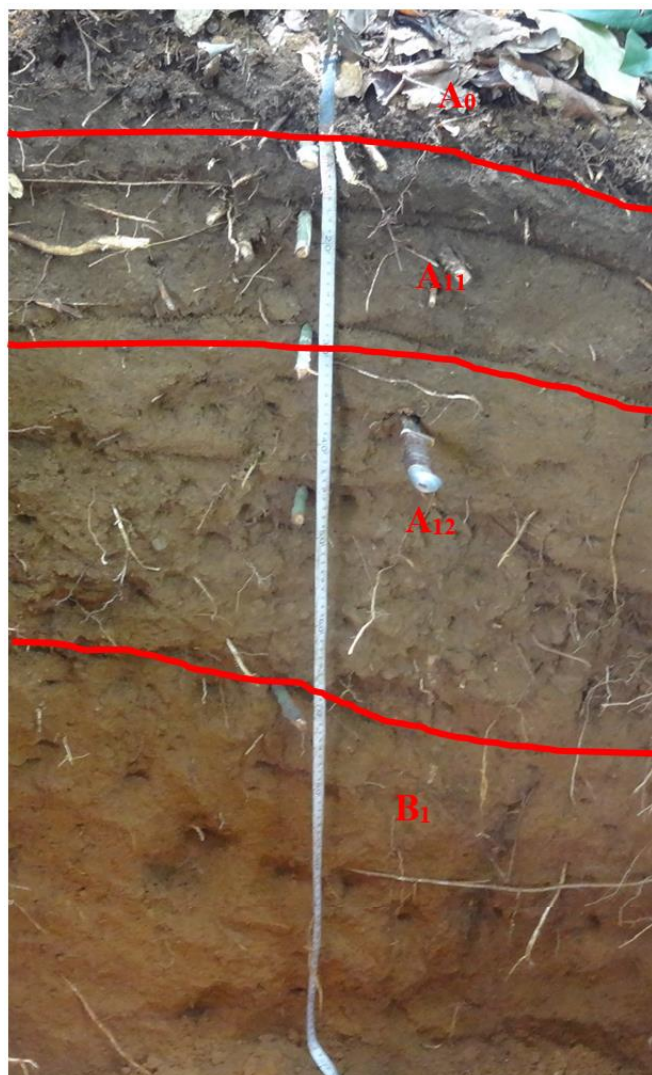
Végétation: Forêt secondaire

A₀, 0-10 cm: Brun foncé, frais, de couleur: 5 YR 5/1. Il est humifère, de structure: grumeleuse, peu cohérent, très poreux. Il présente de très nombreuses racines d'orientation subhorizontale de taille millimétrique. Le drainage est bon de classe 1,4. La transition est nette avec une limite plus ou moins régulière. La texture est sablo-limono argileuse à sable fin et moyen avec 5 à 10 p.c. d'argile.

A₁₁, 10-32 cm: Brun foncé, frais, humifère, de couleur: 10 YR 3/1. Il a une structure: grumeleuse, il est peu cohérent, très poreux avec de très nombreuses racines d'orientation subhorizontale de taille millimétrique. Il a un bon drainage de classe 1,6. La transition est nette avec une limite plus ou moins régulière. La texture est sablo argileuse à sable moyen avec 10 à 15 p.c. d'argile.

A₁₂, 32-50 cm: Brun foncé, frais, peu humifère, de couleur: 7,5 YR 3/2; rouille 7,5 YR-5/7. Il a structure: grumeleuse, il est peu cohérent, très poreux. Il a de nombreuses racines d'orientation subhorizontale de taille millimétrique. Il a un bon drainage de classe 1,8. La transition est nette avec une limite plus ou moins régulière. La texture est sablo argileuse à sable moyen avec 15 à 20% d'argile.

B₁, 50-115 cm: Brun foncé, frais, apparemment humifère, de couleur: 7,5 YR 6/8; rouille 7,5 YR-5/8. La structure est grumeleuse, peu cohérent, très poreux. Il a de nombreuses racines d'orientation subhorizontale de taille millimétrique. Il a un drainage moyen de classe 2. La transition est nette, la limite est plus ou moins régulière. La texture est argilo sableuse à sable moyen avec 20 à 30% d'argile.



A₀, 0-10 cm : Brun foncé, frais, humifère. Couleur : 5 YR 5/1; structure : grumeleuse, peu cohérent, très poreux. Très nombreuses racines subhorizontales, millimétriques. Drainage bon, 1,4. Transition nette, limite + ou – régulière. Texture sablo-limono argileuse à sable fin et moyen, 5 à 10% d'argile.

A₁₁, 10-32 cm : Brun foncé, frais, humifère. Couleur : 10 YR 3/1, structure : grumeleuse, peu cohérent, très poreux. Très nombreuses racines subhorizontales, millimétriques. Drainage bon, 1,6. Transition nette, limite + ou – régulière. Texture sablo argileuse à sable moyen, 10 à 15% d'argile.

A₁₂, 32 – 50 cm : Brun foncé, frais, peu humifère. Couleur : 7,5 YR 3/2; rouille 7,5 YR-5/7 structure : grumeleuse, peu cohérent, très poreux. Nombreuses racines subhorizontales, millimétriques. Drainage bon, 1,8. Transition nette, limite + ou – régulière. Texture sablo argileuse à sable moyen, 15 à 20% d'argile.

B₁, 50-115 cm : Brun foncé, frais, apparemment humifère. Couleur : 7,5 YR 6/8; rouille 7,5 YR-5/8 structure : grumeleuse, peu cohérent, très poreux. Nombreuses racines subhorizontales, millimétriques. Drainage moyen, 2. Transition nette, limite + ou – régulière. Texture argilo sableuse à sable moyen, 20 à 30% d'argile.

Stagnosol (plinthic stagnosol)

Fig. 3. Profil 2 d'un ferralsol au mi-versant de la toposéquence

• Profil 3 de sol localisé au bas versant (Figure 4)

Coordonnées géographiques: W 004. 0'925"; N 05. 36'379"

Position topographique: Bas versant

Altitude: 36 m

Végétation: Forêt secondaire

A₀, 0-10 cm : Brun foncé, frais, humifère, de Couleur: 7,5 YR-3/1. La structure est grumeleuse, peu cohérent, très poreux. Il a d'assez nombreuses racines d'orientation subhorizontale de taille millimétrique. Il a un bon drainage de classe 1,2. La transition est nette avec une limite plus ou moins régulière. La texture est sablo-limono argileuse à sable fin et moyen avec 10 à 15 p.c. d'argile.

A₁₁, 10-38 cm : Brun, frais, humifère de couleur: 7,5 YR 5/6. Il a une structure de débit polyédrique subanguleuse, il est cohérent, poreux avec de nombreuses racines d'orientation subhorizontale de taille millimétrique à centimétrique. La transition est progressive avec une limite plus ou moins régulière. Le drainage est bon de classe 1,6. La texture est sablo argileuse à sable moyen avec 15 à 25 p.c. d'argile.

A₁₂ (g), 38-58 cm: 7,5 YR 5/6, brun grisâtre, tacheté, frais à humide. Il est peu humifère, brun: 7,5 YR-6/4; Ocre rouille: 7,5 YR-5/6; gley1 4/N. La structure de débit est polyédrique subanguleuse, il est peu cohérent. Il y a la présence de nappe perchée. La texture est argilo sableuse à sable moyen avec 25 à 30%.



A₀, 0-10 cm : Brun foncé, frais, humifère. Couleur : 7,5 YR-3/1 ; structure : grumeleuse, peu cohérent, très poreux. Assez nombreuses racines subhorizontales, millimétriques. Drainage bon, 1,2. Transition nette, limite + ou - régulière. Texture sablo-limono argileuse à sable fin et moyen, 10 à 15% d'argile.

A₁₁, 10-38 cm : Brun, frais, humifère. Couleur; 7,5 YR 5/6, structure polyédrique subanguleuse ; cohérent, poreux. Nombreuses racines subhorizontales millimétriques à centimétriques. Transition progressive, limite + ou - régulière. Drainage bon, 1,6. Texture sablo argileuse à sable moyen. 15 à 25% d'argile.

A₁₂ (g), 38-58 cm : 7,5 YR 5/6, Brun grisâtre, tacheté, frais à humide. Peu humifère, Brun : 7,5 YR-6/4 ; Ocre rouille : 7,5 YR-5/6 ; gley1 4/N. structure polyédrique subanguleuse, peu cohérent. Présence de nappe perchée. Texture argilo sableuse à sable moyen 25 à 30%.

Sol Colluvionnaire hydromorphe à pseudogley (gleyic colluviosol)

Fig. 4. Profil 3 d'un ferralsol au bas versant de la toposéquence

3.2 IDENTIFICATION DES MILIEUX PRÉFÉRENTIELS DE L'INVASION DE *CHROMOLAENA ODORATA*

Dans cette étude, un total de 147 espèces appartenant à 118 genres et repartis en 57 familles ont été inventoriées dans les différents biotopes. Les sites inventoriés sont tous situés à une altitude variante entre 3 m et 9 m. En établissant une relation entre ces sites, les espèces végétales et la position topographique, il ressort que, au sommet (haut de versant), l'altitude varie de 9 à 8 m. L'on rencontre quatre placettes dont deux placettes des zones rudérales avec une jeune invasion de *Chromolaena odorata*, une placette des zones rudérales sans *Chromolaena* et une placette de forêt. Il a été recensé au sommet 49 espèces végétales soit 33,33 p.c. de toutes les espèces inventoriées. Les sols observés ont une texture sableuse, une faible matière organique (17,07 g/kg) et CEC (1,42-2,74 meq/100 g), le sol est poreux, l'eau et les éléments minéraux s'infiltrent rapidement. L'on a noté également la présence d'une charge grossière (graviers, cailloux ou blocs) et un faible recouvrement de *C. odorata* (5 à 15 p.c.) (Tableau 1).

À mi-versant, l'altitude est de 6 m. L'on rencontre sept placettes dont six placettes de forêts et une, des zones rudérales avec une ancienne invasion de *C. odorata*. Il a été recensé à mi-versant 59 espèces végétales soit 40,14 p.c. de toutes les espèces inventoriées. Les sols rencontrés ont une texture sablo-argileuse, une faible CEC (1,88-2,74 meq/100 g), un sol très poreux dans lequel l'eau et les éléments minéraux s'infiltrent rapidement. Il a été noté la présence de charge grossière

(graviers, cailloux ou blocs). La matière organique est très élevée (24,59 g/kg) mais le recouvrement de *C. odorata* est moyen (50 p.c.) (Tableau 1).

Au bas de pente, l'altitude varie de 3 à 4 m. L'on rencontre 25 placettes dont sept placettes des zones rudérales avec une jeune invasion de *C. odorata*, huit placettes respectivement des zones rudérales avec une ancienne invasion de *C. odorata*, des zones rudérales sans invasion et deux placettes des forêts. L'on a recensé au bas de pente 114 espèces végétales soit 77, 55 p.c. de toutes les espèces inventoriées. Les sols observés ont une texture sableuse, une teneur en matière organique (18,33 g/kg) et en CEC (1,02-7,84) plus élevées. Le sol est poreux, l'eau et les éléments minéraux s'infiltrent rapidement. L'on enregistre la présence d'une charge grossière (graviers, cailloux ou blocs) et un recouvrement très élevé de *C. odorata* (80 p.c.) (Tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques des profils de sol du Parc National du Banco en fonction de la position topographique des sites inventoriés (profondeur de sol: 0-20 cm)

Position topographique	Sites inventoriés	Texture	Matière organique (g/kg)	Moy	CEC (meq/100 g)	Moy	Éléments grossiers (p.c)	Porosité	Drainage	Espèces végétales	Moy	Recouvrement de <i>Chromolaena odorata</i> (%)
Sommet (9 à 8 m)	CJ1E	Sableuse	20,64	17,07	1,42	1,42-2,74	< 10	Poreux	1,6	20	49	5
	CJ2E	Sableuse	9,12		1,42		< 10	Poreux	1,6	17		15
	Ru3E	Sableuse	16,17		1,48		< 10	Poreux	1,6	17		-
	For1N	Sablo-argileuse	22,36		2,74		< 10	Poreux	1,6	14		-
Mi-versant (6 m)	CV3E	Sableuse	21,33	24,59	2,3	1,88-2,74	< 10	Très poreux	1,6	12	59	50
	For1E	Sablo-argileuse	24,08		1,88		< 10	Très poreux	1,4	8		-
	For2E	Sablo-argileuse	28,55		1,88		< 10	Très poreux	1,4	18		-
	For3E	Sablo-argileuse	19,95		1,88		< 10	Très poreux	1,4	13		-
	For2A	Sablo-argileuse	24,08		2,36		< 10	Très poreux	1,4	12		-
	For3A	Sablo-argileuse	23,74		2,36		< 10	Très poreux	1,4	20		-
Bas de pente (3 à 4m)	For3N	Sablo-argileuse	30,44	18,33	2,74	1,02-7,84	< 10	Très poreux	1,4	13	114	-
	CJ1A	Sableuse	20,64		2,2		< 15	Poreux	1,2	14		30
	CJ1N	Sableuse	20,12		3,76		< 15	Poreux	1,2	15		15
	CJ2A	Sableuse	18,06		2,2		< 15	Poreux	1,2	13		40
	CJ2N	Sableuse	15,82		3,76		< 15	Poreux	1,2	12		30
	CJ3A	Sableuse	17,2		2,2		< 15	Poreux	1,2	13		25
	CJ3E	Sableuse	9,29		1,42		< 15	Poreux	1,2	21		5
	CJ3N	Sableuse	13,93		3,76		< 15	Poreux	1,2	15		5
	CV1A	Sableuse	16,84		1,02		< 15	Très poreux	1,6	9		80
	CV1E	Sableuse	22,02		2,3		< 15	Très poreux	1,6	9		80
	CV1N	Sableuse	55,04		7,84		< 15	Très poreux	1,6	11		80
	CV2A	Sableuse	14,45		1,02		< 15	Très poreux	1,6	17		75
	CV2E	Sableuse	21,84		2,3		< 15	Très poreux	1,6	12		75
	CV2N	Sableuse	14,10		7,84		< 15	Très poreux	1,6	10		75
	CV3A	Sableuse	11,01		1,02		< 15	Très poreux	1,6	15		80
	CV3N	Sableuse	15,48		7,84		< 15	Très poreux	1,6	6		70
	Ru1A	Sableuse	13,76		1,64		< 15	Poreux	1,6	13		-
	Ru1E	Sableuse	14,62		1,48		< 15	Poreux	1,6	14		-
	Ru1N	Sableuse	12,56		2,28		< 15	Poreux	1,6	11		-
	Ru2A	Sableuse	13,24		1,64		< 15	Poreux	1,6	10		-
Ru2E	Sableuse	15,65	1,48	< 15	Poreux	1,6	14	-				
Ru2N	Sableuse	18,58	2,28	< 15	Poreux	1,6	16	-				
Ru3A	Sableuse	14,28	1,64	< 15	Poreux	1,6	11	-				
Ru3N	Sableuse	15,82	2,28	< 15	Poreux	1,6	15	-				
Bas de pente suite	For1A	Sablo-argileuse	29,24	18,33	2,36	1,02-7,84	< 15	Poreux	1,6	11	114	-
	For2N	Sablo-argileuse	24,60		2,74		< 15	Poreux	1,6	13		-

Légende: Ru: Rudérales; CJ: *Chromolaena* jeunes; Moy: moyenne; CV: *Chromolaena* vieux; For: Forêt; A: Site Anonkoi; E: Site Écotourisme; N: Site N'Dotré; 1, 2, 3: Numérotation des placettes des biotopes à l'intérieur de chaque site. Exemple: Ru1A: placette 1 du biotope rudérale du site Anonkoi; Ru1E: placette 1 du biotope rudérale du site Écotourisme; CJ3A: placette 3 du biotope rudérale avec *Chromolaena* jeune du site Anonkoi.

4 DISCUSSION

Les paysages morpho-pédologiques sont des unités synthétiques qui intègrent les facteurs de modelé et de sol. Ils traduisent le fait que certains reliefs (interfluves) présentent une organisation générale semblable [27]; [28]. Plusieurs critères

permettent d'établir une relation entre le paysage et le sol existant. Ces critères sont: la présence de cuirasse au sommet de l'interfluve, l'affleurement de roche au sommet et/ou sur les versants de l'interfluve, la forme du sommet de l'interfluve (convexe ou plan convexe) et l'allure des versants [24]. Les paysages morpho-pédologiques constituent une représentation synthétique du relief, de la géomorphologie et du sol. En effet, selon [27], chaque type de paysage est caractérisé par une toposéquence spécifique. C'est cette notion qui constitue la base de la morpho-pédologie. On distingue: les paysages à sommet cuirassé, les paysages à sommet convexe à plan convexe, les paysages d'inselberg, les paysages à tendance demi orange et les paysages de bas-fond et de plaine. Ces paysages peuvent avoir des variances selon le niveau d'évolution comme le démantèlement de la cuirasse, l'occurrence des affleurements rocheux, l'acidité des roches pour les terres exondées [27]. L'analyse des résultats de la description morpho-pédologique a montré que les horizons du sol du Parc National du Banco varient de humifères dans les horizons 0-38 cm, à peu humifères et apparemment humifères au-delà. La texture varie de sablo-limono-argileuse dans les horizons 0-17 cm, à sablo-argileuse, dans les horizons 17-50 cm, et à argilo-sableuse dans les horizons supérieurs. Sur les sites inventoriés, le sol est non battant. Cela peut s'expliquer par la texture sableuse et les faibles valeurs de limon. En effet, selon [29], les sols riches en limon sont sensibles à la battance. Ces sols sont fragiles, faciles à travailler car ne contenant que très peu d'argile et de sable. Les résultats de la présente étude ont montré qu'au sommet, on trouve très peu d'espèces végétales (33,33 p.c.). À mi-versant, on observe un nombre un peu plus élevé d'espèces végétales (40,14 p.c.). Toutefois, au bas de pente, on rencontre un nombre très élevé d'espèces végétales (77, 55 p.c.). Ces résultats sont similaires à ceux de [30] qui ont prouvé que la diversité spécifique des plantes à fleurs de Moorea était plus élevée à des altitudes plus basses et faible dans les zones correspondant au plus haut sommet de l'île (le mont Tohiea). En effet, la température et l'altitude sont des facteurs qui influencent la répartition de la flore. Ces deux facteurs sont liés entre eux puisque l'un varie en fonction de l'autre. Plus on s'élève en altitude, plus la température est basse et moins il y a d'oxygène [31]. Ceci explique en partie la différence de végétation entre les versants. Les résultats ont aussi montré qu'au sommet, les biotopes rencontrés sont des biotopes avec invasion jeune de *C. odorata* et des biotopes sans invasion de *C. odorata*. Il ressort que, *C. odorata* se développe difficilement dans ces milieux et n'arrive pas à proliférer (recouvrement de 5 à 15 p.c.). À mi-versant, les biotopes sont majoritairement des forêts. Toutefois, on y rencontre un biotope des zones rudérales avec une ancienne invasion de *C. odorata* de un à trois ans. *C. odorata* arrive à se développer à mi-versant et atteindre un recouvrement moyen (50 p.c.). Au bas de pente, se retrouvent tous les biotopes inventoriés dans cette étude. *C. odorata* se développe et prolifère très rapidement dans ces milieux jusqu'à devenir très invasive. Cela pourrait s'expliquer par l'ensoleillement. L'ensoleillement est le premier facteur qui influence la répartition de la végétation en montagne. En effet les étages de végétation sont grandement conditionnés par la durée de la période d'ensoleillement pendant laquelle les plantes peuvent grandir et se reproduire [32]. Ainsi, en analysant les versants, on peut dire qu'au bas de pente, le couvert végétal laisse pénétrer le rayonnement solaire; ce qui est favorable au plein développement de *C. odorata* et également à de nombreuses espèces herbacées. En effet, selon [33], *C. odorata* est fortement dépendant de la disponibilité de la lumière pour sa croissance. De plus, les résultats ont montré qu'il y a un bon drainage au bas de pente. *C. odorata* semble préférer les milieux bien drainés. Les exigences pluviométriques annuelles de l'espèce sont comprises entre 1000 et 2500 mm [34]. L'analyse des résultats de la matière organique et de la CEC en fonction des versants et des sites inventoriés a montré qu'au sommet, la matière organique et la CEC sont faibles. À mi-versant, la teneur en matière organique est très élevée tandis que la CEC est faible. Au bas de pente, la teneur en matière organique est élevée et la CEC est normale. Cela pourrait s'expliquer par la faible présence ou l'abondance de la litière entre les versants. La chute des litières est une phase importante dans le cycle biogéochimique des éléments nutritifs qui assurent la productivité des écosystèmes naturels et cultivés. La connaissance des quantités d'éléments minéraux libérés et de la vitesse de recyclage de ceux-ci permet de faire un bilan de leur utilisation par les plantes et d'en déterminer les excès ou les carences dans un écosystème donné [35]. Ainsi, il y a très peu de litières au sommet et une abondance de litières à mi-versant et au bas de pente. L'abondance de litières à mi-versant et au bas de pente est liée respectivement à la présence des forêts et à l'invasion de *C. odorata*. En effet, [35] ont montré que la production de litières en zone forestière est très élevée. [36] ont démontré aussi que *C. odorata* a le potentiel de produire de grandes quantités de biomasse qui sont riches en nutriments minéraux du sol et qui constitue donc un indice de fertilité du milieu. Selon [37], la CEC d'un sol est la quantité maximale de cations que ce sol peut retenir. La faible teneur en CEC observée au sommet et à mi-versant indique une faible rétention d'ions dans ces sols tandis que la teneur plus élevée en CEC observée au bas de pente indique qu'une quantité plus élevée de cations peut-être retenue dans ces sols. La teneur élevée de CEC observée au bas de pente est due à l'invasion de *C. odorata*. Les travaux de [38] ont aussi montré une teneur en CEC plus élevée dans les milieux envahis par *C. odorata*.

5 CONCLUSION

Au terme de cette étude, l'on peut conclure les sols du PNB appartiennent à la classe des sols ferrallitiques ou Ferralsols. Au niveau de la toposéquence du PNB, l'on rencontre au sommet les Plinthosol, à mi-versant les Stagnosol (plinthic stagnosol) et au bas de pente les sols colluvionnaire hydromorphe à speudogley (glycic colluviosol). En outre, l'on peut retenir que les sommets ne sont pas des milieux préférentiels de croissance de *C. odorata*. L'espèce s'adapte difficilement à ce type de milieu.

Les mi-versants sont des milieux où l'on peut observer la croissance de *C. odorata*. L'espèce arrive à s'adapter à ce type de milieu. Enfin, les bas de pente sont des milieux préférentiels de croissance et de prolifération de *C. odorata*. L'espèce s'y développe facilement, prolifère et devient même invasive.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée par la Fondation International pour la Science (IFS) à travers le Prix Carolina Mac Gillavry à Dr MarieSolange TIÉBRÉ (numéro de subvention individuelle J/5728-1) et à travers le Projet IFS N°11_D_6075-1 de Mademoiselle GOULI Gnanazan Zinsi Roseline. Nous tenons à remercier le Laboratoire d'Écologie et du Sol de l'Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech en Belgique, pour l'aide aux analyses de sols et de plantes. Nos remerciements vont également à l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR) pour l'autorisation de mener cette étude dans le Parc National du Banco.

REFERENCES

- [1] G. Ali-Amara, L'herbe, du Laos: *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King et H. Robinson (Asteraceae) en République Centrafricaine. Essais de lutte avec des herbicides. Thèse de Doctorat d'état, faculté de médecine et de pharmacie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 114 p, 1992.
- [2] H. De Foresta, *Chromolaena odorata* and disturbance of natural succession after shifting cultivation: an example from Mayombe, Congo, Central Africa. In: R. Munniappan and P. Ferrar (Eds.). Ecology and Management of *Chromolaena odorata*. Biotrop (Bogor) Special Publication, 44: 23-41, 1991.
- [3] T.I. Borokini and F.D. Babalola, « Management of invasive plant species in Nigeria through economic exploitation: lessons from other countries ». *Management of Biological Invasions*, 3 (1): 45-55, 2012.
- [4] R. T. Shackleton, A. B. R. Witt, W. Nunda and D.M. Richardson, « *Chromolaena odorata* (Siam Weed) in Eastern Africa: Distribution and Socio-Ecological Impacts ». *Biological Invasions*, 14, 2016.
- [5] G. Achoundong, J. YoutaHappi, J. Bonvallot and B. Guillet, Formation et évolution des recrûs en savane. In: Dynamique des Ecosystèmes Forestiers Intertropicaux. Ed Orstom-CNRS: Paris, 115-119, 2000.
- [6] B. Ngotta-Biyon, Origine et propagation de *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King and H. Robinson (Asteraceae) entre Meiganga et Mbaï-mboum dans le nord Cameroun. Mémoire de Maîtrise de l'Université de Douala, 50p, 2010.
- [7] A.K. Anning and K. Yeboah-Gyan, Diversity and distribution of invasive Weeds in Ashanti Region, Ghana. *African Journal of Ecology*, 45 (3): 355-360, 2007.
- [8] L. Gautier, Taxonomy and distribution of a tropical weed: *Chromolaena odorata* (L.) R. King and Robinson. *Candollea*, 47: 645-662, 1992.
- [9] K. N'Guessan, F.H. Tra Bi and M. W. Koné, Étude ethnopharmacologique de plantes antipaludiques utilisées en médecine traditionnelle chez les Abbey et Krobou d'Agboville (Côte d'Ivoire). *Ethnopharmacologia*, 44: 42-50, 2009.
- [10] K. Béné, D. Camara, N. B. Y. Fofie, Y. Kanga, A. B. Yapi, Y. C. Yapo, S. A. Ambe and G. N. Zirih, Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le Département de Transua, District du Zanzan (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 27 (2): 4230-4250, 2016.
- [11] T. Tié Bi, Contribution à l'étude de la capacité de fourniture en azote des sols sous climat tropical humide (Côte d'Ivoire): Application à l'entretien de la productivité des terres de culture. Thèse de Doctorat d'Etat Es-Sciences, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 179 p + annexes, 1995.
- [12] A. W. Koné, E. F. Edoukou, J. T. Gonnety, A. N. A. N'Dri, L. F. E. Assémien, P. K. T. Angui and J. E. Tondoh, Can the shrub *Chromolaena odorata* (Asteraceae) be considered as improving soil biology and plant nutrient availability? *Agroforestry Systems*, 85: 233-245, 2012.
- [13] E. F. Edoukou, A. W. Koné and J. E. Tondoh, Les jachères à base de *Chromolaena odorata* (Asteraceae) et de légumineuses ont-elles les mêmes potentialités agronomiques ? *Étude et Gestion des Sols*, 20 (2): 9-106, 2013.
- [14] K. H. Kouassi, K. N'Guessan, G. M. Gnahoua and D. Traore, 2008. Dynamique de *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob. et évolution de la richesse floristique au cours de la reconstitution de la flore postculturale en zone de forêt semi-décidue de Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 20 (3): 257-265.
- [15] M. S. Tiébré and Z. R. Gouli Gnanazan, Impact of *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob. (Asteraceae) on the floristic composition and the physico-chemical properties of the soil of a coastal relict forest. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24 (2): 773-788, 2018.
- [16] M. C. Peel, B. L. Finlayson and T. A. McMahon, Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11 (5): 1633-1644, 2007.

- [17] F.A.O., World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication. World soil resources reports 103, 145 p, 2006.
- [18] F. Lauginie, P. Poilecot, F. Akindes, V. Béligné and K. Bonfou, Propositions pour l'avenir des parcs nationaux et réserves naturelles de Côte d'Ivoire. DDC/MINAGRA/WWF, Abidjan, 86 p, 1996.
- [19] A. Yao-Kouamé, Etude des sols brunifiés dérivés des matériaux volcanosédimentaires de Toumodi en moyenne Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Etat Es Sciences naturelles, Université de Cocody/UFR STRM, Côte d'Ivoire, 210 p, 2008.
- [20] N. Gilles and A. Richard, Essai d'association d'unités de paysages sur photographies aériennes. TER, Mémoire de Maîtrise, Institut de Géographie, Université d'Aix Marseille, Aix-en-provence, 181 p, 1976.
- [21] D. Tessier, Le sol, lieu d'échange et de transferts. Conséquences de leur distribution par l'homme: un exemple français. *Revue des Sciences de l'eau*, 15: 9-26, 2002.
- [22] ORSTOM, Glossaire de Pédologie. Description des horizons en vue du traitement informatique. Initiat. Docum. Techn. n° 13. ORSTOM-Paris, 82 p, 1969.
- [23] R. Maignien, Manuel pour la description des sols sur le terrain. ORSTOM, Paris, 1 vol., 112 p, 1980.
- [24] R. Boulet, A. Chauvel, F. X. Humbel and Y. Lucas, Analyse structurale et cartographie en pédologie. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologie: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. *Cahier ORSTOM, Série Pédologie*, 19 (4): 309-321, 1982.
- [25] D. Baize and B. Jabiol, Guide pour la description des sols-INRA éditions, 375 p, 1995.
- [26] Z. R. Gouli Gnanazan and M. S. Tiébré, Identification of indicator plant species of the invaded ecosystems: case of *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (Asteraceae) in the Banco National Park (Côte d'Ivoire). *REB-PASRES* 3 (2): 57-71, 2018.
- [27] V. Eschenbrenner and L. Badarello, Etude pédologique de la région d'Odienné (Côte d'Ivoire). Carte des paysages morpho-pédologiques. Notice d'explication N°74. ORSTOM. Paris, 123 p, 1978.
- [28] R. Poss, Etude morphopédologique de la région de Katiola (Côte d'Ivoire). ORSTOM, Paris. Note explicative N° 94, 142 p, 1982.
- [29] M. Annabi, Stabilisation de la structure d'un sol limoneux par des apports de composts d'origine urbaine: relation avec les caractéristiques de leur matière organique. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique de Paris-Grignon, France, 281 p, 2005.
- [30] J. Y. Meyer, M. Tererotua and R. Tapaturai, Diversité et répartition altitudinale des plantes à fleurs indigènes et endémiques sur l'île de Moorea (archipel de la Société). Délégation à la Recherche de la Polynésie française, B.P. 20981 Papeete, Tahiti, 1-8 p, 2013.
- [31] M. Délèze M., 2011. - Température moyenne de l'atmosphère en fonction de l'altitude selon le modèle du nivellement barométrique. https://www.deleze.name/.../pression-altitude/temperature_atm.pdf, 1-3 p, 2011.
- [32] A. Hufty, Introduction à la climatologie: le rayonnement et la température, l'atmosphère, l'eau, le climat et l'activité humaine. Presses Université Laval, 542 p, 2001.
- [33] G. Molard, T. Le Bourgeois, R. Camou and P. Ehret, 2003. - Plante à caractère envahissant: *Chromolaena odorata* (L.), R.M.King & H. Rob. Analyse du Risque Phytosanitaire (ARP) Réunion document Référence: W-15, 45 p, 2003.
- [34] J. Mouloungou and J. C. Sigrist, *Chromolaena odorata*, rapport de stage, CNEARC, France, 30 p, 1993.
- [35] G. M. Gnahoua, R. Oliver, K. A. N'Guessan and P. Balle, Production et retombées minérales des litières chez quatre espèces de légumineuses arborées, utilisées en amélioration de jachères, en zone forestière de Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 72: 5800-5809, 2013.
- [36] M. Nawaz and G. Sansamma, *Eupatorium* [*Chromolaena odorata* (L.) King and Robinson] biomass as a source of organic manure in okra cultivation. *Journal of Tropical Agriculture*, 42 (1-2): 33-34, 2004.
- [37] P. H. Delville, L. Boucher and L. Vidal, Les bas-fonds en Afrique tropical humide: stratégie paysannes, contraintes agronomiques et aménagements. CIRAD, 19 p, 1996.
- [38] B. Aboh, Phytosociologie, écologie, potentialités et aménagement des pâturages naturels envahis par *Chromolaena odorata* et *Hyptis suaveolens* en Zone Soudano-guinéenne (Bénin). Thèse de Doctorat Unique, Chaire UNESCO de Sciences, Technologie et Environnement, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 227 p, 2008.

Petro-structural characterization of geological rocks in the Soubré sector (Sassandra-Cavally domain, Southwestern Côte d'Ivoire)

Augustin Yao Koffi, Martial Pohn Koffi Adingra, Raoul Koffi Teha, Jean-Louis Nabi, Mohamed Pégnalogo Ouattara, Ephrem Marc Allialy, and Alain Nicaise Kouamelan

Laboratory of Geology, Mineral and Energy Resources (LGRME), Training and research Unit and Earth Science and Mineral Resources, Félix Houphouët Boigny University, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 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 Sassandra-Cavally (SASCA) domain (SW Côte d'Ivoire) marks the transition between the Archean Kenema-Man craton and the Paleoproterozoic Baoulé-Mossi domain. The methodology applied to study the rocks of the Soubré area considers both field and laboratory work. The Soubré area of the SASCA domain is characterized by migmatitic gneisses, metagranites and garnet micaschists. Migmatitic gneisses are composed of quartz, feldspar, biotite, chlorite, muscovite and opaque minerals, with occasional amphibole rods. Metgranites, on the other hand, are composed of quartz, feldspars such as plagioclase and microcline, biotite, accessory minerals and opaque minerals. Garnet-bearing micaschists are composed of quartz, biotite, muscovite, garnet, plagioclase with accessory and opaque minerals. Structural observations in the Soubré area reveal a first foliation (S1) trending NW-SE, dipping between 40° and 85° towards SW and associated with a N080-trending shear with a sinistral component, as well as folds whose axial planes are parallel to S1. This first foliation is intersected by a second (S2) trending NE-SW with dips of 60-85° either towards NW or SE. The S2 foliation is associated with a N166 shear with a sinistral component and folds whose axial planes are parallel to S2. All these structural observations in the Soubré sector would be compatible with the structures observed in the SASCA domain on the coast from Grand-Béréby to Tabou.

KEYWORDS: Petrography, analysis structural, Sassandra-Cavally domain, Soubré.

1 INTRODUCTION

The Sassandra-Cavally (SASCA) domain (named according to the two rivers that run across the area) represents a contact zone between the Archean and Paleoproterozoic domains of the West African Craton in the South-west Côte d'Ivoire [1–4]. This domain is mainly built of migmatitic grey gneisses commonly intercalated with amphibolites and metasediments, also locally migmatitic. In the southern most part (region of Tabou), diopside- and hypersthene-bearing metabasic granulitic gneisses predominate [5]. These lithological units are intruded by granites, granodiorites, syenites, as well as associated aplites and pegmatites [6], and crosscut by large ductile structures such as the Greenville-Ferkessedougou-Bobo-Dioulasso shear zone [7,8].

Recent work by Koffi et al. (2023) [9] from Grand-Béréby to Sassandra mentions three main deformation phases (D1-D3) in the SASCA domain. The first phase, D1, is characterized by NW-SE-trending, subvertically dipping S1 penetrative foliations with the presence of tight isoclinal folds whose axial planes are parallel to this foliation. D1 is interpreted as a NE-SW shortening. Phase D2 features subvertically dipping, NNE-SSW-trending S2 metamorphic foliations with tight to open folds whose axial planes are parallel to S2, as well as sinistral ductile shear zones. The L2 lineation is parallel to the fold axes and dips between 30° and 80° towards NNE. D2 is interpreted as a continuous NNW-SSE shortening as part of a transpressive regime. Finally, phase D3 is expressed by a penetrative S3 E-W schistosity associated with E-W-trending dextral shear zones suggesting WNW-ESE shortening. Structural and microstructural studies carried out in the Gbowé sector of Grand-Béréby define D1 and D2 phases marked by NE-SW and NW-SE flattening respectively, followed by a D3 phase characteristic of brittle deformation [10]. Field observations from Grand-Béréby to Sassandra conclude that the tectonic evolution of the SASCA domain is marked by a

model in which crustal thickening is achieved by crustal-scale folding, followed by lateral flow of thickened, partially melted crust accommodated by transcurrent regional shear zones [9]. Do these field observations in other areas of the SASCA domain support such a conclusion or not? Hence the pre-structural study of the Soubré area formations.

This study is intended to contribute to a better understanding of the petrography and structural features of the Soubré sector, and more specifically to a better contribution to the tectonic evolution of the Sassandra-Cavally domain.

2 GEOLOGICAL SETTING

Côte d'Ivoire belongs to the West African Craton and more specifically to the Leo-Man Shield [11]. In the Leo-Man Shield, the Archean domain is called Kenema-Man while the Paleoproterozoic domain to the east is known as the Baoule-Mossi domain [11]. The Archean Kenema-Man domain consists of two main complexes: a basal complex consisting of migmatites and granulitic gneisses unconformably overlain by a sequence of supracrustal rocks deformed and metamorphosed at 2800 ± 20 Ma [1,12–15]. The basal complex is intruded by various plutonic rocks including granite, granodiorite, charnockite, as well as basic and ultrabasic rocks dated around 2.8 Ga [2,13,15,16].

Deformation in the West African Craton, more precisely in the Baoule-Mossi domain, is characterized by horizontal shortening leading to crustal thickening, followed by transcurrent tectonics forming regional shear zones [8,17–29]. This reflects a complex polycyclic structural evolution in the West African Craton [8,24,26,28–30].

This polycyclic structural evolution can be observed across several regions of the West African Craton: in western Burkina Faso, three tectonic events (D1-D3) characterized respectively by compression, shearing as well as thrust faults have been identified [8]; in northern Ghana, the work of Block et al. (2016) [28] indicates seven deformation phases (D1-D7) characterized by compression with an extensional phase that generate shear zones; in southern Ghana in the Paleoproterozoic Sefwi greenstone belt, McFarlane, (2018) [29] highlights several deformations (D1-D5) including a D2 phase that is globally transtensional with sinistral play leading to rock exhumation; Caby et al. (2000) [31] observe a juxtaposition of three domains in the Paleoproterozoic formations of the Odienné region in Côte d'Ivoire, which is due to essentially sinistral horizontal downward movements along a shear zone; finally, recent work carried out from Grand-Béréby to Sassandra in Côte d'Ivoire mentions three main deformation phases (D1-D3) [9]. However, the work of Vidal et al. (1996) [32] and Pouclet et al. (1996) [33] suggests peri-Plutonic deformation with "archaic" mechanisms marked by intrusions, collages and lateral displacement of crustal blocks. Later, sagduction-type vertical tectonics followed by horizontal tectonics in "warm and soft" Paleoproterozoic lithospheric conditions were mentioned by Vidal et al. (2009) [25], Lompo (2010) [26].

Metamorphism is typically characterized by regional greenschist facies conditions [34–36], but locally reaches amphibolite facies or even granulite facies metamorphism [9,37,38]. LA-ICP-MS U-Pb dating of monazite from southwest Côte d'Ivoire in the SASCA domain reveals four metamorphic age groups: (1) ~2400-2600 Ma; (2) ~2037 Ma; (3) ~2000 Ma and (4) ~1978 to 1913 Ma documented for the first time in monazites from the West African Craton [9].

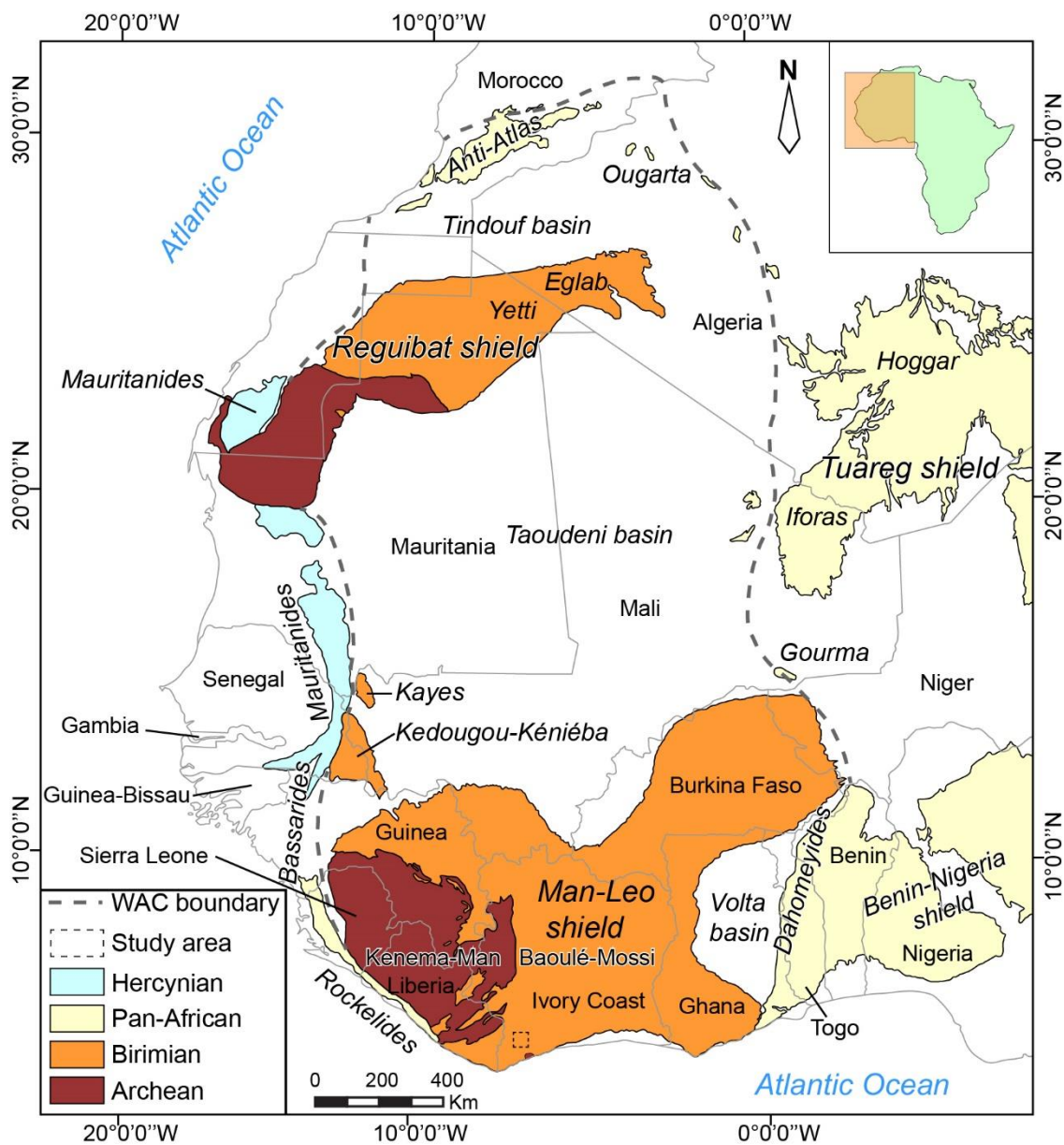


Fig. 1. Geological sketch map of the West African Craton (modified after the BRGM SIG Africa map and Ennih and Liégeois, 2008 [39]; Berger et al., 2013 [40]; Thiéblemont, 2016 [41]). The position of the present-day margins of the craton is constrained by geophysics [42].

3 METHODOLOGY

The methodology applied to study the rocks of the Soubré area takes into account both field and laboratory work. Methods have been developed for each of these stages.

3.1 MACROSCOPIC AND MICROSCOPIC PETROGRAPHY

Macroscopic petrography is based on the description of outcrops, i.e. identifying the different geological rocks in our study area. Rocks are differentiated by their color, texture and mineralogical composition. For this study, a number of tools were indispensable in the field: GPS (Global Positioning System), clinometer compass, magnifying glass, magnetic pen, geological hammer and camera.

For better understanding of the petrographic characteristics of the rocks in the Soubré sector, four (4) thin sections were produced and studied at the Laboratory of Geology, Mineral and Energy Resources (LGRME) of University Félix Houphouët-

Boigny, Côte d'Ivoire (Table 1). This petrographic study was carried out using a transmitted light optical microscope equipped with an image capture device linked to a computer. Microscopic observations were used to determine the mineralogical parageneses and the texture of the rocks.

3.2 STRUCTURAL ANALYSIS

Structural analysis and macroscopic field petrography were carried out simultaneously. This analysis consisted in identifying structural and geometric elements such as foliation, schistosity, folding, boudinage, shearing and lineation. These structural and geometric elements were then measured (direction, axial plane and fold axis, dip) using a compass. The planes were measured using the Dip/Dipdirection technique. The various measurements obtained were processed with Orient software to identify the main directions.

Table 1. Location in degree decimals (WGS 84 coordinate system) of the samples studied.

Sample	Latitude	Longitude	Lithology
SB4	5,43878	-6,65798	Migmatitic gneiss
SB6	5,43039	-6,56992	Migmatitic gneiss
SB8	5,59292	-6,67096	Migmatitic gneiss
SB9	5,59023	-6,67337	Migmatitic gneiss
SB11	5,57731	-6,68768	Migmatitic gneiss
SB17	5,3787	-6,53327	Metagranite
SB22	5,31023	-6,52361	Garnet-bearing micaschist
SB25	5,21123	-6,54576	Gneiss
SB29	5,24086	-6,59415	Metagranite
SB32	5,78275	-6,63631	Migmatitic gneiss

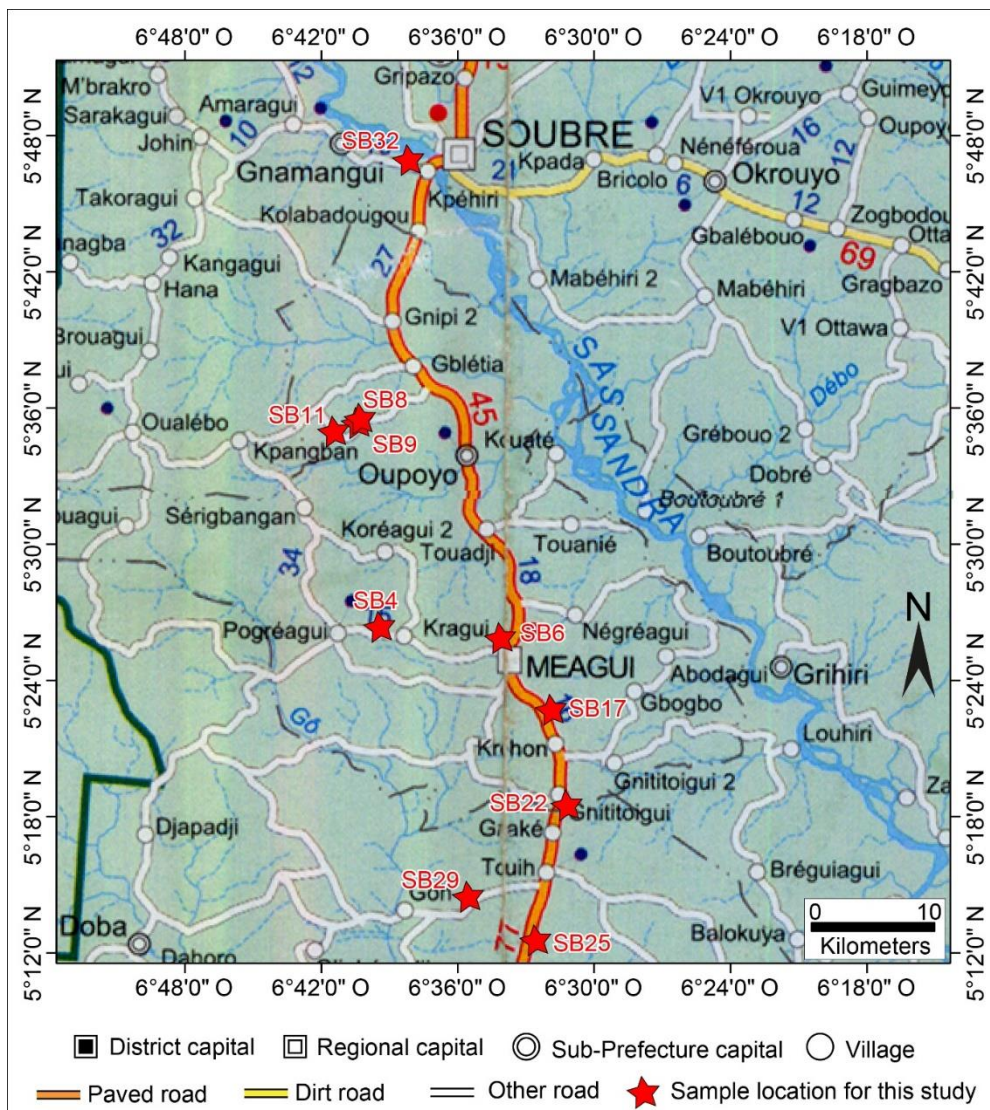


Fig. 2. Location map of the studied samples in red stars (taken from the CESIGsarl 2012 road map).

4 RESULTS

4.1 PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS

4.1.1 MIGMATITIC GNEISSES

At outcrop, migmatitic gneisses have a banded appearance with pegmatite intrusions of variable thickness. They are massive lithologies, generally light-gray in color, with a foliated structure. The light-colored parts (leucosomes) have a grainy structure and are composed of quartz and feldspars visible with a magnifying glass. The gray to dark levels are mainly highlighted by biotite flakes and a few rare feldspars and quartz (Fig. 3a and 3c).

Microscopically, migmatitic gneisses have a granoblastic to granolepidoblastic or granonematoblastic texture, with the presence of biotite, feldspar, quartz, amphibole (in some sections), chlorite, muscovite and opaque minerals. Biotite is abundant and elongated, in subeuhedral to euhedral flakes. Feldspars are generally plagioclase, often altered, with occasional microcline grains. Quartz grains in slides show a remarkable rolling extinction with a homogeneous texture, large grains arranged together sometimes forming triple joints often accompanied by polygonization and oriented in foliation while smaller grains are often found in contact with coarser grains. Amphiboles are generally hornblende in longitudinal section, although

some sections are basal with two 120° cleavages. Opaque minerals, generally ilmenite and some iron oxides, are xenomorphic and occur within certain minerals such as plagioclase and biotite (Fig. 3b and 3d).

4.1.2 METAGRANITE

The metagranite located not far from the village of Gnititoigui along the road to Méagui is very massive, pink to grayish in slab form and composed macroscopically of quartz, potassium feldspars and biotite with an oriented grainy texture. Grain size is variable (medium to coarse), with some quartz and biotite phenocrysts (Fig. 3e). Microscopically, the mineralogy consists mainly of quartz, feldspars such as plagioclase and microcline, biotite and accessory and opaque minerals. Quartz is highly variable in size and can also be stretched in the foliation, sometimes with triple points. It frequently appears as an inclusion in plagioclase and potassium feldspar. Biotite occurs as long, brown, elongated euhedral flakes, mostly in the foliation or often grouped together. Numerous pleochroic halos within biotites indicate the recurrent presence of radioactive minerals such as zircons. Feldspars sometimes show the beginnings of sericitization. Finally, the opaque minerals are generally ilmenite and magnetite (Fig. 3f).

4.1.3 GARNET-BEARING MICASCHIST

Micaschists outcrop to the south of the study area, but particularly after the town of Méagui on the way from Soubré. They are located between the village of Gnititoigui and Gnaké. This rock was observed in slab and dome form. Macroscopically, garnet micaschist is dark grayish in color, with medium to coarse grains (Fig. 3g). Micaschists are composed of quartz, biotite, muscovite, garnet, plagioclase and accessory opaque minerals. Biotite, rarely grouped in beds, is abundant and gives the rock a schistose structure. Garnet grains can be identified with the naked eye. Under the microscope, we observe a matrix of quartz beds and a few feldspars separated by rods of biotite and sometimes muscovite. Garnets in the form of globular blasts show clear contours with quartz grain inclusions clustered at the core (Fig. 3h).

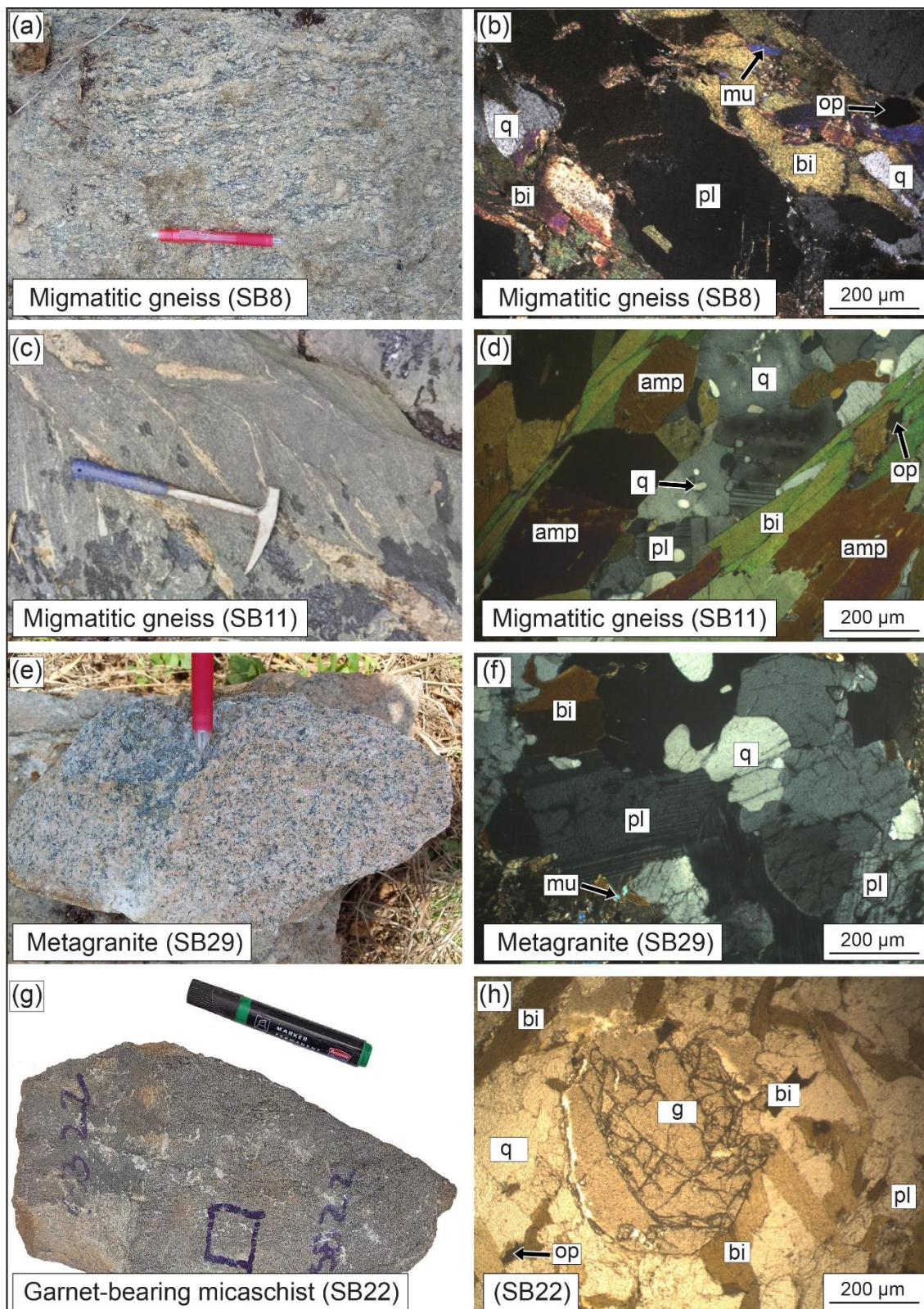


Fig. 3. Photographs (a, c, e and g) and microphotographs (b, d, f and h) showing the studied rocks of the Soubré region. Abbreviations: q = quartz; pl = plagioclase; bi = biotite; g = garnet; mu = muscovite; amp = amphibole, op = opaque mineral.

4.2 STRUCTURAL CHARACTERISTICS

4.2.1 STRUCTURES OBSERVED IN MIGMATITIC GNEISSES

The gneisses observed at the Soubré hydroelectric dam are rich in quartzo-feldspathic minerals with the presence of magnetite and a foliation dipping 60° towards N115 (Fig. 4a). On the outskirts of Soubré on the way to Méagui, a foliation marked by quartzo-feldspathic leucosome levels affects the migmatitic gneisses and is dipping 70° towards N330 parallel to the pegmatite veins. Folds with axial planes parallel to the foliation are sometimes observed, as are ptymatitic folds. These migmatitic gneisses are affected by N166 shears with a sinistral component (Fig. 4b).

At the Gnipi 2 quarry, migmatitic gneisses marked by alternating light and dark bands show enclaves of mafic rocks and pegmatite veins with the presence of a foliation dipping 60° towards N240, intersected by a second foliation dipping 80° towards N310. The appearance of the second foliation leads to the formation of open folds characterized by the folding of the leucosomes dipping 60° towards N240 foliation. The open folds have axial planes parallel dipping 80° to N310 direction. The enclaves of mafic rocks are sometimes asymmetrical with a N150° direction (Fig. 4c).

At Kragui, the migmatitic gneisses also show a foliation dipping 85° to N030, intersected by a second foliation dipping 85° to N110, with the presence of quartz veins parallel dipping 85° to N110 foliation. At Proréagui, migmatitic gneisses characterized by biotite beds and quartzo-feldspathic minerals, some of which are pink in color (orthose), show a 50° to 200° foliation. Shear planes with a sinistral component, in which pegmatite veins are emplaced, strike N080 (Fig. 4d).

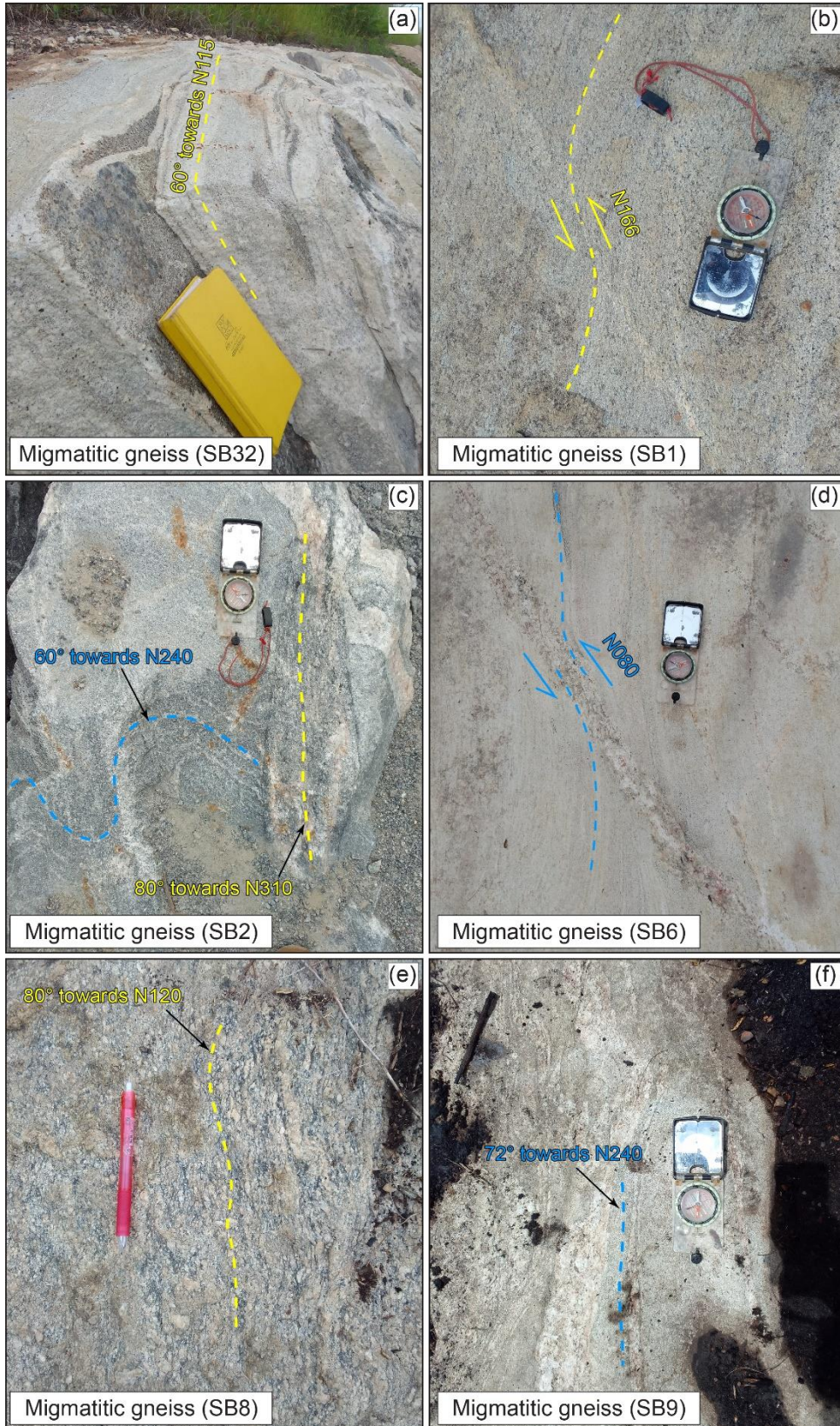
Different migmatitic gneisses have been observed on the road to Kpangban. Some migmatitic gneisses show feldspar crystals of variable size with a foliation dipping 80° towards N120 (Fig. 4e), while others show a well-marked foliation dipping 72° towards N240 (Fig. 4f) with the presence of intra-foliar folds. The gneisses observed in a stream bed are mylonitic in appearance and show a shear corridor with a sinistral component dipping 60° towards N160. Boudinized and sheared pegmatite veins are observed in this shear corridor (Fig. 4g). The gneisses on the road to the village of Gnity Cailloux show dipping 60° towards N160 foliation of folded quartz veins (Fig. 4h).

4.2.2 STRUCTURES OBSERVED IN METAGRANITE

Heading towards the village of Krohon on the Méagui-San Pédro axis, a metagranite with large feldspar crystals was observed with a N120 magmatic foliation. This metagranite is intruded by a pegmatite vein generally parallel to the magmatic foliation. On the road to the village of Goh, the metagranite is less rich in biotite, with a foliation dipping 84° towards N200 (Fig. 4i and 4j).

4.2.3 STRUCTURES OBSERVED IN GARNET-BEARING MICASCHIST

Just outside the village of Gnititoigui, we observe a garnet-bearing micaschist with occasional sheared quartz veins. In this micaschist, the schistosity dipping 44° towards N230 is taken up by a second schistosity oriented N050, creating a crenulation (Fig. 4k).



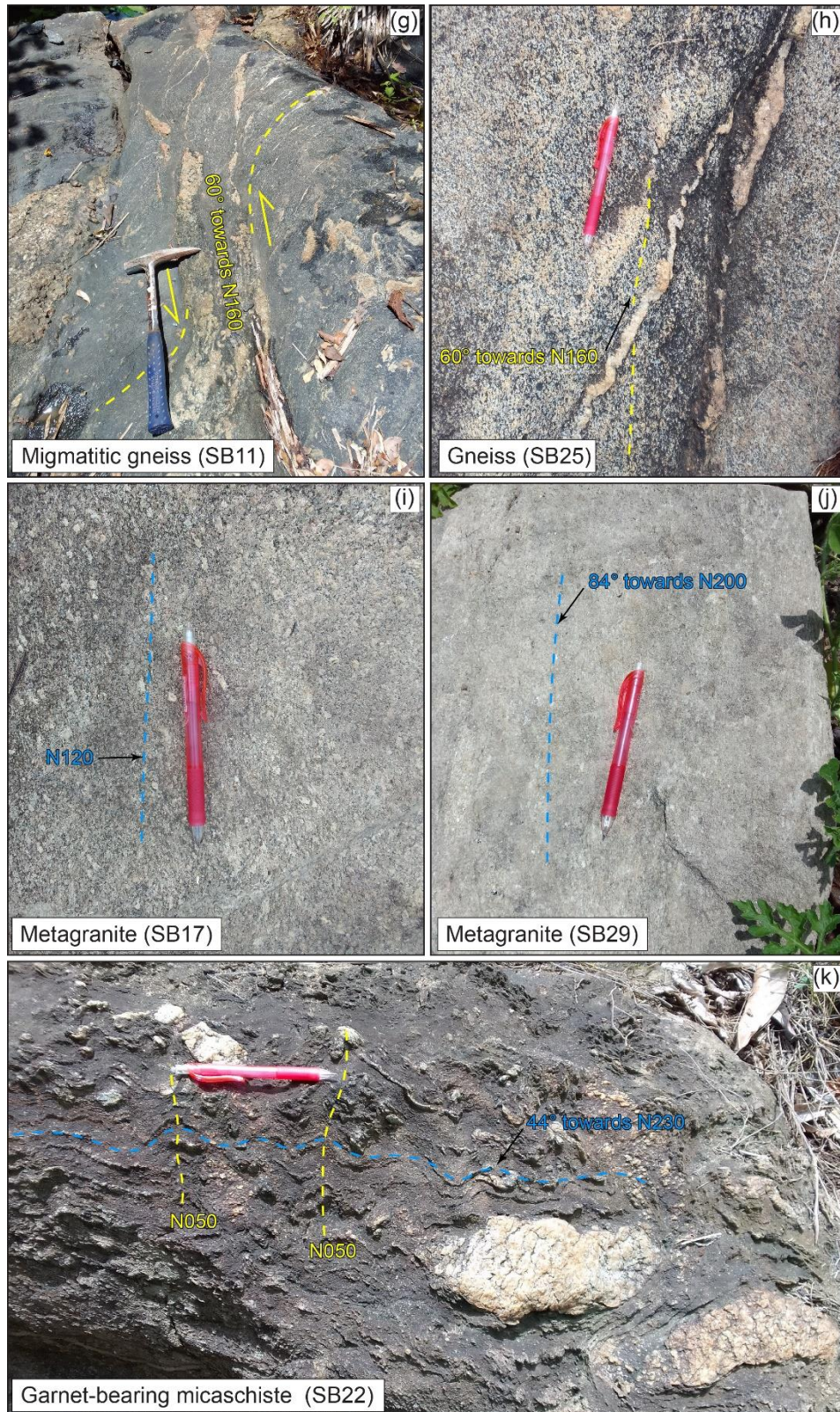


Fig. 4. Field photographs illustrating typical structural relationships (S_1 , S_2) in this study. (a), (e) and (h) S_2 in migmatitic gneiss (SB32 and SB8 respectively) and gneiss (SB25). (b), (d) and (g) Sinistral ductile shear zones in migmatitic gneiss (SB1, SB6 and SB11 respectively). (c) and (k) S_1 and S_2 in migmatitic gneiss (SB2) and garnet-bearing micaschist (SB22). (f) S_1 in migmatitic gneiss (SB9). (i) and (j) S_1 in metagranite (SB17) and (SB29).

5 DISCUSSION

The rocks studied in the Soubré area consist mainly of migmatitic gneiss, metagranite and garnet micaschist. Migmatitic gneisses with a banded appearance generally contain quartz, feldspar, biotite, chlorite, muscovite and opaque minerals, with occasional amphibole rods. The gneisses studied in this same Soubré and San Pedro area show a tonalitic composition with membership of a trondhjemitic lineage similar to that of the Archean TTGs [2,3]. Also, the grey migmatitic gneisses of San Pedro comprise quartz (40%), plagioclase (35%), greenish biotite (20%) and garnet (3%) [4,9]. The migmatitic character of gneisses in the SASCA domain has also been demonstrated for the Tabou, Monogaga and Balmer gneisses [3,4,10]. The mineralogical composition of the metagranite studied at Soubré is essentially quartz, feldspars such as plagioclase and microcline, biotite, accessory and opaque minerals. This mineralogical composition in the Soubré metagranite is identical to that of the Issia leucogranite, which is quartzofeldspathic with a predominance of microcline, muscovite and biotite [2]. The potassic granite intruding the migmatitic gray San Pedro gneiss is composed of quartz (35%), plagioclase (25%), K-feldspar (25%), biotite (10%) and muscovite (5%) [4]. The Okrouyo alkaline granite studied by Kouassi (2020) [43] has a mineralogical composition similar to that of the Soubré metagranite, being composed of quartz, plagioclase, microcline, biotite and sericite. The garnet-bearing micaschists of Soubré are composed of quartz, biotite, muscovite, garnet and plagioclase with accessory and opaque minerals. Work by Kouamelan et al (1997) [2] in the SASCA area shows garnet and staurotide aluminous micaschists alternating with garnet micaceous quartzites. In the Kounoukou area, the micaschists studied are composed of quartz, biotite, plagioclase, garnet, staurotide, ilmenite and tourmaline [4,9], while at Madié, the micaschists are composed of quartz, plagioclase, biotite, garnet, sillimanite, cordierite and rare staurotides, with accessory minerals such as tourmaline, ilmenite, zircon and monazite [9]. In the town of San Pedro, the micaschist studied consists of quartz, biotite, plagioclase, staurotide, andalusite, muscovite, chlorite and rare sillimanite [9]. According to Papon (1973) [6] a paragenesis composed of biotite-grenate-cordierite-sillimanite shows sufficient intensity of metamorphism to allow anatexis. Thus, the migmatitic gray gneiss of San Pedro records a granulite-facies metamorphic peak with a temperature slightly below ~8-9 kbar, 650-700°C, while the garnet-staurotide micaschist of Kounoukou shows a prograde evolution with a metamorphic peak at ~6.6 kbar, 620°C [9]. The P-T evolution of the Madié garnet-sillimanite-cordierite micaschist is dominated by decompression from ~620-650°C, 7-8 kbar to 620-690°C, 5-6 kbar [9] and San Pedro staurotide micaschist equilibrated at ~570°C, ~4 kbar [9].

Structurally, two types of foliation have been observed in the rocks studied in the Soubré area. The first foliation (S1) trends NW-SE, dipping between 40° and 85° towards SW. This first foliation is taken up by a second foliation (S2) trending NE-SW with dips of 60-85°, sometimes to the NW, sometimes to the SE (Fig. 5a and 5b). The deformation stress that generates the S1 foliation is thought to be responsible for setting up the N080 oriented shear with a sinistral component, as well as the folds whose axial planes are parallel to S1. The N166 shear with a sinistral component and the S2 foliation are the result of the same deformation stress, with the presence of folds whose axial planes are parallel to S2 (Fig. 5c and 5d). The work of Koffi et al. (2023) [9] from Grand-Béréby to Sassandra mentions a first NW-SE-trending subvertically dipping S1 foliation with isoclinal folds as well as a second NNE-SSW-trending subvertically dipping metamorphic S2 foliation with tight to open folds and senestial ductile shear zones. In the Gbowé to Grand-Béréby area, phase D1 is a NE-SW subvertical flattening marked by foliation N140° and the second phase D2 is progressive ductile deformation [10]. According to Bard and Lemoine (1976) [44], phase D1 would be characterized by the following structural elements: very tight isoclinal folds, a planar structure intersected by foliated pegmatites and a primary foliation that corresponds to a very strong tectonic transposition of S_n following a S_{n+1} schistosity.

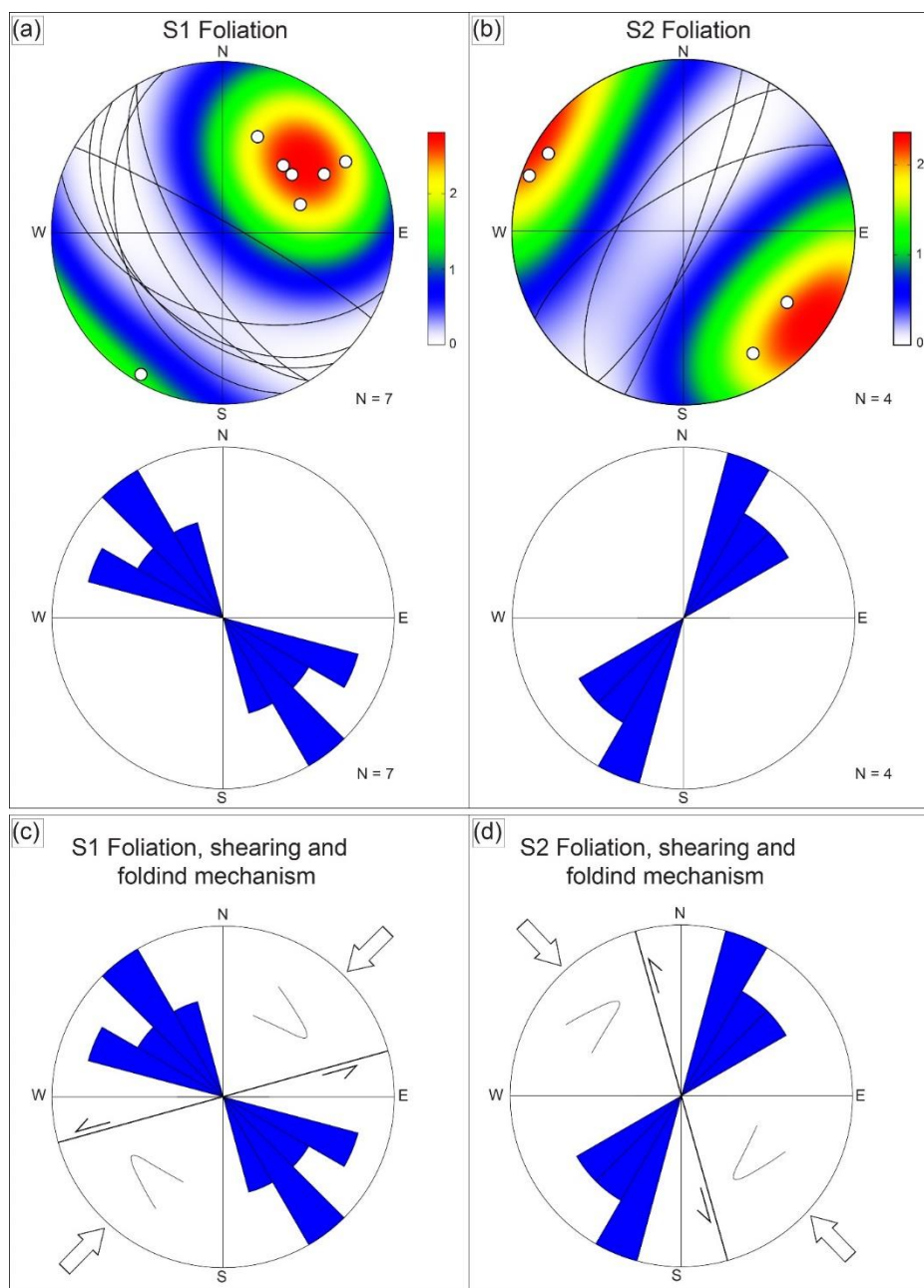


Fig. 5. Equal-area stereoplots of the lower hemisphere, showing S1 (a) and S2 (b) planar foliations and characteristic S1 (c) and S2 (d) stresses.

6 CONCLUSION

The rocks studied in the Soubré region from field and laboratory work are mainly migmatitic gneisses, metagranites and garnet micaschists, all intersected by pegmatites and dolerites. Migmatitic gneisses are generally banded and contain quartz, feldspar, biotite, chlorite, muscovite and opaque minerals, with occasional amphibole rods. The very massive pink to grayish metagranites consist mainly of quartz, feldspars such as plagioclase and microcline, biotite, accessory and opaque minerals. Garnet micaschists are dark grayish in color, medium to coarse-grained and composed of quartz, biotite, muscovite, garnet, plagioclase with accessory and opaque minerals. Two types of foliation have been observed in the rocks studied in the Soubré area. The first foliation (S1) trends NW-SE, dipping between 40° and 85° to the SW. This first foliation is taken up by a second foliation (S2) trending NE-SW with dips of 60-85°, sometimes to the NW, sometimes to the SE. The deformation stress that generates the S1 foliation is thought to be responsible for setting up the N080 oriented shear with a sinistral component, as

well as the folds whose axial planes are parallel to S1. The N166 shear with a sinistral component and the S2 foliation are the result of the same deformation stress, with the presence of folds whose axial planes are parallel to S2. All these structural observations in the Soubré sector would be compatible with the structures observed in the SASCA domain on the coast from Grand-Béréby to Tabou.

REFERENCES

- [1] Kouamelan, A.-N., 1996. Géochronologie et Géochimie des Formations Archéennes et Protérozoïques de la Dorsale de Man en Côte d'Ivoire. Implications pour la Transition Archéen-Protérozoïque. phdthesis, Université Rennes 1.
- [2] Kouamelan, A.N.; Delor, C.; Peucat, J.-J., 1997. Geochronological Evidence for Reworking of Archean Terrains during the Early Proterozoic (2.1 Ga) in the Western Côte d'Ivoire (Man Rise-West African Craton). *Precambrian Research*, 86, 177–199, doi: 10.1016/S0301-9268 (97) 00043-0.
- [3] Kouamelan, A.N.; Djro, S.C.; Allialy, M.E.; Paquette, J.-L.; Peucat, J.-J., 2015. The Oldest Rock of Ivory Coast. *Journal of African Earth Sciences*, 103, 65–70, doi: 10.1016/j.jafrearsci.2014.12.004.
- [4] Koffi, A.Y.; Thébaud, N.; Kouamelan, A.N.; Baratoux, L.; Bruguier, O.; Vanderhaeghe, O.; Pitra, P.; Kemp, A.I.S.; Evans, N.J., 2022. Archean to Paleoproterozoic Crustal Evolution in the Sassandra-Cavally Domain (Côte d'Ivoire, West Africa): Insights from Hf and U-Pb Zircon Analyses. *Precambrian Research*, 382, 106875, doi: 10.1016/j.precamres.2022.106875.
- [5] Kouadio, J.-L.H., 2017. Etude Pétrostructurale Des Formations Géologiques Du Sud-Ouest de La Cote d'Ivoire (Secteur Bliéron Grand-Béréby) : Apport de La Géochimie et Du Couple Déformation–Métamorphisme; Mémoire de thèse, Université Félix Houphouët-Boigny, UFR STRM, 276 p.
- [6] Papon, A., 1973. Géologie et Minéralisations Du Sud-Ouest de La Côte d'Ivoire : Synthèse Des Travaux de l'opération SASCA, Mémoire du BRGM, vol. 80, 284 p.
- [7] Lemoine, S.; Tempier, P.; Bassot, J.P.; Caen-Vachette, M.; Vialette, Y.; Wenmenga, U.; Touré, S., 1985. The Burkinian, an Orogenic Cycle, Precursor of the Eburnean of West Africa. *Coll. Afr. Geol.* 13th, 27.
- [8] Baratoux, L.; Metelka, V.; Naba, S.; Jessell, M.W.; Grégoire, M.; Ganne, J., 2011. Juvenile Paleoproterozoic Crust Evolution during the Eburnean Orogeny (~2.2–2.0Ga), Western Burkina Faso. *Precambrian Research*, 191, 18–45, doi: 10.1016/j.precamres.2011.08.010.
- [9] Koffi, A.Y.; Baratoux, L.; Pitra, P.; Kouamelan, A.N.; Vanderhaeghe, O.; Thébaud, N.; Bruguier, O.; Block, S.; Kouadio, H.J.-L.F.; Kone, J., 2023. A Tectonic Model for the Juxtaposition of Granulite- and Amphibolite-Facies Rocks in the Eburnean Collision in the Orogenic Belt (Sassandra-Cavally Domain, Côte d'Ivoire). *BSGF*, doi: 10.1051/bsgf/2023007.
- [10] Kouadio, F.J.-L.H.; Sangare, M.; Houssou, N.N.; Allialy, M.E.; Djro, S.C., 2020. Petro-Structural Study of Paragneiss in the SASCA Domain (Gbowé Sector at Grand-Béréby), Southwestern Côte d'Ivoire. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 8, 1–16, doi: 10.4236/gep.2020.85001.
- [11] Bessoles, B., 1977. Géologie de l'Afrique. Le Craton Ouest Africain. *Géologie de l'Afrique. Le Craton Ouest Africain. Mém. B.R.G.M., n°88 Orléans (France)*. 402 p.
- [12] Camil, J., 1984. Pétrographie, Chronologie Des Ensembles Granulitiques Archéens et Formations Associées de La Région de Man (Côte d'Ivoire) Implication Pour l'histoire Géologique Du Craton Ouest-Africain. PhD thesis, Abidjan, 306 p.
- [13] Rollinson, H.R.; Cliff, R.A., 1982. New Rb-Sr Age Determinations on the Archean Basement of Eastern Sierra Leone. *Precambrian Research*, 17, 63–72, doi: 10.1016/0301-9268 (82) 90154-1.
- [14] Martin, H., 1994. Chapter 6 The Archean Grey Gneisses and the Genesis of Continental Crust. In *Developments in Precambrian Geology*; Condie, K.C., Ed.; Archean Crustal Evolution; Elsevier; Vol. 11, pp. 205–259.
- [15] Rollinson, H., 2016. Archean Crustal Evolution in West Africa: A New Synthesis of the Archean Geology in Sierra Leone, Liberia, Guinea and Ivory Coast. *Precambrian Research*, 281, 1–12, doi: 10.1016/j.precamres.2016.05.005.
- [16] Thiéblemont, D.; Delor, C.; Cocherie, A.; Lafon, J.M.; Goujou, J.C.; Baldé, A.; Bah, M.; Sané, H.; Mark Fanning, C., 2001. A 3.5 Ga Granite–Gneiss Basement in Guinea: Further Evidence for Early Archean Accretion within the West African Craton. *Precambrian Research*, 108, 179–194, doi: 10.1016/S0301-9268 (00) 00160-1.
- [17] Lemoine, S., 1988. Evolution Géologique de La Région de Dabakala (NE de La Côte d'Ivoire) Au Protérozoïque Inférieur: Possibilités d'extension Au Reste de La Côte d'Ivoire et Au Burkina Faso, Thèse d'Etat, Université de Clermont-Ferrand, 388 p.
- [18] Ledru, P.; Pons, J.; Milesi, J.P.; Feybesse, J.L.; Johan, V., 1991. Transcurrent Tectonics and Polycyclic Evolution in the Lower Proterozoic of Senegal-Mali. *Precambrian Research*, 50, 337–354, doi: 10.1016/0301-9268 (91) 90028-9.
- [19] Milési, J.-P.; Ledru, P.; Feybesse, J.-L.; Dommange, A.; Marcoux, E., 1992. Early Proterozoic Ore Deposits and Tectonics of the Birimian Orogenic Belt, West Africa. *Precambrian Research*, 58, 305–344, doi: 10.1016/0301-9268 (92) 90123-6.
- [20] Boher, M.; Abouchami, W.; Michard, A.; Albaredé, F.; Arndt, N.T., 1992. Crustal Growth in West Africa at 2.1 Ga. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 97, 345–369, doi: 10.1029/91JB01640.

- [21] Fabre, R., 1995. Evolution Géodynamique Des Terrains d'un Proterozoïque Inférieur (Birimien) Dans Le Centre de La Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest: Une Mise Au Point. PhD Thesis, Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Bordeaux, France, 422 p.
- [22] Bourges, F.; Debat, P.; Tollon, F.; Munoz, M.; Ingles, J., 1998. The Geology of the Taparko Gold Deposit, Birimian Greenstone Belt, Burkina Faso, West Africa. *Mineral. Deposita*, 33, 591–605, doi: 10.1007/s001260050175.
- [23] Allibone, A.; Teasdale, J.; Cameron, G.; Etheridge, M.; Uttley, P.; Soboh, A.; Appiah-Kubi, J.; Adanu, A.; Arthur, R.; Mamphey, J.; et al., 2002. Timing and Structural Controls on Gold Mineralization at the Bogoso Gold Mine, Ghana, West Africa. *Economic Geology*, 97, 949–969, doi: 10.2113/gsecongeo.97.5.949.
- [24] Feybesse, J.-L.; Billa, M.; Guerrot, C.; Duguey, E.; Lescuyer, J.-L.; Milesi, J.-P.; Bouchot, V., 2006. The Paleoproterozoic Ghanaian Province: Geodynamic Model and Ore Controls, Including Regional Stress Modeling. *Precambrian Research*, 149, 149–196, doi: 10.1016/j.precamres.2006.06.003.
- [25] Vidal, M.; Gumiaux, C.; Cagnard, F.; Pouclet, A.; Ouattara, G.; Pichon, M., 2009. Evolution of a Paleoproterozoic «Weak Type» Orogeny in the West African Craton (Ivory Coast). *Tectonophysics*, 477, 145–159, doi: 10.1016/j.tecto.2009.02.010.
- [26] Lompo, M., 2010. Paleoproterozoic Structural Evolution of the Man-Leo Shield (West Africa). Key Structures for Vertical to Transcurrent Tectonics. *Journal of African Earth Sciences*, 58, 19–36, doi: 10.1016/j.jafrearsci.2010.01.005.
- [27] Jessell, M.W.; Amponsah, P.O.; Baratoux, L.; Asiedu, D.K.; Loh, G.K.; Ganne, J., 2012. Crustal-Scale Transcurrent Shearing in the Paleoproterozoic Sefwi-Sunyani-Comoé Region, West Africa. *Precambrian Research*, 212–213, 155–168, doi: 10.1016/j.precamres.2012.04.015.
- [28] Block, S.; Baratoux, L.; Zeh, A.; Laurent, O.; Bruguier, O.; Jessell, M.; Ailleres, L.; Sagna, R.; Parra-Avila, L.A.; Bosch, D., 2016. Paleoproterozoic Juvenile Crust Formation and Stabilisation in the South-Eastern West African Craton (Ghana); New Insights from U-Pb-Hf Zircon Data and Geochemistry. *Precambrian research*, 287, 1–30.
- [29] McFarlane, H. 2018. The Geodynamic and Tectonic Evolution of the Palaeoproterozoic Sefwi Greenstone Belt, West African Craton (Ghana). phdthesis, Université Toulouse 3 Paul Sabatier (UT3 Paul Sabatier) ; Monash University (Australie).
- [30] Tshibubudze, A.; Hein, K.A.A.; Peters, L.F.H.; Woolfe, A.J.; McCuaig, T.C., 2013. Oldest U-Pb Crystallisation Age for the West African Craton From the Oudalan-Gorouol Belt of Burkina Faso. *South African Journal of Geology*, 116, 169–181.
- [31] Caby, R.; Delor, C.; Agoh, O., 2000. Lithologie, Structure et Métamorphisme Des Formations Birimiennes Dans La Région d'Odienné (Côte d'Ivoire): Rôle Majeur Du Diapirisme Des Plutons et Des Décrochements En Bordure Du Craton de Man. *Journal of African Earth Sciences*, 30, 351–374.
- [32] Vidal, M.; Delor, C.; Pouclet, A.; Simeon, Y.; Alric, G., 1996. Geodynamic Evolution of the West Africa between 2.2 and 2 Ga : The Archaean Style of the Birimian Greenstone Belts and the Sedimentary Basins in Northeastern Ivory-Coast. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 167, 307–319.
- [33] Pouclet, A.; Vidal, M.; Delor, C.; Simeon, Y.; Alric, G., 1996. Le Volcanisme Birimien Du Nord-Est de La Cote-d'Ivoire, Mise En Evidence de Deux Phases Volcano-Tectoniques Distinctes Dans l'évolution Geodynamique Du Paleoproterozoïque. *Bulletin de la Société géologique de France*, 167, 529–541.
- [34] Hirdes, W.; Davis, D.W.; Eisenlohr, B.N., 1992. Reassessment of Proterozoic Granitoid Ages in Ghana on the Basis of U/Pb Zircon and Monazite Dating. *Precambrian Research*, 56, 89–96, doi: 10.1016/0301-9268(92)90085-3.
- [35] Taylor, P.N.; Moorbath, S.; Leube, A.; Hirdes, W., 1992. Early Proterozoic Crustal Evolution in the Birimian of Ghana: Constraints from Geochronology and Isotope Geochemistry. *Precambrian Research*, 56, 97–111, doi: 10.1016/0301-9268(92)90086-4.
- [36] Kříbek, B.; Šýkorová, I.; Machovič, V.; Laufek, F., 2008. Graphitization of Organic Matter and Fluid-Deposited Graphite in Palaeoproterozoic (Birimian) Black Shales of the Kaya-Goren Greenstone Belt (Burkina Faso, West Africa). *Journal of Metamorphic Geology*, 26, 937–958.
- [37] Block, S.; Ganne, J.; Baratoux, L.; Zeh, A.; Parra-Avila, L.A.; Jessell, M.; Ailleres, L.; Siebenaller, L. 2015., Petrological and Geochronological Constraints on Lower Crust Exhumation during Paleoproterozoic (Eburnean) Orogeny, NW Ghana, West African Craton. *Journal of Metamorphic Geology*, 33, 463–494, doi: 10.1111/jmg.12129.
- [38] Ganne, J.; Gerbault, M.; Block, S., 2014. Thermo-Mechanical Modeling of Lower Crust Exhumation—Constraints from the Metamorphic Record of the Palaeoproterozoic Eburnean Orogeny, West African Craton. *Precambrian Research*, 243, 88–109, doi: 10.1016/j.precamres.2013.12.016.
- [39] Ennih, N.; Liégeois, J.-P., 2008. The Boundaries of the West African Craton, with Special Reference to the Basement of the Moroccan Metacratonic Anti-Atlas Belt. *Geological Society, London, Special Publications*, 297, 1–17, doi: 10.1144/SP297.1.
- [40] Berger, J.; Diot, H.; Lo, K.; Ohnenstetter, D.; Féménias, O.; Pivin, M.; Demaiffe, D.; Bernard, A.; Charlier, B. Petrogenesis of Archean PGM-Bearing Chromitites and Associated Ultramafic–Mafic–Anorthositic Rocks from the Guelb El Azib Layered Complex (West African Craton, Mauritania). *Precambrian Research* 2013, 224, 612–628. doi: 10.1016/j.precamres.2012.10.005.

- [41] Thiéblemont, D., 2016. An Updated Geological Map of Africa at 1/10 000 000 Scale. In: Paper presented at the 35th International Geological Congress: IGC 2016.
- [42] Jessell, M.; Santoul, J.; Baratoux, L.; Youbi, N.; Ernst, R.E.; Metelka, V.; Miller, J.; Perrouty, S., 2015. An Updated Map of West African Mafic Dykes. *Journal of African Earth Sciences*, 112, 440–450, doi: 10.1016/j.jafrearsci.2015.01.007.
- [43] Kouassi, R.B., 2020. Les Plutons Alcalins Birimiens de Côte d'Ivoire (Plutons de Kiemou, Ninakri et Okrouyo) Contraintes Géochimiques, Isotopiques Sr-Nd et Potentialites En Terres Rares; Vol. Mém. Univ. Félix Houphouët-Boigny UFR STRM 222p.
- [44] Bard, J.-P.; Lemoine, S., 1976. Phases Tectoniques Superposées Dans Les Métasédiments Précambriens Du Domaine Côtier Occidental de La Cote d'Ivoire. *Precambrian Research*, 3, 209–229, doi: 10.1016/0301-9268 (76) 90009-7.

Vécu psycho-social de la covid-19 chez les professionnels de santé au Sénégal

[Psychosocial experience of COVID-19 among healthcare professionals in Senegal]

DIAGNE Ibra¹, NGOM Ngoné², NDIAYE-NDONGO Ndèye Dialé³, BA El Hadji⁴, and SYLLA Aida³

¹Psychiatre au Centre des opérations d'urgence sanitaire du ministère de la santé et de l'action sociale du Senegal, Dakar, Senegal

²Médecin généraliste, centre de santé Mamadou Diop de Liberté 6, Dakar, Senegal

³Professeur en psychiatrie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Centre Hospitalier National Universitaire de Fann, Dakar, Senegal

⁴Maitre de conférence agrégée en psychiatrie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Centre Hospitalier National Universitaire de Fann, Dakar, Senegal

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Introduction:* The COVID-19 pandemic is an unprecedented global situation, which has turned all systems (economic, political, social, and health) upside down. It has paved the way for psychological and psychosocial morbidity among the public and healthcare professionals both directly and indirectly involved in the response.

Objective: The aim of this study was to identify the difficulties associated with the psychosocial experience of COVID-19 among a population of healthcare professionals.

Method: A qualitative, cross-sectional descriptive study of a population of healthcare professionals who had used a listening and support line was conducted in Dakar from May 2020 to July 2020.

Results: A total of 236 calls were received by the hotline, of which 20 were from healthcare professionals, representing a rate of 8.5%. 08 calls were received from female healthcare professionals, representing a rate of 40% of the total study population. According to healthcare professionals, the most common themes were emotional difficulties, family difficulties, work overload, and lack of support from superiors.

Discussion: At the end of our work, we noted that the mental health of health professionals deserves special attention for early detection of COVID-19 psychopathological disorders. Thus, it is important to systematically institute support structures for healthcare professionals when responding to health emergencies.

KEYWORDS: Health personnel, COVID-19, psychosocial care, Senegal.

RESUME: *Introduction:* La pandémie de la covid-19 est une situation mondiale sans précédent, qui a bouleversé tous les systèmes (économiques, politiques, sociaux et sanitaires). Elle a ouvert la voie à une morbidité psychologique et psychosociale parmi le grand public et les professionnels de santé qu'ils soient directement ou indirectement liés à la riposte.

Objectif: Cette étude avait pour objectif était d'identifier les difficultés liées au vécu psychosocial de la COVID-19 chez une population de professionnels de la santé.

Méthode: Une étude qualitative, transversale à visé descriptive chez une population de professionnels de santé qui ont eu à recourir à une ligne d'écoute et de soutien a été menée à Dakar de mai 2020 à juillet 2020.

Résultats: Au total la ligne a enregistré au total 236 appels dont 20 appels émanant du personnel de santé soit un taux de 8,5%. 08 appels provenant du personnel de santé féminin soit un taux de 40% sur l'ensemble de la population d'étude ont été reçus.

Selon le discours des professionnels de santé, les thèmes les plus retrouvés étaient: les difficultés émotionnelles, les difficultés familiales, la surcharge de travail, et le manque de soutien de la hiérarchie.

Discussion: A l'issue de notre travail nous avons noté que la santé mentale des professionnels de santé mérite une attention particulière pour un dépistage précoce des troubles psychopathologiques de la Covid-19. Ainsi il est important d'instituer de manière systématique des structures d'aide aux professionnels de la santé lors de la riposte contre les urgences sanitaire.

MOTS-CLEFS: Personnel de santé, Covid-19, Prise en charge psychosociale, Sénégal.

1 INTRODUCTION

Le 31 décembre 2019, les autorités chinoises ont notifié à l'organisation mondiale de la santé (OMS) des cas de pneumonie causée par un coronavirus dans la ville de Wuhan, Province de Hubei. Cette maladie sera dénommée COVID-19 par l'OMS. Le 11 mars 2020, l'OMS a déclaré que la flambée de la nouvelle maladie à coronavirus (COVID-19) était une pandémie et invite les états membres à prendre des mesures immédiates pour limiter la progression de l'infection et à veiller aux respects de la réglementation sanitaire internationale [1].

Dès l'apparition de l'épidémie de la COVID-19 avec l'enregistrement d'un cas importé, le Sénégal a mis en place un plan de riposte. Des mesures ont été prise et misent en place le 20 janvier 2020 afin de limiter la progression du virus avec entre autres l'interdiction des regroupements, la fermeture des écoles, l'interdiction de la prière du vendredi, la réduction des déplacements et le renforcement du contrôle aux frontières en plus du financement du plan d'action multisectorielle de surveillance et de la riposte contre l'épidémie [2]. Ce plan vise surtout à inciter les populations à adopter les bons comportements à travers des stratégies de communication mais aussi à renforcer le système de santé avec une riposte coordonnée et maîtrisée à tous les niveaux de la pyramide sanitaire impliquant un processus de suivi de la mise en œuvre des activités. La réussite de ces interventions nécessite une adhésion totale des populations mais la capacité du système de santé à s'adapter au nouveau contexte auquel il n'était pas préparé. Des épidémies telles que le Syndrome Respiratoire Aigu Sévère (SARS) et plus récemment Ébola et Zika ont mis en évidence les défis de la mise en œuvre de mesures de contrôle de la santé publique rapides et efficaces et d'avoir des systèmes de soins de santé qui résistent à ces perturbations ou chocs [3], [4]. Il est urgent de comprendre comment les agents de santé adaptent les mesures de riposte et également de comprendre la résilience des systèmes de santé dans le contexte de la planification et de la riposte en cas de pandémie [5].

En mai 2020, une étude portant sur la comparaison de la Covid-19 avec d'autres coronavirus [6] avait mis en évidence l'apparition de perturbations psychiatriques durant les phases symptomatiques et après la maladie chez certaines personnes déclarées guéries de la Covid-19. Après le confinement et l'augmentation brutale de la morbidité et de la mortalité liés à la Covid-19, le système sanitaire envisagerait une augmentation de la prévalence des troubles psychiatriques, en particulier chez le personnel soignant [7]. Le risque de contamination, la surcharge de travail, l'épuisement physique, la réorganisation des espaces de travail, l'adaptation à des organisations rigides de travail, le manque de matériaux de protection, la mortalité élevée des patients et la sensation de perte de contrôle sont autant de facteurs favorisant d'une souffrance psychologique chez les professionnels de la santé [8], [9]. L'impact psychologique des épidémies et des pandémies sur la santé mentale des professionnels de la santé a été rapporté dans la littérature. Lors des épidémies antérieures comme celle de SRAS en 2002 [10], de H1N1 en 2009 [11], de MERS-CoV [12] et d'Ébola en 2015 au Sierra Leone [13], les professionnels de la santé ont révélé des sentiments d'extrême vulnérabilité allant de symptômes somatiques légers à une détresse psychologique à long terme en passant par des symptômes cognitifs, des niveaux élevés d'anxiété et de dépression.

Devant tous ces constats, la prise en charge psychosociale des victimes de la COVID-19 en général et spécifiquement chez les professionnels prend toute son importance dans la riposte et dans la prévention des traumatismes psychoaffectifs. Au Sénégal, selon Diagne et al [14] des équipes mobiles d'intervention et de soutien (EMIS) psychosociales ont été dépêchés dans certaines localités du pays afin d'y assurer un accompagnement psychosocial global. D'autres dispositifs de prise en charge psychosociale ont été initié par des organismes nationaux et internationaux, mais aussi par des professionnels de la santé mentale du pays. Cependant de rares études sénégalaises ont été publiées traitant l'impact psychosocial et la prise en charge psychosociale de la pandémie Covid-19 sur les professionnels de santé au Sénégal. C'est dans ce cadre que nous avons initié ce travail dont l'objectif était, à partir d'un échantillon de cette population de soignants, de décrire l'impact psychosocial de la COVID-19 chez une population de professionnels de santé au Sénégal.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 CADRE DE L'ÉTUDE

L'étude a été déroulée à Dakar, capitale du Sénégal. La région de Dakar est située dans la presqu'île du Cap Vert et s'étend sur une superficie de 550 km² soit 0,28 % du territoire national. Elle est comprise entre les 17° 10 et 17° 32 de longitude Ouest et les 14° 53 et 14° 35 de latitude Nord. Elle est limitée à l'Est par la région de Thiès et par l'Océan Atlantique dans ses parties Nord, Ouest et Sud. La région de Dakar est organisée sur le plan administratif en quatre départements, 10 arrondissements, 43 communes d'arrondissements et sept communes. Pour une population d'environ plus 3 233 460 habitants, la région compte 10 districts sanitaires, 22 centres de santé publics et 155 postes de santé publics. En plus des structures publiques, le secteur privé joue également un rôle important dans le dispositif régional. Il dispose de: 692 cabinets médicaux, 27 cliniques, 244 cabinets paramédicaux et 524 officines de pharmacie. Le nombre de personnel de santé de la région de Dakar est estimé à 2483 éléments. Par rapport à la situation épidémique, la région de Dakar est de loin l'épicentre de la covid 19 au Sénégal devant les régions de Thiès et de Diourbel. Elle compte à elle seule 75% de tous les cas positifs du pays [15]. Ainsi sept Centres de Traitement Épidémiologiques (CTE) ont été mises en place pour répondre au nombreux cas.

2.2 MÉTHODE

L'étude s'inscrit dans le cadre d'un projet d'accompagnement psychosocial mis en place par une structure regroupant des professionnels de santé à l'endroit des soignants qui sont exposés à des troubles psychopathologiques durant la Covid-19. La réponse à cette demande de soutien psychologique a été apportée en phase avec les directives nationales, dans les sites d'isolement, dans les CTE et via un médium pour ceux confinés à domicile. Ce projet consistait à mettre en place une cellule de veille et d'écoute de prise en charge psychologique des soignants. Pour mettre à contribution ce soutien, certains points ont été au préalable considérés: identification et formation des intervenants; disponibilité de moyens de communication et installation de plateforme électronique permettant aux spécialistes d'être contactés par le référent et aux référés de s'entretenir en ligne avec un spécialiste; disponibilité de locaux pour les écoutantes; l'opportunité d'obtenir sur place un soutien psychologique par des pairs ou un spécialiste et la gestion des données strictement confidentielles sur les bénéficiaires. Les objectifs de ce dispositif étaient d'offrir une écoute et un soutien psychologique au personnel soignant exposé; d'informer sur la COVID-19; d'orienter le personnel soignant vers les différents services; d'offrir une écoute active aux soignants qui ont besoin d'aide, de soutien; d'entreprendre un soutien psychosocial à court et moyen terme et un suivi psychologique et une aide psychiatrique spécialisée si de besoin. La diffusion de la ligne d'écoute s'est faite par des flyers partagés de manière électronique sur les différents réseaux sociaux mais aussi par affichage directe dans les CTE et les autres sites hospitaliers.

2.3 TYPE ET PÉRIODE DE L'ÉTUDE

Il s'agissait d'une étude qualitative, transversale à visée descriptive chez une population de professionnels de santé qui ont eu à recourir à la ligne d'écoute et de soutien. Nous avons privilégié une approche qualitative afin d'approfondir le vécu psychologique de la Covid-19 pour l'ensemble des sujets. L'étude a été menée de mai 2020 à juillet 2020.

2.4 COLLECTE ET ANALYSE DES DONNÉES

Six (06) équipes de trois (03) personnes en rotation de 8h par jour, formées aux techniques d'écoute et de soutien, étaient chargées d'effectuer les entretiens en ligne. Ces entretiens de soutien d'environ une heure et demie avait pour objectifs de recueillir le vécu émotionnel de la Covid-19, de recueillir les différentes formes de difficultés rencontrées par les sujets (difficultés sociales, relationnelles, matérielles et problèmes de santé) et la manière dont ils comprenaient ce qui leur arriva dans le futur. Il s'agissait aussi de leur apporter un soutien émotionnel à leurs souffrances. Au cours de ces entretiens, les équipes remplissaient sur une fiche préétablie, validée et correctement mise à jour pour les données des entretiens. Les données recueillies étaient le vécu émotionnel de la COVID 19, les difficultés rencontrées et la compréhension et les stratégies d'adaptation. En outre, des supervisions des écoutantes ont été réalisées par une psychiatre référente afin de renforcer la qualité de cette stratégie d'écoute active du personnel impacté.

Les entretiens ont fait l'objet d'une analyse qualitative et descriptive en repérant les différents thèmes et leur fréquence d'apparition dans le groupe.

3 RÉSULTATS

Au total dix-neuf écoutantes ont participé à l'animation de la ligne. Trois (03) supervisions ont été organisées. La ligne a enregistré au total 236 appels dont 20 appels émanant du personnel de santé soit un taux de 8,5%. 08 personnels de santé féminin soit un taux de 40% sur l'ensemble de la population d'étude ont été reçus. Pour l'analyse qualitative et descriptive des entretiens en ligne, nous n'avons retenu ici que les thèmes suivants qui étaient plus présents chez tous les sujets du groupe à savoir les difficultés émotionnelles, les difficultés familiales, la surcharge de travail et le manque de soutien de la hiérarchie

3.1 LES DIFFICULTÉS ÉMOTIONNELLES

Les signes d'anxiété étaient « audibles » dans les entretiens d'écoute de presque la quasi-totalité des appelants. La plupart des professionnels de santé avait explicitement citée l'anxiété lors des entretiens. Pour certains d'entre eux cela se manifestait par une préoccupation liée au risque de contracter soi-même le virus au travail et pour d'autres l'anxiété de transmettre le virus à un proche, un collègue de travail ou aussi l'anxiété de transmettre le virus à un patient. En effet, leur activité professionnelle hospitalière semble avoir eu un impact assez singulier et envahissant sur leur vie personnelle, générant une certaine anxiété, quant à la crainte d'être vecteur de contamination. Ce sentiment a été plus retrouvé chez les femmes que chez les hommes. Cela est aussi associé à des difficultés pour s'extraire du monde professionnel après sa journée de travail.

3.2 LES DIFFICULTÉS FAMILIALES

Des sentiments de culpabilité d'avoir contaminé des membres de la famille avec les décès qui sont survenus chez certains d'entre eux a été évoqué par certains. Le contexte anxigène et la confrontation particulière à la vie et à la mort ont aussi mis au travail une crise existentielle avec des questionnements émergeant de leur vécu de la crise sanitaire. La question du sens de leur profession au moment de la crise de la COVID-19 a été aussi soulevée par certains professionnels de santé. Sur le plan personnel, les personnels soignants ont également subi de nombreux changements. Alors que, comme pour tout sénégalais, l'investissement de la sphère extra-familiale a été entravé lors des premières vagues, par les mesures sanitaires, telles que le confinement ou la distanciation physiques, certains semblent avoir encore plus veillé à cet isolement. Cependant des sentiments d'inutilité aussi devant le comportement des populations ont été soulignés. Dans les entretiens, l'autodiscipline se retrouve également dans le cercle familial. Certains professionnels déploraient aussi le fait que leur vie se limitait à l'hôpital, nuit et jour pendant des semaines pendant des mois. Un sentiment d'incompréhension de l'entourage qui se plaignait des longues absences.

3.3 LA SURCHARGE DE TRAVAIL

Au cours des entretiens téléphoniques, nous avons noté que les personnels soignants mentionnaient également que ce vécu d'anxiété et d'angoisse lié à la Covid-19 était par ailleurs très diffus dans la société, observant que les individus de leur vie étaient emprunts à cette anxiété. Ces différentes perturbations émotionnelles présentes ont été mises en lien par les professionnelles de santé avec différents éléments: le temps de travail plus important dont une surcharge de travail avec plusieurs jours sans repos avec fatigue physique, le manque de sommeil, le manque de supervision pendant la pandémie, le manque de soutien de leur hiérarchie par rapport aux difficultés logistiques et devant leur contamination, le manque de moyens de protection dans les structures et les nombreux décès des patients, plus que d'ordinaire. Les entretiens en ligne ont aussi montré que la covid-19 a sollicité, à différents niveaux, les capacités d'adaptation des personnels de santé. En effet, ils ont vécu des réaménagements successifs de leurs services hospitaliers et de leurs pratiques. Le prolongement du temps de travail, la multiplication des tâches, la surprotection et l'environnement anxigène du milieu de travail sont autant de facteurs qui ont bouleversé les repères. Selon certains, ces modifications brusques de leur environnement et manière de travailler ont parfois touché le statut même de soignants, surtout pour ceux ayant travaillé dans les CTE. En effet ils estimaient avoir un statut assez flou parfois même d'inutilité et d'impuissance qui se avec des temps de travail assez longs, exténuants. Et malgré les efforts, les décès s'accroissaient.

3.4 LE MANQUE DE SOUTIEN DE LA HIÉRARCHIE

Les professionnels exprimaient beaucoup d'amertume vis-à-vis de la hiérarchie. Ils trouvaient qu'ils étaient déconnectés par rapport à la réalité sur le terrain. En effet ils déploraient le manque de matériel adéquat, le manque de lit, le manque de supervision pendant la pandémie, le manque de moyens de protection dans les structures, le manque de soutien de leur hiérarchie par rapport aux difficultés logistiques et devant leur contamination.

4 DISCUSSION

Le monde médical est particulièrement touché par la problématique d'un stress professionnel de la Covid-19 de plus en plus destructeur pour l'individu [16]. Le stress généré par la pandémie de la Covid-19 est venu s'ajouter à une souffrance psychique déjà élevée dans le domaine médical. Face à une menace non anticipée et très peu connue, l'organisation des soins de santé s'est retrouvée bouleversée [17], [18]. La pandémie de la COVID-19 a mis en évidence les fragilités du système sanitaire dans plusieurs pays, mais aussi la vulnérabilité de l'humain [19]. Le professionnel de la santé doit s'adapter seul à un environnement en pleine mutation où les questions d'organisation dominent le discours [9].

Au Sénégal, pour la prévention d'une répercussion psychologique de la pandémie sur la santé mentale des victimes, plusieurs initiatives nationales (cellule d'écoute de la Division santé mentale, les équipes d'intervention et de soutien psychosociales du Centre des opérations d'urgence sanitaire) et privées ont été prises pour mettre en place des dispositifs visant à aider les victimes primaires (patients Covid-19 positifs), secondaires (familles et entourages), tertiaires (professionnels de santé) et à ventiler leurs émotions négatives [14], [15]. Ainsi, les plateformes d'écoute téléphonique étaient les moyens le plus utilisés.

Dans notre étude, nous avons constaté que parmi les 236 appels reçus, 20 provenaient du personnel de santé (8,4%) et 12 parmi eux étaient de sexe masculin et 8 de sexe féminin soit 40%. Ce faible nombre d'appels des professionnels de santé a été rapporté dans plusieurs études sur le même sujet comme ce fut le cas du travail de Brocq [20]. Le faible nombre d'appels provenant des professionnels de la santé pourrait s'expliquer en partie par la durée courte de l'étude d'une part ce qui ne nous a pas permis d'avoir une population plus importante. Mais aussi par la peur de la stigmatisation. En effet Lariqui et al. [21] avaient noté des obstacles dans la mise en œuvre de services d'intervention psychologique, car le personnel médical était réticent à participer aux interventions psychologiques de groupe ou individuelles qui leur étaient fournies. De plus, les infirmières avaient montré de l'excitabilité, de l'irritabilité, de la réticence à se reposer et des signes de détresse psychologique, mais ont refusé toute aide psychologique et ont déclaré qu'elles n'avaient aucun problème. Comme dans notre étude les femmes étaient moins enclines à utiliser les lignes d'écoute (8 professionnels de santé féminin sur les 20 au total). Ce constat de la sous-utilisation des plateformes d'écoute téléphonique de soutien psychologique, alors même que de manière informelle les professionnels de santé exprimaient subir un haut niveau de stress et un sentiment de débordement au cours de la Covid-19 serait-il une illusion pour les soignants de garder le contrôle et de prévenir l'apparition des symptômes anxigènes ? Au cas échéant, cette posture est fragile, car le travail dans les situations d'urgence sanitaire, induit inévitablement des aménagements psychiques incomplets et parfois mêmes inappropriés.

Les résultats de notre étude montrent que les professionnels de santé qui ont recouru à la ligne d'écoute téléphonique ont eu la capacité de mobiliser des ressources génératives, comme l'engagement. Cela leur a permis de s'adapter au mieux de cette pandémie. Cependant, la Covid-19 a mis en tension les piliers de la crise existentielle [22]. Dans notre étude, des symptômes tels que l'anxiété et l'épuisement, qui rappellent notamment ceux retrouvés dans la population des soignants travaillant en réanimation [23], ont été retrouvés chez les professionnels de santé. Les événements traumatisants de la vie, tels que de la pandémie de coronavirus, exercent une influence significative sur le fonctionnement psychologique et le bien-être d'un individu, et peuvent générer des problèmes psychologiques comme l'anxiété, la confusion, le retrait social et la dépression [24], [25]. Selon les données de la littérature, la prévalence globale des troubles anxiodépressifs chez les professionnels de santé pendant la COVID-19 variait de 22,8 à 26 % avec une prévalence d'anxiété plus élevée chez les infirmières [23].

L'épidémie mortelle de SRAS (Syndrome Respiratoire Aigu Sévère), notifiée pour la première fois en novembre 2002 dans la Province de Canton en Chine, a eu un impact psychologique important sur la santé mentale des personnels de santé. Chua et al. [26] avaient montré que les séquelles psychologiques immédiates du SRAS concernaient un niveau de stress significativement plus élevé chez les individus affectés, lorsqu'on les comparait aux cas témoins sains appariés. Sim et ses collègues avaient évalué les effets du SRAS sur la santé mentale des professionnels de santé en Chine en 2003. Les résultats ont révélé une proportion considérable de participants ayant signalé des symptômes de dépression (50,4 %), d'anxiété (44,6 %) et de détresse (71,5%) [27]. En effet dans notre étude la quasi-totalité des appelants ont rapporté des signes d'anxiété. Cette prévalence de l'anxiété chez les soignants confirme l'importance du risque dans le secteur de la santé. Cela pourrait s'expliquer par la rapidité de diffusion de la maladie, les connaissances limitées et la sévérité de la maladie. Ces résultats corroborent ceux de Mboua et al. [28] réalisés au Cameroun qui montraient un taux d'anxiété d'environ 41,8% chez les professionnels de santé. La peur de contaminer sa propre famille, ses collègues est souvent revenue dans la littérature. Nos résultats, conformément aux études précédentes, ont montré que les problèmes de santé mentale sont liés au manque de soutien social. Au-delà des problèmes d'approvisionnement, le manque de protection a été un facteur majeur surajouté au stress au début de l'épidémie. Dans une étude de Chung & Yeung [29], les préoccupations en matière d'Équipement de Protection Individuel (EPI) étaient le thème le plus courant soulevé.

L'épuisement professionnel des professionnels de la santé qui travaillent pendant la pandémie de COVID-19 est associé à des facteurs tels que le sentiment d'être poussé au-delà de la formation (taille de travail élevée), la prise de décisions devant donner la priorité à la vie ou à la mort (stress élevé au travail), le travail ayant un impact sur la capacité d'effectuer des activités domestiques (pression élevée), le manque d'EPI adéquat (soutien organisationnel limité) [30]. Ce constat a été retrouvé dans notre étude. Les postes de travail de haut risque, la proximité avec les infectés, la réorganisation des soins, la pénurie des moyens de protection ont entraîné un sentiment d'impuissance et d'inutilité, d'épuisement professionnel donc une diminution et une détérioration du bien-être du personnel de santé. D'après tous ces constats retrouvés dans notre étude, il conviendrait désormais d'objectiver la fréquence de ces symptômes dans la population des professionnels de santé, voire de contrôler le facteur d'intervention auprès de patients atteints de la Covid-19, ceci pour mieux comprendre les spécificités de cette clinique, marquée par les injonctions institutionnelles, des décisions et aménagements personnels, dans un contexte sociétal particulier.

L'autre aspect qui est sorti dans notre étude est les répercussions socio professionnelles de la Covid-19 chez les professionnels de la santé avec des changements de vie professionnels et personnels. La dimension exceptionnelle de cette crise sanitaire réside dans le fait que les personnels de santé ont été touchés dans leurs sphères à la fois professionnelle et privée. Le climat d'insécurité généralisé qui s'est installé en raison du risque de contamination personnel, puis du risque de contamination de ses proches sont autant de facteurs non négligeables [31]. Le stress lié à cette pandémie s'est fait ressentir au-delà de la sphère du soin en raison de restrictions instaurées par les autorités sanitaires.

La vie privée des professionnels de santé a également été impactée avec un retentissement personnel et des difficultés pour se reposer [32]. Enfin, l'incertitude liée à un manque de connaissances sur la maladie et sur l'évolution de la pandémie n'a fait que rajouter un sentiment de peur ou d'anxiété. Cela particulièrement lorsque les professionnels de santé présentaient un risque plus élevé de développer une forme grave de la COVID-19 [33], [34]. La peur de contaminer un membre de sa famille et encore le fait de compter dans son entourage une personne atteinte d'une maladie chronique semble conduire à des niveaux plus élevés de souffrance chez les professionnels de santé [35].

Nous avons réalisé une étude qualitative avec des limites et biais qui méritent d'être mentionnés. Le nombre limité de la population peut s'expliquer par la durée limitée de notre projet et la faible fréquentation de la ligne d'écoute par le fait d'une vulgarisation retardée. Une étude qualitative était particulièrement intéressante pour la richesse des discours. Cependant, un nombre de participants plus conséquent serait nécessaire pour rendre nos résultats plus généralisables et significatifs, et mieux explorer chaque axe identifié dans ces résultats. Nous pouvons également souligner le fait que nos participants ont été rencontrés en ligne et que cela a pu biaiser l'homogénéité de nos entretiens.

5 CONCLUSION

La pandémie de la COVID-19 a bouleversé le fonctionnement du monde hospitalier dans son ensemble. Les hôpitaux ont été dépassés par un afflux massif de patients nécessitant une prise en charge en urgence et parfois en soins intensifs. Rapidement, les professionnels de santé ont été déstabilisés par la dangerosité du virus. Le taux de mortalité et le risque de contagion se sont révélés beaucoup plus élevés qu'anticipé. Les soignants se sont retrouvés confrontés aux limites de leurs compétences face à une maladie mal connue et mortelle, mais aussi à leurs propres angoisses de contracter cette maladie et de la transmettre à leurs proches. Devant ces constats, la prise en charge psychosociale prend toute son importance dans la riposte et dans la prévention des problèmes de santé mentale. Conscient de ces répercussions sur la santé mentale des professionnels de santé, plusieurs dispositifs institutionnels et privés ont été mis en place au Sénégal afin d'aider les professionnels de santé à surmonter cette épreuve. Ce travail montre que la santé mentale des professionnels de santé mérite une attention particulière pour un dépistage précoce des troubles psychopathologiques de la Covid-19. Ainsi il est important d'instituer de manière systématique des structures d'aide aux professionnels de la santé lors de la riposte contre les urgences sanitaire.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts.

REFERENCES

- [1] Organisation mondiale de la santé (OMS). Allocution liminaire du Directeur général de l'OMS lors du point presse sur la COVID-19. Genève 11 mars 2020. <https://www.who.int/fr/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>.
- [2] République du Sénégal. Déclaration du président sur la situation de la pandémie à Covid-19. Mars 2020 Sénégal. <https://www.sec.gouv.sn/actualite/C3%A9/coronavirus-le-pr%C3%A9sident-de-la-r%C3%A9publique-macky-sall-prend-plusieurs-mesures>.
- [3] Kruk ME, Myers M, Varpilah ST, Dahn BT. What is a resilient health system? Lessons from Ebola. *Lancet*. 2015 May 9; 385 (9980): 1910-2. doi: 10.1016/S0140-6736 (15) 60755-3. PMID: 25987159.
- [4] Hoffman J, Steven J., and Sarah S «Delays in Global Disease Outbreak Responses: Lessons from H1N1, Ebola, and Zika.» *American Journal of Public Health*. 2018. 108 (3): 329–33. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2017.304245>.
- [5] Blanchet K, Sara L. Nam, Ben R, and Francisco P. «Governance and Capacity to Manage Resilience of Health Systems: Towards a New Conceptual Framework.» *International Journal of Health Policy and Management*. 2017; 6 (8): 431–35. <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2017.36>.
- [6] Holmes EA, O'Connor RC, Perry VH, Tracey I, Wessely S, Arseneault L, et al. Multidisciplinary research priorities for the COVID-19 pandemic: a call for action for mental health science. *Lancet Psychiatry*. 2020 Jun; 7 (6): 547-560. doi: 10.1016/S2215-0366 (20) 30168-1. Epub 2020 Apr 15. PMID: 32304649; PMCID: PMC7159850.
- [7] Brooks SK, Webster RK, Smith LE, Woodland L, Wessely S, Greenberg N, Rubin GJ. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: a rapid review of the evidence. *Lancet*. 2020 Mar 14; 395 (10227): 912-920. doi: 10.1016/S0140-6736 (20) 30460-8. Epub 2020 Feb 26. PMID: 32112714; PMCID: PMC7158942.
- [8] Brooks SK, Dunn R, Amlôt R, Rubin GJ, Greenberg N. A Systematic, Thematic Review of Social and Occupational Factors Associated with Psychological Outcomes in Healthcare Employees During an Infectious Disease Outbreak. *J Occup Environ Med*. 2018 Mar; 60 (3): 248-257. doi: 10.1097/JOM.0000000000001235. PMID: 29252922.
- [9] El-Hage W, Hingray C, Lemogne C, Yroni A, Brunault P, Biennu T, et al. Les professionnels de santé face à la pandémie de la maladie à coronavirus (COVID-19): quels risques pour leur santé mentale ? *Encephale*. 2020 Jun; 46 (3S): S73-S80. French. doi: 10.1016/j.encep.2020.04.008. Epub 2020 Apr 22. PMID: 32370984; PMCID: PMC7174182.
- [10] Chong MY, Wang WC, Hsieh WC, Lee CY, Chiu NM, Yeh WC, et al. Psychological impact of severe acute respiratory syndrome on health workers in a tertiary hospital. *Br J Psychiatry*. 2004 Aug; 185: 127-33. doi: 10.1192/bjp.185.2.127. PMID: 15286063.
- [11] Goulia P, Mantas C, Dimitroula D, Mantis D, Hyphantis T. General hospital staff worries, perceived sufficiency of information and associated psychological distress during the A/H1N1 influenza pandemic. *BMC Infect Dis*. 2010 Nov 9; 10: 322. doi: 10.1186/1471-2334-10-322. PMID: 21062471; PMCID: PMC2990753.
- [12] Khalid I, Khalid TJ, Qabajah MR, Barnard AG, Qushmaq IA. Healthcare Workers Emotions, Perceived Stressors and Coping Strategies During a MERS-CoV Outbreak. *Clin Med Res*. 2016 Mar; 14 (1): 7-14. doi: 10.3121/cmr.2016.1303. Epub 2016 Feb 4. PMID: 26847480; PMCID: PMC4851451.
- [13] Liu C, Wang H, Zhou L, Xie H, Yang H, Yu Y, et al. Sources, and symptoms of stress among nurses in the first Chinese anti-Ebola medical team during the Sierra Leone aid mission: A qualitative study. *Int J Nurs Sci*. 2019 Mar 8; 6 (2): 187-191. doi: 10.1016/j.ijnss.2019.03.007. PMID: 31406890; PMCID: PMC6608674.
- [14] Diagne I, Dieng AB, Sougou A, Ndione AG. La prise en charge psychosociale des contacts de cas confirmés de COVID-19 à Touba, Sénégal. *Pan African Medical Journal*. 2020; 37 (1): 5. 10.11604/pamj.supp.2020.37.5.25854.
- [15] Diagne I, Petit V et Tine JAD, *The Conversation*, 8 avril 2021: « Sénégal: comment assurer la continuité des soins de santé mentale en temps de Covid-19 ? » [En ligne] Disponible sur: <https://theconversation.com/senegal-comment-assurer-la-continuite-des-soins-de-sante-mentale-en-temps-de-covid-19-158381>.
- [16] Hartzband P, Groopman J. Physician burnout, interrupted. *N Eng J Med*. 2020; 382: 2485-7.
- [17] Koh D, Lim MK, Chia SE, Ko SM, Qian F, Ng V, et al. Risk perception and impact of severe acute respiratory syndrome (SARS) on work and personal lives of healthcare workers in Singapore: what can we learn? *Med Care*. 2005 Jul; 43 (7): 676-82. doi: 10.1097/01.mlr.0000167181.36730.cc. PMID: 15970782.
- [18] Matsuishi K, Kawazoe A, Imai H, Ito A, Mouri K, Kitamura N, et al. Psychological impact of the pandemic (H1N1) 2009 on general hospital workers in Kobe. *Psychiatry Clin Neurosci*. 2012 Jun; 66 (4): 353-60. doi: 10.1111/j.1440-1819.2012.02336.x. PMID: 22624741.
- [19] Pitchot W. Impact de la pandémie de la COVID-19 sur la santé psychologique du personnel soignant. *Rev Med Liege* 2020; 75: Supplément: S62-S66.
- [20] Brocq E. Impacts psychologiques de la pandémie COVID-19 et des mesures barrières: la question des soignants. *Médecine de Catastrophe - Urgences Collectives* 2021; 5 (3): 215–217.

- [21] Laraqui, O., Manar, N., Laraqui, S., Hammouda, R.F., Deschamps, F., & Laraqui, C.E. Risques psychosociaux et syndrome d'épuisement professionnel des professionnels de soins hospitaliers. *Arch Mal Prof.* 2019; 80 (5): 386–397. DOI: 10.1016/j.admp.2019.05.001. [1775–8785].
- [22] Farr, P. In This Moment, We Are All Dr. Rieux: COVID-19, Existential Anxiety, and the Absurd Hero. *Journal of Humanistic Psychology*, 2020; 61 (2), 275–282. <https://doi.org/10.1177/0022167820937504>.
- [23] Laurent, A., Fournier, A., Poujol, AL., Deltour, V., heureux, F., Meunier-Beillard, N., et al. Impact psychologique de la pandémie de COVID-19 sur les soignants. *Médecine Intensive Réanimation*, 2021; 30, 69–74. <https://doi.org/10.37051/mir-00075>.
- [24] Ingram, R. E., & Luxton, D. D. Vulnerability-Stress Models. In B. L. Hankin & J. R. Z. Abela (Eds.), *Development of psychopathology: A vulnerability-stress perspective*. 2005, 32–46. Sage Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781452231655.n2>.
- [25] Yıldırım M, Arslan G. Exploring the associations between resilience, dispositional hope, preventive behaviors, subjective well-being, and psychological health among adults during the early stage of COVID-19. *Curr Psychol.* 2022; 41 (8): 5712-5722. doi: 10.1007/s12144-020-01177-2. Epub 2020 Nov 14. PMID: 33223782; PMCID: PMC7666616.
- [26] Chua S.E., Cheung V., McAlonan G.M. Stress, and psychological impact on SARS patients during the outbreak. *Can J Psychiatry.* 2004; 49 (6): 385–390.
- [27] Sim K., Chua H.C. The psychological impact of SARS: a matter of heart and mind. *CMAJ.* 2004; 170 (5): 811–812.
- [28] Moua CP, Keubo FRN, Fouaka SGN. Anxiété et dépression associées à la prise en charge de la COVID-19 chez les personnels de santé au Cameroun. *L'Évolution Psychiatrique.* 1 mars 2021; 86 (1): 131-9.
- [29] Chan-Yeung M. Severe acute respiratory syndrome (SARS) and healthcare workers. *Int J Occup Environ Health.* 2004; 10 (4): 421-427. doi: 10.1179/oeh.2004.10.4.421
- [30] Morgantini LA, Naha U, Wang H, Francavilla S, Acar Ö, Flores JM, et al. Factors contributing to healthcare professional burnout during the COVID-19 pandemic: A rapid turnaround global survey. *PLoS ONE.* 2020; 15: e0238217. doi: 10.1371/journal.pone.0238217.
- [31] Shacham M, Hamama-Raz Y, Kolerman R, Mijiritsky O, Ben-Ezra M, Mijiritsky E. COVID-19 Factors and Psychological Factors Associated with Elevated Psychological Distress among Dentists and Dental Hygienists in Israel. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Apr 22; 17 (8): 2900. doi: 10.3390/ijerph17082900. PMID: 32331401; PMCID: PMC7215275.
- [32] Arabi YM, Murthy S, Webb S. COVID-19: a novel coronavirus and a novel challenge for critical care. *Intensive Care Med.* 2020, 46: 833-6. DOI: 10.1007/s00134-020-05955-1.
- [33] Du J, Dong L, Wang T, Yuan C, Fu R, Zhang L, et al. Psychological symptoms among frontline healthcare workers during the COVID-19 outbreak in Wuhan. *Gen Hosp Psychiatry.* 2020 Nov-Dec; 67: 144-145. doi: 10.1016/j.genhosppsych.2020.03.011. Epub 2020 Apr 3. PMID: 32381270; PMCID: PMC7194721.
- [34] Lu W, Wang H, Lin Y, Li L. Psychological status of medical workforce during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional study. *Psychiatry Res.* 2020 Jun; 288: 112936. doi: 10.1016/j.psychres.2020.112936. Epub 2020 Apr 4. PMID: 32276196; PMCID: PMC7195354.
- [35] Dosil Santamaría M, Ozamiz-Etxebarria N, Redondo Rodríguez I, Jaureguizar Albondiga-Mayor J, Picaza Gorrochategi M. Psychological impact of COVID-19 on a sample of Spanish health professionals. *Rev Psiquiatr Salud Ment (Engl Ed).* 2021 Apr-Jun; 14 (2): 106-112. doi 10.1016/j.rpsmen.2020.05.002. Epub 2021 May 21. PMID: 34088643; PMCID: PMC10068028.

Conception d'un groupe électrogène utilisant les copeaux de bois comme combustible

[Design of a generator using wood chips as fuel]

Ngakanga Mukumu Donatien

Université Pédagogique Nationale de Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: We want to supply electrical energy to a science with a required power of 110 KW using a micro thermal steam power plant, using wood chips as fuel.

The goal here is the recovery of waste and the various means of producing electrical energy. We are in the logic of local and decentralized production.

KEYWORDS: chips, fuel, turbine, alternator, heat transfer fluid.

RESUME: Nous voulons alimenter en énergie électrique une science dont la puissance demandée s'élève à 110 KW à l'aide d'une microcentrale thermique à vapeur, utilisant les copeaux de bois comme combustible.

Le but ici c'est la revalorisation des déchets et les divers moyens de production de l'énergie électrique. Nous sommes dans la logique de la production locale et décentralisée.

MOTS-CLEFS: copeaux, combustible, turbine, alternateur, fluide caloporteur.

1 INTRODUCTION

Le transport de l'énergie coûte énormément cher, en dehors du coût élevé nous avons les catastrophes naturelles qui commencent à déranger nos milieux en endommageant les câbles et poteaux, pour contourner ces défis, nous voulons utiliser la politique de production locale et décentralisée c'est-à-dire dans un milieu donné, nous étudions minutieusement la source d'énergie que nous pouvons exploiter pour produire de l'énergie électrique.

Dans ce cas précis, nous sommes dans une scierie; la source de bois que nous pouvons utiliser comme combustible solide.

2 MÉTHODES ET MATÉRIELS

2.1 MATÉRIELS

Nous listons ci-dessous les matériels utilisés pour le montage du groupe électrogène:

- Alternateur;
- Turbine à action;
- Condenseur;
- Pompe d'alimentation de la chaudière;
- Le générateur de vapeur;

2.2 MÉTHODES

Nous utilisons la méthode analytique. Nous avons comme données de base:

a) Génératrice électrique:

- Type: alternateur;
- Puissance installée: $P_i = 110\text{KW}$;
- Vitesse de rotation: $N_g = 3000 \text{ tr. Min-1}$;
- Rendement de la génératrice: $\eta_g = 0,90$;
- Facteur de puissance: $\text{Cos}\phi = 0,85$;
- Tension normale: $U_n = 380 \text{ V}$;

b) Turbine à vapeur;

- Type: turbine à action;
- Rendement mécanique: $\eta_m = 0,95$
- Rendement de la détente de la vapeur: $\eta_h = 0,85$
- Pression de la vapeur à l'entrée: $P_1 = 200 \text{ N.cm-2}$;
- Vitesse de la vapeur à l'entrée: $C_1 = 0\text{m/s}$ (car le volume du tore d'admission est suffisamment grand);
- Température de la vapeur à l'entrée: $t_1 = 400^\circ\text{C}$;
- Pression de la vapeur à la sortie: $p_2 = 1\text{Ncm-2}$;
- Vitesse de la vapeur à la sortie: $C_2 = 100\text{m.s-1}$

3 DIMENSIONNEMENT

3.1 CALCUL DE PUISSANCE EFFECTIVE DE LA TURBINE (PEFF)

$$P_{\text{eff}} = \frac{P_i}{\eta_g \times \eta_{\text{tr}} \times \text{cos } \phi} = \frac{110}{0,90 \times 0,85 \times 0,85} = \frac{110}{0,65}$$

$$P_{\text{eff}} = 169, 23 \text{ KW}$$

Où η_{tr} : rendement de transmission et η_g : rendement du générateur.

3.2 CALCUL DU TRAVAIL UTILE DE LA TURBINE (Wth)

a) Calcul de la chute théorique disponible

Les caractéristiques thermodynamiques de la vapeur au point 1 et au point 2 sont reportées sur le diagramme de Mollier.

- Au point 1: $p_1 = 200 \text{ N/Cm}^2$ et $t_1 = 400^\circ \text{ C}$, reportées sur le diagramme, nous montre que la vapeur est surchauffée et nous lisons l'enthalpie: $H_1 = 3250 \text{ Kj/Kg.} = 3250 \text{ Kj. Kg-1}$
- Au point 2: $p_2 = 1\text{N/Cm}^2$, pression qui règne dans le condenseur.

L'isentrope verticale 1.2, nous montre que le point 2 est situé dans la région de la vapeur humide et nous lisons l'enthalpie: $H_2 = 2257 \text{ Kj.Kg-1}$; le titre 0,86 et la température: $t_2 = 48^\circ\text{C}$. C'est-à-dire la masse de vapeur d'eau de 1Kg contient donc 0,86 Kg de vapeur saturée à la température de 48°C et 0,14 Kg d'eau sous forme de gouttelettes.

D'où, la chute théorique disponible ou encore la chute isentropique vaut: $H_1 - H_2 = 3250 - 2257 = 993 \text{ Kj.Kg-1}$.

En prenant le signe négatif, cette chute isentropique peut être définie comme étant le travail théorique (Wth) que pourrait fournir la masse de la vapeur de 1Kg.

b) Calcul de la chute réelle disponible

En admettant un rendement de détente de 0,85, la chute réelle disponible vaut:

$$H_1 - H_2' = \eta h (H_1 - H_2) = 0,85 \times 993 = 844 \text{ Kj.Kg}^{-1}$$

$$\text{Et : } H_2' = H_1 - \eta h (H_1 - H_2) = 3250 - 844 = 2406 \text{ Kj.Kg}^{-1}$$

Nous reportons le point 2' sur le diagramme et nous constatons que la vapeur humide au point 2, est légèrement surchauffée au point 2', ce qui nous conduit à l'obtention: = 0,92

c) Calcul du travail utile

Le travail utile changé de signe (suivi du signe négatif) sera:

$$W = (H_1 - H_2) - \frac{C_2^2}{2} = 839 \text{ Kj.Kg}^{-1}$$

3.3 CALCUL DU TRAVAIL EFFECTIF DE LA TURBINE (W_{EFF})

Considérant le rendement mécanique de la turbine, le travail effectif (suivi du signe négatif) vaut:

$$W_{eff} = \eta_m \times W_u = 0,95 \times 839 = 797,05 = 797 \text{ Kj.Kg}^{-1}$$

3.4 CALCUL DU RENDEMENT EFFECTIF DE LA TURBINE (η_{EFF})

$$\eta_{eff} = \frac{W_{ef}}{W_{th}} = \frac{797}{839} = 0,95$$

3.5 CALCUL DE LA CONSOMMATION DE VAPEUR PAR KWH (C_{VAP})

$$C_{vap} = \frac{3600}{W_{eff}} = \frac{3600}{797} = 4,52 \text{ Kg/Kwh}$$

3.6 CALCUL DU DEBIT MASSIQUE DE LA VAPEUR (Q_m (VAP))

$$q_m (\text{vap}) = C_{XPeff} = 4,52 \text{ Kg/Kwh} \times 169,23 \text{ Kw} = 4,52 \text{ Kg. Kwh}^{-1}$$

$$q_m (\text{vap}) = 764,92 \text{ Kg/h} = 764,92 \text{ Kg.h}^{-1}$$

3.7 DETERMINATION DU NOMBRE D'ETAGES DE LA TURBINE (Π ÉTAGE)

- La chute théorique disponible étant:

$$H_1 - H_2 = 993 \text{ Kj.Kg}^{-1}, \text{ comment fonctionner cette chute ?}$$

Le nombre d'étages élevé augmente le coût de la construction; un seul étage a pour conséquence une vitesse élevée à la sortie de la tuyère (C_1) qui est ici égale à

$$\sqrt{2(H_1 - H_2)} = \sqrt{2(993000)} = 1409,3 \text{ m.s}^{-1}$$

Considérons un coefficient de ralentissement de 0,95; nous aurons:

$$C_1 = 0,95 \times 1409,3 = 1338,835 \text{ m.s}^{-1}$$

La vitesse circonférentielle u qui vaut $C_1/2$ sera de: $u_1 = 1338,835/2 = 669,42 \text{ m.s}^{-1}$.

Cette valeur est trop élevée et inadmissible car la force centrifuge qui agit sur les aubes de la roue rend leur fixation presque impossible. La limite supérieure de la vitesse circonférentielle dans le cas des turbines à vapeur vaut 250 m.s^{-1} . Adoptons la valeur de 250 m.s^{-1} . La vitesse d'écoulement de la vapeur à la sortie de la tuyère sera égale à 500 m.s^{-1} . Cependant, la chute théorique disponible par étage sera tirée de la relation:

$$\sqrt{2(H_1 - H_2)} = 500 \text{ m.s}^{-1}$$

D'où :

$$H_1 - H_2 = \frac{(500)^2}{2} = 125000 \text{ J.Kg}^{-1} = 125 \text{ KJ Kg}^{-1}$$

Enfin, le nombre d'étages:

$$\pi_{\text{étage}} = 8$$

3.8 CALCUL DE LA VITESSE DE ROTATION DE LA TURBINE (NTURB)

- La vitesse de rotation de la turbine se traduit par la relation:

$$N_{\text{turb}} = \frac{304}{\pi R_m}$$

Les diamètres normaux des turbines à vapeur étant comprises entre 1 et 1,5 m, nous adoptons la valeur 1,2 m.

D'où :

$$N_{\text{turb}} = \frac{30 \times 250}{3,14 \times 0,6} = \frac{7500}{1,884} = 3980,89 = 3980 \text{ tr.min}$$

Comme l'alternateur doit tourner à 3000tr.min⁻¹, le réducteur de vitesse utilisé pour l'accouplement du groupe turbo-alternateur aura un rapport de transmission beaucoup plus faible; soit

$$\frac{3000}{3980} = 0,75$$

Ce qui va contribuer à la minimisation des pertes mécaniques.

4 DIMENSIONNEMENT DU CONDENSEUR

4.1 CHOIX DU TYPE DE CONDENSEUR

Nous optons pour un condenseur à faisceau tubulaire (à surface).

Hypothèses

- La transformation est isobare;
- Les variations des énergies cinétiques et potentielles sont négligeables;
- Le régime est permanent.

Etats thermodynamiques de la vapeur

- A l'entrée: $t_2 = 48^\circ\text{C}$

$$P_2 = 1\text{N/Cm}^2$$

$$H_2 = 2257 \text{ KJ/Kg}$$

- A la sortie: $p_3 = 1\text{N/Cm}^2$

$$T_3 = 48^\circ\text{C}$$

Etats thermodynamiques du fluide caloporteur (eau froide)

- A l'entrée: $t_2 = 20^\circ\text{C}$

- A la sortie: $t_5 = 40^\circ\text{C}$

Soit Θ la température de maintiens de la vapeur saturée humide dans le condenseur: $\Theta = t_2 = t_3 = 48^\circ\text{C}$

4.2 CALCUL DE LA QUANTITE DE CHALEUR CEDEE PAR LA VAPEUR À L'EAU (QCE)

La quantité de chaleur cédée par la vapeur à l'eau froide se calcul de la manière suivante: $Q_{ce} = H_2 - H_3$

Où $H_3 + C_p \times \Theta = 4,18 \times 48 = 200,64 \text{ KJ/Kg}$

Il vient alors: $Q_{ce} = 2257 - 200,64 = 2056,36 \text{ KJ/Kg}$

4.3 CALCUL DE LA MASSE D'EAU FROIDE NECESSAIRE POUR CONDENSER UNE MASSE DE VAPEUR DE 1 KG (Q)

Si $q \text{ Kg}$ d'eau froide entrent à t_e °C et sortent à t_s °C, ils absorbent $C_p \times (t_s - t_e)$ kj. Cependant, suivant le principe de la conservation de l'énergie:

$$C_p \times q (t_s - t_e) + H_2 - H_3$$

D'où,

$$q = \frac{H_2 - H_3}{C_p (T_s - t_e)} = \frac{2056,36}{4,18 \times 20} = \frac{2056,36}{83,6} = 24,59$$

$$q = 24,6 \text{ Kg (eau) / Kg (vapeur)}$$

4.4 CALCUL DU DEBIT MASSIQUE DE L'EAU FROIDE (QM (EAU))

Le débit massique de la vapeur q_m (vap) étant de 696,1 Kg/h et la masse d'eau froide nécessaire pour un condenseur une masse de vapeur de 1Kg étant de 24,6 Kg (eau) / Kg (vapeur), le débit massique de l'eau se calcul de la manière ci- après:

$$q_m \text{ (eau)} = q_m \text{ (vap)} \times q = 696,1 \times 24,6 \text{ qm (eau)} = 17124,06 \text{ Kg/h} = 4,76 \text{ Kg/s.}$$

4.5 CALCUL DE LA QUANTITE DE LA CHALEUR À ÉCHANGER PAR SECONDE (QECH)

Le débit massique de vapeur et la quantité de la chaleur cédée par la vapeur à l'eau froide étant connu, la quantité de chaleur échangée par seconde se traduit par la relation:

$$Q_{ech} = Q_{ce} \times q_m \text{ (vap)} = 2056,36 \text{ KJ/Kg} \times 4,76 \text{ Kg/s} = 9786,56 \text{ KJ/s.}$$

$$\text{Soit } Q_{ech} = 9786,56 \text{ KW} + 9786560 \text{ W.}$$

4.6 CALCUL DE LA SURFACE D'ÉCHANGE (SECH)

Cette surface est constituée par des tubes de:

- Diamètre intérieur: $d_m = 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$;
- Diamètre extérieur: $d_{ext} = 22 \text{ mm} = 0,022 \text{ m}$;
- Epaisseur: $e = 1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$;
- Longueur: $L = 3 \text{ m}$

Le phénomène de la transmission de la chaleur étant considéré, nous écrivons:

$$Q_{ech} = K S_{ech} \Delta \Theta_m \text{ en watt.}$$

Où est le coefficient de transmission globale de la chaleur, il s'exprime en $\text{w/m}^2\text{°C}$;

S_{ech} est la surface d'échange; $\Delta \Theta_m$ est la différence moyenne des températures entre le fluide froid (l'eau). Il convient de noter que:

1°) K peut être connu c'est-à-dire peut émaner du résultat d'essais sur des échangeurs semblables à celui que nous analysons. C'est un cas fréquent. Il peut être aussi calculé en recourant à la relation ci-après:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{x_1} + \frac{e}{x} + \frac{1}{x_2}$$

Où x : est le coefficient de conductibilité thermique du matériau c'est-à-dire pour la laiton: $x = 116 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$; vapeur et paroi; sa valeur varie de 10000 à 50000 $\text{w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Nous prenons 15000 $\text{w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$;

2: est le coefficient de convection entre paroi et l'eau froide; sa valeur varie de 3000 à 18000 $\text{w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Nous prenons 10000 $\text{w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Cependant:

$$\begin{aligned} \frac{1}{K} &= \frac{1}{15000} + \frac{0,001}{116} + \frac{1}{10000} \\ &= 0,000066666 + 0,00000862 + 0,0001 \\ &= 0,000175286 \end{aligned}$$

$$K = \frac{1}{0,000175286} = 5704,94 = 5705 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

S peut être la surface extérieure ou la surface intérieure des tubes. Mais il faudrait cependant considérer la surface de la paroi qui offre le plus de résistance au passage de la chaleur, donc celle la convection α est la plus faible.

Dans le cas précis, nous savons que α_2 (paroi-eau) est beaucoup plus élevé que α_1 (vapeur-paroi); nous prendrons donc pour paroi s, la surface extérieure des tubes.

La théorie de transmission de chaleur montre que;

$$\Delta \theta_m = - \frac{(t_e + t_s)}{2} = 48 - \frac{1+40}{2} = 48 - 30 = 18^\circ\text{C}$$

Enfin:

$$S_{\text{ech}} = \frac{Q_{\text{ech}}}{K \Delta \theta_m} = \frac{9786560 \text{ w}}{5705 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 18^\circ\text{C}} = \frac{86560}{102690} = 93,3 \text{ m}^2$$

4.7 CALCUL DE LA SURFACE EXTERIEURE D'UN TUBE (SEX)

$$s_{\text{ex}} = \pi \times d_{\text{ex}} \times l = 3,14 \times 0,22 \times 3 = 2,0724 = 2,1 \text{ m}^2$$

4.8 DETERMINATION DU NOMBRE DES TUBES (ITB)

$$N_{\text{tb}} = \frac{S_{\text{ech}}}{S_{\text{ex}}} = \frac{93,3}{2,1} = 44,43 = 46$$

5 DIMENSIONNEMENT DE LA POMPE D'ALIMENTATION DE LA CHAUDIERE

Etats thermodynamiques au point 3:

- $p_3 = 1 \text{ N/cm}^2$,
- $t_3 = 48^\circ\text{C}$,
- $z_3 = 2 \text{ m}$,
- $H_3 = 200,64 \text{ KJ/Kg}$

Etats thermodynamiques au point 4:

- $p_4 = 200 \text{ N/cm}^2$ (car $p_4 = p_5 = p_1$),
- $H_4 = H_3 = 200,64 \text{ KJ/Kg}$ (car la pompe étant une machine hydraulique),
- $Z_4 = 5 \text{ m}$

5.1 CALCUL DE LA TEMPERATURE AU POINT 4

$$t_4 = t_3 + \frac{H_4 - H_3 + v(5p_4 - p_3)}{C_p}$$

Où $v = 0,001 \text{ m}^3/\text{kg}$ (volume massique de l'eau)

Sachant que $H_4 - H_3 = 0$

$$p_3 = 10^{-3} \times 10^4 \text{ kN/m}^2$$

$$p_4 = 200 \times 10^{-3} \times 10^4 \text{ kN/m}^2$$

Il vient:

$$t_4 = 48^\circ\text{C} + \frac{0,001 \text{ m}^3/\text{kg} (2000 - 10)}{4,18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}} = 48 + 0,476 = 48,476 = 48,5^\circ\text{C}$$

5.2 CALCUL DU TRAVAIL UTILE (W_u)

$$W_u = \frac{p_4 - p_3}{\rho} + \frac{1}{2} (C_4^2 - C_3^2) + g(z_4 - z_3)$$

Supposons que les pertes de charge dans les conduites et la variation de l'énergie cinétique sont négligeables.

Il vient cependant:

$$\begin{aligned} W_u &= \frac{p_4 - p_3}{\rho} + g(z_4 - z_3) = \frac{(200 - 1)10^4}{1000} + 9,81(5 - 2) \\ &= 1990 + 9,81 \times 3 = 1990 + 29,43 = 2019,43 \text{ J/kg} \\ &= 2,02 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Considérons un rendement global de la pompe de 0,80; le travail utile devient:

$$w_u = \frac{2,02}{0,8} = 2,5 \text{ kJ/kg}$$

5.3 CALCUL DE LA PUISSANCE UTILE (P_u)

$$P_u = \dot{m} (v_{\text{vap}}) \times w_u$$

$$\text{avec: } \dot{m} (v_{\text{vap}}) = 696,1 \text{ kg/h} = 0,19 \text{ kg/s}$$

$$\text{Il vient: } P_u = 0,19 \times 2,5 = 0,475 \text{ kW} = 475 \text{ W}$$

6 DIMENSIONNEMENT DU GÉNÉRATEUR DE VAPEUR

Le générateur de vapeur est constitué d'une chaudière (tronçon 4-5) et d'un surchauffeur (tronçon 5-1).

Caractéristiques thermodynamiques :

- Production horaire de vapeur: $\dot{m} (v_{\text{vap}}) = 696,1 \text{ kg/h}$;
- Température de l'eau à l'entrée de la chaudière;
- Température de la vapeur à la sortie de la chaudière: $t_s = 220^\circ\text{C}$ (température admissible pour la vapeur sèche);
- Timbre: 200 N/cm^2 ;
- Enthalpie de la vapeur à l'entrée de la surchauffeur: $H_5 = 2825 \text{ kJ/kg}$ (valeur lue sur le diagramme de Mollier);
- Température de la vapeur à la sortie de la surchauffeur: $t_1 = 400^\circ\text{C}$

6.1 CALCUL DE LA QUANTITE DE LA CHALEUR REÇUE PAR LA VAPEUR DANS LA CHAUDIERE (Q_r (CH))

$$Q_r (\text{ch}) = H_5 - H_4 = 2825 - 200,64 = 2624,36 \text{ kJ/kg}$$

6.2 CALCUL DE LA QUANTITE DE LA CHALEUR REÇUE PAR LA VAPEUR DANS LE SURCHAUFFEUR (QR (SURCH))

$$(Q_r \text{ (surch)}) = H1 - H5 + 3250 - 2825 \text{ kJ/kg}$$

6.3 CALCUL DE LA QUANTITE TOTALE DE LA CHALEUR À FOURNIR PAR HEURE AU GENERATEUR DE VAPEUR (QCH (GEN))

Considérons un rendement thermique du générateur de vapeur de l'ordre de 90%:

$$Q_{ch(gen)} = \frac{[Q_{r(ch)} + Q_{r(surch)} \times q_{m(vap)}]}{0,90} = \frac{[624,36 + 425]}{0,90} \times 696,1 = 2358,2321 \text{ kJ/h}$$

6.4 DETERMINATION DE LA MASSE DE COMBUSTIBLE À BRULER PAR HEURE DANS LE FOYER (MCOMB)

$$M_{comb} = \frac{Q_{ch(gen)}}{P_{ci}}$$

Pci Où Pci est le pouvoir calorifique inférieur du bois (sa valeur varie de 4000 à 5000 kcal/kg).

Considérons: Pci (bois) = 4000 kcal/kg = 4000 Kcal.Kg-1

Sachant que: 1kcal = 4,18 Kj.

Il vient: Pci (bois) = 4000 x 4,18k = 16720J/kg = 16720J.Kg-1

D'où:

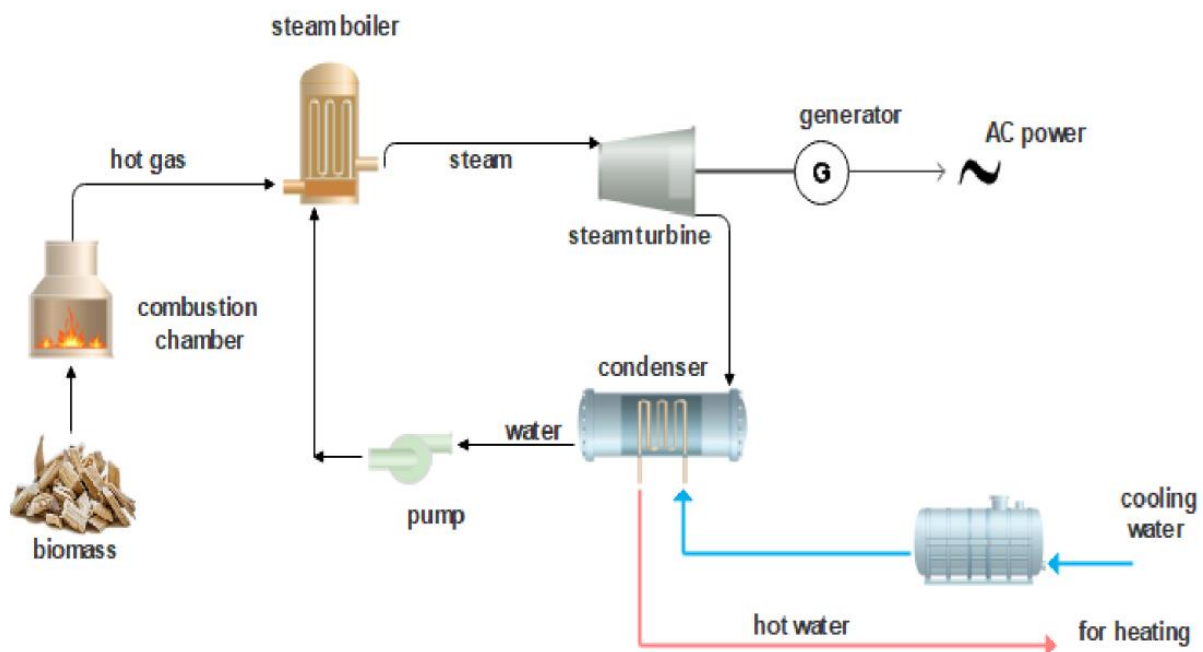
$$M_{comb} = \frac{2358,2321}{16720} = 141 \text{ kg/h} = 141 \text{ Kg.h}^{-1}$$

Si nous considérons que le bois brut contient 8% de cendres, 6% d'eau et 3% d'imbrulés; alors, sur 100kg de bois brut, nous aurons 83 kg (c'est-à-dire 100-8+6+3 = 83) de bois qui participent à la combustion.

D'où, la masse réelle de bois à brûler par heure dans le foyer sera:

$$M_{comb} = \frac{141}{0,83} = 169,879 = 170 \text{ kg.h}^{-1}$$

Schéma



7 CONCLUSION

Ce travail est consacré à utiliser les copeaux de bois de la scierie comme ressource pour produire l'électricité. Cela dans le cadre de la revalorisation de déchets et utiliser les moyens de bord pour produire de l'énergie électrique, vecteur principal du développement. Nous avons dimensionné le système pour savoir avec telle quantité du bois, nous pouvons produire autant de Kw.

REFERENCES

- [1] Anticosti: la relance de l'industrie forestière Available from: [https://ici.radiocanada.ca/nouvelle/679677/anticosti - industrieforestiere](https://ici.radiocanada.ca/nouvelle/679677/anticosti-industrieforestiere).
- [2] STRZ ALKA, R., ERHART, Tobias Gabriel, et EICKER, Ursula, Analysis and optimization of a cogeneration system based on biomass combustion. *Applied Thermal Engineering*, 2013. vol. 50, no 2, p. 1418-1426.
- [3] ADEME. ETAT DE L'ART DE LA TECHNOLOGIE GENERATEUR D'AIR CHAUD À PARTIR DE BIOMASSE 2010; Available from: https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/71335_generateur_air_chaud.pdf
- [4] Schuster, A., et al., *Energetic and economic investigation of Organic Rankine Cycle applications*. 2009. 29 (8-9): p. 1809-1817.
- [5] QUOILIN, Sylvain, VAN DEN BROEK, Martijn, DECLAYE, Sébastien, et al. Techno-economic survey of Organic Rankine Cycle (ORC) systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013, vol. 22, p. 168-186.
- [6] URIS, María, LINARES, José Ignacio et ARENAS, Eva. *Evaluation de faisabilité technico-économique d'une centrale de cogénération à la biomasse basée sur un cycle organique de Rankine*. *Énergies renouvelables*, 2014, vol. 66, p. 707-713.

Mise en place d'un système de sécurité incendie doté d'une technologie sprinkleur au sein du marché de la liberté Mzee LDK dans la commune de Masina (Ville de Kinshasa)

[Implementation of a fire safety system equipped with sprinkler technology within the Mzee LDK freedom market in the municipality of Masina (City of Kinshasa)]

Kondatata Mbambu Jordan¹, Meni Babakidi Narcisse², Kaniki Tshimanga Blairon³, and Kinyoka Kabalumuna God'Et⁴

¹Institut Supérieur de Techniques Appliquées de Kasangulu, Section Electronique, Kasangulu, RD Congo

²Institut Supérieur de Techniques Appliquées de Kinshasa, Section Electronique, Kinshasa, RD Congo

³Institut Supérieur de Techniques Appliquées de Gombe Matadi, Section Electronique, Mbanza-Ngungu, RD Congo

⁴Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences, Département de Physique et Sciences Appliquées, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A fire is a large fire that spreads causing significant damage. It is considered one of the disasters that affects public infrastructure. In fact, the MLDK market in the municipality of Masina has experienced cases of fire of unidentified origin that have caused huge losses to small traders and even, caused huge expenses of rehabilitation work for the state and some pavilions have remained unrehabilitated to this day. The objective of this article is to set up a fire detection and extinguishing system equipped with networks, thermal sensors and sprinklers to prevent fires in order to protect people and their property. In addition to the literature review, which is upstream of all the methods used, this approach was based on direct observation and experimental methods supported by a field survey. The results obtained show the interest of this project on fire detection, especially in non-working hours. Automatic fire detection and extinguishing is a very complex and delicate process, which requires appropriate and efficient equipment.

KEYWORDS: Fire safety, sprinkler, freedom market.

RESUME: L'incendie est un grand feu qui se propage en causant des dégâts importants. Il est considéré comme l'une des catastrophes qui affecte les infrastructures publiques [5]. En effet, le marché MLDK dans la commune de Masina a connu des cas d'incendie d'origines non identifiées qui ont causés des pertes énormes aux petits commerçants et même, occasionnés des énormes dépenses de travaux de réhabilitation pour l'état et certains pavillons sont restés non réhabilités jusqu'à ce jour. L'objectif de cet article consiste à la mise en place d'un système de détection et extinction d'incendie dotés des réseaux des capteurs thermiques et des sprinkleurs pour prévenir des cas d'incendie afin protéger des personnes et leurs biens. Outre la revue documentaire qui est en amont de toutes les méthodes utilisées, cette approche a été basée sur les méthodes d'observation directe et expérimentale appuyée par une enquête sur terrain. Les résultats obtenus montrent l'intérêt de ce projet sur la détection d'incendie surtout dans heures non œuvrées. La détection et extinction automatique d'incendie est un processus très complexe et délicat, qui exige des équipements appropriés et performants.

MOTS-CLEFS: Sécurité incendie, sprinkleur, marché de la liberté.

1 INTRODUCTION

L'incendie est une combustion qui se développe d'une manière incontrôlée en raison d'un grand nombre des paramètres liés au temps et à l'espace [2]. Du reste, le feu en soi est une combustion maîtrisable.

Les causes d'un incendie sont toujours liées à la présence d'une source d'inflammation, partout où il apparaît dans les industries, infrastructures publiques et privées, et sont principalement dus aux: Surintensités + surtensions; Mauvaises installations électriques; Vétusté des équipements électriques; Mauvais contacts des fils électriques (court-circuit); Surchauffement des équipements; Présence des matières inflammables; Imprudence des fumeurs de cigarette; Imprudence des cuisiniers (cas de foyer de braise ou foyer de bois); Réactions chimiques dangereuses etc.

A cet effet, le système que nous mettons en place sera composé d'un module de détection et d'extinction automatique avec possibilité de le contrôler à distance à partir d'un smartphone, d'une tablette et/ou d'un ordinateur.

Le système de sécurité incendie que nous amenons vise: La réglementation et la prévention des cas d'incendie; La sécurisation des personnes et leurs biens, surtout en dehors des heures de service.

2 METHODES ET MATERIELS

2.1 METHODES

2.1.1 ENVIRONNEMENT ET OUTILS DE DEVELOPPEMENT

Outre la revue documentaire qui est en amont de toutes les méthodes utilisées, cette approche a été basée sur la méthode d'observation directe appuyée par une enquête sur terrain.

Pour collecter les données, un questionnaire destiné aux commerçants du Marché Mzee Laurent Désiré Kabila. L'enquête a été menée par aux moins 40 commerçants dans les différents pavillons ont fait l'objet de l'étude.

2.1.2 EXPERIMENTALE

La méthode expérimentale a fait l'objet de cette approche grâce à la technique des capteurs thermiques et de la technologie Sprinkleur. Un système de sécurité incendie (SSI) assisté par l'ESP8266 a été mise en place pour contrôler et agir en temps réel.

2.2 MATERIELS

2.2.1 SPRINKLEURS

Ces sont des dispositifs électroniques sensibles à la chaleur, conçus pour réagir à une certaine température prédéterminée, en libérant automatiquement un flux d'eau se répartissant uniformément au sol en direction du foyer [6]. La figure 1 ci-dessous montre la tête de sprinkleur.



Fig. 1. Tête de Sprinkleur

Il est important de noter que la température d'activation du sprinkleur est différente de la température environnant. Ce dernier a fait qu'en 1988, Heskestad a proposé un modèle permettant de calculer l'évolution de la température T_i d'après l'équation 1 suivante [1]:

$$\frac{dT_i}{dt} = \frac{\sqrt{|u|}}{RTI} (T_g - T_i) - \frac{c}{RTI} (T_i - T_m) - \frac{c_2}{RTI} \beta |u| \quad (\text{Equation 1})$$

Le deuxième terme du membre de droite correspond aux échanges thermiques entre l'élément sensible et sa monture à la température T_m . Le coefficient C est une constante propre à chaque sprinkleur et dont la valeur est déterminée expérimentalement.

Enfin, troisième terme traduit le refroidissement de l'élément sensible par les gouttes issues d'éventuels autres sprinkleurs: β étant la fraction volumique d'eau dans la phase de C_2 une constante valant $6 \times 10^6 K / (m/s)^{1/2}$.

Dans chaque termes, le paramètre RTI (Response Time Index) correspond au terme de réponse de l'ampoule sprinkleur, défini par l'équation 2 ci-dessous [3]:

$$RTI = T u^{1/2} = \frac{mC}{hA} \cdot u^{1/2} \quad (\text{Equation 2})$$

2.2.2 POSTE DE CONTRÔLE SOUS-EAU

Le poste de contrôle est un appareil qui permet le passage de l'eau d'une canalisation vers une installation de sprinkleur dans un seul sens et à donner une alarme dans les conditions spécifiées d'écoulement d'eau. Il comporte une vanne, un clapet et un gong hydraulique. La figure 2 représente le poste de contrôle sous-eau.



Fig. 2. Poste de contrôle sous-eau

2.2.3 SOURCES D'EAU

Elles assurent l'alimentation en eau de l'installation de sprinkleur. Dans notre projet, nous avons utilisés le réseau d'eau publique de la REGIDESO.

2.2.4 RÉSEAU DES CANALISATIONS

Le réseau des canalisations reliés à la réserve d'eau au groupe de pompage, du poste de contrôle jusqu'à l'ensemble des sprinkleurs, une canalisation principale (collecteur) se scinde en plusieurs canalisations plus petites (antennes) qui alimentent les têtes.

2.2.5 ESP8266

L'ESP8266 intègre l'émetteur – récepteur Wi-Fi 802.11b/g/n HT40, de sorte qu'il peut non seulement se connecter à un réseau Wi-Fi et interagir avec l'internet, mais il peut également configurer son propre réseau, permettant à d'autres appareils de se connecter directement à celui-ci. Cela rend l'ESP8266 NodeMCU encore plus polyvalent [7]. Le module ESP8266 est présenté à la figure 3 ci-dessous:

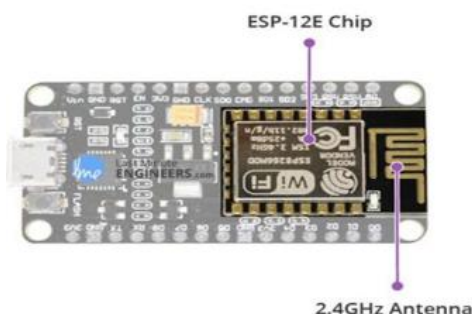


Fig. 3. Module ESP8266

3 ETAT DE LIEU DU MARCHE DE LA LIBERTE «M'ZEE LAURENT DESIRE KABILA»

Le Marché de la Liberté «M'Zee Laurent Désiré Kabila» est l'un des plus grands marchés de Kinshasa, en République Démocratique du Congo. Il fut construit sous la présidence de Laurent Désiré Kabila pour récompenser les habitants du district de Tshangu pour avoir résisté à l'agression des rebelles en août 1998 [4]. La figure 4 ci-dessous représente les pavillons du marché de la Liberté.



Fig. 4. Effigie de l'initiateur du marché de la Liberté [4]

Le marché de la Liberté situé au n° 64 de la parcelle sise Boulevard LUMUMBA dans la Commune de Masina a une superficie de 21 ha et est borné de l'Est, à l'Ouest, du Nord au Sud par: l'avenue Bolenge, la même avenue, le bureau du quartier Nzuzi wa MBOMBO et le boulevard Lumumba.

L'objectif principal de la création de ce marché est de créer des activités commerciales à la population de la Tshangu, activités génératrices des revenus aux ménages en vue d'éradiquer la pauvreté. Le deuxième objectif est de désengorger le centre-ville qui ne voyait qu'un seul sens pour l'approvisionnement des produits vivriers de première nécessité [5].

Il dispose aussi des ballots de friperies, des malles et divers colis des papiers, livres, carton et produits inflammables de toutes natures. Les postes d'énergie électrique sont interconnectés avec des câbles non protégés, vétustes pour la plupart ne font pas le souci du gestionnaire. Il en résulte qu'aucun extincteur n'a été placé à proximité des postes de départ d'énergie électrique et dans des différents pavillons.

En effet, le plan de présentation du marché de la liberté MLDK nous renseigne que ce marché compte 21 pavillons avec 8148 m d'étalages béton, chaque vendeur occupe 2m d'étalage béton, d'où, $\frac{8148m}{2} = 4074$ occupants (vendeurs). L'espace couvert par les 21 pavillons est estimé à 4000m². Le rayon d'action d'une tête sprinkleur varié de 9m² à 16m² donc nous aurons 4000m²: 16m² = 250 (nombre des têtes sprinkleurs); 250 têtes sprinkleurs: 21 pavillons = ± 13 têtes sprinkleurs par pavillon; Dans un système embarqué, on peut avoir autant de têtes sprinkleurs, autant des détecteurs, d'alarmes et sirènes.

4 RESULTATS

Le résultat final de notre étude après notre expérimentation du système au laboratoire d'électronique de l'ISTA Kasangulu, nous venons d'installer avec l'aide des experts, un système de sécurité incendie au marché de la Liberté comme le montre la figure 5 ci-dessous.

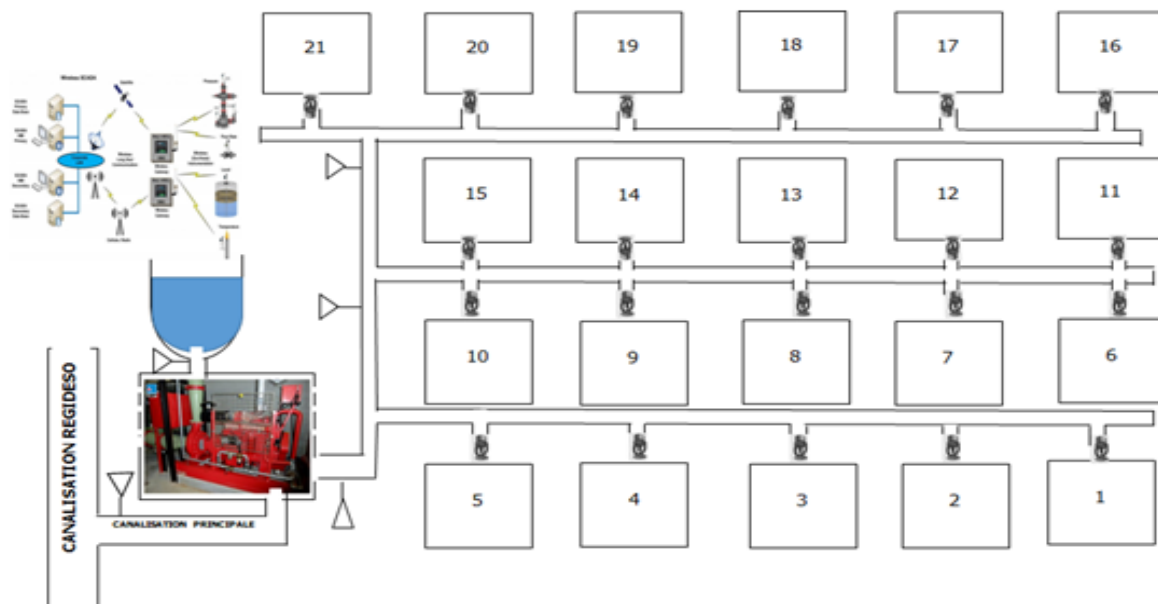


Fig. 5. Mise en place d'un système de sécurité incendie au sein du marché de la Liberté

Le système que nous mettons sur pied dans cet article est une installation des sprinkleurs sous-eau, alimenté par le réseau de la société REGIDESO Kin-Est. Il dispose d'un détecteur thermique à température fixe qui permet à ce dernier d'ouvrir la tête dès le seuil est dépassé et permettant à l'eau de s'écouler pendant ce temps, les canalisations étant sous pression.

Ensuite, le clapet du poste de contrôle s'ouvre en raison de la différence de pression entre l'aval et l'amont du réseau.

La chute de pression engendre le démarrage automatique du groupe de pompage qui assure l'alimentation en eau et sa diffusion de la réserve de la tête jusqu'au foyer, via le réseau.

Pendant les heures non œuvrées, le système est doté d'un système de télésurveillance via l'application web qui peut détecter, enregistrer, traiter et transmettre les données en temps réel, permettant au sapeur-pompier de pouvoir partout où il se trouverait, recevoir des messages d'alertes.

Le système étant configurés et interconnectés au ESP8266, il est aisé aux sapeurs-pompiers de bien gérer le système à distance.

5 CONCLUSION

Pour finir, nous avons démontré la pertinence de la technologie sprinkleur et son principe de fonctionnement, afin de détecter en temps réel l'incendie et agir sans intervention humaine. La surveillance des différents pavillons à distance intervient dans le but d'assurer le bon fonctionnement du système de manière permanente, pendant les heures œuvrées tout comme pendant les heures non œuvrées, via l'application web.

En perspective de l'avenir, cet article pourra être amélioré en intégrant d'autres éléments et corriger les moindres faiblesses possibles, afin de servir à l'état congolais, notamment les gestionnaires du marché de la liberté MLDK en sigle comme avant-projet en vue de la matérialisation de ce système moderne, qui est à juste titre une solution efficace et durable face aux cas d'incendie répétés.

ACKNOWLEDGMENTS

Nous avons l'obligation de nous acquitter d'un agréable devoir, celui de remercier toutes personnes, qui ont contribué de loin et de près à la rédaction de cet article.

REFERENCES

- [1] F. GAVELLI, P. RUFFINO, G. ANDERSON et M. DI MARZO, The effect of minute water droplets on a simulated sprinkler link thermal response. National Institute of Standards, Technology, Building et Fire Research Laboratory, 1999.
- [2] FU, Zhuman et George HADJISOPHOCLEOUS (2000). « A two-zone fire growth and smoke movement model for multi-compartment buildings ». In: Fire Safety Journal 34.3, p. 257-285.
- [3] G.HESKESTAD et R. G. BILL, « Quantification of thermal responsiveness of automatic sprinklers including conduction effects», Fire Safety Journal, tome 14, numéro 1-2, pages 113-125, 1988.
- [4] H.V, Service de technique et maintenance du marché de la Liberté de Kinshasa, Hôtel de Ville, Kinshasa, 2010.
- [5] M. Madeko H.; M. Babakidi N.; Pasi Bengi M. and Cimbela Kabongo J.: Implementation of a remote surveillance network by IP camera via fiber optics within the freedom market in the town of Masina (City of Kinshasa). International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 37 No. 1, p.213 Aug. 2022.
- [6] PEACOCK, Richard D., Paul A. RENEKE et Glenn P. FORNEY (2015). CFAST – Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 7) Volume 1: Technical Reference Guide. Rapp. tech.
- [7] Silalahi, Lukman Medriavin, et al. «Design a monitoring and control in irrigation systems using Arduino Wemos with the internet of things.» Journal of Integrated and Advanced Engineering (JIAE) 1.1 (2021): 53-64.

Impact du Projet Financement Basé sur la Performance sur l'autonomie de la gestion financière à l'Hôpital Général de Référence de Gemena de Janvier à Décembre 2021

[Impact of the Performance-Based Financing Project on the autonomy of financial management at the Gemena General Reference Hospital from January to December 2021]

Remy ALENGE KPALAWELE, Justin NGAWI, Papy NASENA MBALA, Olive DEMO WATALA, Annette MBILISI, Esther NOTILI WESE, Simon SITDO GBABIKETE, and Daniel MATILI WIDOBANA

Institut Supérieur des Techniques Médicales de Gemena, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: At the end of our study, it should be remembered that our ambition was to evaluate the financial management autonomy of Performance-Based Financing, then see the reasons and remedies to propose for the improvement of the services offered to the 'HGR Gemena.

In carrying out this work, our main objective is to evaluate the level of management autonomy of the HGR/Gemena in the performance-based financing approach. Through this evaluation, this study will explain the mechanisms likely to guide this institution towards the performance so desired in the Performance-Based Financing approach.

To carry out this study, we used the descriptive and documentary method, supported by observation and documentary review for this study it is based on the autonomy of financial management, to collect data on the variables of the study, namely: Human resources management, Material management, Financial management, MEG management and other inputs, Flat rate pricing.

To achieve these objectives, it was useful for us to use different techniques to collect data and information, including the documentary review. In the data analysis the following methods were used analytical methods, structural-functionalist method, statistical and dialectical method.

Indeed, the results of the present study reveal that the contribution of Performance-Based Financing to the financial management autonomy of the HGR/Gemena takes into account distribution keys in relation to the contract signed by the EUP: drug purchase, performance bonus, investment, operation, social marketing and bank reserve which led to the financial management autonomy of the HGR/Gemena.

KEYWORDS: project, financing, performance, autonomy, management, hospital.

RESUME: Au terme de notre étude, il convient de rappeler que notre ambition était d'évaluer sur l'autonomie de gestion financière de de Financement Basé sur la Performance, ensuite voir les raisons et les remèdes à proposer pour l'amélioration des services offerts à l'HGR Gemena.

En réalisant ce travail, nous avons comme objectif principal d'évaluer le niveau d'autonomie de gestion de gestion de l'HGR/Gemena dans l'approche de financement basé sur la performance. Par cette évaluation, cette étude expliquera les mécanismes susceptibles d'orienter cette institution vers la performance tant souhaitée dans l'approche Financement Basé sur la Performance.

Pour mener cette étude, nous avons recouru à la méthode descriptive et documentaire, soutenue par l'observation et la revue documentaire pour cette étude elle est basé sur l'autonomie de gestion financière, pour recueillir les données sur les variables

de l'étude, à savoir: Gestion des ressources humaines, Gestion du matériel, Gestion financière, Gestion MEG et autres intrants, Tarification forfaitaire.

Pour atteindre ces objectifs, il nous a été utile de recourir aux différentes techniques pour recueillir les données et informations dont la revue documentaire. Dans l'analyse de données les méthodes suivantes ont été utilisées méthodes analytique, méthode structuro-fonctionnaliste, méthode statistique et dialectique.

En effet Les résultats de la présente étude révèlent que l'apport de Financement Basé sur la Performance dans l'autonomie de gestion financière de l'HGR/Gemena tient compte de clefs de répartition par rapport au contrat signé par l'EUP: achat médicament, prime de performance, investissement, fonctionnement, Marketing social et réserve en banque qui a conduit à l'autonomie de gestion financière de l'HGR/ Gemena.

MOTS-CLEFS: projet, financement, performance, autonomie, gestion, hôpital.

1 INTRODUCTION

Les acteurs de la santé dans les pays à faible revenu portent une attention croissante au financement basés sur la performance ou financement basé sur les résultats. Ces systèmes de financement visent à améliorer la performance des systèmes de santé et à accélérer l'atteinte des Objectifs du Millénaire dans les pays à faible revenu.

L'accès aux soins de santé de qualité à tous les ménages sans risque des dépenses catastrophiques est le fondement de l'action du gouvernement de la RDC pour ce qui est du secteur de la santé. Le Plan National Stratégique de Développement (PNSD 2019-2023) le pays a pris un engagement à haut niveau pour instaurer la Couverture Sanitaire Universelle à l'horizon 2030.

Les systèmes de santé, partout dans le monde, focalisent l'attention de nombreux acteurs: décideurs, hommes politiques, bailleurs de fonds, prestataires et bénéficiaires de soins. L'accès aux soins de santé de qualité est revendiqué comme un droit, inscrit dans les textes doctrinaux de tous les pays. Un des piliers centraux pour l'atteinte de ces objectifs de santé est un mécanisme de financement qui assure une optimisation des ressources financières allouées à la santé. (Manuel de FBP 2019).

Le financement de la santé est plus qu'une simple question de collecte de fonds pour la santé. Il s'agit également de savoir qui reçoit la facture, quand elle sera réglée et comment l'argent recueilli est dépensé. Face aux nombreux dysfonctionnements constatés dans les nombreux systèmes publics en Afrique et à l'échec de plusieurs stratégies de réforme passées, le FBR a été avancé comme une solution pour améliorer la performance de ces systèmes. (Meessen et al.2011)

Les frais de santé sont un des principaux facteurs qui entraînent les gens sous le seuil de la pauvreté; à se priver des services de santé primaire. Le manque d'argent pour acheter des médicaments et se rendre à l'hôpital oblige souvent les personnes à contracter des dettes qu'ils doivent rembourser pendant longtemps qui à vendre jusqu'à leurs derniers biens. Il existe un mécontentement croissant des acteurs par rapport aux solutions standards comme le financement des contributions, la gratuité des soins et la dépendance des appuis extérieurs.

De plus, les liens entre le secteur de la santé et le secteur économique étaient rarement considérés dans la formation et la mise en œuvre de stratégies sanitaires de santé. Le mouvement mondial des initiatives pour la performance, à ce mécontentement, à développer des stratégies alternatives pouvant déboucher sur les services de qualité à moindre coût qui sont également aussi équitables et pérennes.

2 OBJECTIF DU TRAVAIL

Cette étude tient à expliquer un certain nombre de faits relevés lors de notre observation. Les objectifs que ce travail s'assigne d'atteindre sont de deux ordres dont le premier est général et le second est le caractère spécifique.

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 TYPE D'ÉTUDES

Cette étude descriptive exploratoire qui consiste à évaluer l'autonomie de Gestion financière de l'HGR Gemena pendant le projet FBP, menée pendant la période allant de Janvier à Décembre 2021.

3.2 POPULATION

La présente étude n'a pas une population mais elle est constituée des données exploratoires transversales des subsides reçus de l'EUP.

3.3 ECHANTILLONNAGE

La présente étude ne concerne que les subsides de l'HGR Gemena reçus au:

- Premier trimestre;
- Deuxième trimestre;
- Troisième trimestre;
- Quatrième trimestre

3.4 CRITÈRES D'INCLUSION

Tous les fonds reçus en 2021 par le projet Financement Basé sur la Performance /Projet de Développement du Système de Santé via Etablissement d'Utilité Publique/SUD-UBANGI.

3.5 CRITÈRES D'EXCLUSION

Est exclu de cette étude, tous fonds qui ne remplissent pas les critères d'inclusion ci-haut.

3.6 COLLECTE DES DONNÉES

La méthode descriptive et documentaire soutenue par les techniques d'observation et la revue documentaire du travail nous ont permis de collecter les données.

4 VALIDITÉ ET FIABILITÉ DE L'OUTIL

4.1 VALIDITÉ

Nous avons utilisé la méthode de validation par consensus des experts qui consiste à soumettre la grille d'observation aux personnes ressources dans le domaine de Financement Basé sur la Performance afin de vérifier la pertinence de contenu en rapport avec la question de recherche et les objectifs de l'étude qui sont les documents de subsides.

4.2 ENQUÊTE PROPREMENT DITE

Les observations étaient faites dans l'HGR de Gemena pendant les heures de services; l'observation et la revue documentaire durant la collecte des données. Les données récoltées ont été réparties selon le tableau de la contractualisation avec PDSS/EUP-Gemena ci-dessus.

Tableau 1. Tableau de la contractualisation avec PDSS/EUP-Gemena

N°	RUBRIQUES DES RECETTES	POURCENTAGE
01	Approvisionnement en Médicament	20
02	Prime de performance du personnel	40
03	Fonctionnement	20
04	Investissement	10
05	Marketing social	5
06	Réserve	5

5 ANALYSE DES RÉSULTATS

Les données recueillies sont saisies, codifiées, nettoyées, traitées et analysées en Excel et les résultats sont présentés en pourcentage.

6 CONTROLE DE LA QUALITE DES DONNEES

La vérification des fiches était faite juste après l'observation pour s'assurer du remplissage correct, de l'exhaustivité, de la cohérence et de la vraisemblance des données recueillies et ainsi pour toutes les grilles d'observation.

7 LIMITES DE L'ÉTUDE

Cette étude est restreinte géographiquement, dans l'HGR Gemena pendant la période de notre enquête; ensuite par son échantillon constitué uniquement des données financières de ladite Institution retenus sous les critères d'inclusion énumérés ci-haut; et, enfin, a porté sur l'autonomie de la gestion financière.

Ses résultats ne pourraient pas être extrapolés sur les autres HGR de la DPS du Sud-Ubangi, moins encore de la République entière. Toutefois, ces résultats peuvent donner une certaine attitude sur l'impact de Financement Basé sur la Performance.

8 ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Dans ce chapitre, il est question d'examiner avec soins tous les éléments que nous avons recueillis auprès de nos enquêtés afin de confronter aux réalités de notre milieu d'investigation.

Tableau 2. Répartition de subsides pour le premier trimestre 2021

RUBRIQUES DES RECETTES	Montant	%
Approvisionnement en Médicament	12.445\$	20
Prime de performance du personnel	24.890\$	40
Fonctionnement	6.222\$	10
Investissement	12.445\$	20
Marketing social	3.111\$	5
Réserve	3.111\$	5
TOTAL	62.224\$	100

La lecture de ce tableau, nous démontre qu'au premier trimestre 2021 l'HGR-Gemena a perçu auprès de PDSS, un montant total de 62.224\$ dont 24.890\$ soit 40% destiné à la prime de performance du personnel, suivi des médicaments et investissements 12.445\$ soit 20%, le fonctionnement 6.222\$ soit 10% et enfin le marketing social avec la réserve à la banque 3.111\$ soit 5%.

Tableau 3. Répartition de subsides pour le deuxième trimestre 2021

RUBRIQUES DES RECETTES	Montant	%
Approvisionnement en Médicament	13.002\$	20
Prime de performance du personnel	26.004\$	40
Fonctionnement	6.501\$	10
Investissement	13.002\$	20
Marketing social	3.250\$	5
Réserve	3.250\$	5
TOTAL	65.009\$	100

Quand nous observons ce tableau, nous remarquons que l'HGR Gemena a fait, un montant total de 65.009\$ dont 26.004\$ soit 40% destiné à la paie du personnel, achat des médicaments et investissements en matériel et équipements 13.002\$ soit

20%, le fonctionnement de l'institution a fait 6.501\$ soit 10% et enfin le marketing social avec la réserve à la banque 3.250\$ soit 5%.

Tableau 4. Répartition de subsides pour le troisième trimestre 2021

RUBRIQUES DES RECETTES	Montant	%
Approvisionnement en Médicament	11.295\$	20
Prime de performance du personnel	22.590\$	40
Fonctionnement	5.647\$	10
Investissement	11.295\$	20
Marketing social	2.824\$	5
Réserve	2.824\$	5
TOTAL	56.475\$	100

Quand nous regardons ce tableau, nous disons que l'HGR a eu de PDSS 56.475\$ répartis comme suit: 22.590\$ soit 40% pour la prime le personnel de l'HGR, 11.295\$ soit 20% pour achat médicaments et investissements, 5.647\$ soit 10% garde pour le fonctionnement de l'HGR, 2.824\$ soit 5% repartis la réserve à la banque et Marketing social.

Tableau 5. Répartition de subsides pour le quatrième trimestre 2021

RUBRIQUES DES RECETTES	Montant	%
Approvisionnement en Médicament	11.003\$	20
Prime de performance du personnel	22.006\$	40
Fonctionnement	5.502\$	10
Investissement	11.003\$	20
Marketing social	2.751\$	5
Réserve	2.751\$	5
TOTAL	55.016\$	100

Ce tableau nous fait voir qu'au quatrième trimestre 2021, l'HGR a reçu de PDSS un montant total de 55.016\$ dont 22.006\$ soit 40% pour la prime de performance du personnel, 11.003\$ soit 20% de fond pour achat médicaments et investissements, 5.502\$ soit 10% pour le fonctionnement, 2.751\$ soit 5% gardé à la banque et 5% pour le marketing social.

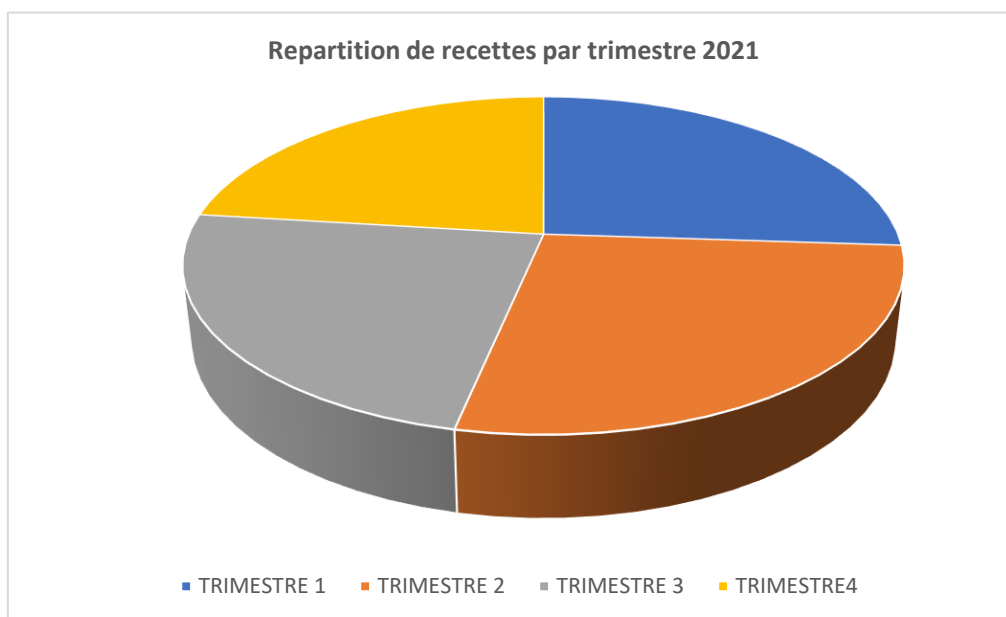
Tableau 6. Répartition de synthèse des subsides pour l'année 2021

RUBRIQUES DES RECETTES	Montant	%
Approvisionnement en Médicament	47.745\$	20
Prime de performance du personnel	95.489\$	40
Fonctionnement	23.872\$	10
Investissement	47.745\$	20
Marketing social	11.936\$	5
Réserve	11.936\$	5
TOTAL	238.723\$	100

La synthèse des subsides pour l'année 2021, nous avons remarqué que pour un total de 238.723\$, 95.489\$ étaient destinés à la paie de prime du personnel, 47.745\$ ont été utilisé pour achat médicaments et Investissements (matériels, équipement et infrastructure), 23.872\$ utilisés pour le fonctionnement de l'HGR, 11.936\$ gardé à la banque pour l'an 2021 et 11.936\$ utilisés pour le marketing social.

Tableau 7. Répartition de synthèse des subsides par trimestre en 2021

RUBRIQUES DES RECETTES	Montant	%
Trimestre I	62.224\$	26
Trimestre II	65.009\$	27
Trimestre III	56.475\$	24
Trimestre IV	55.016\$	23
TOTAL	238.723\$	100



En parlant de tableau, nous disons que pour l'année 2021, l'HGR Gemena a perçu en deuxième trimestre 65.009\$ soit 27% de la recette annuelle, 62.224\$ soit 26% pour le premier trimestre, 56.475\$ soit 24% de la recette annuelle et 55.016\$ soit 23% pour le quatrième trimestre.

Le tableau, nous montre qu'au premier trimestre 2021 l'HGR-Gemena a perçu auprès de PDSS, un montant total de 62.224\$ dont 24.890\$ soit 40% destiné à la prime de performance du personnel, suivi des médicaments et investissements 12.445\$ soit 20%, le fonctionnement 6.222\$ soit 10% et enfin le marketing social avec la réserve à la banque 3.111\$ soit 5%. En tenant de clef de répartition, l'HGR a respecté mais toujours le personnel se plaint de la prime de performance qu'elle est insignifiante.

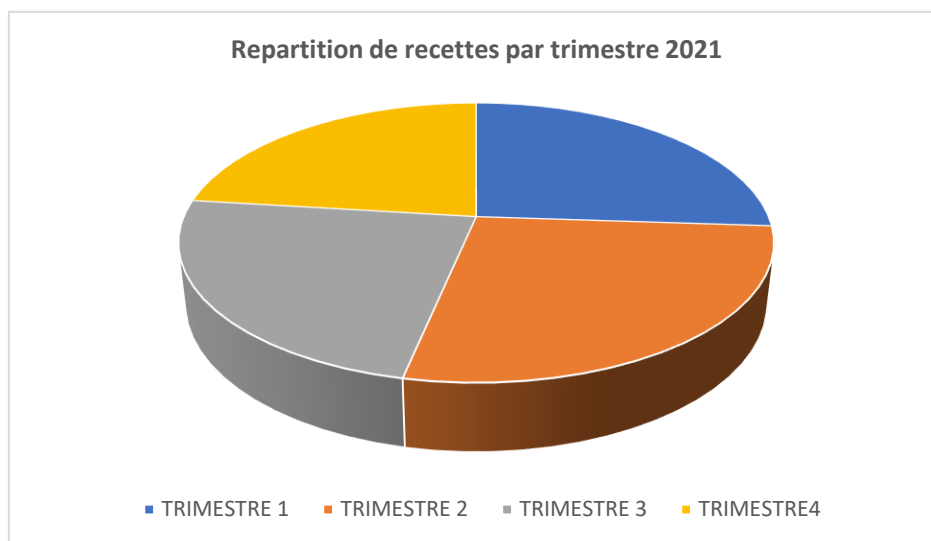
Quand nous observons le tableau 2, nous remarquons que l'HGR Gemena a fait, un montant total de 65.009\$ dont 26.004\$ soit 40% destiné à la paie du personnel, achat des médicaments et investissements en matériel et équipements 13.002\$ soit 20%, le fonctionnement de l'institution a fait 6.501\$ soit 10% et enfin le marketing social avec la réserve à la banque 3.250\$ soit 5%. C'est le trimestre où l'HGR a battu le record de sa recette, sans aucun investissement en matériel, en équipement et infrastructure.

Quand nous regardons le tableau 3, nous disons que l'HGR a eu de PDSS 56.475\$ répartis comme suit: 22.590\$ soit 40% pour la prime le personnel de l'HGR, 11.295\$ soit 20% pour achat médicaments et investissements, 5.647\$ soit 10% garde pour le fonctionnement de l'HGR, 2.824\$ soit 5% repartis la réserve à la banque et Marketing social. Le trimestre où la recette de l'HGR a baissé presque de 10% et cela a eu des répercussions sur la prime du personnel et fonctionnement.

Le tableau 4 nous fait voir qu'au quatrième trimestre 2021, l'HGR a reçu de PDSS un montant total de 55.016\$ dont 22.006\$ soit 40% pour la prime de performance du personnel, 11.003\$ soit 20% de fond pour achat médicaments et investissements, 5.502\$ soit 10% pour le fonctionnement, 2.751\$ soit 5% gardé à la banque et 5% pour le marketing social. Un trimestre encore avec une baisse totale et pendant ce trimestre, il y a eu trop de rupture en médicament. Ce qui reflète la mauvaise gestion de médicaments dus aux plusieurs facteurs et causes.

Parlant de tableau de la synthèse des subsides pour l'année 2021, nous avons remarqué que pour un total de 238.723\$, 95.489\$ étaient destinés à la paie de prime du personnel, 47.745\$ ont été utilisés pour achat médicaments et Investissements (matériels, équipement et construction), 23.872\$ utilisés pour le fonctionnement de l'HGR, 11.936\$ gardé à la banque pour l'an 2021 et 11.936\$ utilisés pour le marketing social. La clef de répartition est respectée.

En parlant de tableau, nous disons que pour l'année 2021, l'HGR Gemena a perçu en deuxième trimestre 65.009\$ soit 27% de la recette annuelle, 62.224\$ soit 26% pour le premier trimestre, 56.475\$ soit 24% de la recette annuelle et 55.016\$ soit 23% pour le quatrième trimestre.



Au terme de notre étude, il convient de rappeler que notre ambition était d'évaluer sur l'autonomie de gestion financière de de Financement Basé sur la Performance, ensuite voir les raisons et les remèdes à proposer pour l'amélioration des services offerts à l'HGR Gemena.

Nous sommes partis d'un constat que la Division Provinciale de la Santé de sud-Ubangi en général, souffre des aléas administratifs et financiers suite à l'instabilité politique qui ronge cette dernière depuis la décentralisation. Ce secteur de santé souffre de manière la plus agressive. Chaque politique veut toujours peser de son poids pour installer son vouloir.

La plainte du personnel sur la prime de performance qui serait insignifiante, la mauvaise gestion de médicaments par le personnel commis à la pharmacie et la mauvaise prescription des médicaments par les médecins, la mauvaise gestion des fournitures du bureau par le personnel administratif, mauvaise gestion des réactifs par les techniciens, mauvaise canalisation de fond destiné à la réserve et marketing social.

En réalisant ce travail, nous avons comme objectif principal d'évaluer le niveau d'autonomie de gestion de gestion de l'HGR/Gemena dans l'approche de financement basé sur la performance. Par cette évaluation, cette étude expliquera les mécanismes susceptibles d'orienter cette institution vers la performance tant souhaitée dans l'approche Financement Basé sur la Performance.

Pour mener cette étude, nous avons recouru à la méthode descriptive et documentaire, soutenue par l'observation et la revue documentaire pour cette étude elle est basé sur l'autonomie de gestion financière, pour recueillir les données sur les variables de l'étude, à savoir: Gestion des ressources humaines, Gestion du matériel, Gestion financière, Gestion MEG et autres intrants, Tarification forfaitaire.

Pour atteindre ces objectifs, il nous a été utile de recourir aux différentes techniques pour recueillir les données et informations dont la revue documentaire. Dans l'analyse de données les méthodes suivantes ont été utilisées méthodes analytique, méthode structuro-fonctionnaliste, méthode statistique et dialectique.

En effet Les résultats de la présente étude révèlent que l'apport de Financement Basé sur la Performance dans l'autonomie de gestion financière de l'HGR/Gemena tient compte de clefs de répartition par rapport au contrat signé par l'EUP: achat médicament, prime de performance, investissement, fonctionnement, Marketing social et réserve en banque qui a conduit à l'autonomie de gestion financière de l'HGR/ Gemena.

Les stratégies du FBP qui conduisent à l'autonomie de gestion financière de l'HGR/Gemena sont: outils indices pour la cotation du personnel, achat médicaments et fournitures, la gestion des matériels et équipements, la tarification forfaitaire et investissements, les stratégies pour garantir l'autonomie de gestion de l'HGR/Gemena dans l'approche FBP sont la formulation de mise à niveau, l'évaluation administrative et financière des activités des structures ciblées etc.

De tout ce qui précède, nous disons que toutes les hypothèses sont confirmées.

Loin de nous la prétention d'avoir analysé tous les aspects du sujet comme cotation du personnel, motivation et la satisfaction, impact financier mais nous assumons l'entière responsabilité de toutes les erreurs et omissions contenues dans ce travail.

REFERENCES

- [1] NYARUSAGE, P. et NIYOMWUNGERE, B., Impact du FBP sur le fonctionnement des services de santé: Cas du district sanitaire de Bubanza, Travail de mémoire de Licence, Filière GSS, Bujumbura, INSP, 2010.
- [2] Mayaka, S. Tembey L, Bigirimana E, Dossouvi C, Basenya, O Mago E, Mushagalusa P, Zongo A, veriumbe, F (2018). « Towards constructive rethinking of PBF: perspectives of implementers in sub-saharan Africa » BMJ Global Health. Volume 3, Issue 5 <http://dx.doi.org/10.1136/bmjgh-2018-001036>.
- [3] M. Audibert, J. M. (2004). Financement de la Santé dans le pays à faible revenu: Questions récurrents, nouveaux défis. Médecine Tropicale n° 64: 552-560.
- [4] 1ASOBA, J. (2016). Financement Public des Services de Santé de la Province du Sud Ubangi, 2011-2015, Mémoire de Maîtrise en Economie de la Santé, Kinshasa, ESP-UNIKIN.
- [5] MAYAKA MANITU. S., (2015) Le financement basé sur la performance dans un système de santé complexe, cas de RDC, Thèse, ULC, IRSS.
- [6] SOETERS et COLL, 2011 MUSHAGALUSA P and KIMANUKA C. Performance-Based Financing Experiment Improved Health Care In The Democratic Republic Of Congo. Health Affairs August 2011 30: 8.
- [7] Emmanuelle Rey, Toulouse. Honoraires des médecins: les secteurs les plus chers, ladepeche.fr, 10 septembre 2011.
- [8] World Health Organization, *Aging and life course: Our aging world* [archive], Genève, consulté le 24 juin 2011.
- [9] Nicole A., Diriger et motiver: art et pratique du management, Edition d'organisation 1, 2è édition, Paris, 2005, 355P.
- [10] OMS, Rapport sur la santé dans le monde: Travailler ensemble pour la santé, Genève, 2006, 243P.
- [11] Claude Lévy-Leboyer, La motivation au travail: Modèles et stratégies, édition d'organisation, 3ème édition.
- [12] Patrice ROUSESEL, www.iae-toulouse.fr/.../les-theories-de-lamotivation-au-travail.pdf
- [13] Madeleine, E., Guide des risques professionnels du personnel des services de soins, édition Lamarre, Estem, 1997, 384P.
- [14] SEKIOU et coll., La gestion du personnel, édition des organisations, Paris, 1990.
- [15] Yves, S. et Julienne, B., Repenser la gestion des ressources humaines, Economica, 1993.
- [16] MSP, Plan National de Développement Sanitaire, kinshasa, 2011.
- [17] Helen, R., Motiver le personnel et encourager son développement, Revue de santé oculaire communautaire, Volume 3, Numéro 2, Août 2006.
- [18] MSP, Manuel opérationnel FBP, RDC, 2016.

Analyse du régime alimentaire de *Zanobatus schoenleinii* (Müller et Henle, 1841) dans les sites de débarquement de pêche artisanale au large de Dakar, Sénégal

[Diet analysis of *Zanobatus schoenleinii* (Müller and Henle, 1841) in artisanal fishing landing sites off Dakar, Senegal]

Luc Bonaventure Badji^{1,2}, Youssouph Diatta², Almamy Diaby², Khady Diouf², and Christian Capape³

¹Institut Universitaire de Pêche et d'Aquaculture (IUPA), Faculté des Sciences et Techniques (FST), Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Dakar, Senegal

²Laboratoire de Biologie Marine, Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN), Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Dakar, Senegal

³UFR de Sciences et Techniques du Languedoc, Université Montpellier II, Montpellier, France

Copyright © 2024 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: Stomachs of 852 individuals of *Zanobatus schoenleinii* were sampled at three fishing stations located in the Dakar peninsula to determine diet composition. Three indices (If, Cn and Cp) were used to determine prey occurrence. A feeding coefficient (Q) was used to classify prey into different categories and define the feeding strategy of the species. The results showed a high vacuity in the species, which is thought to be related to the maturation of the gonads and digestion ongoing after the capture of the animal. The food spectrum consisted of nine prey groups including crustaceans especially shrimps which were preferential prey in both cold (Q= 628.31) and warm seasons (Q= 1067.60) and annelids of the genus *Nereis* as secondary prey during both seasons. Other prey groups such as fish and mollusks were incidental. Comparisons between individuals of different sex, size and fishing area indicated an absence of sexual segregation due to similarities between the diets of males and females. On the other hand, differences between young and adult individuals would indicate a distinct spatial distribution between individuals of different size. With respect to the landing stations, the differences noted between Soubédioune/Ouakam and Hann allowed to affirm that although the tiger ray feeds selectively on typical prey, it has the capacity to adapt its diet in response to variations in prey availability.

KEYWORDS: *Zanobatus schoenleinii*, diet, occurrence index, feeding coefficient, Dakar Peninsula, Senegal.

RESUME: Les estomacs de 852 de *Zanobatus schoenleinii* ont été échantillonnés dans trois stations de pêche situées dans la presqu'île de Dakar afin de déterminer la composition du régime alimentaire. Trois indices (If, Cn et Cp) ont été utilisés pour déterminer l'occurrence des proies. Un coefficient alimentaire (Q) a été utilisé pour classer les proies en différentes catégories et définir la stratégie alimentaire de l'espèce. Les résultats ont montré une vacuité élevée chez l'espèce, qui serait liée à la maturation des gonades et de la digestion se poursuivant après la capture de l'animal. Le spectre alimentaire était constitué de neuf groupes de proies dont des crustacés particulièrement les crevettes qui constituaient des proies préférentielles aussi bien en saison froide (Q= 628,31) qu'en saison chaude (Q= 1067,60) et les annélides du genre *Nereis* comme proies secondaires durant les deux saisons. Les autres groupes de proies tels que les poissons et les mollusques étaient accidentels. Les comparaisons entre individus de sexe, de taille et de zone de pêche différents indiquaient une absence de ségrégations sexuelle du fait des similitudes entre les régimes alimentaires des mâles et femelles. En revanche, des différences entre individus jeunes et adultes, indiquerait une répartition spatiale distincte entre individus de taille différente. En ce qui concerne les stations de débarquement, les différences notées entre Soubédioune/Ouakam et Hann ont permis d'affirmer

que bien que la raie tigrée s'alimente sélectivement sur des proies typiques, elle a la capacité d'adapter son alimentation en réponse aux variations de la disponibilité de proies.

MOTS-CLEFS: *Zanobatus schoenleinii*, régime alimentaire, indice de fréquence, coefficient alimentaire, presqu'île de Dakar, Sénégal.

1 INTRODUCTION

La raie tigrée *Zanobatus schoenleinii*, espèce d'élasmobranches de la famille des Zanobatidae, était considérée comme la seule espèce de son genre et de sa famille jusqu'à la description de la raie maculée (*Zanobatus maculatus*) en 2016 [1]. Sa répartition s'étend sur l'Atlantique oriental chaud, allant du Maroc à l'Angola en passant par le golfe de Guinée.

Tout comme la plupart des élasmobranches, cette espèce était autrefois considérée comme poisson de faible valeur économique. Cependant, elle est actuellement devenue la cible des pêcheries au Sénégal et dans plusieurs pays de la sous-région comme la Mauritanie, la Guinée-Bissau et la Gambie [2]. Ainsi, compte tenu de cette importance socioéconomique pour les populations, il est important d'approfondir les recherches aussi bien sur les aspects biologiques mais aussi écologiques afin d'affiner les politiques de gestion de ces ressources.

Les études sur l'écologie alimentaire des batoïdes ne sont pas courantes dans les côtes ouest africaines, en particulier dans les eaux sénégalaises. Les données existantes sont principalement axées sur leur reproduction et la description de leur pêcherie [3], [4], [5], [6]. Par ailleurs, l'alimentation des raies du genre *Zanobatus* n'a jamais fait l'objet d'une étude approfondie en Afrique de l'Ouest. Les données disponibles sont issues d'études partielles effectuées dans la zone nord-ouest africaine au Sénégal, en Guinée, en Mauritanie et au Maroc [7], [8]. Ainsi, les résultats de la présente étude, effectuée sur 12 mois, fourniront des connaissances de base permettant d'estimer la dynamique trophique de la raie *Zanobatus schoenleinii* et contribueront à l'évaluation de nouvelles caractéristiques écologiques de cette espèce.

Cette recherche a pour but de déterminer le régime alimentaire de la raie tigrée et l'influence des variables bioécologiques sur ses préférences alimentaires.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude est située dans la région de Dakar, au Sénégal (Figure 1). La collecte des échantillons a été effectuée dans trois stations de pêche que sont Soubédioune, qui est une baie s'étendant sur une plage de sable de plus d'1 km et recouvre environ 1 km² de superficie [9], Ouakam située à 5 km au nord de Dakar et qui jouxte le village de Ouakam bâti sur un plateau de même nom qui culmine à environ à 105 m et enfin Hann qui est localisée sur la façade orientale de la région de Dakar entre la pointe de Bel-Air et le village de Mbao au Nord-est de Dakar.

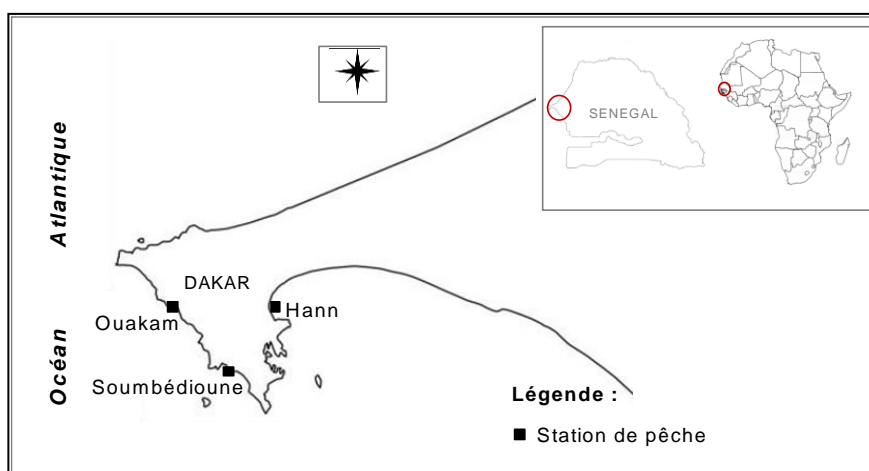


Fig. 1. Localisation des stations d'échantillonnage au large de la presqu'île de Dakar

2.2 COLLECTE DES ÉCHANTILLONS

Un échantillonnage systématique mensuel a été réalisé le long des côtes sénégalaises (Figure 1) de janvier 2019 à décembre 2020. Les données de ces deux exercices annuels ont été compilées sur une base mensuelle. Au total, 852 estomacs de *Zanobatus schoenleinii* ont été collectés dont 364 en saison froide et 488 en saison chaude.

Les poissons ont été classés en fonction de leur sexe, de leur taille et de leur station de collectes. Le sexe des individus a été déterminé par observation directe des gonades, ce qui a permis d'obtenir une séparation des individus mâles, femelles et jeunes indifférenciés. En ce qui concerne la taille, nous nous sommes basés sur le travail de [10] qui définit comme mâle-adulte et femelle-adulte tout individu dont la largeur de disque est respectivement supérieure ou égale à 329 et 402 mm.

Enfin, les individus ont été classifiés selon leurs zones de provenance i.e. site de débarquement de la pêche artisanale. Pour la présente étude, nous avons défini deux zones que sont Soubédioune/Ouakam et Hann.

Les individus échantillonnés frais ont été, au préalable, conservés dans des glacières, puis acheminés au laboratoire pour l'examen des contenus stomacaux. Chaque individu est mesuré à l'aide d'un ichtyomètre et pesé avec une balance électronique de précision 1/100. Les tailles sont exprimées en cm et les poids en kg.

2.3 ANALYSE DES CONTENUS STOMACAUX

Les estomacs ont été prélevés et leurs contenus pesés et dénombrés pour chaque item (lorsque cela est réalisable). L'identification des aliments a été faite à l'aide d'une loupe binoculaire, de guides d'identification des ressources marines ainsi que de fiches FAO [11], [12].

Des indices alimentaires ont été définis afin d'évaluer l'importance relative de chaque proie. Pour cela nous avons utilisé trois méthodes [13]:

- La méthode d'occurrence ou de fréquence, qui permet de définir le pourcentage d'occurrence ou indice de fréquence d'une proie:

$$If = \left(\frac{Ni}{N'} \right) * 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Avec N_i = nombre d'estomacs contenant l'item/la proie; N' = nombre total d'estomacs non vides analysés;

- La méthode des nombres, qui définit l'indice d'abondance C_n :

$$C_n = \left(\frac{ni}{n} \right) * 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

Avec n_i = nombre d'individus de l'espèce proie ou de l'item i dans les estomacs, n = nombre total de proies recensées dans les mêmes estomacs sachant que i peut représenter une espèce, un genre ou un groupe selon le degré d'identification de l'item.

- La méthode gravimétrique ou massique, qui définit l'indice de masse C_p :

$$C_p = \left(\frac{mi}{m} \right) * 100 \quad (\text{Eq. 3})$$

Avec m_i = masse totale de l'item i dans les estomacs d'un prédateur et m = masse totale des proies recensées chez le prédateur.

Les différentes catégories d'aliments ont été classifiées à parti du coefficient alimentaire Q [14] en tenant compte à la fois de l'abondance et de l'importance en masse des espèces-proies. Q s'exprime comme suit:

$$Q = C_n * C_p \quad (\text{Eq. 4})$$

Selon le coefficient Q , les proies peuvent être préférentielles ($Q > 200$), secondaires ($20 \leq Q \leq 200$) ou accidentelles ($Q < 20$).

Le coefficient de vacuité (C_v) a été calculé. Il correspond au rapport exprimé par le pourcentage entre le nombre d'estomacs vides (E_v) et le nombre total d'estomacs examinés (N):

$$C_v = E_v * \frac{100}{N} \quad (\text{Eq. 5})$$

3 RÉSULTATS

3.1 ANALYSE DES CONTENUS STOMACAUX

SAISON FROIDE

Sur un total de 364 estomacs de *Zanobatus schoenleinii* examinés en saison froide, 146 étaient vides, le coefficient de vacuité était donc de 40,11%. L'analyse du matériel alimentaire a révélé une large diversité de groupes de proies dont des poissons, des crustacés, des mollusques, des annélides (Tableau 1). Toutefois, les crustacés semblent constituer le groupe d'aliment préférentiel avec un coefficient alimentaire Q = 628,31. Dans ce groupe, les crevettes sont les proies les plus récurrentes (If = 11,87), suivis d'organismes zooplanctoniques tels que les amphipodes (If = 5) et les copépodes (If = 4).

Tableau 1. Aspects qualitatifs et quantitatifs du régime alimentaire de *Z. schoenleinii* (saison froide). indét.= indéterminé

Aliments	Ni	ni	mi	If	Cn	Cp	Q
Poissons							
Soleidés	1,00	1,00	2,90	0,30	0,17	1,43	0,25
Syngnatidés	1,00	1,00	2,03	0,30	0,17	1,00	0,18
Poissons indét.	4,00	4,00	8,55	1,22	0,70	4,23	2,96
Total poissons	6,00	6,00	13,48	1,82	1,05	6,67	6,99
Crustacés							
Amphipodes	19,00	55,00	5,49	5,78	9,62	2,71	26,10
Copépodes	6,00	53,00	4,01	1,82	9,27	1,98	18,37
Euphausiacés	4,00	9,00	0,15	1,22	1,57	0,07	0,12
Panaeidés	2,00	4,00	0,20	0,61	0,70	0,10	0,07
Crevettes indét.	28,00	63,00	11,87	8,51	11,01	5,87	64,65
Crustacés indét.	29,00	55,00	8,69	8,81	9,62	4,30	41,32
Total Crustacés	88,00	239,00	30,41	26,75	41,78	15,04	628,31
Mollusques							
Bivalves indét.	3,00	3,00	0,70	0,91	0,52	0,35	0,18
Annélides							
<i>Nereis sp</i>	3,00	8,00	1,31	0,91	1,40	0,65	0,91
Nereidés indét.	3,00	12,00	2,19	0,91	2,10	1,08	2,27
Annelides indét.	15,00	40,00	3,75	4,56	6,99	1,85	12,97
Total Annélides	21,00	60,00	7,25	6,38	10,49	3,59	37,61
Végétaux							
Algues	13,00	0,00	0,12	3,95	0,00	0,06	0,00
Autres							
Bouillie	53,00	5,00	19,09	16,11	0,87	9,44	8,25
Cailloux	1,00	1,00	0,00	0,30	0,17	0,00	0,00
Sable	6,00	1,00	0,20	1,82	0,17	0,10	0,02
Proies indét.	23,00	7,78	3,54	6,99	1,36	1,75	2,38

SAISON CHAUDE

L'examen des contenus stomacaux a été réalisé sur un total de 488 individus de *Zanobatus schoenleinii* en saison chaude. Le nombre d'estomacs vide était de 181 donnant un coefficient de vacuité de 37,09%. L'analyse des proies montre un régime alimentaire orienté vers les crustacés qui en constituent les proies préférentielles avec un Q global de 1067,60 (Tableau 2). Parmi les crustacés les plus abondants, on note les crevettes indéterminées (Q = 74,02) et les amphipodes (Q = 62,34). La raie tigrée consomme secondairement des annélides (Q = 37,61) surtout du genre *Nereis* et accidentellement des poissons de fond (Q = 6,99) des familles des Soleidés et des Syngnatidés, des mollusques (Q = 0,18) et des débris divers.

Tableau 2. Aspects qualitatifs et quantitatifs du régime alimentaire de *Z. schoenleinii* (saison chaude). indét.= indéterminé

Aliments	Ni	ni	mi	lf	Cn	Cp	Q
Poissons							
Soleidés	1,00	1,00	2,90	0,13	0,07	1,31	0,09
Syngnathidés	1,00	1,00	2,03	0,13	0,07	0,92	0,07
Poissons indet.	8,00	7,00	15,99	1,02	0,50	7,24	3,59
Total poissons	10,00	9,00	20,92	1,28	0,64	9,47	6,04
Crustacés							
Amphipodes	52,00	223,00	8,71	6,66	15,80	3,94	62,34
Copépodes	8,00	68,00	6,11	1,02	4,82	2,77	13,33
Euphausiacés	12,00	34,00	2,57	1,54	2,41	1,16	2,80
Crevettes							
<i>Palinurus mauritanicus</i>	2,00	2,00	3,00	0,26	0,14	1,36	0,19
<i>Penaeus kerathurus</i>	2,00	8,00	2,26	0,26	0,57	1,02	0,58
Panaeidés	6,00	10,00	2,29	0,77	0,71	1,04	0,73
Crevettes indet.	59,00	113,00	20,41	7,55	8,01	9,24	74,02
Crabes indet.	1,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
Crustacés indet.	55,00	99,00	14,37	7,04	7,02	6,51	45,66
Total Crustacés	197,00	557,00	59,72	25,22	39,48	27,04	1067,60
Mollusques							
Balanes	2,00	3,00	0,00	0,26	0,21	0,00	0,00
Bivalves indet.	7,00	9,00	2,30	0,90	0,64	1,04	0,66
Gasteropodes indet.	2,00	3,00	0,50	0,26	0,21	0,23	0,05
Mollusques indet.	2,00	7,00	0,50	0,26	0,50	0,23	0,11
Total Mollusques	13,00	22,00	3,30	1,66	1,56	1,49	2,33
Annélides							
<i>Nereis sp</i>	5,00	20,00	5,57	0,64	1,42	2,52	3,58
Nereidés	5,00	16,00	2,19	0,64	1,13	0,99	1,12
Annelides indet.	29,00	67,00	5,58	3,71	4,75	2,53	12,00
Total Annélides	39,00	103,00	13,34	4,99	7,30	6,04	44,10
Végétaux							
Algues	48,00	0,00	0,13	6,15	0,00	0,06	0,00
Autres							
Bouillie	148,00	5,00	19,09	18,95	0,35	8,65	3,06
Cailloux	4,00	3,00	0,00	0,51	0,21	0,00	0,00
Sable	20,00	5,00	0,20	2,56	0,35	0,09	0,03
Proies indet.	43,00	16,00	6,84	5,51	1,13	3,10	3,51

3.2 VARIATION DU REGIME ALIMENTAIRE EN FONCTION DU SEXE, DE LA TAILLE ET DU LIEU DE PROVENANCE

SAISON FROIDE

L'examen du contenu alimentaire en fonction du sexe en saison froide (Figure 2a) a montré que chez *Z. schoenleinii*, les crustacés dominent dans l'alimentation des mâles et des femelles avec une dominance nette des crevettes chez ces derniers (Q= 304,49).

En ce qui concerne la taille, il existe une différence remarquable entre les individus jeunes et les adultes (Figure 2b). En effet, différents types de proies ont été trouvées chez les individus adultes, avec une dominance des crustacés parmi lesquelles des crevettes (Q= 177,069), des annélides (Q= 72,65) et des copépodes (Q= 51,13), tandis que chez les jeunes tailles, la quasi-totalité des estomacs étaient vides.

En fonction des stations en saison froide, nous notons pour l'espèce une alimentation plus diversifiée à Soumbédioune (Figure 2c) mais avec des coefficients alimentaires relativement faibles pour les proies les plus fréquentes telles que les

amphipodes, les copépodes et les crevettes. En revanche, les coefficients alimentaires étaient plus élevés à Hann. Il s'agit surtout des crevettes (Q= 855,12) et autres crustacés indéterminés (Q= 683,85).

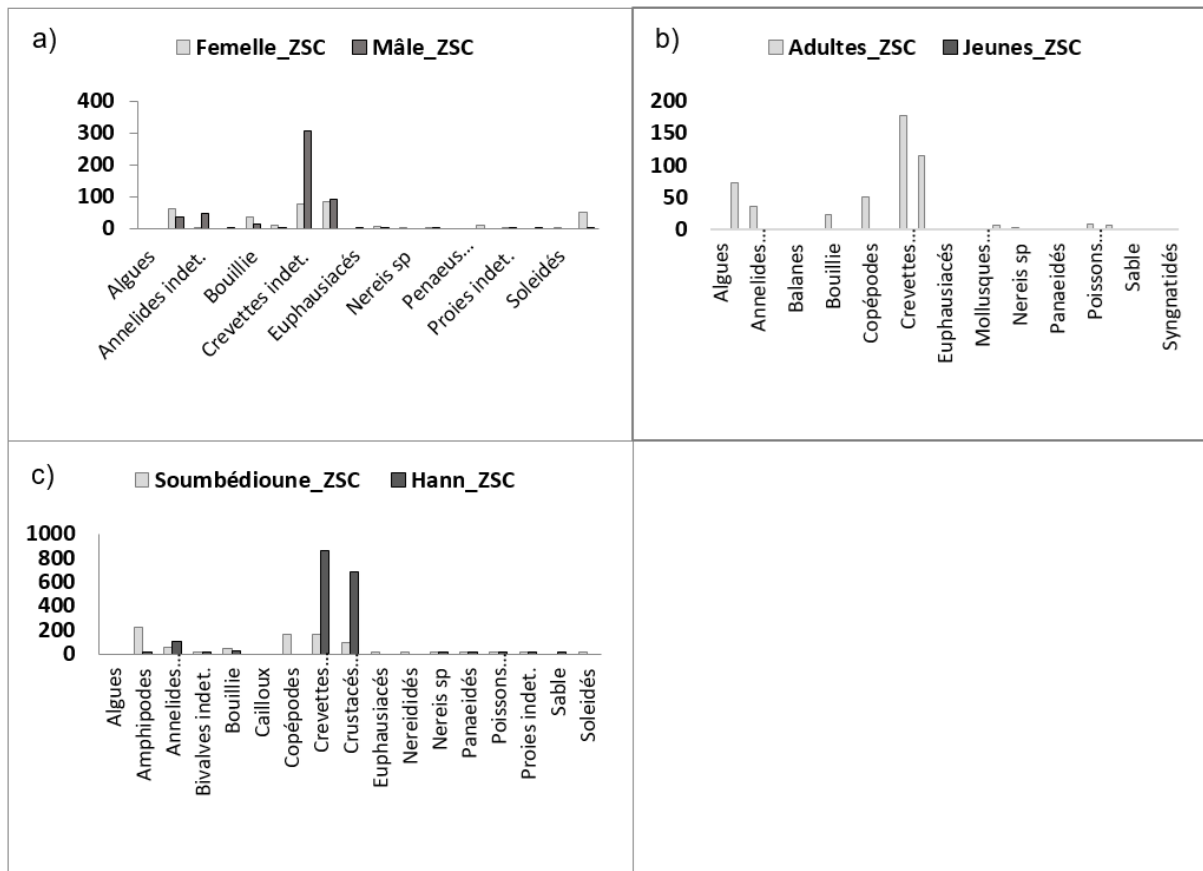


Fig. 2. Variation du régime alimentaire de *Z. schoenleinii* en fonction du sexe (a), de la taille (b) et du lieu de provenance (c) en saison froide. (Soubédioune englobe les stations de Soubédioune et Ouakam)

SAISON CHAUDE

En saison chaude, on remarque une alimentation plus diversifiée et plus abondante chez les femelles de *Z. schoenleinii* (Figure 3a) avec comme proies principales les crevettes (Q= 4467,32), les Euphausiacés (Q= 1426,34) et les copépodes (Q= 980,49), tandis que chez les mâles, les estomacs étaient quasi-vides.

En ce qui concerne la taille, on observe pour l'espèce une alimentation peu diversifiée et peu abondante aussi bien pour les jeunes que pour les adultes (Figure 3b) axée essentiellement sur les copépodes (Q= 323,30) et les annélides du genre *Nereis* (Q= 167,76) pour les premiers et les amphipodes (Q= 144,95) et les crevettes (Q= 111,22) pour les seconds. Selon les stations, on observe une alimentation plus abondante à Hann avec des proies majoritairement constituées d'algues, de crevettes et d'euphausiacés (Figure 3c). En revanche à Soubédioune, l'alimentation était dominée par des crevettes.

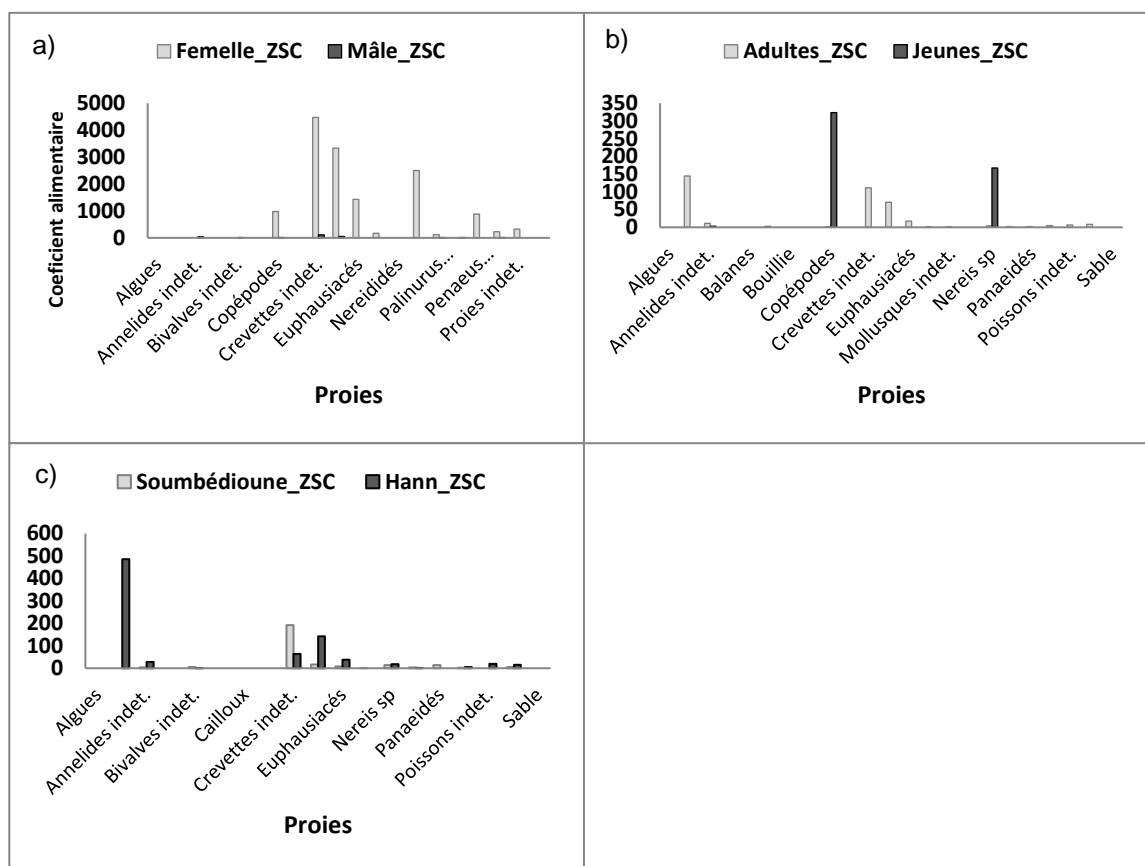


Fig. 3. Variation du régime alimentaire de *Z. schoenleinii* en fonction du sexe (a), de la taille (b) et du lieu de provenance (c) en saison chaude. (Soubédioune englobe les stations de Soubédioune et Ouakam)

4 DISCUSSION

Le coefficient de vacuité calculé sur la base des estomacs vides a montré que près de la moitié des estomacs examinés de *Z. schoenleinii* était vide. Les résultats ont montré que le coefficient de vacuité était plus élevé en saison chaude qu'en saison froide. Cela pourrait traduire, d'une part, une activité trophique plus intense pendant la saison froide du fait de l'abondance de nourriture induite par l'upwelling intense durant cette saison [15] et une augmentation de la vacuité stomacale pendant la saison chaude coïnciderait avec la période de reproduction chez cette espèce qui débute en avril-mai [4], d'autre part. En effet, comme l'ont indiqué plusieurs auteurs [16], [17], [18], l'accroissement pondéral des gonades compriment les viscères en particulier les estomacs, réduisant ainsi la capacité de l'animal à s'alimenter. Par ailleurs, la vacuité élevée pour cette espèce pourrait également être liée au fait que même après capture la digestion continue puisque les raies restent souvent vivantes pendant tout le séjour en mer [5].

En ce qui concerne le spectre alimentaire, l'étude menée chez l'espèce a permis d'identifier 8 groupes de proies différentes sur 852 individus de *Z. schoenleinii* dont des crustacés particulièrement les crevettes comme proies préférentielles et les annélides du genre *Nereis* comme proies secondaires durant les deux saisons. Les poissons, majoritairement des soleidés, figuraient parmi les aliments accidentels pendant la saison froide et secondaires en saison chaude. Les autres groupes de proies tels que les mollusques et les cnidaires étaient des aliments accidentels aussi bien en saison froide et chaude. Cette importance des crustacés dans les estomacs de cette espèce corrobore les observations faites localement par [8] qui décrit en saison froide une dominance de crustacés et de poissons dans le régime alimentaire de l'espèce. Cependant, le fait que les poissons soient trouvés préférentiels dans le cadre de son étude alors que ceux-ci constituent des proies accidentelles dans cette présente étude pourrait suggérer un comportement opportuniste de la part de cette espèce. De plus, la partie côtière du Cap-Vert où des individus de *Z. schoenleinii* ont été collectés est une zone quasiment polluée. Ainsi, l'abondance des crustacés et surtout des annélides polychètes dans le régime alimentaire de la raie tigrée serait probablement due à la capacité de ces organismes à recoloniser des milieux affectés par la pollution [19].

Par ailleurs, outre les variables saisonnières, les différences notées dans l'importance qualitative et quantitative des taxons alimentaires et les variations de l'éventail de prédation pourraient s'expliquer par des différences liées à certaines caractéristiques bioécologiques de l'espèce.

L'analyse du régime alimentaire selon le sexe chez la raie tigrée a montré que les crustacés, les annélides et les amphipodes étaient les groupes de proies prépondérants dans la nutrition des mâles et des femelles en période froide. En revanche, pendant la saison chaude, les estomacs des mâles étaient quasi-vides alors que chez les individus femelles, les crevettes et les annélides étaient préférentiels. Ces similarités indiquent l'absence de ségrégation sexuelle accentuée chez cette espèce. En fonction de la taille, une ségrégation est notée, comme chez beaucoup d'espèces de batoïdes [20], avec les adultes ayant un régime alimentaire beaucoup plus diversifié que celui des jeunes individus. En ce qui concerne les stations, les résultats montrent une légère différence avec une plus grande diversité de proies à Soubédioune en saison froide et à Hann en saison chaude.

Toutefois, ces résultats sont souvent biaisés du fait que les pêcheurs dakarois sont très mobiles et peuvent exercer dans une zone de la presqu'île et débarquer dans une autre au gré de leur convenance [21].

5 CONCLUSION

L'étude du régime alimentaire a permis de déterminer le niveau trophique qu'occupent la raie tigrée *Z. schoenleinii* dans la chaîne alimentaire. Son profil alimentaire montre que cette espèce possède un spectre alimentaire très large, avec d'importantes variations qui se corrélaient avec les fluctuations saisonnières et spatiales et mais aussi avec des aspects biologiques tels que le sexe et la taille des individus. Il convient cependant de noter que nos observations réfutent l'idée d'une alimentation opportuniste chez la raie tigrée, mais plutôt d'une alimentation sélective avec une capacité d'adaptation en réponse aux variations de la disponibilité de proies.

REFERENCES

- [1] Döring M., *Zanobatus schoenleinii* (J.P. Müller & Henle, 1841), English Wikipedia - Species Pages. Wikimedia Foundation. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/c3kkgh> accessed via GBIF.org on 2022-06-10, 2022.
- [2] Diop M. and Dossa J., Thirty years of shark fishing in West Africa. European Union: Fondation Internationale du Banc d'Arguin, vol. 1, 92 pp, 2011.
- [3] Capape C., N'dao M. and Diop M., Données sur la biologie de la reproduction de quatorze espèces de Sélaciens batoïdes capturés dans la région marine de Dakar- Ouakam (Sénégal, Atlantique oriental tropical). Bul. de l'IFAN Ch. A. Diop, série A, 48: 89-102, 1995.
- [4] M. Diop, Observations sur la systématique et la biologie de la reproduction de trente espèces de Poissons Elasmobranches capturées au large de Ouakam (Sénégal, Atlantique oriental tropical). Mémoire de D.E.A, Biologie animale, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 90 pp, 1997.
- [5] Y. Diatta, Contribution à la connaissance de la bioécologie de vingt - six espèces d'élasmobranches au Sénégal. Thèse de Doctorat, Ecologie et gestion des écosystèmes, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 175 pp, 2014.
- [6] Capapé C., Diatta Y., Diaby A. and Rafrani-Nouira S., Aberrant hermaphroditism in striped panray, *Zanobatus schoenleinii* (zanobatidae) from the coast of senegal (e-tropical atlantic). Thal sal., 42, 107-116, 2020.
- [7] Patokina F.A., Litvinov F.F., Food composition and distribution of demersal elasmobranches on shelf and upper slope of North-West Africa. ICES CM 2004/Session K: 19, 30 p., 2004.
- [8] Y. Diatta, Le régime alimentaire du poulpe commun, *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda, Octopodidés) et de ses prédateurs potentiels au long de la côte du Sénégal (Atlantique oriental tropical), Thèse 3e cycle, Biologie animale, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, N° 049, 136 pp, 2000.
- [9] Diatta Y., Ndaw M., Fall M., BA C. T., Reynaud C., Capapé C. Observations sur quelques espèces de téléostéens d'intérêt économique capturés devant la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal, Atlantique oriental tropical), Bull. Inst. fond. Afr. noire Cheikh Anta Diop, Dakar, sér. A, 53 (2): 83-100. ISSN: 0018-9634, 2014.
- [10] Valadou B., Brêthes J-C. and Inejih C.A.O., Observations biologiques sur cinq espèces d'élasmobranches du Parc national du Banc D'Arguin (Mauritanie). Cybium, 4, 313-322, 2006.
- [11] Bellemans M., Sagna A. Fischer, W. and Scialabba, Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche, Guide des ressources halieutiques du Sénégal et de la Gambie (espèces marines et d'eaux saumâtres) Rome, FAO, 227 pp, 1988.
- [12] Lloris D. and Rucabado J., Guide d'identification des espèces pour les besoins de la pêche, guide d'identification des ressources marines vivantes du Maroc, Rome, FAO, 263 pp, 1998.

- [13] Tood R. A., Second report on the food of fishes. I. 1904-1905. Rep. mar. biol. Ass. t/.AT. 2 (1): 49 p, 1907.
- [14] Hureau J. C., Biologie comparée de quelques poissons antarctiques. Thèse de doctorat d'Etat, Muséum national d'histoire naturelle, Laboratoire des pêches Outre-mer, Paris, 232, 1970.
- [15] L. Badji, Contribution à l'étude du régime alimentaire de *Epinephelus aeneus*, de *Sardinella aurita* et de *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) des côtes ouest-africaines. Mémoire de Master, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 65 pp, 2014.
- [16] Cau A., Contributo alla conoscenza di *Nemichthys scolopaceus* (Rich.) (Osteichthyes Anguilliformes). Ita. Jou. of Zoo., N° 48, 33 pp, 1981.
- [17] Derbal F., Nouacer S. and Kara M. H., Composition et variations du régime alimentaire du sparailon *Diplodus annularis* (Sparidae) du golfe d'Annaba (Est de l'Algérie). Cybium 2007, 31 (4): 443-450, 2007.
- [18] S.E. Abi-Ayad, S. Kerfouf, S.A. Mehidi, L. Saddikioui and A.B. Talet, « Données préliminaires sur la composition du régime alimentaire du Congre (Conger conger, Linnaeus, 1758) de la côte occidentale algérienne », *European Jou. of Sci. Res.*, 2: 314-324, 2011.
- [19] Diaz-Castañeda V. and Safran P., Dynamique de la colonisation par les annélides polychètes de sédiments défaunés par la pollution dans des enceintes expérimentales en rade de Toulon (France). *Oceanologica Acta*, 3: 285-297, 1988.
- [20] Badji L., Diatta Y., Ba A., Ba C. T. and Capape C., Contribution à l'étude du régime alimentaire d'*Epinephelus aeneus* de la côte occidentale de l'Afrique, *Bul. de l'IFAN Ch. A. Diop*, T. LIV sér. A, n° 1, 23-39, 2019.
- [21] Brehmer P., Constantin De Magny G., Sonko A., Guinot P. and Diallo A., Mesures microbiologiques, chimiques, microplastiques et cotoxicologiques des eaux maritimes proches d'effluents de la presqu'île de Dakar et enquête auprès de la population littorale: campagnes AWATox 1, 2, 3 & 4: rapport de mission, Rapport de mission Campagnes AWATox 1, 2, 3 & 4, 30 pp, 2016.

