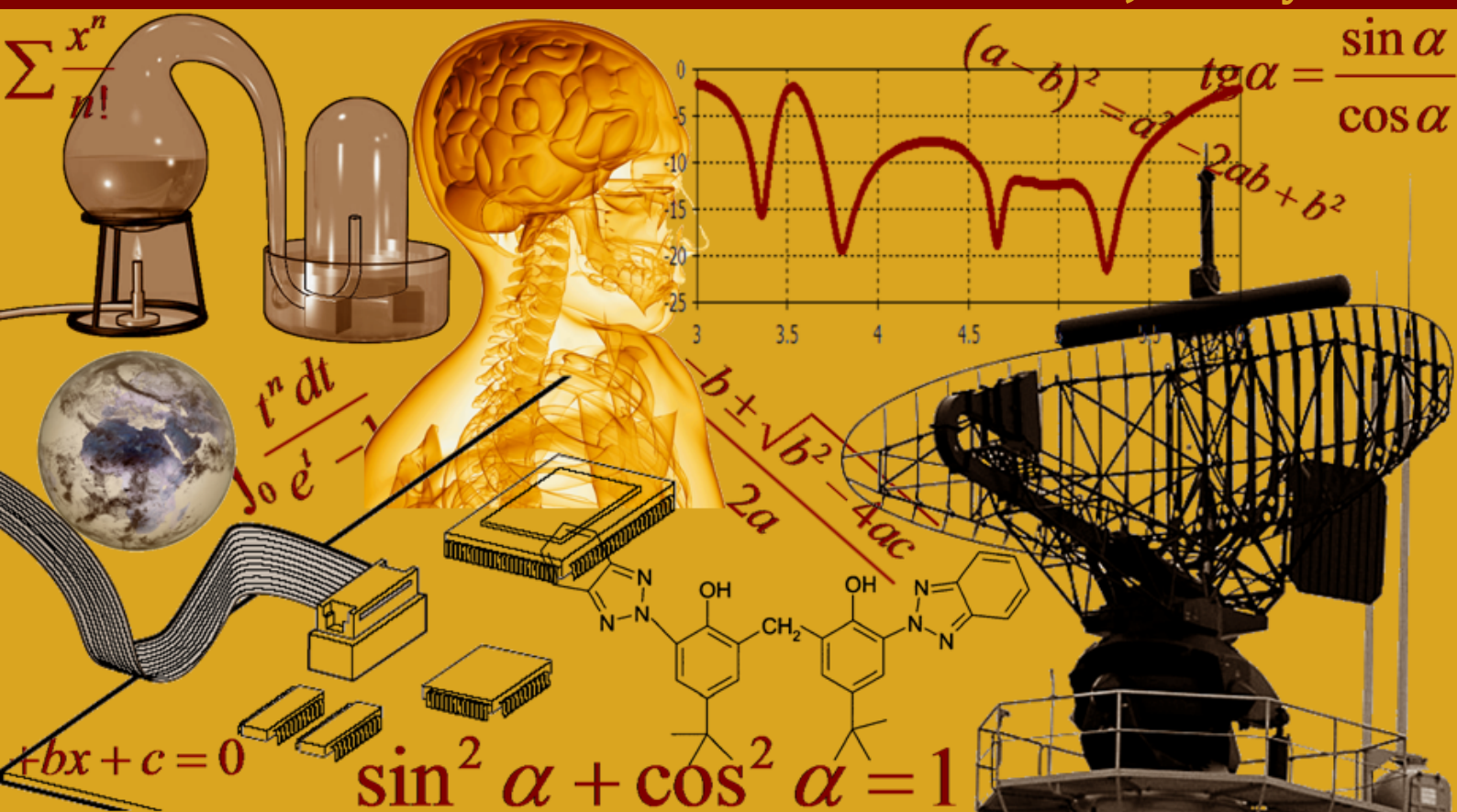


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 40 N. 2 January 2019



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

Des engins de pêche artisanale utilisés en partie ouest Méditerranée marocaine <i>Fahd Darasi, Hesham Awadh, and Mustapha Aksissou</i>	276-286
Reproduction des principales espèces de crabes nageurs exploités dans les lagunes du Sud Bénin <i>DESSQUASSI Comlan Eugène, GANGBE Luc, AGADJIHOUEDE Hyppolite, MONTCHOWUI Elie, and LALEYE A. Philippe</i>	287-305
Evolution des ressources hydriques et foncières pour les cultures irriguées dans la Commune rurale de Dan Barto (Département de Kantché au Niger) <i>ILLOU Mahamadou, Bonkounkou Joachim, and SOULEY Kabirou</i>	306-315
LES BASES SCIENTIFIQUES DE L'EDUCATION INCLUSIVE <i>Eugene UCOUN KENO UPOLWUN and STANISLAS BOGOY NANGAMA</i>	316-325
ALIGNEMENT PÉDAGOGIQUE CHEZ LES MAÎTRES DES ÉCOLES PRIMAIRES DE GOMA (RD CONGO) <i>Osée KAYUMBA MUGOYI, Gratien MOKONZI BAMBANOTA, Paul VITAMARA, and Augustin Issoy Awongi</i>	326-336
OPÉRATIONNALISATION DES OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES, DU FRANÇAIS ET LEUR ADÉQUATION AVEC LES QUESTIONS D'ÉVALUATION DANS LES ÉCOLES PRIMAIRES ADVENTISTES DE DE GOMA <i>Osée KAYUMBA MUGOYI and Gratien MOKONZI BAMBANOTA</i>	337-344
APPLICATION D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (SIG) POUR LA MISE EN ÉVIDENCE DES FORMATIONS ABRITANT LA MINÉRALISATION AURIFÈRE EN COTE D'IVOIRE : CAS DU DÉPARTEMENT DE KATIOLA <i>DIKITE Yacouba, AHOUSSEI Kouassi Ernest, SOUMAHORO Segbe, and TOURE Ibrahim</i>	345-358
Performances de <i>Tamarix aphylla</i> (L.) H.Karst. var <i>erectus</i> sur sols sulfatés acides salés du terroir de Ndiassate, Kaolack (Sénégal) <i>Elhadji FAYE, Mamoudou Abdoul TOURE, Malainy DIATTA, and Mouhameth SARR</i>	359-367
Comparaison des capacités d'accumulation des éléments traces métalliques chez trois espèces maraîchères, la laitue (<i>Lactuca sativa</i> L.), l'épinard (<i>Spinacia oleracea</i> L.) et l'amarante (<i>Amaranthus paniculatus</i> L.), cultivées sur des sites d'agriculture dans la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire) <i>Kouassi Joseph KOUAKOU, Ahoua Edmond SIKI, Seu Jonathan GOGBEU, Koffi Bertin YAO, Moussa BOUNAKHLA, Dénézon Odette DOGBO, and Yves-Alain BEKRO</i>	368-376
Pronostic maternel du travail d'accouchement au décours de la stimulation à l'oxytocine dans la ville de Goma en RD Congo <i>Imani Prince Musimwa, Mwambali Sylvie Nabintu, Endanda Zawadi Espérance, Ntamulenga Innocent Guhamanyi, Kavira Céline Malengera, Nyakio Naeleza Olivier, Ciruza Keroy Ca Fundiko, Kasereka Tambite Raphael, Mukwege Denis Mukengere, and Juakali Sihali Kyolov</i>	377-388

Des engins de pêche artisanale utilisés en partie ouest Méditerranée marocaine

Fahd Darasi, Hesham Awadh, and Mustapha Aksissou

Faculté des sciences, Université Abdelmalek Essaâdi, Tétouan, Maroc

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objective of this article is to understand the current situation of artisanal fishing in the Moroccan Mediterranean (Belyouch, Fnideq, Martil and Kaa asras), and the components that characterize it (techniques, target species, boats, seamen, etc.). by analyzing the data collected from a survey conducted in these sites. The study is carried out through surveys between April 2014 and June 2014. The artisanal fishing sector in the selected sites could be characterized by different components. Thus, we can note the following characteristics: Presence of about 308 active boats; and direct employment offers to almost 1160 fishermen. Twelve gears are used in all sites. They are divided into three major groups: traps, nets and hook-and-line gear, in addition to dragging. The fishermen practice 12 techniques, with 2 to 3 methods per boat. The fish species most caught by fishermen are: (besugue, bug, sea bream, dorado); cephalopods (octopus, squid, cuttlefish); clupeidae (Sardine, Allache); carangidae (horse mackerel) and the smooth clam.

KEYWORDS: gear, boats, fishermen, species.

RESUME: L'objectif de cet article est d'appréhender la situation actuelle de la pêche artisanale en Méditerranée marocaine (Belyouch, Fnideq, Martil et Kaa asras), et les composantes qui la caractérisent (techniques, espèces cibles, barques, marins, etc.) moyennant l'analyse des données collectées à partir d'une enquête effectuée dans ces sites. L'étude est réalisée à travers des enquêtes entre Avril 2014 et juin 2014. Le secteur de la pêche artisanale dans les sites choisis a pu être caractérisé par différentes composantes. Ainsi, on peut noter les caractéristiques suivantes : Présence d'environ 308 barques actives ; et offre d'emploi direct à presque 1160 marins pêcheurs. Douze engins sont utilisés dans tous les sites. Ils sont divisés en trois grands groupes : les pièges, les filets et les engins à hameçons, en plus de la drague. Les pêcheurs pratiquent 12 techniques, à raison de 2 à 3 méthodes par barque. Les espèces de poissons les plus capturées par les pêcheurs sont : (besugue, bogue, sars, dorades) ; les céphalopodes (le poulpe, le calmar, la seiche) ; les clupeidae (Sardine, Allache) ; les carangidae (chinchard) et le vernis.

MOTS-CLEFS: engins, barques, marins pêcheurs, espèces.

1 INTRODUCTION

Au Maroc, trois composantes de pêche partagent l'exploitation des ressources halieutiques à savoir la pêche côtière, la pêche hauturière et la pêche artisanale. La pêche côtière, encore appelée cabotage, est la navigation de pêche pratiquée par tout navire ne s'absentant du port que pour une durée inférieure ou égale à 4 jours, mais supérieure à 1 jour (Analla, 2013). La pêche hauturière se pratique au grand large, en haute mer et hors de vue des côtes en opposition à la pêche côtière. Du point de vue de la législation, il est nécessaire de posséder un permis hauturier pour pouvoir pêcher au-delà des 6 milles nautiques d'un abri (Analla, 2013).

La pêche artisanale constitue une source de vie très importante, notamment dans les villes Méditerranéennes du Royaume. Elle est définie comme une pêche artisanale pour les quelques 15.000 barques construites en bois, de petite taille (généralement inférieure à 6 m), de tonnage inférieur à 2 TJB et qui utilisent une multitude d'engins (entre 2 et 5 par barque). La pêche C'est une activité sélective qui évite les juvéniles et cible le poisson noble tels que les poulpes, homards, langoustes,

dorades, Pageot, Mérou etc. (Nibani, 2010). En Méditerranée marocaine, la pêche artisanale compte 2547 barques actives réparties sur 94 sites. Ce secteur offre l'emploi direct à environ 7800 marins (INRH, 1998).

L'activité de pêche artisanale est le plus souvent une activité de subsistance mais très importante pour l'approvisionnement des populations côtières (Shafee, 1998). Cependant, malgré son modeste niveau de développement technologique, la pêche artisanale en Méditerranée est encore importante.

La pêche artisanale se caractérise par un nombre important d'engins qui sont réparti en trois principaux groupes : les pièges, les filets et les hameçons. C'est pourquoi vient l'importance de notre travail, qui vise une évaluation de ces données pour mettre en place une base scientifique servant pour des études approfondies sur la pêche artisanale au niveau de la méditerranée marocaine.

Les sites choisis pour exécuter l'étude sont les suivants : Belyounche, Fnideq, Martil et Kaa asras dans la province Fahs – anjra, la province de Tétouan et province de Chefchaouen, où plus de 1160 pêcheurs emploient des engins à hameçons (la palangre, etc.), les filets (le Filet maillant dérivant, le trémil, etc.) pour capturer des poissons et d'autres espèces (poulpe, le calmar, la seiche, bivalves, etc.).

2 MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La Méditerranée marocaine est comprise entre les latitudes 35° et 36° Nord et les longitudes 6° et 2 ° Ouest. Elle est limitée par l'océan atlantique à l'Ouest, l'Espagnol au Nord, le Rif au Sud, la côte algérienne à l'Est. Sa longueur est de l'ordre de 512 km, depuis Cap Spartel à l'Ouest jusqu'à la frontière Maroc-Algérienne à l'Est. Les profondeurs maritimes sont très irrégulières et le relief de fond est très accidenté (INRH, 1998).

Le plateau continental de la côte méditerranéenne marocaine est étroit en comparaison avec celui de la côte atlantique : l'isobathe de 100 m se trouve à peu près 12 km de la côte (par contre sur la côte atlantique marocaine, elle se situe aux environs de 25 à 100 km de la côte) (Shafee, 1999).

En cadre de cette étude nous avons choisi quatre sites, Belyounch, Fnideq, Martil et Kaa asras qui sont situé en partie ouest Méditerranée marocaine (Figure 1).



Fig. 1. Photographie des sites d'étude (source google earth)

En raison de l'absence d'un système de collecte de données sur les socio-économiques de la pêche artisanale, il est nécessaire de procéder à la collecte directe de données par le biais des enquêtes pour répondre aux objectifs de cette étude. Afin de collecter les différentes données nécessaires, plusieurs sorties de terrain ont été réalisées au niveau de tous les sites étudiés. L'étude touche toute la communauté qui est liée au secteur de la pêche artisanale au niveau des sites qui ont été choisi (Belyounch, Fnideq, Martil et Kaa asras) d'une manière directe ou indirecte.

Il s'agit notamment : des pêcheurs dont le nombre avoisine 1110. Les données ont été collectées au niveau des 4 sites d'étude, à savoir Belyouch, Fnideq, Martil et Kaa asras. Au total, 50 enquêtes ont été réalisées (ce qui représente un échantillon de 5 %), dont 43 ont concerné des armateurs et des marins pêcheurs et des 7 mareyeurs, et qui ont touché 30 barques actives. Le taux d'échantillonnage varie considérablement d'un site à l'autre selon les activités des pêcheurs, les jours de l'enquête et la coopération avec les pêcheurs.

Les enquêtes ont été réalisées en plusieurs phases :

- La première phase ou pré-enquête : Elle consistait à établir les premiers contacts avec les pêcheurs. Cette phase était réalisée durant les deux dernières semaines d'avril 2014.
- La deuxième phase ou phase d'enquête : Elle est la principale étape de ce diagnostic, car elle consistait à collecter les différents types de données définies dans les fiches d'enquêtes que nous avons préparées. Cette phase était réalisée entre le 5 mai et le 30 juin 2014.
- La troisième phase : Elle a été consacrée à la correction de certaines enquêtes où il y avait plusieurs lacunes et un manque de données.

2.1.1 EQUIPAGE

Le nombre de marins par barque dépend généralement de la technique pratiquée, certaines techniques nécessitent plus de marins par rapport à d'autres. Ce nombre varie entre 2 à 4 personnes par barque, avec une moyenne de 3 marins par barque. Les autres techniques comme la senne de plage et la senne tournante nécessitent entre 7 à 12 personnes par barque. Le propriétaire n'est pas toujours membre de l'équipe.

2.1.2 DES ENGINS DE PÊCHE

En ce qui concerne les engins de pêche utilisés par les pêcheurs, les données suivantes ont été collectées au niveau de chaque site :

- a) Les filets (la taille de maille, la longueur, la hauteur, le nombre de pièces de filet etc.).
- b) Les hameçons (taille, la longueur de plonger ou d'avançon, l'appât utilisé, etc.
- c) Le nom local et l'utilisation de l'engin (fond ou surface), la période de son utilisation, la longueur et la puissance d'embarcation utilisé pour la capture, etc.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 EQUIPAGE

Le nombre de marins par barque dépend généralement de la technique pratiquée, certaines techniques nécessitent plus de marins par rapport à d'autres. Ce nombre varie entre 2 à 4 personnes par barque, avec une moyenne de 3 marins par barque. Les autres techniques comme la senne de plage et la senne tournante nécessitent entre 7 à 12 personnes par barque.

3.2 LA PÊCHE DANS LES SITES SÉLECTIONNÉS

3.2.1 LA BARQUE ET LE MOTEUR

La majorité des pêcheurs utilisent d'embarcations en bois, avec une longueur généralement inférieure à 6 m et un tonnage inférieur à 2 TJB, Les moteurs utilisés sont hors-bord, et d'une puissance faible à moyenne, qui varie entre 15 et 25 chevaux (CV). Les pêcheurs qui possèdent des barques de grande taille (supérieure à 8 m et un TJB (**tonneaux de jauge brute**) supérieur à 2 tons, Chebek), ils utilisent des moteurs in-bord d'une puissance, de 15 chevaux en moyenne (Figure2).



Fig. 2. Type de canot de pêche et des moteurs

La flottille est composée d'une 308 de barques actives. Le nombre de barques peut varier d'une année à l'autre, en fonction de l'importance de l'activité au cours de l'année (Figure 3).

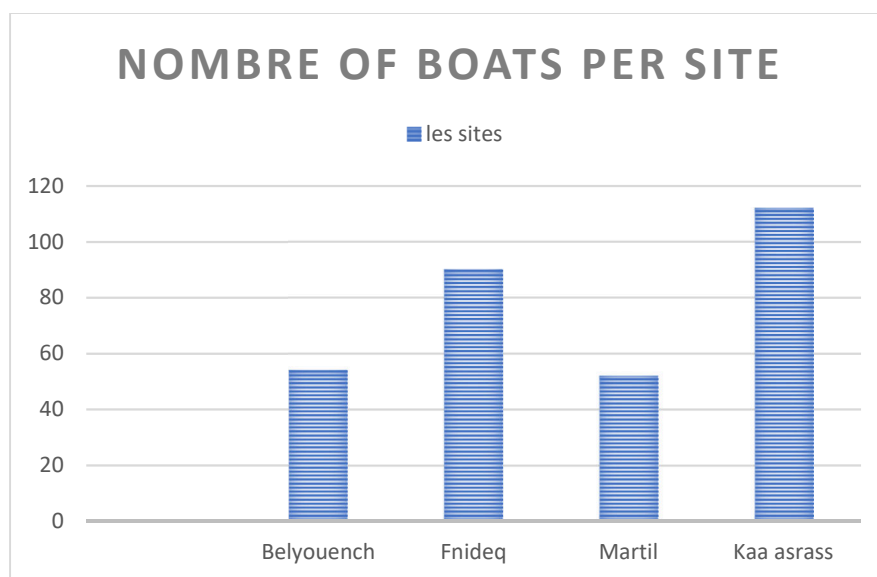


Fig. 3. Nombre des barques par site

3.2.2 TECHNIQUES

Les pêcheurs de tous les sites utilisent différents des engins, ces engins sont divisés en trois grands groupes : les pièges, les filets et les engins à hameçons, en plus de la drague.

3.2.3 DISTRIBUTION DES TECHNIQUES PAR SITE

L'étude fait ressortir qu'au niveau des différents centres de débarquement choisi de pêche artisanale, 2 à 11 techniques sont pratiquées. La répartition, selon les sites, du nombre de techniques par site est présentée dans le (Tableau 1). Dans le site de Belyouench, compte un nombre de techniques variant entre 3 et 5. Il s'agit des techniques reliées à l'utilisation du : trémail, filet maillant dérivant, palangre, ligne à main et ligne de traîne. Dans le site de Fnideq, on trouve entre 4 et 7 techniques

pratiqués. Ces techniques utilisent la Turlutte à poulpe en plus des engins pratiqués dans le site de Belyouch sauf la ligne de traîne.

Le site de Martil montre un nombre de techniques variant entre 5 et 7. Il s'agit des techniques reliées à l'utilisation du : trémail, filet maillant dérivant, La senne de plage, palangre, Le poulpier, Turlutte à poulpe et ligne à main.

Dans le site de Kaa asras, les pêcheurs pratiquent entre 4 et 9 techniques. Ces techniques utilisent le filet maillant de fond et La senne tournante, en plus des engins pratiqués dans le site de Martil.

Tableau 1. Répartition des techniques selon les sites

Le site	No. Total de Barques	No. Barques Inactives	No. de marins	Principaux engins	Principales espèces correspondantes
Belyouch	54	19	200	Trémail	Sparidés
				Filet maillant dérivant	Melva, Bonite
				Palangre	Sparidés, Mérou, Congre
				Ligne à main	Sparidés
				Ligne de traîne	Loup, Mérou
Fnideq	90	35	230	Trémail	Sparidés
				Filet maillant dérivant	Melva, Bonite
				Palangre	Sparidés, Mérou, Congre
				Ligne à main	Sparidés
				Turlutte à poulpe	Poulpe
Martil	52	12	120	Trémail	Sparidés
				Filet maillant dérivant	Melva, Bonite
				Palangre	Sparidés, Mérou, Congre
				Ligne à main	Sparidés
				La senne de plage	Sparidés
				Turlutte à poulpe	Poulpe
				(Les pièges) Le poulpier	Poulpe
Kaa asrass	112	10	560	Filet maillant de fond	Sole, bogue et la besugue
				La senne tournante	Sardine
				Trémail	Sparidés
				Filet maillant dérivant	Melva, Bonite
				Palangre	Sparidés, Mérou, Congre
				Ligne à main	Sparidés
				La senne de plage	Sparidés, sardine,
				Turlutte à poulpe	Poulpe

3.2.4 PRÉSENTATION DES TECHNIQUES

3.2.4.1 LES TECHNIQUES UTILISANT LES ENGINES – PIÈGES

3.2.4.1.1 LE POULPIER (CASIERS)

Cet engin cible une espèce à bonne valeur commerciale, à savoir le poulpe. Cependant, cette technique reste très peu répandue, (Figure 3). Par utiliser cette technique les individus capturés restent habituellement en vie, ainsi qu'il est facile de relâcher les organismes capturés qui ne sont pas désirés, et leur taux de survie est élevé.



Fig. 4. Le poulpier et le Canot de pêche type

Il est rencontré uniquement dans le site de Martil. Les barques pratiquent cette technique entre le mois de mai et le mois de septembre. Les zones de pêche sont de profondeurs très variables, généralement entre 10 et 50 m.

3.2.4.2 LES TECHNIQUES UTILISANT LES FILETS

3.2.4.2.1 FILET MAILLANT DERIVANT (FMD)

Cet engin intervient directement dans l'exploitation des petits thonidés et principalement le melva et la bonite. Le technique FMD – petits thonidés est saisonnier. Les barques le pratiquent entre les mois de septembre et décembre. Cette technique est présente dans tous les sites.

3.2.4.2.2 FILET MAILLANT DE FOND

Une seule technique correspond au filet maillant de fond, utilisé pour la capture de plusieurs espèces, dont les plus abondantes appartiennent à la famille des sparidés essentiellement la sole, la bogue et la besugue. Plusieurs des pêcheurs pratiquent cette technique durant toute l'année (Figure 4).



Fig. 5. Filet maillant de fond (source google)

- **Le trémail**

Cet engin se trouve pratiquement dans tous les sites. Il cible une diversité d'espèces, les sparidés, Dorade, Sar Basougue, Rouget, Pageot (photo 5). Plusieurs des pêcheurs pratiquent cette technique pendant toute l'année, le reste l'exerce généralement durant la période comprise entre Novembre et Avril.

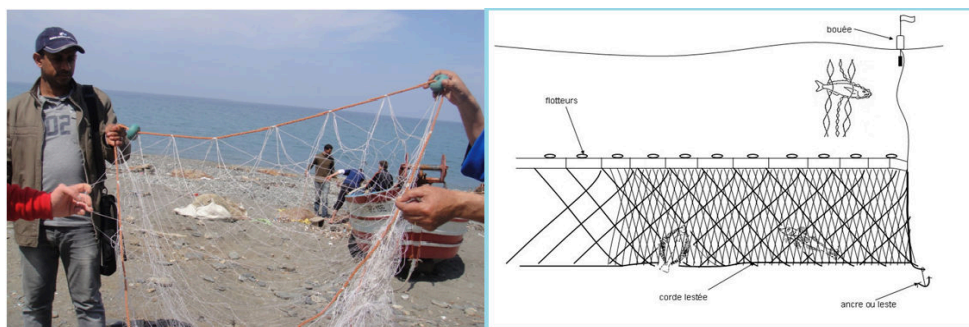


Fig. 6. Le trémail

- La senne tournante

La senne tournante est un engin utilisé pour la capture des petits pélagiques, essentiellement la sardine. Cette technique est pratiquée toute l'année. On le trouve principalement dans le site Kaa asras. Les barques utilisant la senne tournante, n'exercent aucune autre technique, ils s'appellent « chebak ». Elles sont de taille plus importante, par rapport à celles pratiquant les autres techniques. Elles sont caractérisées par une longueur supérieure à 8 m et un TJB supérieur à 2 tons (Figure 6). Ce technique est très peu répandu, uniquement 9 % des barques actives le pratiquent (12 barques). Ceci peut être expliqué par le fait qu'il demande des moyens financiers importants et un nombre élevé en main d'œuvre (8 à 12 marins par barque).



Fig. 7. La senne tournante

- La senne de plage

La senne de plage cible plusieurs espèces dont les principales appartiennent à la famille des sparidés. Presque 80 % des pêcheurs l'utilisent toute l'année. Le reste pratique ce technique d'une manière saisonnière. La profondeur de la zone de pêche ne dépasse pas 24 m. Ce technique est très peu répandu, uniquement 5 % des barques le pratiquent, principalement dans le site de Kaa asras et Martil (Figure 7). La technique de pêche demande un effectif élevé des marins pour l'attraction de la senne de la mer vers la côte, parfois les pêcheurs utilisent les ânes ou les tracteurs. Le filet est ensuite halé sur la plage, par ses deux extrémités, par deux équipes de 7 à 8 personnes.

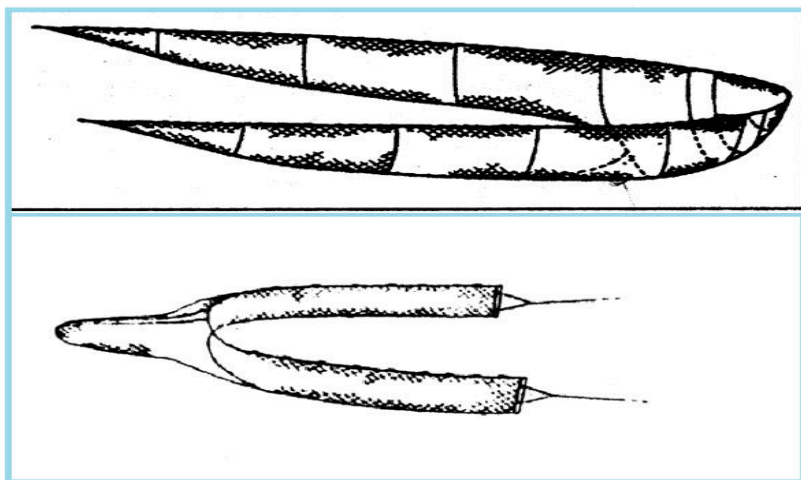


Fig. 8. Deux types de La senne de plage (source google)

3.2.4.3 LES ENGINS À HAMEÇONS

3.2.4.3.1 LA PALANGRE

Une palangre comprend une ligne principale sur laquelle sont attachés de place en place des bas de ligne ou avançons garnis d'hameçons appâtés. Les techniques utilisant la palangre sont très répandus le long de la Méditerranée marocaine (INRH, 1998).

- **La palangre de fond**

Il existe trois techniques qui utilisent la palangre de fond. Ils se présentent comme suivant :

- a) **La palangre à hameçons de petite taille.**

La technique utilisant la palangre à petits hameçons qui est appelée localement « palangre fino » Elle cible principalement les sparidés tels que le Dorade royale, soit 95 % du total de cette technique. Environ 60 % des pêcheurs pratiquent ce technique durant toute l'année (Figure 8.A).

- b) **La palangre à hameçons de grande taille.**

Le technique utilisant la palangre à grands hameçons appelée localement « palangre gordo »

(Figure 8.B). Elle cible essentiellement le mérrou et le congre. Le reste vise le pagre. Ce technique est pratiqué toute l'année au niveau de tous les sites à des proportions relativement variables.

- c) **La palangre à « voracé »**

Ce technique cible, comme son nom l'indique, le voracé (La dorade rose est communément appelée « Voracé ») et ce durant toute l'année, à des profondeurs élevées. Il constitue une particularité de certains sites comme Belyouch, Fnideq et Martil (Figure 8.C).



Fig. 9. La palangre à hameçons de grande taille (A), La palangre à hameçons de petite taille (B), La palangre à « voracé » (C)

3.2.4.4 LIGNE À MAIN

La ligne à main est un engin qui cible un très grand nombre d'espèces, présent pratiquement dans l'ensemble des sites du littoral méditerranéen. Elle est utilisée généralement pendant toute l'année. Il joue le rôle de substitution aux techniques les plus importants (techniques utilisant le trémail, la palangre et le filet maillant dérivant), en cas de leurs repos ou lorsque leur rendement est faible. On distingue entre deux techniques, utilisant les lignes à petits hameçons et les lignes à grands hameçons :

3.2.4.4.1 LIGNE A MAIN A GRANDS HAMEÇONS

Elles sont pratiquées généralement dans des sites de Belyouch, Martil et Fnideq et très répandues ; Les espèces ciblées sont les dorades dans des profondeurs allant jusqu'à 120 m. Cette technique est rencontrée sur tous les sites, sauf Belyouch. Les pêcheurs le pratiquent toute l'année, à des profondeurs moyennes allant de 8 à 70 m.

3.2.4.4.2 LIGNE A MAIN A PETITS HAMEÇONS

Cette technique est pratiquée toute l'année jusqu'à une profondeur jusqu'à environ 200 m (Figure 9.A). Il cible les espèces de la famille des sparidés (Bogue, Sar, Pageot). Il est présent dans les sites de Belyouch, Fnideq, Martil et Kaa asras.

3.2.4.4.3 TURLUTTE A POULPE

Cette technique est rencontrée sur tous les sites, sauf Belyouch. Les pêcheurs le pratiquent toute l'année, à des profondeurs moyennes allant de 8 à 70 m (Figure 9.B). Cette technique cible, comme son nom l'indique, le Poulpe.



Fig. 10. Photographie du Ligne à main à petits hameçons (A), Turlutte à Poulpe (B)

3.2.4.5 AUTRES TECHNIQUES

3.2.4.5.1 RATEAU A BORD DE LA BARQUE

Des engins de pêche utilisés pour la capture des bivalves le long du littoral méditerranéen sont de deux types selon les espèces ciblées : le râteau à main pour l'haricot de mer et le râteau à bord d'une barque pour d'autres espèces comme les coques, les vernis, les praires, etc. Les râteaux utilisés actuellement se composent d'une armature métallique (qui diffère selon la technique employée) et d'une barre en métal sous forme de peigne supportant des dents de nombre et longueur variables. Une poche de filet est attachée à l'armature métallique ayant pour rôle d'accumuler et de stocker les captures (SHAFEE, 1999). Râteau à bord de la barque qui nous avons la trouvé dans le site de Kaa asras (Figure 10).



Fig. 11. Râteau à bord de la barque et le déparquement de coques

Elle est utilisée pour le ramassage des coques, durant toute l'année à des profondeurs ne dépassant pas les 25 m. Cette technique, très rentable, est pratiquée par les pêcheurs de site Kaa asras 2.2. Les ressources halieutiques des sites. Après une étude prospective des sites choisis Belyounch, Fnideq, Martil et Kaa asras, et des enquêtes, nous avons trouvé les résultats des différentes espèces comme suivant : Les espèces ciblées principalement par la pêche artisanale dans les sites choisis sont :

Les sparidés (besugue, bogue, dorades, sars, etc.), les serranidés (mérrou, loup et abadèche), les scombridés (melva et bonite), les céphalopodes (poulpe et seiche) qui sont des espèces très recherchées en raison de leur prix important. Aussi, la praire, les scorpaenidae (Rascasse), les mugilidés (rouget), les clupeidae (Sardine), qui sont également recherchées sur le marché national ; également les carangidae (chinchard), bothidae, sole et les moronidae, bar.

4 CONCLUSION & RECOMMANDATION

L'activité de pêche dans ces sites regroupe 308 barques, elle est pratiquée par environ 1160 marins.

L'analyse des différentes données recueillies a permis de déduire les niveaux et les caractéristiques de l'effort de pêcher et de la capture, au niveau de tous les sites. L'effort total estimé (avril - juin) est très important, environ 4310 sorties, avec certaines différences entre les sites. La durée de la marée est très courte, en moyenne 6 heures par sortie, alors que le nombre d'heures moyen de dépôt des engins de pêche est très variable, selon le type d'engin.

Douze engins sont utilisés dans tous les sites, ils sont divisés en trois grands groupes : les pièges, les filets et les engins à hameçons, en plus de la drague. Dans l'ensemble des sites, les pêcheurs pratiquent 12 techniques, à raison de 2 à 3 techniques par barque ; les techniques reliées au trémail, à la palangre de fond et au filet maillant dérivant sont exercées presque sur tout le littoral. Les techniques reliées à la drague, la senne tournante et les pièges (le poulpier) font la particularité, respectivement de Kaa asras et de Martil. La technique utilisant la ligne à main est très répandue, mais il joue un rôle de remplacement en cas de repos des autres techniques.

La senne tournante est utilisée sur des barques de taille plus importante. La technique relative à cet engin assure l'emploi d'un nombre important de marins (8 à 12 marins par barque). Il ne se pratique avec aucune autre technique. L'ensemble des techniques est, en général, pratiqué toute l'année, à l'exception du filet maillant dérivant, utilisés de manière saisonnière, aussi les pièges exception le repos biologique.

Les espèces les plus capturées par les pêcheurs sont : les sparidés (besugue, bogue, sars, dorades), les serranidés (mérrou, loup, abadèche), les petits thonidés (le melva et la bonite), les céphalopodes (le poulpe, le calmar, la seiche), les clupeidae (Sardine), les scorpaenidae (Rascasse), les carangidae (Chinchard), les bothidae (Sole), les moronidae (Bar) et la langoustine.

Les principaux points faibles de l'activité dans tous les sites d'étude sont liés au manque d'organisation des pêcheurs, aux vents forts qui handicapent l'activité pendant de longues durées.

RÉFÉRENCES

- [1] Analla A., 2013. Evolution de la flottille active de pêche au port de M'diq durant les cinq dernières années et prévision pour l'année 2013. Mémoire du stage professionnel.
- [2] COLLOCA F. et al., 2002. Evolution of the artisanal fishery in cileto. Italy, case study, FAO .
- [3] CopeMed II – ArtFiMed, 2009. diagnostic du site de pêche artisanale de dikky (Maroc) ; Technical Documents N°4.
- [4] CopeMed II – ArtFiMed, 2009. Diagnostic du site de pêche artisanale de dikky (Maroc) ; Technical Documents N°7.
- [5] CopeMed II – ArtFiMed, 2010. La pêche artisanale de la Dorade rose *Pagellus bogaraveo* à Dikky (Maroc) dans la région du détroit de Gibraltar. Technical Documents N°16.
- [6] Coppola S., 2001. Inventory of Artisanal Fishery Communities in the Western-Central Mediterranean, Working – Draft, FAO-COPEMED Project.
- [7] Damiano A., 1998. Rapport de mission. Dans le cadre d'un appui pour la réalisation d'un recensement sur la pêche artisanale en Méditerranée marocaine, A l'INRH, Centre de Nador (Maroc).
- [8] FAO ArtFiMed, 2011. Guide des engins de pêche utilisés à Dikky (Maroc). Développement durable de la pêche artisanale méditerranéenne au Maroc et en Tunisie. Malaga, 15 p.
- [9] FAO ArtFiMed, 2011. Guide des principales espèces débarquées par la pêche artisanale à Dikky (Maroc). Développement durable de la pêche artisanale méditerranéenne au Maroc et en Tunisie. Malaga, Espagne, 34 p.
- [10] M'Rabet R. et al., 2011. La pêche artisanale à Ghannouch (Tunisie) Passé, présent, avenir. FAO ArtFiMed, 42 p.
- [11] Malouli Idrissi M., 2009. Diagnostic initial des sites de pêche artisanale du Maroc et de Tunisie, Documents techniques ArtFiMed.
- [12] Malouli Idrissi M., et al., 2003. Pêche artisanale dans la lagune de Nador, Maroc : exploitation et aspects socio-économiques. Case study 2, COPEMED, 61-104.
- [13] Malouli Idrissi, M. ; et all (1999) : Situation actuelle de la pêche artisanale en Méditerranée marocaine, INRH- Centre Régional de Nador.
- [14] Nédélec C., Prado J., 1999. Définition et classification des catégories d'engins de pêche. FAO, Document technique sur les pêches, 222 Rév. 1.
- [15] NIBANI H., 2010. Recherche et planification participative du secteur de la pêche artisanale à travers l'analyse systémique et prospective de durabilité dans la Zone Marine du Parc National d'Al Hoceima, Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et la lutte contre la désertification.
- [16] Revéret J., Dancette R., 2010. Biodiversité marine et accès aux ressources : Pêche et autres biens et services écologiques sous pression, Revue Tiers Monde. Extrême N° 202, 75-92p.
- [17] Sacchi J., 2008. Impact des techniques de pêche en Méditerranée Solutions d'amélioration. Études et revues, commission générale des pêches pour la méditerranée, No.84.
- [18] SHAFEE M., 1999. Etude de la pêcherie des bivalves sur la côte Méditerranéenne marocaine. Pour Le Protocole d'accord entre l'IAV Hassan II et la FAO établi en août 1998 et octobre 1999. FAO-COPEMED.
- [19] <http://www.onp.co.ma> . L'Office National des Pêches.
- [20] <http://www.inrh.ma> . Institut National de Recherche Halieutique
- [21] <https://www.ifremer.fr/peche/Le-monde-de-la-peche/La-peche/comment/Les-engins/Filet-maillant>

Reproduction des principales espèces de crabes nageurs exploités dans les lagunes du Sud Bénin

[Reproductive biology of the main swimming crabs species exploited in the lagoons of Southern Benin]

DESSOUASSI Comlan Eugène^{1,2}, GANGBE Luc^{1,2}, AGADJIHOUEDE Hyppolite^{1,3}, MONTCHOWUI Elie^{1,3}, and LALEYE A. Philippe¹

¹Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Benin

²Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 04BP 626 Cotonou, Benin

³Ecole d'Aquaculture, Université Nationale d'Agriculture, Benin

Copyright © 2019 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 capture of the crabs of the genus *Callinectes* is one of the income generating activities of the waterside communities of Benin. The present paper aimed to provide basic information on the reproductive parameters of the main crab species of this genus in Benin's lagoons. The crabs were collected from february 2017 to january 2018. The sex-ratio of *Callinectes amnicola* is not different from the theoretical rate of 1 male for 1 female ($p>0.05$) in contrary to *Callinectes pallidus* ($p<0.05$). The first maturity size of *Callinectes amnicola* males is 11.87 cm (East Complex) and 10.78 cm (West Complex), respectively. For females, the size of first maturity is 10.07 cm (East Complex) and 11.20 cm (West Complex). The first maturity size of *Callinectes pallidus* male is 9.99 cm (East Complex) and 9.17 cm (West Complex). *Callinectes pallidus* female are mature at 7.68 cm (East Complex) and 6.45 cm (West Complex). Breeding of both species occurred at Lake Nokoue in areas near the Atlantic Ocean from february to may. The ovigerous females of *Callinectes amnicola* with carapace width greater than 9.5 cm are more productive than those of lower widths. All collected ovigerous *Callinectes pallidus* females show good reproductive productivity.

KEYWORDS: *Callinectes amnicola*; *Callinectes pallidus*; first maturity size, fertility, Republic of Benin.

RESUME: La pêche des crabes du genre *Callinectes* est l'une des activités génératrices de revenus des communautés de pêche des lagunes du Bénin. La présente étude a pour objectif de déterminer les paramètres de reproduction des principales espèces de crabes de ce genre. Pour ce faire, des spécimens de crabes ont été collectés mensuellement de février 2017 à janvier 2018 dans le complexe lagunaire Lac Nokoué-Lagune de Porto-Novo (Complexe Est) et le complexe lagunaire Lac Ahémé-Lagune Côtière (Complexe Ouest). Le sex-ratio de *Callinectes amnicola* n'est pas différent du taux théorique, 1 mâle pour 1 femelle ($p>0,05$) contrairement à *Callinectes pallidus* ($p<0,05$). La taille de première maturité sexuelle (largeur inter-épine) de *C. amnicola* mâle est respectivement de 11,87 cm (Complexe Est) et de 10,78 cm (Complexe Ouest). La taille de première maturité sexuelle des femelles est de 10,07 cm (Complexe Est) et de 11,20 cm (Complexe Ouest). Cette taille est de 9,99 cm (Complexe Est) et de 9,17 cm (Complexe Ouest) pour *Callinectes pallidus* mâle. Pour les femelles, elle est de 7,68 cm (Complexe Est) et de 6,45 cm (Complexe Ouest). La reproduction des deux espèces a lieu au Lac Nokoué dans les secteurs proches de l'Océan Atlantique entre février et mai. Les femelles ovigères de *C. amnicola* de largeurs inter-épine supérieures à 9,5 cm sont plus productives que celles de largeurs inter-épines inférieures. Toutes les femelles ovigères de *C. pallidus* collectées présentent une bonne productivité reproductrice.

MOTS-CLEFS: *Callinectes amnicola*; *Callinectes pallidus*; taille de première maturité; fécondité; Bénin.

1 INTRODUCTION

Les statistiques de la pêche ont révélé, que ces dernières années la production des crabes a constitué une part non négligeable des débarquements sur les plans d'eau lagunaires du Sud Bénin ([1], [2], [3]). Les crabes du genre *Callinectes* font ainsi l'objet d'une exploitation intensive pour approvisionner les marchés nationaux et internationaux [4]. Le suivi de l'exploitation des crabes nageurs dans le complexe lagunaire Lac Nokoué-Lagune de Porto-Novo a montré que *Callinectes amnicola* et *Callinectes pallidus* occupent 98 % des captures totales des crabes nageurs sur les sept espèces identifiées [5]. Le cycle biologique de *Callinectes amnicola* a été décrit dans la Lagune Ebrié en Côte d'Ivoire ([6], [7], [8]) ainsi que ses paramètres de reproduction déterminés [8] pour servir de base pour la gestion de la ressource. Une échelle de maturité sexuelle basée sur la différenciation des organes reproducteurs de *C. amnicola* a été établie ([9], [10]). De même, les structures testiculaire et ovarienne ont été réalisées ([8], [9], [10], [11], [12], [13]). Les paramètres de reproduction de *C. amnicola* ont été également déterminés dans la Lagune Mukwe au Ghana [14]. Au Nigeria, les paramètres de reproduction de l'espèce ont fait l'objet d'études dans les fleuves Warri, Yewa, Qua Iboe et la Lagune de Lagos ([15], [16], [17], [18], [19]). Quant aux eaux lagunaires béninoises, aucune information sur les paramètres de reproduction de cette espèce n'est disponible ([1], [4], [20]). En ce qui concerne *Callinectes pallidus*, son cycle biologique se déroule en mer et en lagune [7]. Elle est en effet une espèce marine côtière pénétrant dans les eaux saumâtres mésohalines ([21], [22], [23]). Aucun paramètre de reproduction de cette espèce n'est disponible dans toute son aire de répartition. La présente étude est consacrée à la détermination des paramètres de reproduction des deux principales espèces de crabes nageurs exploités dans les complexes lagunaires du Sud Bénin. Elle permettra de générer des données biologiques nécessaires à l'élaboration des mesures de gestion durable des crabes dans les lagunes du Bénin. De façon spécifique, elle vise à déterminer le sex-ratio, la taille de première maturité sexuelle, la saison et les zones de reproduction, la fécondité et le taux de reproduction potentiel de *Callinectes amnicola* et *Callinectes pallidus*.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est constituée de l'ensemble des lagunes du Sud Bénin formant deux complexes : le complexe lagunaire Est (Lac Nokoué-Lagune de Porto-Novo) et le complexe lagunaire Ouest (Lac Ahémé-Lagune Côtière) (Figure 1). La zone d'étude est caractérisée par deux saisons pluvieuses allant respectivement de mi-mars à mi-juillet et de mi-septembre à mi-octobre et deux saisons sèches couvrant les périodes de juillet à septembre et d'octobre à mars [24]. Le climat est de type subéquatorial [25] avec trois saisons hydrologiques à savoir une saison sèche, une saison des pluies et une saison des crues [26]. La saison sèche va de décembre à mars, où l'influence maritime est prédominante et la salinité atteint sa valeur maximale (31 g/L) [26]. La saison des pluies couvre d'avril à juillet avec des températures atteignant leur minimum (25,3°C) [26]. Quant à la saison des crues qui s'étend d'août à novembre, la salinité devient minimale (0 g/L) [26]. Les complexes lagunaires du Sud Bénin constituent une zone de transition entre le milieu fluvial continental et le milieu marin ([25], [26], [27]). Ces milieux présentent une salinité croissante de la jonction des fleuves jusqu'à leur embouchure sur la mer ([26], [27]).

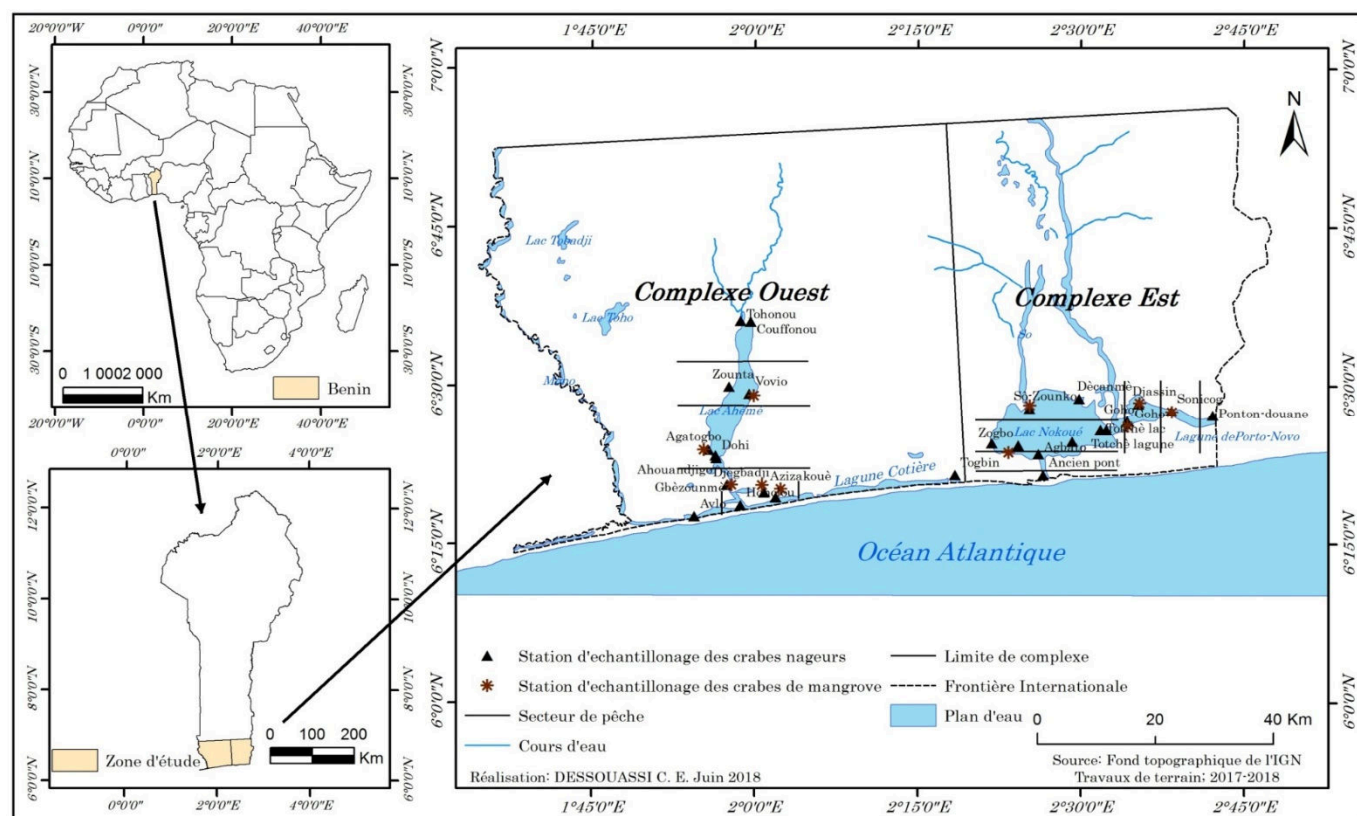


Fig. 1. Carte montrant les deux complexes lagunaires et les stations d'échantillonnage

2.2 COLLECTE DES ECHANTILLONS

Les secteurs et stations d'échantillonnages des crabes définis dans le cadre de la présente étude dans chacun des complexes lagunaires sont positionnés en fonction de la répartition géographique, qui suit également les variations spatiales de la salinité des eaux de chaque complexe ([26], [27]) (Figure 1). Les crabes nageurs utilisés proviennent d'une combinaison de toutes les méthodes de captures de pêche aussi bien artisanale qu'expérimentale. Les échantillons de crabes sont collectés mensuellement de février 2017 à janvier 2018. Ils ont été collectés sur chaque plan d'eau auprès des pêcheurs artisans utilisant une panoplie d'engins de pêche (les balances à crabes, les nasses ghanéennes, les filets éperviers, les filets maillants, les verveux et les palanza). Dans les secteurs de pêche où aucun engin spécifique de pêche aux crabes n'est utilisé, une pêche expérimentale au moyen de la balance à crabes a été organisée. Les échantillons de crabes collectés ont été conservés sur le terrain sous glace dans une glacière puis ramenés au laboratoire et congelés à -18°C pour les travaux ultérieurs d'identification ([8], [18]). Des paramètres environnementaux tels que la température, la salinité des lagunes ainsi que la pluviométrie ont été aussi mesurés afin d'évaluer les corrélations entre ces paramètres et la reproduction des espèces des crabes.

2.3 TRAITEMENT DES ECHANTILLONS

Au laboratoire, les crabes ont été identifiés selon les clés de ([21], [22], [28]), puis répartis par espèce et par sexe. Pour chaque spécimen de crabe identifié et sexé, la largeur inter-épine (I) et la longueur de la carapace (L) ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse (Figure 2).

Pour l'espèce *Callinectes amnicola*, le stade de maturité est déterminé à l'aide de l'échelle de maturité sexuelle de l'espèce (Tableaux 1 et 2) ([9], [10]).

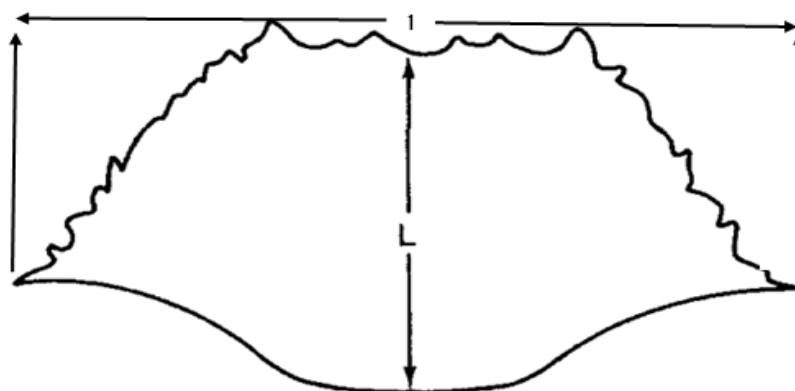


Fig. 2. Carapace de crabe *Portunidae* montrant les mesures de la longueur (L) et de la largeur inter-épines (I)

Quant à l'espèce *Callinectes pallidus*, Il n'existe pas d'échelle de maturité sexuelle spécifique. Nous avons adopté l'échelle de maturité de [29], relative à *Portunus pelagicus* (*Portunidae*), une espèce de la même famille et d'écologie semblable à *C. pallidus* (Tableaux 3 et 4).

Tableau 1. Maturité sexuelle et différenciation des organes reproducteurs des crabes mâles *Callinectes amnicola* [9]

Maturité des animaux	Stades	Taille des individus	Taille et amovibilité de l'abdomen en forme de T renversé	Aspect macroscopique des testicules et des canaux génitaux
Immatures	I	7 cm	L = 2,5 cm, non détachable	-Testicules fins peu visibles situés dans la carapace sous l'hépatopancréas. -Absence de canaux génitaux.
	II	8,8 cm	L = 3,5 cm, non détachable	-Testicules fins enroulés, blanchâtres. -Canaux génitaux sous forme de deux masses blanchâtres.
Pubères	III	10,5 cm	L = 3,5 cm, détachable.	-Testicules enroulés, blanchâtres. -Canaux génitaux blanchâtres s'étendant de la carapace à l'exosquelette, reliant les testicules aux pénis.
Matures	IV	12 cm	L = 4 cm, détachable.	-Testicules enroulés assez volumineux. Déroulés, L = 3cm ; d = 0,5 à 1mm Canaux génitaux présentant après déroulement trois portions distinctes : -Antérieure, blanchâtre. -Médiane, rose pâle. -Postérieure, translucide ou verdâtre.
	V	15 cm	L = 4,2 cm, détachable.	-Testicules enroulés assez volumineux. Déroulés, L = 3cm ; d = 0,5 à 1mm Canaux génitaux déroulés -Antérieure, blanchâtre, L = 3,5 cm ; d = 2 mm -Médiane, rose vif ; L = 6 cm ; d = 6 mm -Postérieure, translucide ou verdâtre, L = 11 cm ; d = 3 mm
	VI	15 cm	L = 5 cm, détachable.	-Testicules assez volumineux. Déroulés, L = 3 cm ; d = 1mm -Canaux génitaux déroulés : -Antérieure blanchâtre, L = 3,5 cm ; d = 2 mm -Médiane, rose vif, L = 6 cm ; d = 6 mm -Postérieure translucide ou verdâtre, L = 11 cm ; d = 3 mm -Expulsion de granulations (spermatophores) sous la pression des doigts.
	VII	15 cm	L = 5 cm, détachable	-Testicules assez volumineux. Déroulés, L = 3 cm ; d = 1 mm Canaux génitaux déroulés : -Antérieure blanchâtre, L=3,5 cm ; d = 2 mm -Médiane, rose, L = 6 cm ; d = 6 mm -Postérieure translucide ou verdâtre, L = 11 cm ; d = 3 mm. *Canaux mous flasques et rougeâtres. Peu d'expulsion de granulations (spermatophores) sous la pression des doigts.

L : longueur ; d : diamètre

Tableau 2. Maturité sexuelle et différenciation des organes reproducteurs des crabes femelles *Callinectes amnicola* [10]

Maturité des animaux	Stades	Taille des individus	Forme, couleur et amovibilité de l'abdomen	Couleur des soies des pléopodes. Présence et couleur des germes appendus à l'abdomen	Aspect macroscopique des spermathèques et de l'ovaire. Taille des spermathèques
Immatures	I	6 cm	Abdomen triangulaire. Blanchâtre non détachable. h : 3,2 cm ; b : 2,5 cm.	Soies blanches. Pas de germes	Spermathèques (peu visible, de taille très réduite) et ovaire inexistant.
	II	7,8	Abdomen triangulaire blanchâtre ou grise non détachable. h : 4 cm ; b : 3,5 cm.	Soies blanches. Pas de germes	-Deux petites spermathèques transparentes L : 12 mm ; l : 10 mm ; e : 1 mm -Ovaire invisible.
Pubères	III	9,5 cm (10,5 cm Stade transitoire avant le Stade IV)	Abdomen triangulaire brunâtre non détachable. h : 4,2 cm ; b : 4 cm Ou Abdomen grossièrement semi-circulaire vert brunâtre détachable.	Soies blanches. Pas de germes	a-Deux petites spermathèques transparentes ou blanches. ou b-Deux petites spermathèques roses pâles L : 22,5 mm ; l : 15 mm ; e : 3 mm. Ovaire invisible.
	IV	11,5	Abdomen semi-circulaire vert brunâtre détachable h : 4,7 cm ; b : 4,3 cm.	Soies brunâtre. Pas de germes	a-Deux petites spermathèques roses. L : 25 mm ; l : 20 mm ; e : 7mm. Ovaire invisible b- Deux spermathèques roses. L : 28 mm ; l : 24 mm ; e : 10 à 18 mm. Ovaire visible sous forme de filon en « H » dans la cavité.
Matures	V	14 cm	Abdomen semi-circulaire vert brunâtre détachable h : 4,7 cm ; b : 4,3 cm.	Soies brunâtre. Pas de germes	Spermathèques résorbées ou atrophiées de couleur bigarrée. Ovaire répandu dans tout l'animal, dans la cavité, dans la carapace.
	VI	14 cm	Abdomen semi-circulaire vert brunâtre détachable h : 4,7 cm ; b : 4,3 cm	Soies brunâtre et germes oranges. Soies brunâtres et germes jaunes. Soies brunâtres et germes gris. Soies brunâtres et Germes noirs.	a-Spermathèques absentes. Ovaires résiduel. Présence de tissus adipeux. b- Spermathèques absentes. Ovaires sous forme de filon c- Parfois 2 spermathèques volumineuses. Ovaire en « H » ou résiduel.
	VII	14 cm	Abdomen semi-circulaire vert brunâtre détachable. h : 4,7 cm ; b : 4,3 cm	Soies noires. Pas de germes	a-Spermathèques roses sombres ; L : 28 mm ; l : 24 mm ; e : 18 mm. Ovaire sous forme de filon ou absent chez certains. b-Spermathèques absentes, ovaire absent ou résiduel chez la majorité de ces individus.

L : Longueur ; l : largeur ; e : épaisseur ; h : hauteur de l'abdomen ; b : base de l'abdomen

Tableau 3. Echelle de Zairion et al. [29] pour *Portunus pelagicus* femelle

Stade de Maturité sexuelle	Description
Stade I	Immature
Stade II	Début de maturation
Stade III	Maturation avancée
Stade IV	Mature

Tableau 4. Echelle de Zairion et al. [29] pour *Portunus pelagicus* mâle

Stade de Maturité sexuelle	Description
Stade I	Immature
Stade II	En maturation
Stade III	Mature

2.4 TRAITEMENT DES DONNEES

2.4.1 SEX-RATIO

Le sex-ratio est exprimé en terme de nombre total de mâles par rapport au nombre total de femelles dans une population. Le test de Khi deux (χ^2) de Pearson a été utilisé pour apprécier si les proportions de mâles et de femelles observées à chaque station, à l'échelle de chaque plan d'eau et de chaque complexe est statistiquement différent du taux théorique de 1 mâle pour 1 femelle [17].

$$\chi^2 = (O_i - E_i)^2 / E_i$$

O_i = Nombre observé

E_i = Nombre théorique espéré

Le seuil de significativité retenu est de 5 %.

2.4.2 TAILLE DE PREMIERE MATURITE SEXUELLE

La taille de première maturité sexuelle (l_{50}) est déterminée à partir de l'équation de la courbe sigmoïde d'évolution des pourcentages des individus matures en fonction de la largeur de la carapace l (en cm). Cette courbe est obtenue par transformation logistique selon Dagnelie [30] et est donnée par la formule :

$$p = \frac{e^{(a+bl)}}{1 + e^{(a+bl)}}$$

Où p = pourcentage des individus matures par rapport à tous les crabes de largeur inter-épine de la carapace l ; a et b sont des coefficients spécifiques du modèle. La transformation logarithmique de l'équation permet de la mettre sous la forme.

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = a + bl$$

dans laquelle la taille de la première maturité sexuelle (l_{50}) est obtenue par la formule :

$$l_{50} = -\frac{a}{b}$$

Pour $p = 50\%$ dans la relation précédente. Il est déterminé par sexe et par plan d'eau à partir des tailles et des stades de maturité des échantillons effectués chaque mois par secteur et par plan d'eau.

2.4.3 SAISONS DE REPRODUCTION ET DETERMINISME DE LA REPRODUCTION

Etant donné que les crabes portent les œufs libérés lors de la période de reproduction, le suivi du taux de femelles ovigères est la méthode largement utilisée pour déterminer leur saison de reproduction ([31], [32], [33], [34]). Le pic annuel des taux mensuels de femelles ovigères observés au cours de l'étude correspond à la période de reproduction ([31], [35]).

Les paramètres environnementaux tels que la température, la salinité et la pluviométrie ont été également suivis afin de déterminer leur influence sur la reproduction des crabes ([8], [14], [36]).

2.4.4 ESTIMATION DE LA FECONDITE ABSOLUE

Elle est définie comme le nombre d'ovocytes mûrs par ovaire ([29], [37]). Le nombre d'œufs libérés par émission des femelles de crabes ovigères collectés ainsi que leurs poids ont été déterminés selon la méthode utilisée par [29], [35] et [38]. L'ensemble œufs et pléopodes a été pesé à l'aide d'une balance de Marque KERN PFB 300-3 de précision 0,001 gramme et de portée 300 gramme. Ensuite cet ensemble est immergé dans 400 mL d'une solution d'hydroxyde de potassium de concentration 1 mol/L pendant 12 heures. La séparation des pléopodes des œufs est achevée par grattage, rinçage. Le poids

des pléopodes est ensuite déduit du poids combiné pour donner le poids des œufs. Trois sous échantillons de 0,2 g ont été aléatoirement prélevés de chaque masse d'œufs et le nombre d'œufs dans chaque sous échantillon a été compté. La moyenne par échantillon est extrapolée au poids total pour estimer le nombre total d'œuf émis par femelle.

$$F = \frac{nG}{g}$$

F = fécondité,

n = nombre d'œufs dans le sous-échantillon,

G = poids total des œufs,

g = poids du sous-échantillon.

2.4.5 TAUX DE REPRODUCTION POTENTIEL ET PRODUCTIVITE REPRODUCTIVE

La composition du stock reproducteur particulièrement sa structure d'âge est importante et peut impacter le succès du processus de reproduction ([39], [40], [41]). Ainsi, au-delà de la taille de première maturité et de la fécondité, le taux de reproduction potentiel et la productivité reproductive ont été développés pour fournir aux gestionnaires des pêches des informations détaillées sur le stock reproducteur ([40], [41], [42]).

Pour évaluer le taux de reproduction potentiel du stock des crabes femelles, les proportions relatives de femelles ovigères et non ovigères dans chaque classe de taille de 5 mm ont été déterminées ([29], [35]). Les méthodes de [38] et [42] ont été utilisées pour calculer le taux de reproduction potentiel (TRP) et la productivité reproductrice (PR) qui nous a permis d'évaluer la contribution de chaque classe de taille à la reproduction et donc au renouvellement du stock. Le TRP a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$TPR = \frac{(A_i \times B_i \times C_i)}{D} [29]$$

A_i est la proportion de femelles de la classe de taille i ;

B_i est la proportion de femelles ovigères dans la classe de taille i ;

C_i est la fécondité moyenne de la classe i ;

D est la constante pour fixer le TRP de la classe de taille [10,0-10,5[incluant la taille de première maturité sexuelle des femelles de *C. amnicola* à 100. Elle est de 11 957 005 pour *C. amnicola*. Elle est par ailleurs égale à 6 323 455 pour *C. pallidus*, dont le TRP de la classe de tailles [7,5-8,0[comportant la taille de première maturité sexuelle des femelles est fixé à 100.

La productivité reproductive (PR) de la classe de taille i est obtenue en divisant le taux d'œufs produits F_i par A_i la proportion de femelles ovigères dans la classe de taille i [38].

Les femelles reproductrices sont définies comme celles ayant une productivité estimée ≥ 1,0 [29].

3 RESULTATS

3.1 SEX-RATIO DE L'ESPECE *CALLINECTES AMNICOLA*

A l'échelle de chacun des deux complexes lagunaires, le sex-ratio observé n'est pas différent du taux théorique de 1 mâle pour 1 femelle (Tableaux 5 et 6).

Cependant, au sein du complexe lagunaire Est, le sex-ratio est significativement différent de l'unité pour le Lac Nokoué (p = 0,00). Quant à la lagune de Porto-Novo, la prédominance du sexe, est en faveur des mâles (p = 0,00). Quant au Complexe lagunaire Ouest, le sex-ratio est aussi significativement différent du taux théorique de 1 mâle pour 1 femelle. Il est en faveur des femelles au niveau de la lagune de Côtiers (p = 0,00).

Tableau 5. Sex-ratio par stations d'échantillonnage et par plans d'eau du complexe lagunaire Est (Lac Nokoué-Lagune de Porto-Novo)

Plans d'eau	Secteurs	Stations	M	F	Sex-ratio M/F	T	Khi2/F	Khi2/M	Khi2	p	Observations
Lac Nokoué	Chenal de Cotonou	Ancien pont	52	100	0,52 :1	76,00	7,58	7,58	15,16	0,00	S
		Agbato	447	500	0,89 :1	473,50	1,48	1,48	2,97	0,09	NS
	Sud du Lac	Zogbo	373	414	0,90 :1	393,50	1,07	1,07	2,14	0,14	NS
		Gbakpodji	164	183	0,90 :1	173,50	0,52	0,52	1,04	0,31	NS
	Centre du Lac	Calavi enclos	331	419	0,79 :1	375,00	5,16	5,16	10,33	0,00	S
		Totchè	67	90	0,74 :1	78,50	1,68	1,68	3,37	0,07	NS
	Nord du Lac	Sô-Zouanko	43	18	2,39 :1	30,50	5,12	5,12	10,25	0,00	S
		Décanmè	272	263	1,03 :1	267,50	0,08	0,08	0,15	0,70	NS
	Lac Nokoué (toutes les stations confondues)			1749	1987	0,88 :1	1868,00	7,58	7,58	15,16	0,00
Lagune de Porto-Novo	Canal Totchè	Goho	148	143	1,03 :1	145,50	0,04	0,04	0,09	0,77	NS
	Sud de la Lagune	Ponton	97	36	2,69 :1	66,50	13,99	13,99	27,98	0,00	S
	Centre de la Lagune	Sonicog	368	279	1,32 :1	323,50	6,12	6,12	12,24	0,00	S
	Nord de la Lagune	Djassin	618	426	1,45 :1	522,00	17,66	17,66	35,31	0,00	S
	Lagune de Porto Novo (toutes les stations confondues)		1231	884	1,39 :1	1057,50	28,47	28,47	56,93	0,00	S
L'ensemble du Complexe Est			2980	2871	1,04 :1	2925,0	1,03	1,03	2,07	0,15	NS

S= significatif au seuil de 5% ; NS= non significatif au seuil de 5%

Tableau 6. Sex-ratio par stations d'échantillonnage et par plans d'eau du complexe lagunaire Ouest (Lac Ahémé-Lagune côtière)

Plans d'eau	Secteurs	Stations	M	F	Sex-ratio M/F	T	Khi2/F	Khi2/M	Khi2	p	Observations
Lagune côtière	Sud-Ouest de la Lagune	Avlo	18	44	2,44 :1	31	5,45	5,45	10,90	0,00	S
	Centre de la Lagune	Honclou	16	9	0,56 :1	13	0,98	0,98	1,96	0,16	NS
	Chenal Aho	Gbèzounmè	75	124	1,65 :1	100	6,03	6,03	12,07	0,00	S
		Dohi	97	153	1,58 :1	125	6,27	6,27	12,54	0,00	S
	Sud Est de la Lagune	Djêgbadji	169	229	1,36 :1	199	4,52	4,52	9,05	0,00	S
		Togbin	38	4	0,11 :1	21	13,76	13,76	27,52	0,00	S
	Lagune côtière (toutes les stations confondues)			413	563	1,36 :1	488	11,53	11,53	23,05	0,00
Lac Ahémé Total	Sud du Lac	Ahouandjigo	99	93	0,94 :1	96	0,09	0,09	0,19	0,67	NS
		Agatogbo	131	217	1,66 :1	174	10,63	10,63	21,25	0,00	S
	Centre du Lac	Vovio	269	221	0,82 :1	245	2,35	2,35	4,70	0,03	S
		Zounta	54	54	1,00 :1	54	0,00	0,00	0,00	1,00	NS
	Nord du Lac	Couffonou	92	21	0,23 :1	57	22,31	22,31	44,61	0,00	S
		Tohonou	23	2	0,09 :1	13	8,82	8,82	17,64	0,00	S
	Lac Ahémé (toutes les stations confondues)			668	608	0,91 :1	638	1,41	1,41	2,82	0,09
L'ensemble du complexe Ouest			1749	1779	1,02 :1	1764	0,13	0,13	0,26	0,61	NS

S= significatif au seuil de 5% ; NS= non significatif au seuil de 5%

3.2 SEX-RATIO DE L'ESPECE *CALLINECTES PALLIDUS*

L'espèce *Callinectes pallidus* est présente dans le complexe Est exclusivement au niveau du Lac Nokoué et dans le complexe Ouest au niveau de la Lagune Côtière. Au niveau des deux complexes lagunaires, les sex-ratio observés sont significativement différents de celui d'un mâle pour une femelle ($p = 0.00$), en faveur des mâles (Tableaux 7 et 8).

Tableau 7. Complexe lagunaire Est (Lac Nokoué)

Secteurs	Stations	M	F	Sex-ratio M/F	T	Khi2/F	Khi2/M	Khi2	p	Observations
Chenal de Cotonou	Agbato	358	281	1,27 : 1	319,50	4,64	4,64	9,28	0,00	S
	Ancien pont	123	50	2,46 : 1	86,50	15,40	15,40	30,80	0,00	S
Sud du Lac	Zogbo	0	2	0 : 2	1,00	1,00	1,00	2,00	0,16	-
Centre du Lac	Calavi enclos	3	0	3 : 0	1,50	1,50	1,50	3,00	0,08	-
Nord du Lac	Décanmè	1	1	1 : 1	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	-
Lac Nokoué (toutes les stations confondues)		485	334	1,45 : 1	409,50	13,92	13,92	27,84	0,00	S

S= significatif au seuil de 5% ; NS= non significatif au seuil de 5%

Tableau 8. Complexe lagunaire Ouest (Lagune Côtière)

Secteurs	Stations	M	F	Sex-ratio M/F	T	Khi2/F	Khi2/M	Khi2	p	Observations
Sud Ouest de la Lagune	Avlo	40	42	0,95 : 1	41	0,02	0,02	0,05	0,83	NS
Chenal Aho	Gbèzounmè	26	7	3,71 : 1	17	5,47	5,47	10,94	0,00	S
Centre de la lagune	Honclou	16	4	4,00 : 1	10	3,60	3,60	7,20	0,01	S
	Lagune Côtière (toutes les stations confondues)	82	53	1,55 : 1	68	3,11	3,11	6,23	0,01	S

S= significatif au seuil de 5% ; NS= non significatif au seuil de 5%

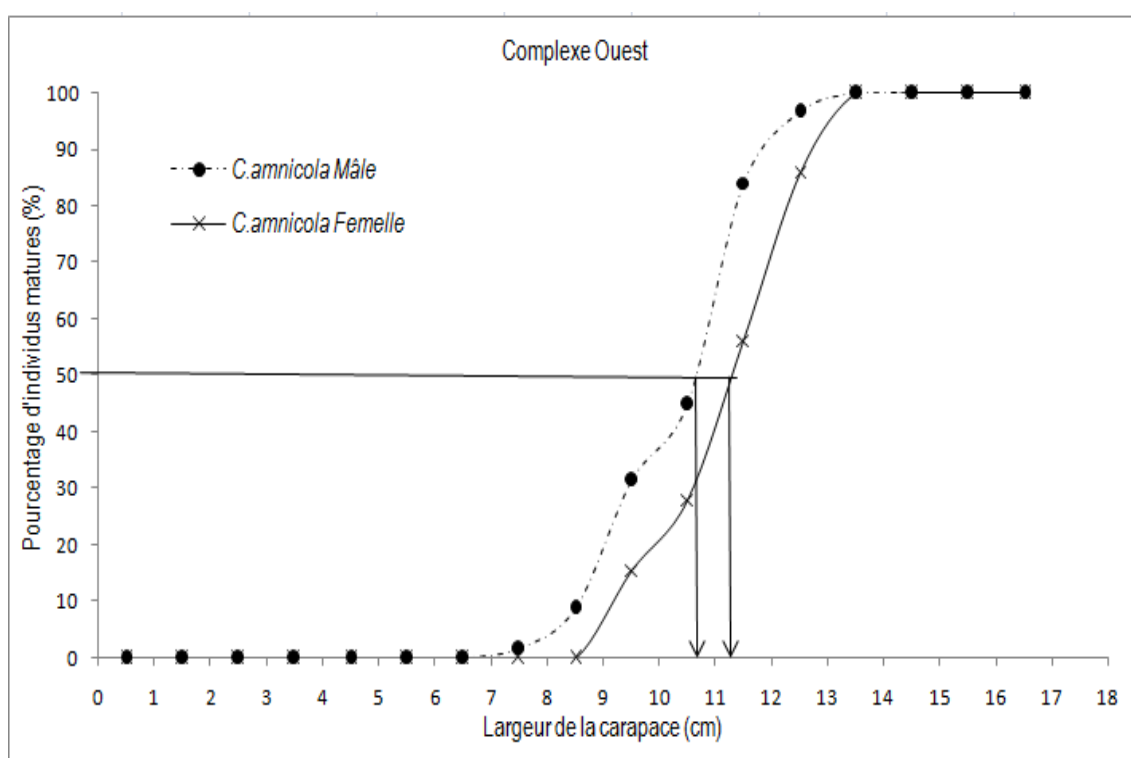
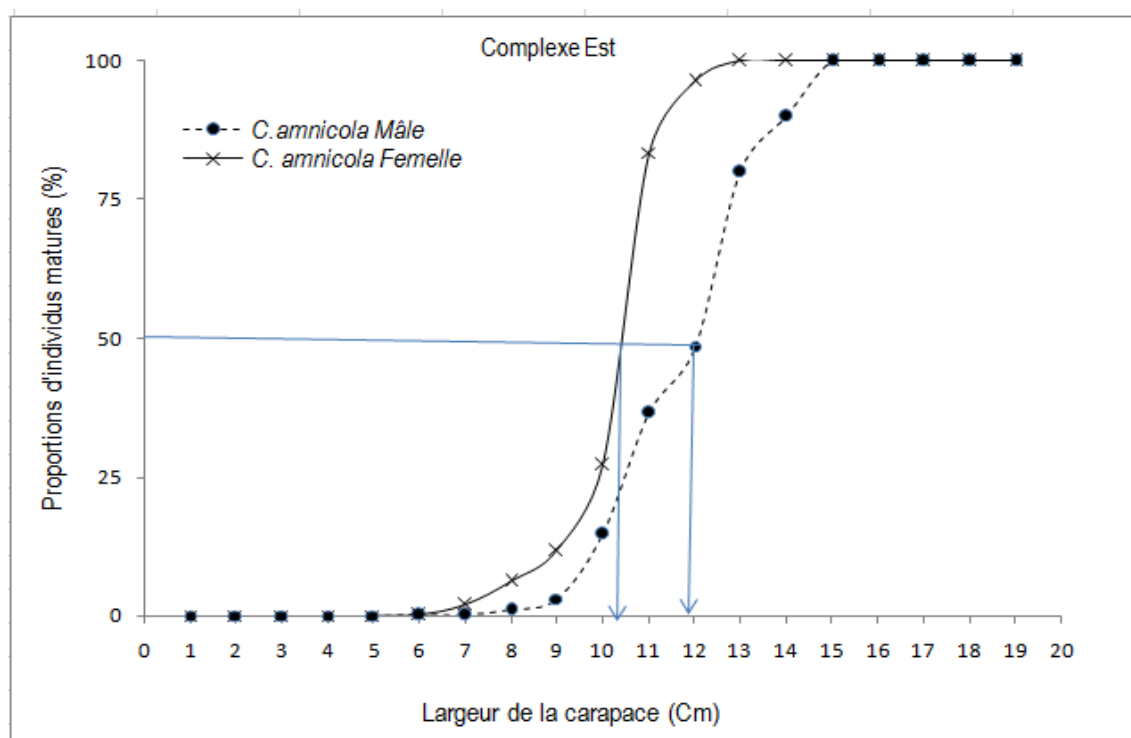
3.3 TAILLE DE PREMIERE MATURE SEXUELLE

Les paramètres calculés à partir des équations des modèles logistiques (Figure 3) pour la relation pourcentage d'individus matures-largeur de la carapace chez *Callinectes amnicola* et *Callinectes pallidus* dans chacun des complexes lagunaires du Sud Bénin sont consignés dans le Tableau 9.

Tableau 9. Paramètres du modèle logistique

Paramètres de la relation			a	b	r ²	I ₅₀ (cm)	N
Complexes	Espèces	Sexes					
Complexe lagunaire Est	Callinectes amnicola	Mâle	-14,005	1,179	0,963	11,87	2 980
		Femelle	-15,177	1,506	0,972	10,07	2 871
Complexe lagunaire Ouest		Mâle	-15,352	1,424	0,987	10,78	1 171
		Femelle	-13,649	1,218	0,939	11,20	1 081
Complexe lagunaire Est	Callinectes pallidus	Mâle	-14,938	1,495	0,984	9,99	485
		Femelle	-13,579	1,767	0,941	7,68	334
Complexe lagunaire Ouest		Mâle	-7,586	0,827	1	9,17	82
		Femelle	-5,029	0,779	0,976	6,45	53

N= Nombre d'individus



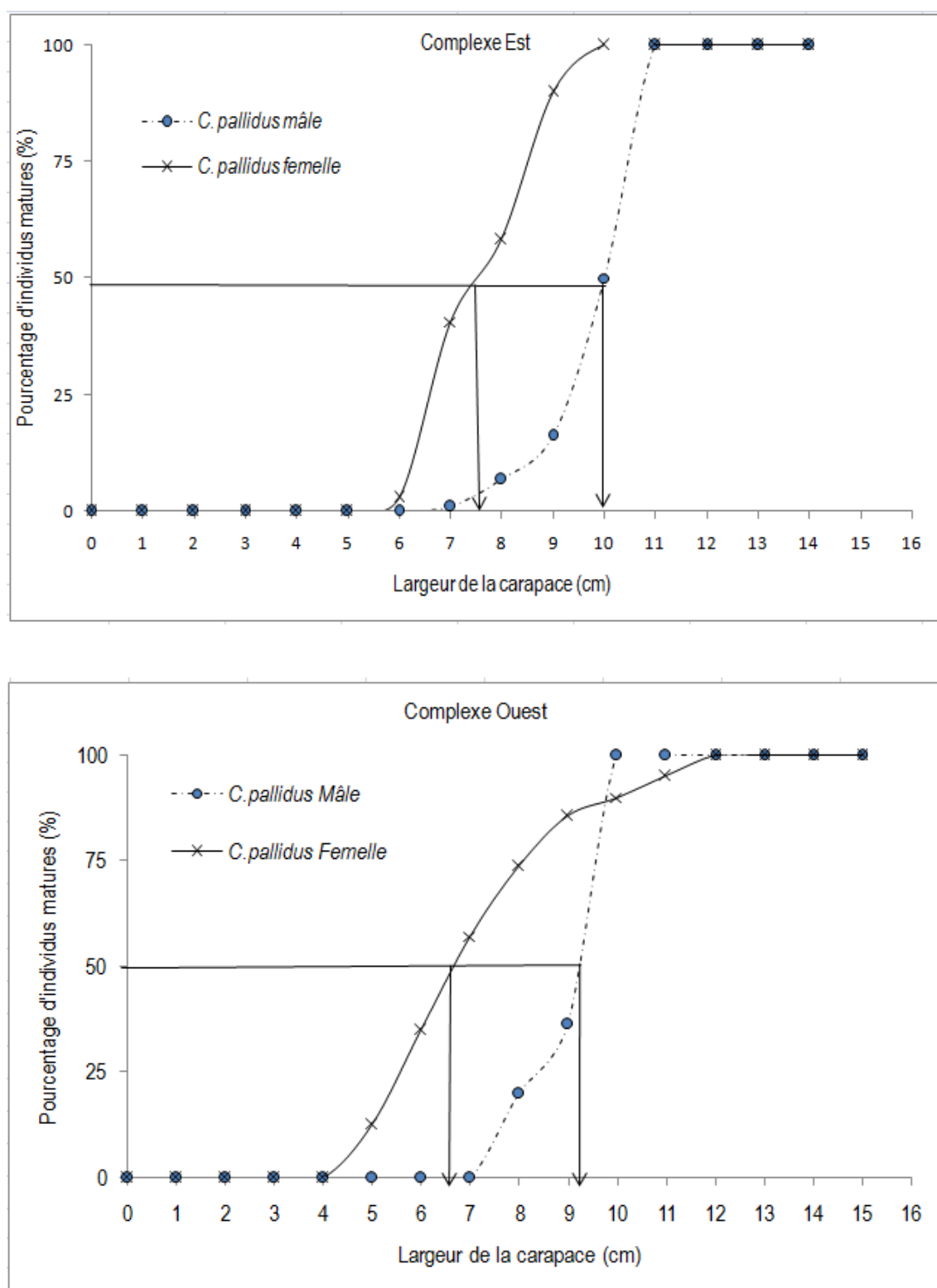


Fig. 3. Pourcentages de maturité sexuelle des crabes en fonction de la largeur de la carapace

3.4 SAISON DE REPRODUCTION DE CALLINECTES AMNICOLA ET DE CALLINECTES PALLIDUS

La reproduction des deux espèces a été observée exclusivement au niveau du complexe lagunaire Est et précisément aux niveaux de deux secteurs de Lac Nokoué (Ancien Pont et Agbato). Les femelles ovigères libérant les œufs qui vont éclore sont observées de février à mai (Figure 4a), correspondant ainsi à la saison de reproduction de ces deux espèces. Les températures et les salinités du Lac Nokoué les plus élevées au cours de l'étude ont été enregistrées au cours de cette période de reproduction des crabes (Figure 4b)

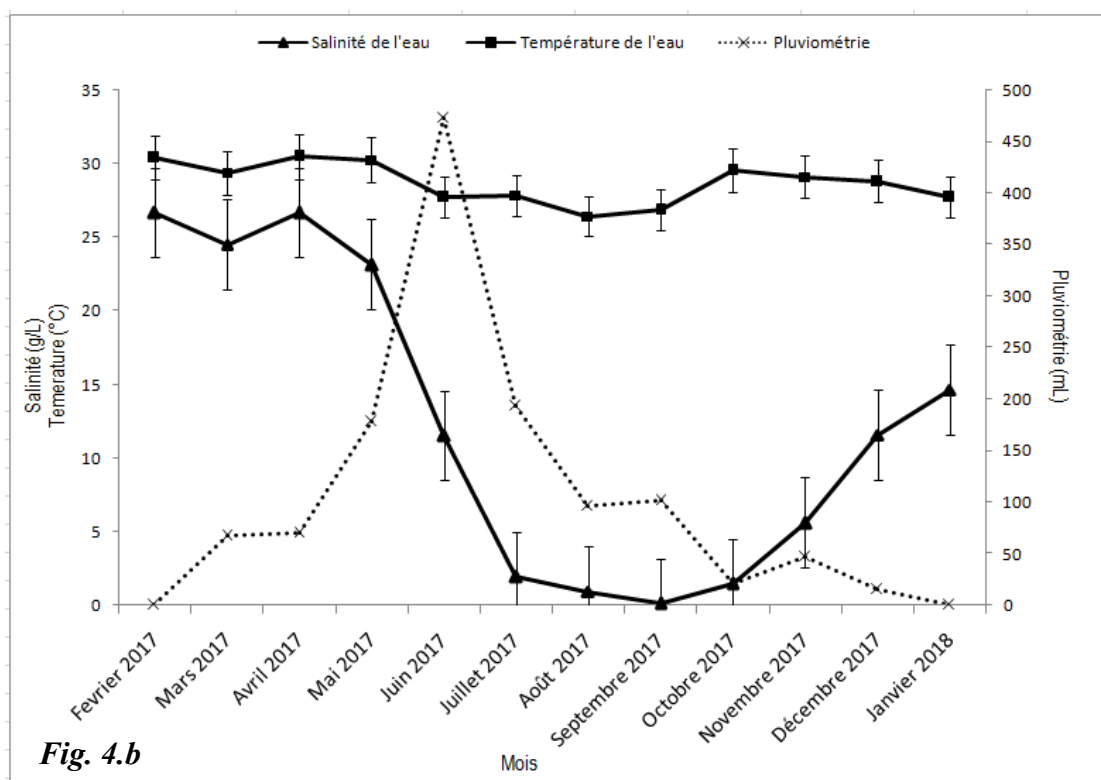
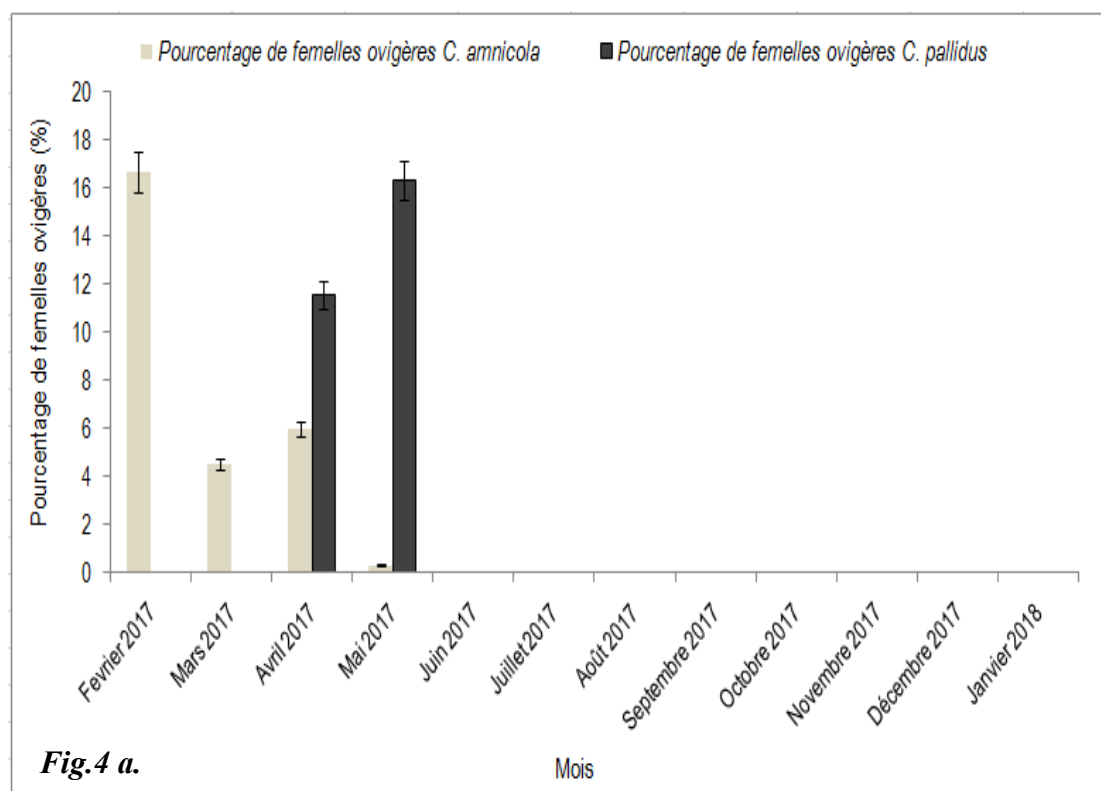


Fig. 4. (a) Evolution du taux mensuel des femelles ovigères de *Callinectes amnicola* et *Callinectes pallidus* ; (b) Variations temporelles des quelques paramètres environnementaux au Lac Nokoué

3.5 ESTIMATION DE LA FECONDITE ET DU POTENTIEL REPRODUCTEUR DE *CALLINECTES AMNICOLA*

La fécondité a varié de 295184 ± 8318 à 2094472 ± 300310 . La Classe de $[10,5-11,0[$ présente la fécondité maximale (Tableau 10).

Tableau 10. Fécondité de *Callinectes amnicola* au Lac Nokoué

Largeur de la carapace (cm)	Nombre de femelles ovigères	Nombre total de femelles par classe	Poids moyen des crabes (g)	Nombre d'œufs moyen par individu
6,5-7,0	3	287	$21,83 \pm 1,80$	295184 ± 8318
7,0-7,5	5	248	$23,75 \pm 3,62$	325600 ± 43966
7,5-8,0	5	211	$33,14 \pm 8,29$	322590 ± 34771
8,0-8,5	0	189	0	0
8,5-9,0	1	157	44,41	481981
9,0-9,5	2	112	$58,00 \pm 15,29$	647770 ± 150368
9,5-10,0	1	61	$56,72 \pm 0,0$	894265
10,0-10,5	2	53	$74,68 \pm 12,19$	1035973 ± 87884
10,5-11,0	7	38	$74,62 \pm 8,69$	2094472 ± 300310
11,0-11,5	3	33	$89,76 \pm 23,83$	1570345 ± 14615
11,5-12,0	0	21	0	0
12,0-12,5	1	10	$89,77 \pm 0,0$	1226894
12,5-13,0	2	11	$106,13 \pm 17,06$	1675382 ± 247065
Total	32	1431		

La fécondité et la largeur de la carapace sont liées par une relation puissance (Figure 5).

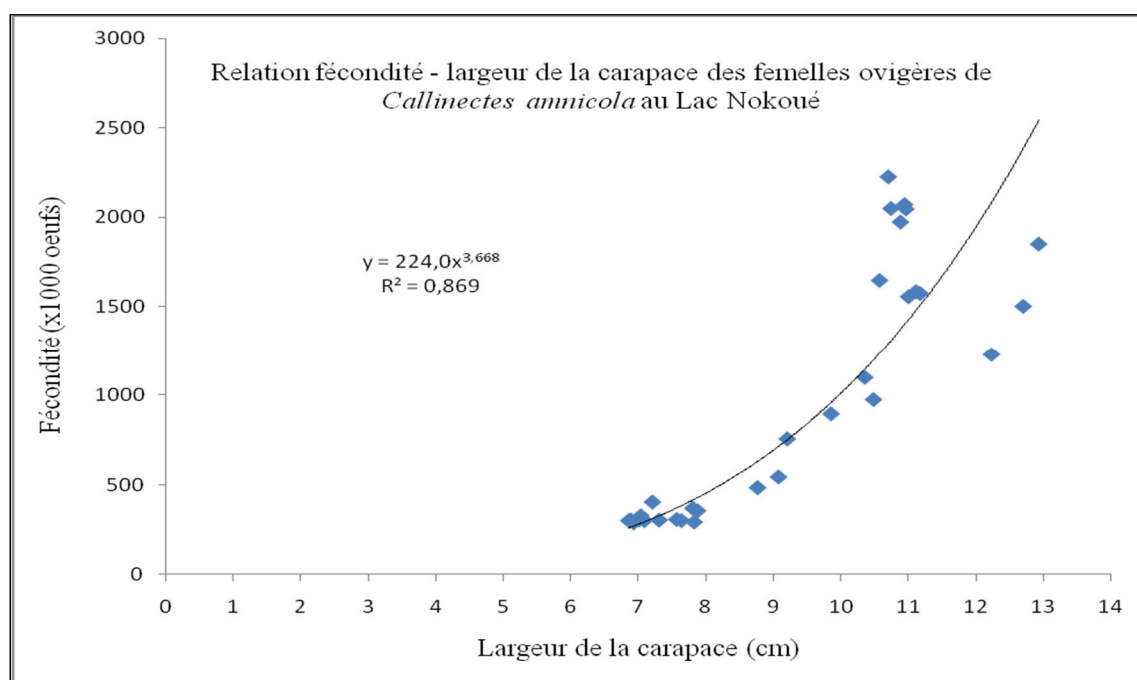


Fig. 5. Relation / fécondité largeur de la carapace *Callinectes amnicola* au Lac Nokoué

Le potentiel reproducteur et la productivité reproductrice des différentes tailles de classe de *C. amnicola* au Lac Nokoué sont présentés dans le Tableau 11.

Tableau 11. Potentiel reproducteur et productivité reproductive des femelles ovigères de *Callinectes amnicola*

Paramètres	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5	8,5-9,0	9,0-9,5	9,5-10,0	10,0-10,5	10,5-11,0	11,0-11,5	11,5-12,0	12,0-12,5	12,5-13,0
Nombre total de femelles	287	248	211	189	157	112	61	53	38	33	21	10	11
Ai (Taux de femelles capturés)	10	8,64	7,35	6,59	5,47	3,90	2,13	1,85	1,25	1,15	0,73	0,35	0,38
Bi (Taux de femelles ovigères)	0,10	0,17	0,17	0,00	0,03	0,07	0,03	0,07	0,24	0,10	0,00	0,03	0,07
R (Ratio de femelles ovigères sur femelles matures)	1,08	1,80	1,80	0,00	0,36	0,72	0,36	0,72	2,52	1,08	0,00	0,36	0,72
Ci (Nombre moyen d'œufs)	295 184	325 600	322 590	0	481 981	647 770	894 265	1 035 973	2 047 236	1 570 345	0	1 226 894	1 675 382
TRP (Taux de Reproduction Potentiel)	231,44	367,66	309,92	0,00	68,91	132,13	49,68	100,00	469,80	141,57	0,00	11,17	33,56
Fi (Taux d'œufs produits)	2,70	4,96	4,91	0,00	1,47	3,95	2,72	6,31	44,67	14,35	0,00	3,74	10,21
PR (Productivité Reproductive)	0,27	0,57	0,67	0,00	0,27	1,01	1,28	3,42	35,61	12,48	0,00	10,73	26,64

La classe de taille [10,5-11,0[renferme le plus de femelles ovigères produisant plus d'œufs. Elle a le meilleur rendement reproductif et la plus grande productivité (IRP = 469,8 et Productivité = 35,61). A partir de la classe de taille [9-9,5[les femelles ovigères collectées ont une productivité supérieure à 1.

3.6 ESTIMATION DE LA FECONDITE ET DU POTENTIEL REPRODUCTEUR DE *CALLINECTES PALLIDUS*

La fécondité a varié de $277\,099 \pm 17\,665$ à $766\,826 \pm 45\,884$. La Classe de [8,0-8,5[présente la fécondité maximale (Tableau 12).

Tableau 12. Fécondité de *Callinectes pallidus* au Lac Nokoué

Largeur de la carapace (cm)	Nombre de femelles ovigères	Nombre total de femelles par classe	Poids moyen des crabes (g)	Nombre moyen d'œufs
6,0-6,5	2	110	14,8±1,85	288 994±17 665
6,5-7,0	3	87	16,66±1,22	277 099±17 665
7,0-7,5	6	79	22,80±3,49	339 104±107 482
7,5-8	1	55	32,41	468 568
8,0-8,5	3	39	35,92±1,82	766 826±45 884
8,5-9,0	1	23	30,74	785 693
9,0-9,5	3	25	43,08±8,62	616 755±168 603
Total	19	418		

La fécondité et la largeur de la carapace sont liées par une relation puissance (Figure 6)

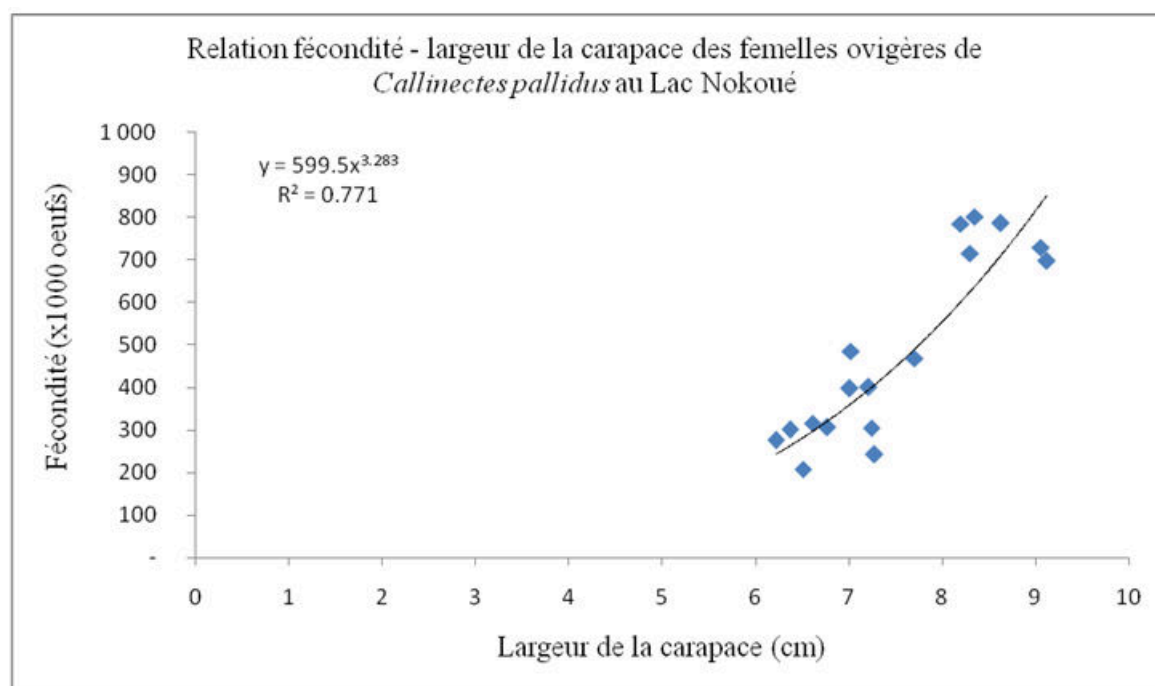


Fig. 6. Relation fécondité / largeur de la carapace *Callinectes pallidus* au Lac Nokoué

Le potentiel reproducteur et la productivité reproductrice des différentes tailles de classe de *C. pallidus* au Lac Nokoué sont présentés dans le Tableau 13.

Tableau 13. Potentiel reproducteur et productivité reproductrice des femelles ovigères de *Callinectes pallidus*

	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5	8,5-9,0	9,0-9,5
Nombre total de femelles	110	87	79	55	39	23	25
Ai (Taux de femelles capturés)	5,49	5,62	4,76	2,56	1,10	0,49	0,37
Bi (Taux de femelles ovigères)	10,53	15,79	31,58	5,26	15,79	5,26	15,79
R (Ratio de femelles ovigères sur femelles matures)	0,02	0,04	0,07	0,01	0,04	0,01	0,04
Ci (Nombre moyens d'œufs)	288 994	277 099	339 104	468 568	766 826	785 693	616 755
TRP (Taux de Reproduction Potentiel)	2,64	3,89	8,06	100,00	2,10	0,32	0,56
Fi (Taux d'œufs produits)	6,53	9,39	22,99	5,30	26,00	8,88	20,91
G (Productivité Reproductive)	1,19	1,67	4,83	2,07	23,66	18,18	57,08

La classe de taille [7,0-7,5[renferme le plus de femelles ovigères et représente le deuxième en termes de taux potentiel de reproduction. La classe de taille [7,5-8,0[a le meilleur taux potentiel de reproduction tandis que la meilleure productivité reproductrice revient à la classe de taille de [7,5-8,0[. Toutes les classes de taille comportant des femelles ovigères de *C. pallidus* ont une productivité supérieure à 1.

4 DISCUSSION

4.1 SEX-RATIO DE *CALLINECTES AMNICOLA*

La prédominance des crabes femelles sur les mâles dans les lagunes (Lac Nokoué et Lagune Côtière) directement en contact avec l'Océan Atlantique s'expliquent par le comportement reproducteur des crabes femelles qui, après accouplement migrent dans les eaux salées pour la maturation des gonades et la reproduction ([8], [36], [43]). Les crabes femelles sont "euryhalins". Ces constats concordent avec les observations de [15] dans le Lac Warri au Nigéria. Ces auteurs ont observé dans ce plan d'eau un sex-ratio différent du taux théorique de 1:1 en faveur des femelles. Les mâles sont sténohalins [8]. Ils préfèrent ainsi les eaux dessalées, d'où leur abondance dans les plans d'eau en contact avec les fleuves (Lagune de Porto-Novo et Lac Ahémé).

4.2 SEX-RATIO DE *CALLINECTES PALLIDUS*

Contrairement à *Callinectes amnicola* qui habite les deux complexes et tous les plans d'eau, *C. pallidus* habite seulement quelques stations des plans d'eau directement en contact de l'Océan Atlantique. Ces observations sont aussi relevées dans le chenal de la Volta où *C. pallidus* est pêché à 3 km environ de la mer lorsque la salinité est supérieure à 10g/L [44]. Cette occurrence de *C. pallidus* dans les secteurs lagunaires les plus salées confirme son habitat plus marin que lagunaire ([21], [22], [23]). La prédominance des mâles sur les femelles dans les complexes lagunaires du Bénin s'explique par la préférence des eaux marines par les femelles.

4.3 TAILLE DE PREMIERE MATURITE SEXUELLE DE *CALLINECTES AMNICOLA*

De la présente étude, il est révélé que la taille de première maturité sexuelle des *Callinectes amnicola* mâles du complexe lagunaire Est ($l_{50} = 11,84$ cm) est supérieure à celle des mâles du complexe lagunaire Ouest ($l_{50} = 10,78$ cm). Par contre, la taille de première maturité sexuelle de *C. amnicola* femelle du complexe lagunaire Est ($l_{50} = 10,07$ cm) est inférieure à celle des mâles du complexe lagunaire Ouest ($l_{50} = 11,20$ cm). Ces tailles de première maturité semblent non négligeables par rapport aux tailles maximales de 16,8 cm de l'espèce signalée[45]. En ce qui concerne les mâles, les tailles de maturité sexuelles obtenues dans la présente étude sont toutes supérieures aux tailles de première maturité sexuelle des mâles de l'espèce signalée au complexe lagunaire Aby-Tendo-Ehy/Côte d'Ivoire (8 cm), Mukwe et Sakumo/Ghana (6,3 cm) et Lagune de Lagos /Nigéria (10,8 cm) ([8], [14], [45]).

Quant aux femelles, la taille de première maturité sexuelle obtenue au niveau du complexe Ouest est supérieure à celles signalées au complexe lagunaire Aby-Tendo-Ehy/Côte d'Ivoire (9 cm), Mukwe et Sakumo/Ghana (8,35 cm), Lagune de Lagos/Nigéria (11,0 cm) ([8], [14], [45]). Par contre, la taille de première maturité sexuelle obtenue au niveau du complexe Est est supérieure à celles obtenues au complexe lagunaire Aby-Tendo-Ehy (Côte d'Ivoire), Mukwe et Sakumo (Ghana) mais inférieure à celle déterminée à la Lagune de Lagos au Nigéria [45].

4.4 TAILLE DE PREMIERE MATURITE SEXUELLE DE *CALLINECTES PALLIDUS*

Les tailles de première maturité sexuelle des mâles et des femelles de *Callinectes pallidus* du complexe lagunaire Est sont respectivement supérieures à celles observées au niveau du Complexe lagunaire Ouest. Les tailles de première maturité de *C. pallidus* des lagunes du Bénin ne sont pas très différentes de celles des autres espèces du genre *Callinectes* présentes sur la Côte Atlantique Ouest. Pereira *et al.* [46] signalent des tailles de première maturité sexuelle de 7,1 cm pour les femelles et 8,6 cm pour les mâles de *Callinectes danae* dans la lagune Beymellek en Turquie. Quant à *Callinectes sapidus*, la taille de première maturité des mâles est de 8,9 cm contre 10, 2 chez les femelles [47].

4.5 SAISON DE REPRODUCTION DE *CALLINECTES AMNICOLA* ET DE *CALLINECTES PALLIDUS*

La reproduction des crabes a lieu entre février et mai dans le Lac Nokoué. Cette période de reproduction est à cheval entre la grande saison sèche et la grande saison des pluies. Cette période correspond également à celle des fortes valeurs de salinités au Lac Nokoué ($25 \pm 1,73$ g/L), surtout au niveau des zones de reproduction ($35,12 \pm 0,45$ g/L pour la zone d'Agbato et $35,35 \pm 0,44$ g/L pour la zone de l'Ancien Pont). La période de reproduction de *C. amnicola* qui va de février à avril dans le Lac Nokoué concorde avec une partie de la période de reproduction de l'espèce dans le complexe lagunaire Aby-Tendo-Ehy/Côte d'Ivoire où il a été signalé les mois de mars-avril et août [8]. La grande saison sèche avec des salinités de 20 à 28 g/L correspondant aux mois de décembre à avril signalée comme saison de reproduction de *C. amnicola* en lagune Ebrié /Côte d'Ivoire [48] rejoint également les observations que nous avons faites. Le mois d'août au Lac Nokoué correspond à la période de crue où les valeurs de salinité ($0,93 \pm 1,15$ g/L) ne pourraient pas permettre la reproduction de l'espèce. En mer, sur la Côte Ouest Africaine, deux saisons de ponte sont signalées [6]. Il s'agit de mai à juin d'une part et de septembre à octobre d'autre part. *C. amnicola* et *C.*

pallidus présentent une reproduction saisonnière contrairement à *Callinectes danae* dont la reproduction est continue sur les côtes brésilienne [49].

4.6 ESTIMATION DE LA FECONDITE ET DU POTENTIEL REPRODUCTEUR DE *CALLINECTES AMNICOLA*

Les fécondités des crabes *Callinectes amnicola* du Lac Nokoué de largeurs inter-épine inférieures à 9 cm ($295\,184 \pm 8\,318$ à $481\,981$) se situent en dessous des fécondités signalées pour l'espèce en Afrique de l'Ouest ($478\,400$ à $4\,480\,500$) ([8], [14], [45]). Par contre, pour les largeurs inter-épines supérieures à 9 cm, les fécondités obtenues ($647\,770 \pm 150\,368$ à $2\,094\,472 \pm 300\,310$) se situent dans les valeurs signalées. La taille de première maturité des femelles de *C. amnicola* au complexe lagunaire Est étant de 10,07 cm, les femelles ovigères de largeurs inter-épines inférieures à 9 cm sont des femelles précoces qui ont une productivité reproductrice faible. En effet, à partir de la classe de taille [9-9,5[la productivité reproductrice est supérieure à 1. Les femelles de largeurs de carapace supérieure à 9 cm contribuent efficacement à la reproduction et au renouvellement du stock (productivité >1). Il est donc noté que la fécondité et la productivité augmentent avec la taille des femelles de *C. amnicola*. La prise en compte de ces informations dans les plans d'aménagement des pêcheries de crabes améliorera la gestion des crabes dans le complexe lagunaire. Il est aussi remarqué que la productivité reproductrice de *C. amnicola* au Lac Nokoué (0,27 à 35,61) est très élevée par rapport aux (0,01- 1,86) et (0,1 -2,2) obtenues pour *Portunus pelagicus* respectivement par [29] en Indonésie et [38] en Inde.

4.7 ESTIMATION DE LA FECONDITE ET DU POTENTIEL REPRODUCTEUR DE *CALLINECTES PALLIDUS*

La fécondité des femelles de *Callinectes pallidus* ($277\,099 \pm 17\,665$ à $766\,826 \pm 45\,884$) est inférieure à celles de *C. amnicola* ($295\,184 \pm 8\,318$ à $2\,094\,472 \pm 300\,310$). Elle est liée à la taille des femelles ovigères des espèces. Les largeurs inter-épines des femelles ovigères de *C. pallidus* sont en effet comprises entre 6 et 9,5 cm contre 6,5 à 13 cm pour les femelles ovigères de *C. amnicola*. Cela confirme les observations d'autres auteurs sur les crabes du genre *Callinectes* [46] qui affirment que la productivité augmente avec la taille dans le genre *Callinectes*.

5 CONCLUSION

Le sex-ratio de *Callinectes amnicola* n'est pas différent du taux théorique 1 mâle pour 1 femelle dans chacun des deux complexes lagunaires. Quant à *C. pallidus*, le sex-ratio est différent de 1:1. La taille de première maturité sexuelle des spécimens de *C. amnicola* mâles est respectivement de 11,87 cm (Complexe Est) et 10,78 (Complexe Ouest). En ce qui concerne les femelles, la taille de première maturité est de 10,07 cm (Complexe Est) et de 11,20 cm (Complexe Ouest). La taille de première maturité de *C. pallidus* mâle est de 9,99 cm (Complexe Est) et de 9,17 cm (Complexe Ouest). Les tailles de première maturité sexuelle de *C. pallidus* sont inférieures à celles de *C. amnicola*. Les tailles de première maturité de *C. pallidus* des lagunes du Bénin ne sont pas très différentes de celles des autres espèces du genre *Callinectes* présentes sur la Côte Atlantique Ouest. La reproduction des deux espèces a eu lieu au Lac Nokoué dans les secteurs à proximité de l'Océan Atlantique. Les femelles ovigères de *C. amnicola* de largeur inter épine supérieures à 9,5 cm sont plus productives que celles de largeurs inter épines inférieures. Toutes les femelles ovigères de *C. pallidus* présentent une bonne productivité reproductrice.

Les premiers paramètres relatifs à la reproduction de *Callinectes pallidus* sont désormais disponibles. Les paramètres de reproduction des crabes générés par la présente étude constituent des informations de base utiles pour la prise des mesures de gestion durable des crabes dans les lagunes du Sud Bénin.

REFERENCES

- [1] PMEDP/FAO (Programme des Moyens d'Existence Durables dans la Pêche/ Food and Agriculture Organization)., *Termes de Référence de la mission*, In: A. Gnimadi, P. Egboou, C. E. Dessouassi and A. Gbaguidi, Rapport final de l'analyse de la chaîne de valeurs sur la filière crabe (*Callinectes* et *Cardiosoma*) au Sud Bénin, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Cotonou, pp. 95-99, 2008.
- [2] DPH (Direction de la Production Halieutique) : *Bulletin de suivi de la pêche continentale, saison 1^{er} trimestre 2016*. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Bénin, Cotonou, 2016.
- [3] DPH (Direction de la Production Halieutique) : *Bulletin de suivi de la pêche continentale, saison 2^{ème} trimestre 2016*. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Bénin, Cotonou, 2017.
- [4] Gnimadi, Egboou, Dessouassi and Gbaguidi, *Rapport final de l'analyse de la chaîne de valeur sur la filière crabe (Callinectes et Cardiosoma) au Sud du Benin*. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche/Direction des Pêches, Bénin, Cotonou, 2008.

- [5] C. E. Dessouassi, "Diversité et exploitation des crabes dans les complexes lagunaires du Sud Bénin," Rapport présenté pour le 2^{ème} Point de Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Bénin, Abomey-Calavi, p. 57, 2018.
- [6] Le Loeuf and Intes, *La faune benthique du plateau continentale de Côte d'Ivoire, récoltés au Chalut, abondance-répartition-variations saisonnières (Mars 1966-Février 1967)*. Document Scientifique Provisoire N°025, Centre de Recherches Océanographiques, Abidjan, 1968.
- [7] Lhomme, F., *Les crustacés exploitables*, In : J. R. Durand (Eds), Environnement et ressources aquatiques de Cote-d'Ivoire, Tome II, pp. 229-238, 1994.
- [8] Y. Sankaré, "Biologie, écologie et exploitation du crabe nageur *Callinectes amnicola*, De Rochebrune, 1883 (Crustacea-Decapoda-Portunidae) du complexe lagunaire Aby-Tendo-Ehy (Côte d'Ivoire)," Thèse présentée à l'UFR Biosciences pour obtenir le titre de Docteur de l'Université de Cocody, p. 274+annexes, 2007.
- [9] M-A. d'Almeida, Y. Sankaré and H. K. Koua, "Etude microscopique des organes reproducteurs du crabe mâle de *Callinectes amnicola* (De Rochebrune, 1883) (Décapoda Portunidae)," *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé, Togo*, vol. 11, no. 2, pp. 47-61, 2009.
- [10] M-A. d'Almeida, Y. Sankaré and H. K. Koua, "Echelle de maturité sexuelle et différenciation des organes reproducteurs du crabe femelle *Callinectes amnicola* (De Rochebrune, 1883 ; Décapoda Portunidae), des eaux lagunaires de Côte d'Ivoire," *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé, Togo*, vol. 12, no. 1, pp. 27-44, 2010.
- [11] M-A. d'Almeida, Y. Sankaré and H. K. Koua, "Etude microscopique de l'ovogenèse chez la femelle de *Callinectes amnicola* (De Rochebrune, 1883) (Décapoda Portunidae)," *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé, Togo*, vol. 8, no. 1, pp. 9-18, 2006.
- [12] M-A. d'Almeida and K. D. Kouassi a, "Male external genitalia tracts of Côte d'Ivoire Brackish waters crabs, *Callinectes amnicola*, (De Rochebrune, 1883 ; Decapoda : Portunidae) ," *Journal of Applied Biosciences*, vol. 122, pp. 12231-12240, 2018.
- [13] M-A. d'Almeida and K. D. Kouassi b, "Male internal reproductive tracts of Côte d'Ivoire Brackishwaters crabs, *Callinectes amnicola*, (De Rochebrune, 1883 ; Decapoda : Portunidae)," *Journal of Applied Biosciences*, vol. 125, pp. 12506-12517, 2018.
- [14] E. A. Kwei, "Size composition, growth and sexual maturity of *Callinectes latimanus* (Rath.) in two Ghanaian lagoons," *Zoological Journal of the Linnean Society*, vol. 64, no. 2, pp. 151-175, 1978.
- [15] F. O. Arimoro and B. O. Idoro, "Ecological Studies and Biology of *Callinectes amnicola* (Family: Portunidae) in the Lower of Reaches of Warri River, Delta State, Nigeria," *World Journal of Zoology*, vol. 2, no.2, pp. 57-66, 2007.
- [16] J. P. Udoh and A. A. "Nlewadim, "Population characteristics of the swimming crab *Callinectes amnicola*, Rochebrune, 1883 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in the Qua Iboe River estuary, Nigeria," *AACL Bioflux*, vol. 4, no.3, pp. 412-422, 2011.
- [17] E.O. Lawson and R.T. Oloko, "Growth patterns, sex ratio and fecundity estimate in Blue crab (*Callinectes amnicola*) from Yewa River, SouthWest Nigeria," *Advances in Life Science and Technology*, vol. 3, pp. 24-33, 2013.
- [18] F. Olakolu and O. Fakayode, "Aspects of the biology of blue crab *Callinectes amnicola* (Rochebrune, 1883) in Lagos lagoon, Nigeria," *International Journal of Aquatic Science*, vol. 5, no.1, pp. 77-82, 2014.
- [19] E. M. Onyekachi and B. Edah, "Food and Feeding Habits, Growth Pattern and Fecundity of *Callinectes amnicola* in Lagos Lagoon," *Advances in Plants & Agriculture Research*, vol. 1, no.1, pp. 1-7, 2014.
- [20] d'Almeida and Fiogbé, *Revue documentaire sur l'exploitation et la production des crabes (Callinectes et Cardiosoma). Rapport final de mission de consultation*. Programme des Moyens d'Existence Durables dans la Pêche (PMEDP), Activités de suivi, Cotonou, Bénin, 2008.
- [21] Monod, *Hippidea et Brachyura ouest-africain*. Mémoire de l'Institut Français d'Afrique Noire, N°45, IFAN Dakar, 1956.
- [22] A. B. Williams, "The Swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae)," *Fishery Bulletin*, vol. 72, no. 3 pp. 685-699, 1974.
- [23] Manning and Holthuis, *The West African Brachyuran Crabs Crustacea Decapoda*. Smithsonian Institution Press, City of Washington, 1981.
- [24] Pliya, *La pêche dans le sud-ouest du Bénin. Etude de géographie appliquée sur la pêche continentale et maritime*. Agence de Coopération Culturelle et Technique, Paris, 1980.
- [25] D. Adandédjan, "Diversité et déterminisme des peuplements de macroinvertébrés benthiques de deux lagunes du Sud-Bénin : la Lagune de Porto-Novo et la Lagune Côtière," Thèse unique présentée pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Agronomiques Option Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles (AGRN), Faculté des Sciences Agronomiques. Université d'Abomey-Calavi, Bénin, p. 239, 2012.
- [26] P. M. Gnonhossou, "La faune benthique d'une lagune ouest africaine (le lac Nokoué au Bénin), Diversité, abondance, variations temporelles et spatiales, place dans la chaine trophique," Thèse présentée en vue de l'obtention du Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, France, p. 169, 2006.
- [27] S. Pasquaud, M. Girardin and P. Élie, "Étude du régime alimentaire des gobies du genre *Pomatoschistus* (*P. microps* et *P. minutus*) dans l'estuaire de la Gironde (France)," *Cybiurn*, vol. 28, no.1, suppl. pp. 99-106, 2004.

- [28] Carpenter and De Angelis, *The living marine resources of the Eastern Central Atlantic. FAO species identification guide for fishery purposes*. Foods and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2014.
- [29] Y. W. Zairion, B. Mennofatria and F. Achmad, "Reproductive Biology of the Blue Swimming Crab *Portunus pelagicus* (Brachyura: Portunidae) in East Lampung Waters, Indonesia: Fecundity and Reproductive Potential," *Tropical Life Sciences Research*, vol. 26, no.1, pp. 67–85, 2015.
- [30] Dagnelie, *Théorie et méthodes statistiques : applications agronomiques (Volume 1)*. Presses agronomiques de Gembloux, 1973.
- [31] S. R. Evandro, M-F. Joelson, A. S. M. Alvaro, M. P. B. Geisaand, O .C .C . Victor, "Fecundity, reproductive seasonality and maturity size of *Callinectes sapidus* (Decapoda: Portnidae) in southeast cost of Brazil," *International Journal of Tropical Biology*, vol. 61, no.2, pp. 592-602, 2012.
- [32] G. Dash, S. SEN, K. M. KOYA, K. R. Sreenath, S.K. Mojjada, M. S. Zala and. S. Pradeep, "Fishery and stock assessment of the three-spot swimming crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst, 1783) off Veraval, Gujarat," *Indian Journal of Fisheries*, vol. 60, no. 4, pp. 17-25, 2013.
- [33] T .T. Watanabe, B.S. Sant'Anna, G.Y. Hattori and F.J. Zara,"Population biology and distribution of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in an estuary-bay complex of southern Brazil," *Zoologia*, vol. 31, no 4, pp. 329-336, 2014.
- [34] F. V. Camargo, D. F. R. Alves, D. J. M. Lima and V. J. Cobo, "Population dynamics of the mud crab *Panopeus austrobesus* Williams, 1983(Brachyura:Panopeidae) associated with a mussel farm at southeastern Brazilian coast," *Nauplius*, vol 25: e2017017, 2017.
- [35] D. D. Johnson, C. A Gray and W. G. Macbeth, "Reproductive biology of *Portunuspelagicus* in a south-east australian estuary," *Journal of crustacean biology*, vol. 30 no. 2, pp. 200-205, 2010.
- [36] Jivoff, P., Hines, A.H., and Quackenbush, L.S., *Reproduction, biology and embryonic development of Callinectes sapidus*, In: S. V. Kennedy, and L. E. Cronin, Maryland Sea Grant College, editors, *The Blue Crab: Callinectes Sapidus*, pp . 255-298, 2007.
- [37] E. Montchowui, P. Lalèyè, J.C. Philippart, P. Poncin, "Biologie de la reproduction de *Labeo parvus* Boulenger, 1902 (Cypriniformes : Cyprinidae) dans le bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest)," *Cahiers d'Ethologie*, 22, 61-80, 2007.
- [38] K. K. Sukumaran, "Sex ratio, fecundity and reproductive potential in two marine portunid crabs, *Portunus (Portunus) sanguinolentus* (Herbst) and *Portunus (Portunus) pelagicus* (Linnaeus) along the Karnataka Coast," *Indian Journal of Marine Sciences*, vol. 26, pp. 43-48, 1997.
- [39] T. C. Lambert, "the effect of population structure on recruitment in herring," *Journal of Marine Science*, vol. 47, pp. 249-255, 1990.
- [40] J. M. Morgan, J. Bratney, "Effect of changes in reproductive poteniel on perceived productivity of three Northwest Atlantic cod (*Gadusmorhua*) sotcks," *Journal of Marine Science*, vol. 62, pp. 65-74, 2005.
- [41] C .T. Marshall, "Developing Alternative Indices of Reproductive Potential for Use in Fisheries Management: Case studies for Stocks spanning an Information Gradient," *Journal Northwest Atlantic Fisheries Sciences*, vol. 33, pp. 161-190, 2003.
- [42] P. Kanciruk, W. F. Herrnkind, "Autumnal reproduction in *Panulirus argus* at Bimini, Bahamas," *Bulletin of Marine Sciences*, vol. 26, no 4, pp. 417-432, 1976.
- [43] Sankaré and N'dia, *Rapport de la gestion de la pêche de crabe dans la lagune Aby*. PMEDP, Côte d'Ivoire, Abidjan, 2003.
- [44] S. Ado, D. K. Atsu, A. Abdulhamin, E. K. Asamoah and J.O. Nyarko, "Abundance and distribution of two blue crabs *Callinectes amnicola* and *C. pallidus* in the Volta Estuary of Ghana,"*International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, vol. 6. no. 2, pp. 214-218, 2018.
- [45] Santhanam, *Biology and Culture of Portunid Crabs of World Seas*. Series: Biology and Ecology of Marine Life, Apple Academic Press, 2018.
- [46] M. J. Pereira, J. O. Branco, M. L. Christofferson, F.F. Junior, A. A. Fracasso and T.C. Pinheiro, "Population biology of *Callinectesdanae* and *Callinectessapidus* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in the south-western Atlantic," *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, pp. 1-11, 2009.
- [47] M. A. Chenery, "Population dynamics on the blue crab (*Callinectes sapidus*)in the Hudson river, New York," Thesis submitted to the Faculty of The Graduate School of the University of Maryland, College Park in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science, pp 178, 2002.
- [48] E. C Dominique and S. Hem, "Biologie et pêche des crabes du genre *Callinectes* stimpson, 1860 (Décapodes, Portunidae) en lagune Ebrié (cote d'Ivoire- résultats préliminaires)," Document Scientifique du Centre de Recherche Océanographique Abidjan, vol. 7, no. 1, pp. 95-121,1981 .
- [49] T. M Costa, M. L. Negreiros-Fransozo, "the reproductive cycle of *Callinectes Danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba Region, Brazil," *Crustaceana*, vol. 71, n°6, pp. 615-627, 1998.

Evolution des ressources hydriques et foncières pour les cultures irriguées dans la Commune rurale de Dan Barto (Département de Kantché au Niger)

[Evolution of Water and Land Resources for Irrigated Crops in the Rural Municipality of Dan Barto (Kantché Department - Niger)]

ILLOU Mahamadou¹, Bonkougou Joachim², and SOULEY Kabirou¹

¹Département de Géographie, Faculté de Lettres et Sciences Humaines, Université de Zinder, Niger

²Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, INERA Ouagadougou, Burkina Faso

Copyright © 2019 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: Irrigated crops are the government's preferred option for combating the quasi-structural food insecurity in rural Niger. These crops are developing in a context of degradation of natural resources, especially water and land, the main factors of production. In the rural commune of Dan Barto and in the other rural communities of Niger, the increase of the yields must pass by an efficient control of these principal resources. This study, which focuses on the evolution of water and land resources, aims to analyze the evolution factors seen by local populations in order to promote irrigation in the area. The methodology was based on an analysis of quantitative and qualitative data collected in the field using an interview guide and a questionnaire. Two types of interview (individual and focus group) allowed the collection of data. The main results show that the Dan Barto site exploits surface water. This resource has evolved according to the majority of farmers. Irregular rainfall and silting are the main causes. With regard to the land, it is the mode of access that knows an evolution, diversifying around the inheritance.

KEYWORDS: Evolution, water, land, irrigation, Dan Barto, Niger.

RÉSUMÉ: Les cultures irriguées constituent l'option privilégiée par les pouvoirs publics pour lutter contre l'insécurité alimentaire quasi structurelle en milieu rural nigérien. Ces cultures se développent dans un contexte de dégradation des ressources naturelles, en particulier l'eau et la terre, principaux facteurs de production. Dans la commune rurale de Dan Barto et dans les autres communautés rurales du Niger, l'accroissement des rendements doit passer par une maîtrise efficiente de ces principales ressources. Cette étude qui porte sur l'évolution des ressources en eau et foncières, vise à analyser les facteurs d'évolution vus par les populations locales dans le souci de promouvoir l'irrigation dans le milieu. La méthodologie s'est basée sur une analyse des données quantitatives et qualitatives collectées sur le terrain à l'aide d'un guide d'entretien et d'un questionnaire. Deux types d'entretien, individuel et de groupe-cible, ont permis la collecte des données. Les principaux résultats montrent que le site de Dan Barto exploite une eau de surface. Cette ressource a évolué selon la majorité des paysans. L'irrégularité des pluies et l'ensablement sont les principales causes. S'agissant de la terre, c'est le mode d'accès qui connaît une évolution, se diversifiant autour de l'héritage.

MOTS-CLEFS: Evolution, eau, foncier, irrigation, Dan Barto, Niger.

1 INTRODUCTION

Pays totalement enclavé, le Niger couvre une superficie de 1 267 000 Km². Sa frontière méridionale la plus proche est à plus de 600 km du golfe de Guinée. ¼ du territoire sont situés en zone saharienne. Le relief est caractérisé par quatre grands ensembles géomorphologiques : les hauts plateaux du nord-est, les bas plateaux de l'ouest et du sud, le massif de l'Aïr et les plaines. La particularité du pays se situe dans son zonage agro-climatique. On distingue du sud au nord du pays :

- La zone sahélo-soudanienne qui représente environ 1% de la superficie totale du pays et reçoit entre 600 et 800 mm de pluie par an au cours des années normales ;
- La zone sahélienne qui couvre 10% du pays et reçoit entre 350 et 600 mm de pluie ;
- La zone sahélo-saharienne qui représente 12% de la superficie du pays avec une pluviosité de 150 à 350 mm ;
- La zone saharienne qui couvre 77% du pays et qui reçoit de 0 à 150 mm par an, (Code rural, 2006).

Selon le dernier recensement général de la population (RGPH, 2012), l'effectif des nigériens est estimé à 17 129 076 habitants, avec un taux de croissance de 3,9 %.

L'accroissement démographique de la population et la faiblesse de l'intensification des systèmes de production, ont pour corollaire une pression foncière accrue et une exploitation minière des ressources. Les ressources naturelles (eau, sol, végétations, etc.), subissent de plein fouet les effets cumulés des sécheresses récurrentes et des actions anthropiques (Code rural, 2006).

La commune rurale de Dan Barto est située au sud-est du Niger, dans la zone sahélienne, avec un climat de type tropical humide où les précipitations varient de 500 à 600 mm de pluie. Selon le Plan de Développement Communal de Dan Barto (PDC, 2012), la Commune est située à 35 km à l'ouest du chef-lieu du département, Matamèye. Elle est limitée au Nord par la Commune rurale de Hawan-dawaki (Département de Tessaoua), au Sud-est par la Commune rurale de Kourni, au Sud par celle de Sassoubroum (département Magaria) et à l'Ouest par la République Fédérale du Nigéria (figure 1).

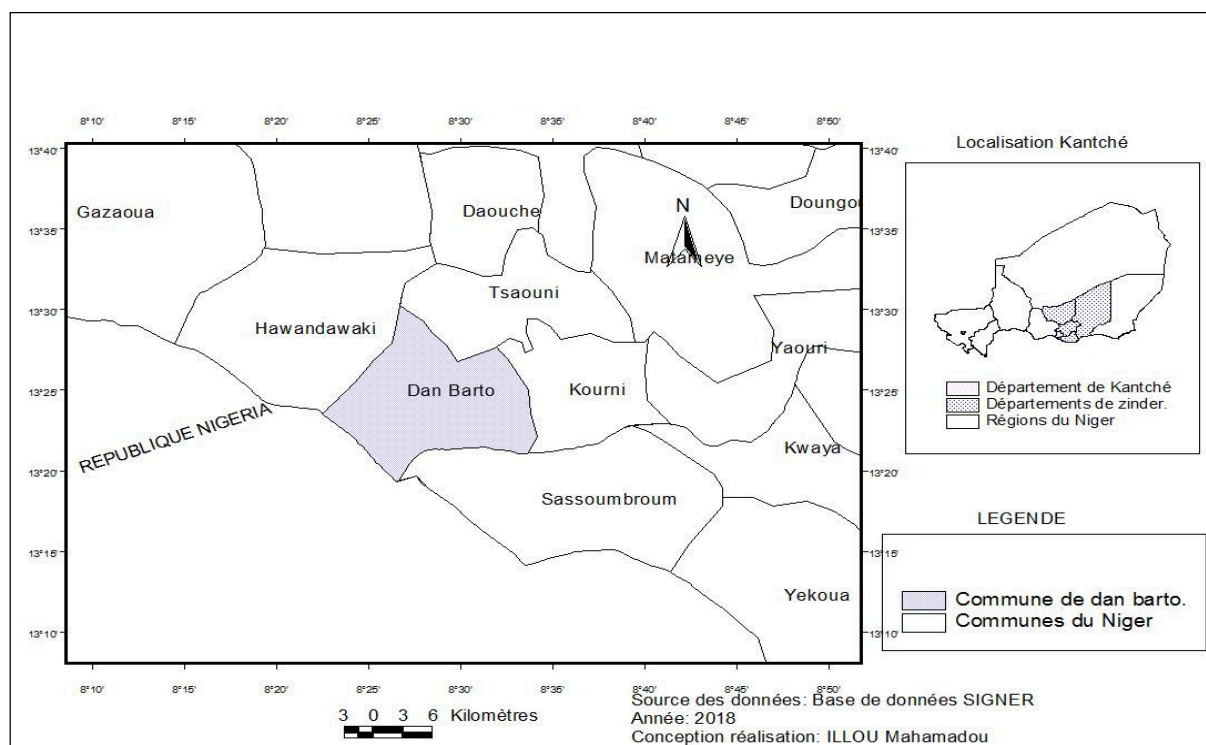


Fig. 1. Présentation de la zone d'étude

Avec une superficie de 219 km², la population de Dan Barto est estimée à 41 681 habitants. La densité de la population est de 157 habitants/km² contre 58 habitants/km² en moyenne pour le Niger (RGPH, 2012). Le milieu physique est caractérisé par un relief composé de plateaux latéritiques et de dunes de sable. Les eaux de surface sont constituées par des mares semi-

permanentes et permanentes et d'une cuvette longue de 15 km (PDC, 2012). Les activités économiques sont dominées par l'agriculture, l'élevage et le commerce.

A l'instar des autres milieux ruraux du Niger, la Commune de Dan Barto, fait face aux difficultés d'accès aux ressources alimentaires pendant toute l'année, car la production ne satisfait pas toujours les besoins alimentaires. Pour combler ce déficit et améliorer le revenu, les paysans diversifient leurs activités, en mettant un accent particulier sur les cultures irriguées. Comme l'agriculture pluviale, les cultures irriguées souffrent de plusieurs contraintes, environnementales et socioéconomiques. La présente étude se propose d'analyser ces contraintes en s'appuyant sur les aspects démographiques et les ressources naturelles, notamment, l'eau et la terre.

Le plan de l'étude s'articule autour du problème à résoudre, la méthodologie, les objectifs de l'étude et les hypothèses de recherche, les résultats structurés en pesanteurs sociodémographiques et en évolutions des ressources en eau (essentiellement la cuvette) et foncières et enfin la discussion.

2 PROBLÉMATIQUE

Considéré comme l'un des pays les plus pauvres au monde, le Niger fait face à de multiples défis. La question de sécurité se pose dans tous ces sens. En dehors de la sécurité alimentaire, structurellement déficitaire, se pose aujourd'hui des menaces terroristes (Boko Haram, crises Libyenne et malienne, etc.). L'Etat a utilisé beaucoup de ressources pour faire face à ces fronts, réduisant ainsi considérablement ses possibilités à soutenir le monde rural nigérien. Pourtant ce monde rural est considéré dans la Stratégie de Développement Rural (SDR) comme le moteur de la croissance économique du pays. L'incidence globale de la pauvreté est de 63% et 86% de ces pauvres sont en milieu rural (SDR, 2003). C'est dire les difficultés qu'éprouvent les ruraux à générer des revenus capables de soutenir les activités rurales. Ces activités sont essentiellement l'agriculture et l'élevage, tributaires de la pluviométrie. Selon la SDR, cinq problèmes limitent la croissance de l'économie rurale, à savoir :

- la productivité des systèmes de production qui reste faible ;
- l'accroissement de la compétition pour l'accès aux ressources naturelles qui est source de conflits ;
- l'exploitation « minière » des ressources naturelles qui provoque une dégradation de l'environnement, parfois irréversible ;
- la croissance de la production des céréales de base (2,5% par an) qui est inférieur à celle de la population (3,1%) ;
- les difficultés pour les organisations paysannes à jouer pleinement leur rôle face au désengagement de l'Etat.

L'option, privilégiée par les pouvoirs publics, consiste à libérer la production agricole vis-à-vis de sa dépendance aux précipitations annuelles. Une attention particulière est accordée aux cultures irriguées pour non seulement accroître la production, mais aussi pour lutter contre l'exode rural. Les communautés rurales de la Commune de Dan Barto sont résolument engagées dans cette voie de diversification des activités. Ils exploitent la cuvette longue de 15 km par des cultures diverses et variées. En dépit de la pauvreté citée plus haut, les activités se déroulent normalement. Cependant, plusieurs facteurs (environnementaux, sociodémographiques et économiques) sont défavorables à la promotion de ce secteur de production. Pour contribuer à créer les conditions d'une économie rurale plus épanouie, cette étude se pose le problème suivant : quelles sont les évolutions des ressources en eau et foncières dans la Commune rurale de Dan Barto ?

3 MÉTHODOLOGIE

L'étude est conduite à travers une démarche méthodologique basée sur la recherche documentaire, l'élaboration d'un guide d'entretien et d'un questionnaire, les enquêtes socioéconomiques et d'une analyse des résultats au moyen d'un tableur (excel).

3.1 REVUE DE LITTÉRATURE

Plusieurs documents, rapports, livres, mémoires, documents officiels, ont été consulté pour élaborer le protocole de recherche et garantir l'originalité de la thématique dans la zone d'étude.

3.2 LES OUTILS DE COLLECTE DES DONNÉES

Un guide d'entretien et un questionnaire ont été élaborés pour servir d'outils de collecte d'information. Les guides d'entretiens étaient destinés aux responsables des services techniques déconcentrés de l'Etat et aux autorités coutumières et administratives. Les questionnaires ont permis de collecter les données auprès des paysans.

3.3 LES ENTRETIENS

Deux types d'entretien ont été utilisés. Les groupes-cibles et les entretiens individuels. Les premiers pour élaborer l'échantillon et exposer les objectifs de l'étude et les résultats attendus dans une démarche participative. Le second type d'entretien, pour collecter les informations directement auprès des paysans. A l'issue du groupe-cible, le principe d'un échantillon aléatoire de 112 paysans, chef de ménage a été retenu.

3.4 ANALYSE DES RÉSULTATS

Les résultats ont été dépouillés et analysés à l'aide d'un tableur (excel). Des figures et tableaux, à travers les données quantitatives et qualitatives, ont été élaborés de manière à répondre aux objectifs de l'étude.

4 OBJECTIF DE L'ÉTUDE

L'organisation du travail, commande d'identifier un objectif principal et des objectifs spécifiques devant permettre l'atteinte du principal.

4.1 OBJECTIF PRINCIPAL

L'objectif principal de l'étude, vise à analyser, en rapport avec la dynamique démographique, l'évolution des ressources en eau et foncières sur le périmètre irrigué de la Commune rurale de Dan Barto.

4.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Trois objectifs spécifiques sont identifiés, il s'agit de :

- étudier la dynamique sociodémographique dans la zone d'étude ;
- analyser l'évolution des ressources en eau de la cuvette ;
- examiner la dynamique foncière dans le milieu.

5 HYPOTHÈSES

Pour permettre l'atteinte des objectifs, trois hypothèses sont formulées, à savoir :

- le fort dynamisme démographique dans la zone est un facteur limitant pour la promotion de l'économie de la zone ;
- les ressources en eaux de la cuvette de Dan Barto ont connu une évolution et les facteurs d'évolution sont diverses selon les populations ;
- l'accès à la terre est entrain de connaitre une évolution de son statut dans la Commune d'étude.

6 RÉSULTATS

Les résultats de la présente étude sont structurés en trois principaux points. Il s'agit de présenter en premier lieu, les caractéristiques des paysans maraîchers, puis analyser l'évolution des ressources en eau et enfin, aborder l'évolution des ressources foncières.

6.1 CARACTÉRISTIQUES DE LA POPULATION, LES PAYSANS MARAÎCHERS

La caractérisation des paysans enquêtés s'appuie sur la catégorisation des paysans selon leurs activités et le poids démographique des ménages.

6.1.1 LES PRINCIPALES ACTIVITÉS DES PAYSANS

A l'instar des autres milieux ruraux du Niger, l'agriculture, l'élevage et le petit commerce constitue les principales activités des populations (figure 2).

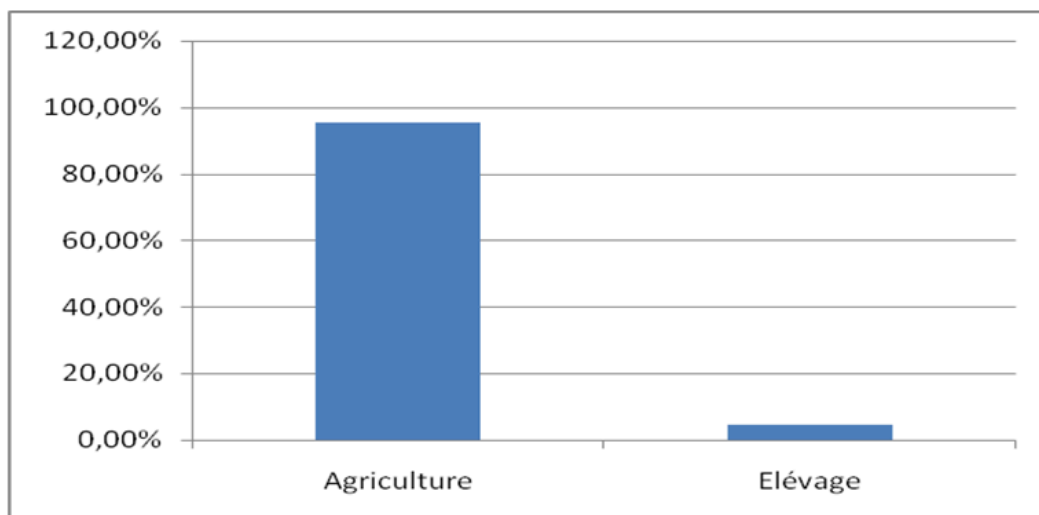


Fig. 2. Principales activités des paysans, source : enquêtes terrain, 2015

La figure 2, montre que les paysans qui exploitent la cuvette de Dan Barto sont essentiellement agriculteurs et éleveurs, malgré la proximité avec la frontière du Nigéria (2km seulement), réputée être une opportunité pour le commerce.

6.1.2 ACTIVITÉS SECONDAIRES DES PAYSANS

La pauvreté généralisée en milieu rural condamne les paysans à diversifier leurs activités pour non seulement accroître les revenus mais aussi pour lutter contre l'exode rural et l'oisiveté. La figure 3 fait la situation des activités secondaires pratiquées par les paysans maraîchers de Dan Barto.

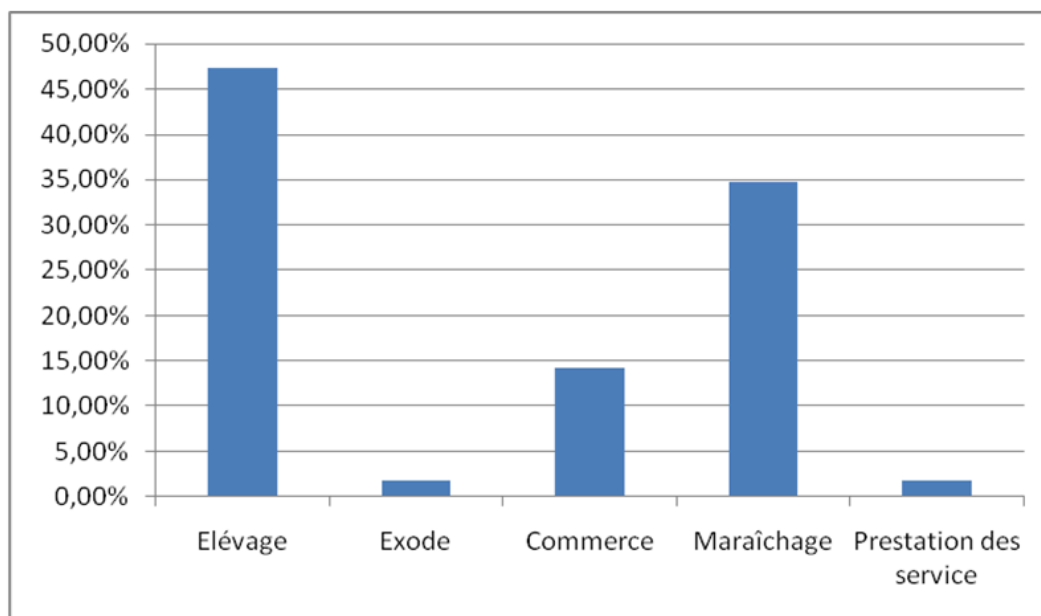


Fig. 3. Activités secondaire des paysans ; source : enquêtes terrain, 2015

La figure 3 montre que l'élevage et le maraîchage sont les principales activités secondaires des paysans. Le petit commerce encouragé par la frontière avec le Nigéria est assez peu pratiqué en dépit de la pauvreté qui caractérise le monde rural nigérien. C'est dire qu'il existe toujours quelques paysans qui arrivent toujours à s'épanouir et à constituer la classe des paysans peu vulnérables (Yamba, 2004 ; 2007 ; Illou, 2007). L'exode rural, jadis pratiqué pour réduire la consommation du grenier familial,

tend aujourd'hui à se professionnaliser. Il faut vite agir quand on sait que la Commune fait partie des points de départ de l'immigration vers le Maghreb et l'Occident.

6.1.3 LES CARACTÉRISTIQUES DÉMOGRAPHIQUES DES MÉNAGES

Le statut matrimonial et le nombre de personnes à charge (figure 4 et 5), sont les deux principaux paramètres qui permettent d'apprécier les caractéristiques démographiques des ménages, en rapport avec les capacités d'investissement.

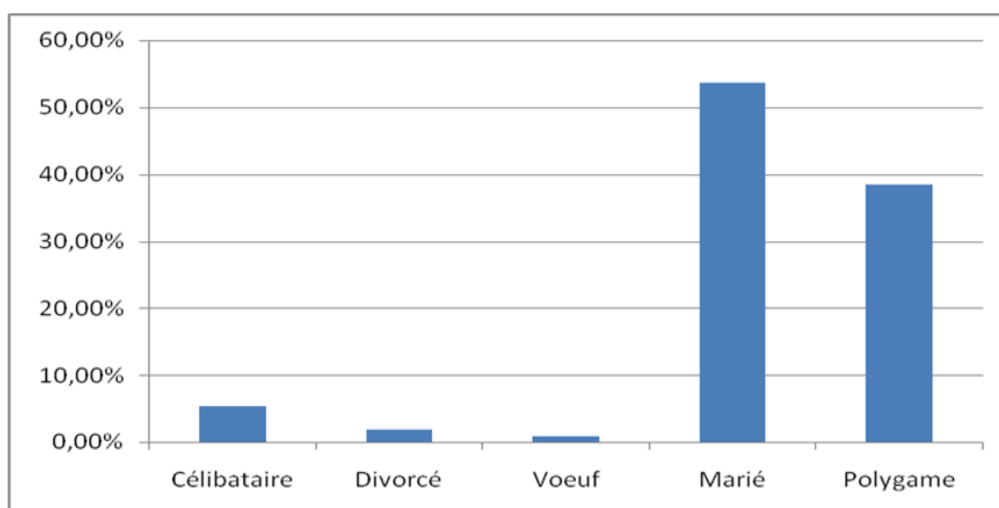


Fig. 4. Statut matrimonial des paysans ; source : enquête terrain, 2015

La figure 4 présente une population majoritairement mariée. C'est surtout la fréquence de la polygamie (près de 40%) qui doit retenir l'attention. Selon les résultats obtenus, le nombre de femme varie de un à quatre. Cette fréquence de la polygamie interpelle car traditionnellement, c'est pour avoir plus de bras valides, mais il existe toujours une compétition tacite entre les femmes du ménage dans le but d'avoir plus d'enfants et profiter plus lors du partage de l'héritage. Dans l'analyse des pésenturs sociaux, le nombre d'enfant par ménage (figure 5), a tout son sens dans la mesure où la disponibilité alimentaire est fonction des personnes à charge.

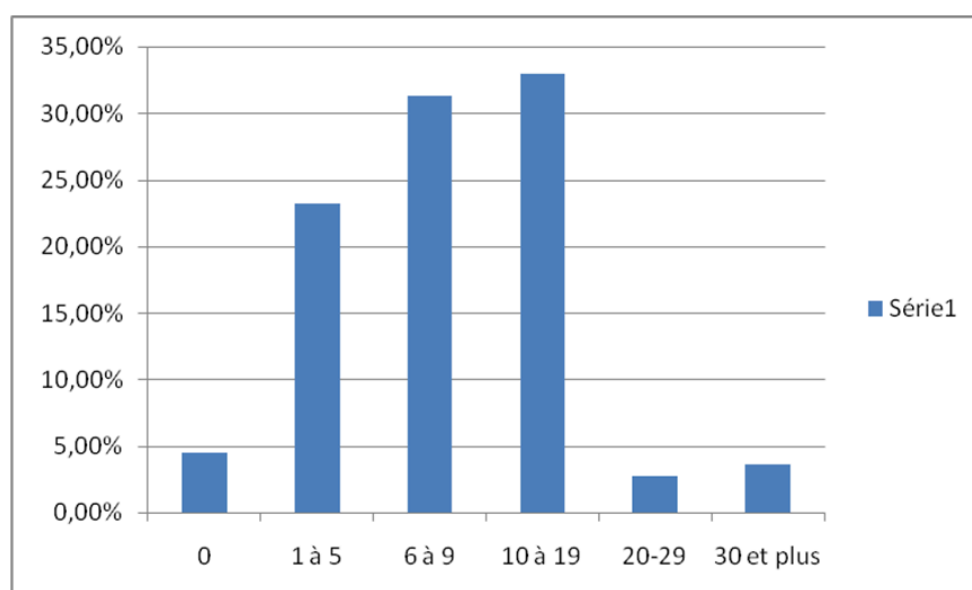


Fig. 5. Nombre de personnes à charge ; source : enquête terrain, 2015

Comme l'indique la figure 5, le nombre de personnes à charge dans les ménages est assez élevés. Plus de 50% ont entre 6 et 19 enfants. Ce poids est significatif lorsqu'on se rappelle qu'on évolue dans un milieu où la production céréalière ne couvre pas toujours les besoins alimentaires annuels. Environ 5% ont entre 20 et 30 enfants à charge. Il s'agit, le plus souvent, des familles où le chef de ménage est marié à trois ou quatre femmes.

Dans ce contexte, la question de l'efficacité des mesures d'accompagnement de la production dans le monde rural se pose, car, en dehors de ces phénomènes sociétaux, s'ajoute les contraintes liées à la dynamique des ressources naturelles, en particulier, l'eau et la terre.

6.2 EVOLUTION DES RESSOURCES EN EAU DE LA CUVETTE

Le périmètre irrigué de Dan Barto exploite les eaux de surface de la cuvette longue de 15 km. Le long de cette distance, se développent des parcelles irriguées sur lesquelles, plusieurs spéculations sont cultivées. La quantité de production est fonction de la disponibilité de l'eau sur une période de l'année. Cette disponibilité est menacée par plusieurs facteurs. L'une des questions est la prise de conscience des populations sur le fait de l'évolution de l'eau de leur périmètre. Ils en sont conscients à 74%, par contre 22% estiment que le volume d'eau n'a pas varié dans le temps et 4% n'ont aucune réponses. Cette appréciation quelque peu mitigée sur l'évolution de l'eau, s'accorde avec les recherches scientifiques faites dans le sahel et qui ont conclu à une diminution des ressources en eau de surface dans le sahel de manière générale (Faveau et al, 2015 ; Mahé, 2012). Il reste à présent de s'interroger sur les facteurs de cette évolution (figure 6).

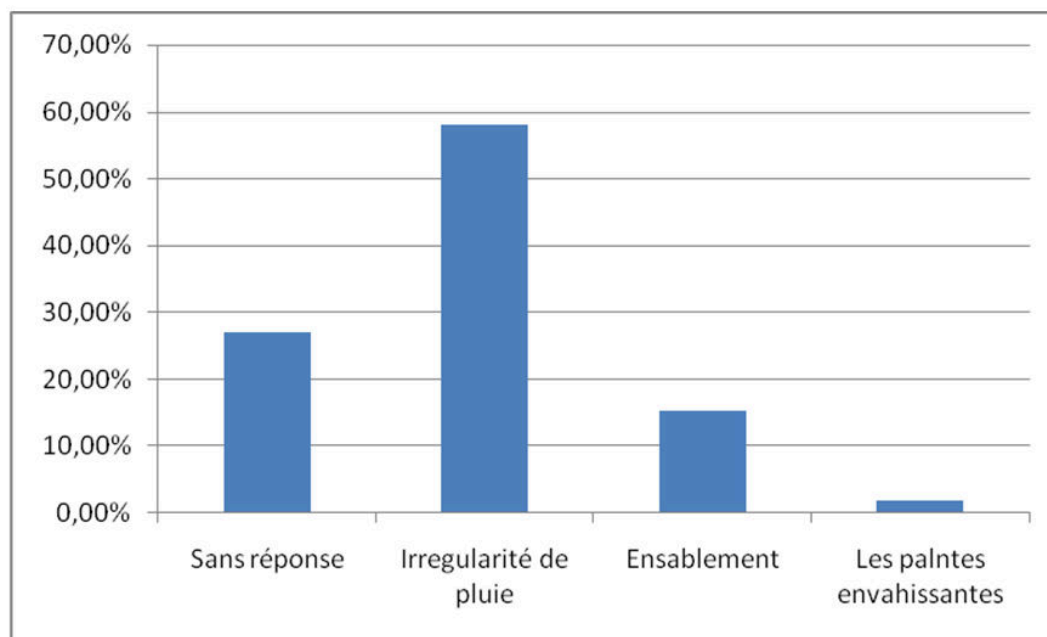


Fig. 6. Les causes d'évolution de l'eau de la cuvette

La baisse des précipitations (58%) et l'ensablement (18%) sont les principales causes de la diminution de l'eau sur le périmètre irrigué de Dan Barto. Plus de 25% des paysans n'ont aucune idée sur les facteurs de cette évolution. Ce constat peut se justifier par le niveau d'instruction des paysans. 2% seulement ont atteint le niveau secondaire, c'est-à-dire le collège ; 6,3% le niveau primaire ; 3,6% ont subi un programme d'alphabétisation et le reste a fréquenté l'école coranique, le plus souvent sans grand succès. La baisse du niveau de l'eau a conduit les paysans à s'adapter par la construction des puits maraichers traditionnels (13,40%) ; usage des motopompes (19%). Le reste, faute de moyen continue de pratiquer leurs activités sans aucune réponse adéquate. Il faut maintenant s'interroger sur des propositions de préservation de l'eau (figure 7).

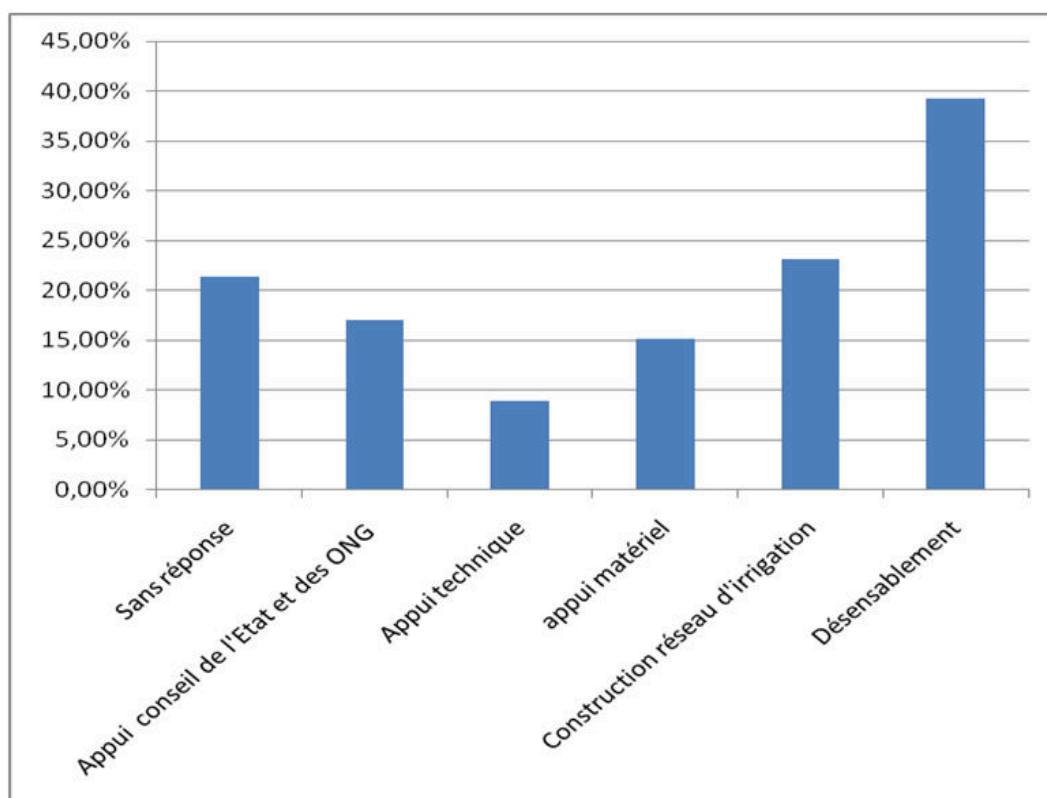


Fig. 7. Proposition de préservation des eaux de la cuvette ; source : enquête terrain 2015

Les solutions proposées pour préserver les ressources en eau de la cuvette sont liées à des appuis conseil et matériels des ONGs et de l'Etat (environ 39%). On note la présence d'un seul technicien de l'agriculture pour tout le département de Matamèye. Il faut également construire un réseau d'irrigation (23%) et procéder au désensablement de la cuvette (38%). Mais la mise en œuvre de ces propositions se heurte au manque de soutien de l'Etat (38%), au manque de moyens matériels et techniques (35%) et à l'insuffisance des moyens financiers (27%).

6.3 L'ÉVOLUTION DES RESSOURCES FONCIÈRES

6.3.1 NOMBRE DE PARCELLES PAR PAYSAN

Le nombre de parcelles qu'exploite un paysan est un indicateur de son niveau de vulnérabilité, la terre étant considérée comme premier constituant de la richesse. En milieu rural, les populations sont classées selon les catégories sociales, extrêmement vulnérables, très vulnérable, moyennement vulnérables et peu vulnérable (Yamba, 2012, 2017 ; Berton, 2016). Dans la Commune rurale de Dan Barto, les maraîchers ont une à plusieurs parcelles (figure 8). Les superficies varient généralement de 0.25 à 1 ha.

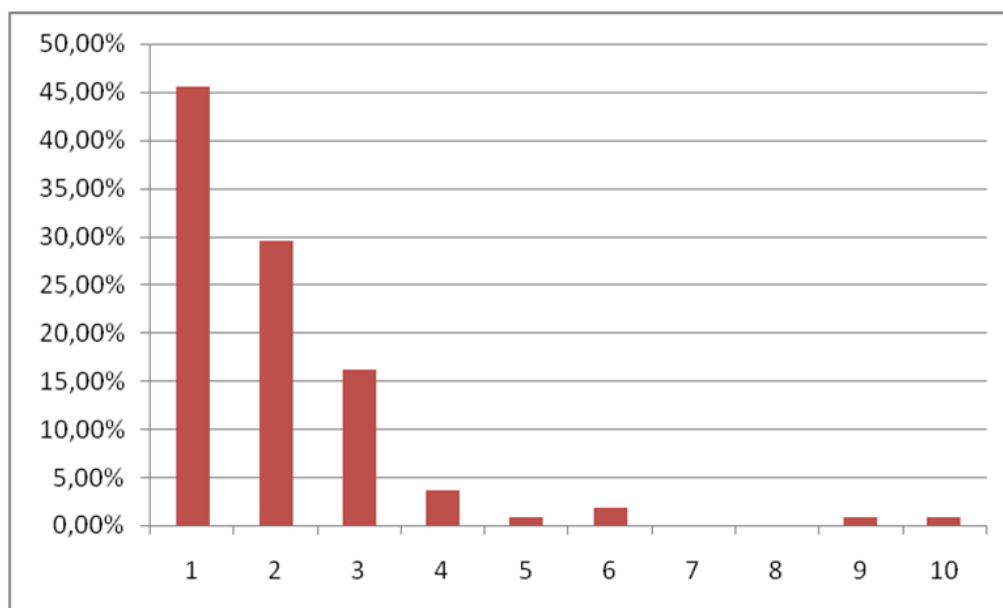


Fig. 8. Nombre de parcelle par paysans ; source : enquête terrain, 2015

La figure 8, montre que la majorité des maraîchers de Dan Barton font leur activité sur une seule parcelle. Près de la moitié mettent en valeur deux à trois parcelles. Le maraîchage sur le site, peut alors être considéré comme un activité pratiquée par les moins aisés des paysans. En plus de la disponibilité foncière, le statut de la terre est également un paramètre dans la caractérisation des paysans.

6.3.2 MODE D'ACCÈS AU FONCIER

Le statut de la terre ou le mode d'accès permet également d'évaluer le niveau de vulnérabilité du paysans. Par le passé, la terre n'a aucune valeur marchande, c'est un patrimoine transmis de génération en génération. De nos jours, plusieurs formes d'accès au foncier se côtoient en milieu rural et prennent l'allure d'une compétition (figure 9).

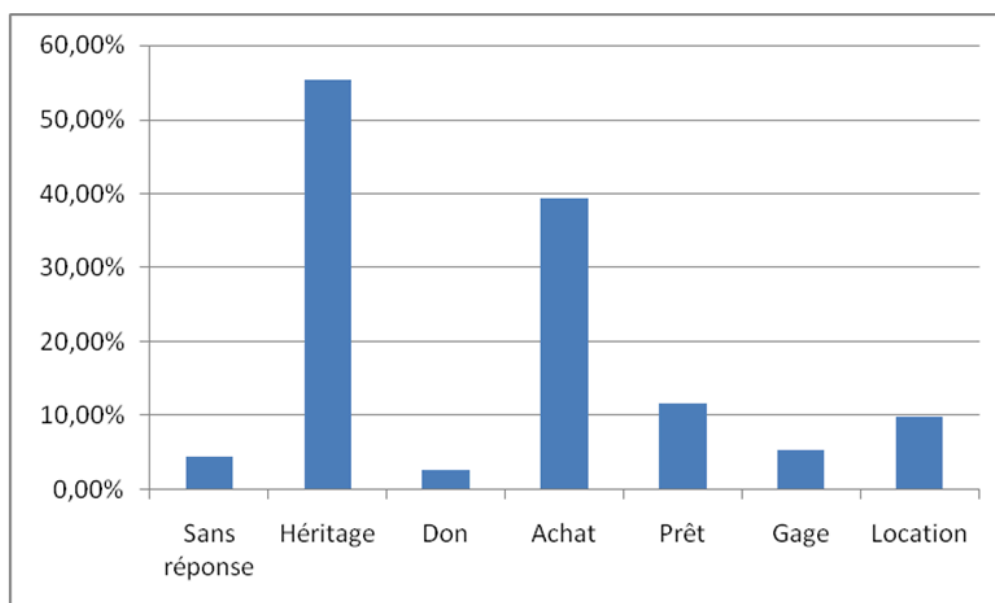


Fig. 9. Mode d'accès à la terre ; source : enquête terrain, 2015

La figure 9 montre que l'héritage reste le moyen privilégié d'accès à la terre. En effet, après le décès du père, la terre est partagée entre les membres de la famille selon la coutume et les prescriptions de l'islam. Dans cette démarche, les femmes ont également le "droit d'en disposer". Cette pratique n'est pas sans conséquences car on assiste aujourd'hui à une nucléarisation des ménages qui a pour résultat, la baisse des rendements agricoles. Il faut souligner que l'achat prend de plus en plus de l'ampleur (près de 40%). L'individualisation des rapports et la poussée du gain matériel gagnent du terrain en milieu rural. Les autres modes d'accès se résument au droit de jouissance à travers la location, le prêt et la mise en gage.

7 CONCLUSION

Le périmètre irrigué de Dan Barto est certainement un modèle de compréhension des difficultés de promotion de l'économie rurale nigérienne. Les résultats de ce travail montrent que le dynamisme démographique du milieu est assez important. Le nombre d'enfants dans les ménages, conséquences de la fréquence de la polygamie, reste un facteur de limitation des capacités d'investissement dans les foyers. Outre ce phénomène, les ressources en eau de la cuvette ont également diminué en raison de la diminution des précipitations et de l'ensablement. Les mesures d'adaptation mises en œuvre par les paysans sont diverses et variées. Elles sont fonction du pouvoir d'achat de l'individu. D'autres part aussi, la disponibilité foncière (majoritairement une parcelle) laisse penser à une généralisation de la pauvreté si on considère la terre comme moyen de mesure de la richesse. Le mode d'accès au foncier est entrain de connaître une évolution. La valeur marchande de la terre est en train de devenir l'un des principaux modes d'accès au foncier quoique, l'héritage demeure encore majoritaire.

REFERENCES

- [1] Berton, H, Dodo, M.A,(2008). Enquête rapide sur la sécurité alimentaire des ménages du département de Kantché, Région de Zinder-Avril 2008, Save the children, p28
- [2] Commune Rurale de Kantché,. (2012). Plan de Développement Communal, CR Kantché, p28
- [3] Illou, M. (2007). Le développement local : enjeux et stratégies des différents acteurs (2007). Mémoire de DEA de géographie, Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université Abdou Moumouni de Niamey
- [4] Mahé, G.(2002). Crue, inondation et production halieutique. Un modèle prédictif des captures dans le delta intérieur du Niger. In : Orange D, Arfi R, Kuper M, Morand P, Poncet Y, eds. Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales. Paris : Éditions IRD. pp 865-884
- [5] Ministère des Ressources animales,. (2003). Stratégie de développement rural, République du Niger, 76 p
- [6] Ministère de l'Economie et des Finances,. (2011). Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH), caractéristiques sociodémographiques des ménages, INS, p87
- [7] Ministère de l'environnement et du développement durable, Direction des Eaux et Forêts, République du Niger. 74 p.
- [8] Ministère du développement agricole,. (2006). Processus d'élaboration et de mise en œuvre du code rural au Niger, Rapport Brésil-Porto Alégria, p 29
- [9] Ministère du Plan, de l'Amenagement du Territoire et du Développement Communautaire,. (2012). Plan de Développement Economique et Social PDES, 2012-2015, NIN, p277
- [10] Yamba, B. (2004). Les mutations des systèmes agraires et les modes d'usage des ressources naturelles dans la zone centrale du Niger, in Revue de géo alpine vol. 92
- [11] Yamba, B. (2016). Echelle et impact de régénération naturelle au Niger. Rapport final, Ministère de l'environnement et du développement durable, Direction des Eaux et Forêts, République du Niger, 74 p.
- [12] Yamba, B.(2017). Echelle et impact de régénération naturelle au Niger. Rapport final.

LES BASES SCIENTIFIQUES DE L'EDUCATION INCLUSIVE

[INCLUSIVE EDUCATION'S SCIENTIFIC BASIS]

EUGENE UCOUN KENO UPOLWUN and STANISLAS BOGOY NANGAMA

Département des Sciences de l'Education,
Université de Kisangani, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education,
Kisangani, Province de la Tshopo, RD Congo

Copyright © 2019 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: Several educational approaches are applied in educating disabled people. Notably: separated or discriminatory education, incorporated classes within ordinary schools and inclusive education. Many Congolese educative operators advocate that there is no way to educate together invalids and valids in ordinary classes. Hence they ignore new theories of reference which sustains integrative or inclusive education. This article is updated in order to enlight and to enable them with useful information related to scientific basics of this new approach. We think that DRC needs this information to realize its objective of education for all to what it has subscribed for several decades.

KEYWORDS: educational approach, scientific basics, education for all, educating disabled, separated education, incorporated classes, new theories of reference.

RÉSUMÉ: Plusieurs approches éducatives sont d'application dans l'éducation des personnes en situation de handicap à savoir, l'éducation séparée ou ségrégée, les classes incorporées dans des écoles ordinaires et l'éducation inclusive. Beaucoup d'opérateurs éducatifs congolais affirment qu'il est impossible de faire étudier les « invalides » et les « valides » ensemble, dans des classes ordinaires. Ils ignorent les nouvelles théories de références qui sous-tendent l'éducation intégratrice. Pour les éclairer, il est urgent qu'on leur apporte les informations utiles sur les fondements scientifiques de cette approche. en La RDC en a besoin pour réaliser l'objectif de l'éducation pour tous à laquelle elle a souscrite depuis plusieurs décennies.

MOTS-CLEFS: éducation inclusive, bases scientifiques, éducation pour tous, approches éducatives, éducation séparée, classes incorporées, théories de référence.

1 INTRODUCTION

Le 20^{ième} siècle a ouvert la porte à l'éducation inclusive alors que le 21^{ième} siècle lui accorde de plus en plus une place de choix dans des systèmes éducatifs de par le monde. De l'exclusion du système éducatif à l'éducation inclusive en passant par l'éducation spéciale, la personne vivant avec handicap voit des efforts permanents et réels du monde s'orienter vers l'éducation inclusive. Aujourd'hui, une importance significative est accordée à l'approche « éducation inclusive ». Celle-ci est considérée comme une tendance nouvelle d'éducation où les enfants et les adolescents valides et ceux vivant avec handicap étudient dans une même classe ordinaire ou mieux ensemble. Elle repose sur le principe de la pédagogie nouvelle qui stipule : « ce n'est plus l'apprenant qui doit s'adapter au processus enseignement-apprentissage, mais c'est à ce processus de s'adapter à l'apprenant conformément à ses capacités virtuelles » [1].

Pour la référence [2], jusqu'en une date récente, le monde considérait que seuls les élèves ayant une déficience bien définie devaient recevoir une éducation spéciale et que la meilleure façon de les prendre en charge était de les regrouper dans des classes ou des écoles spéciales, où ils bénéficieraient d'un enseignement adapté à leurs besoins spécifiques.

Cette conception reposait sur le fait que les difficultés d'apprentissage des élèves ne résultent que de leurs limitations personnelles et met, en premier plan, le dépistage du problème et la prescription du traitement correspondant.

Dans cette perspective, l'éducation spéciale était un concept non modulable : seuls les élèves présentant un handicap précis pouvaient bénéficier d'une prise en charge spéciale, alors que beaucoup de leurs camarades, pour des raisons diverses, qui étaient en difficulté à l'école, restaient dans leurs classes ordinaires sans que leurs besoins soient pris en compte. Cette approche n'a jamais disparu jusqu'à ce jour, elle continue à faire son bonhomme de chemin sous d'autres cieux.

Cependant, il s'observe aussi une nouvelle tendance à favoriser, dans tous les secteurs de la société, l'insertion et la participation des personnes vivant avec handicaps. Ces personnes reçoivent l'appui nécessaire dans le cadre des structures mises en place pour l'ensemble de la communauté dans les domaines de l'éducation, de la santé, de l'emploi et des services sociaux. Ainsi elles bénéficient des mêmes droits que le reste de la population. Pour ce qui est de l'éducation, l'on préconise de plus en plus une école soucieuse de réunir tous les enfants à l'école où tous étudient ensemble, indépendamment de leurs caractéristiques personnelles, affirme la référence [3].

En effet, l'insertion, au sein de l'école ordinaire, des élèves ayant des besoins éducatifs spéciaux, considérée comme un moyen fondamental d'assurer l'insertion sociale et la normalisation, est un objectif que certains systèmes d'éducation poursuivent de plus en plus, affirment les auteurs Marchesi (Espagne), Evans (OCDE), Blanco et Duk (Amérique Latine et Caraïbes), Miron (Nicaragua), tous cités par la référence [4]. En Afrique, les références [5] et [6] ont recommandé aussi l'adoption de cette approche éducative dans les différents systèmes éducatifs.

Pour ces auteurs, les motivations à la base de cette tendance éducative sont dictées à la fois par les nouvelles théories scientifiques de références d'ordre psychologique, sociologique, pédagogique, didactique, philosophique, neuroscientifique. Malheureusement, beaucoup de pédagogues congolais et certainement d'autres cieux également ne détiennent pas suffisamment d'informations à ce sujet. C'est pourquoi nous avons entrepris la présente réflexion aux fins de leur présenter les fondements scientifiques de cette approche et au besoin les conduire progressivement à opérer un changement dans la façon de concevoir et d'appliquer l'éducation en RDC.

Pour rappel, l'éducation présente ses multiples facettes, toutes importantes. L'on parle de l'éducation de masse, de l'éducation pour tous, de l'éducation permanente, de l'éducation spéciale, de l'éducation récurrente et enfin de l'éducation inclusive.

L'éducation de masse intéresse tous les enfants, tous les adolescents ainsi que tous les adultes tant valides que ceux en situation de handicap. S'agissant des adultes, l'on parle de « l'éducation des adultes ou mieux l'Andragogie. L'alphabetisation constitue l'une des formes de l'éducation de masse intéressant plus les adultes que les enfants. Pour la référence [7], l'éducation des adultes est « toute formation qu'un adulte entreprend sous forme d'autoformation ou à l'aide d'une institution choisie par lui et dans tous les domaines, sans que la formation, la motivation à l'entreprendre, le choix de sa nature et de l'institut où elle se déroule ne soient déterminés par d'autres éléments que le sujet lui-même. Ici, la décision de l'adulte est très importante et déterminante. La référence [8] dit que l'éducation récurrente est une forme de l'éducation de masse. Elle consiste à distribuer sur une vie entière des tranches d'éducation répétées.

L'éducation pour tous, quant à elle, est le fruit de la Déclaration Universelle des droits de l'homme qui a reconnu, à travers son article 26, le droit à l'éducation à tous et a proclamé que l'enseignement élémentaire doit être gratuit et obligatoire, l'enseignement secondaire doit être généralisé, l'accès aux études supérieures doit être ouvert à tous en fonction de leur mérite [9].

L'éducation pour tous a fait l'objet de grandes rencontres internationales dont la Conférence Mondiale sur l'éducation pour tous à Jomtien en Thaïlande [10], la Conférence Mondiale sur les « Besoins Educatifs Spéciaux, Accès et Qualité » à Salamanque en Espagne [11], et le Forum Mondial sur l'éducation pour tous à Dakar au Sénégal [3].

Ces assises ont permis aux pays concernés d'adopter un cadre d'action qui engage leur gouvernement respectif à garantir une éducation de qualité intégrale pour tous : offrir aussi, à la portée de ceux qui continuent à être exclus du système éducatif, notamment les filles, les enfants vivant avec handicap, les enfants de minorité ethnique, les enfants touchés par la violence, une éducation intégrale. Aujourd'hui, elle fait partie des Objectifs du Développement Durable.

L'expression « éducation permanente » ne diffère pas du concept éducation tout court. Toutefois examiné scrupuleusement, il remet en question le concept éducation tel que conçu dans la plupart des systèmes éducatifs actuels. Il

apparaît depuis quelques années comme une innovation. L'adjectif « permanent » met en relief l'une des caractéristiques essentielles de l'éducation, à savoir l'éducation pour la vie. Ceci signifie que le processus éducatif couvre toute l'existence d'une personne et s'étend du niveau préscolaire au niveau postuniversitaire. En d'autres termes, l'éducation est un processus, une attitude qui engage toute la vie, de la naissance à la mort. Elle présente plusieurs formes : formelle, informelle, générale et professionnelle et intéresse tout le monde. Elle remplit plusieurs fonctions à savoir : -La formation, -l'acquisition des connaissances et apprentissages systématiques continue à apprendre toute sa vie durant.

Par contre, l'éducation spéciale dite aussi spécialisée, pour la référence [13] est l'ensemble des mesures éprouvées appliquées dans l'enseignement des jeunes éprouvant des difficultés psychologiques ou sociales, ou encore des handicapés divers. La référence [14] affirme qu'il existe plusieurs appellations utilisées pour désigner cette pédagogie spéciale : l'orthopédagogie, la psychopédagogie des handicapés pour les pays francophone, alors que des pays de langue allemande et en particulier la Suisse alémanique, utilisent le vocable pédagogie curative.

La référence [15] déclare : « alors que l'éducation spécialisée s'était progressivement ouverte à différentes difficultés de l'enfance et de l'adolescence, son champ d'activités s'est encore élargi ces dernières années. Aujourd'hui elle concerne tous les âges qui, du fait de maladies, d'accidents, de carences, de souffrances d'origine sociale, de vieillissement ..., éprouvent au quotidien des difficultés à être, difficultés qui justifient d'une éducation ou d'un accompagnement spécialisés. Aussi, au regard de l'évolution actuelle, les modalités d'accompagnement traditionnellement assez réduites à des formes simples sont désormais multiples ou infinies et font obligatoirement l'objet d'un projet personnalisé.

L'éducation inclusive apparaît comme une nouveauté ou mieux comme une innovation pédagogique. En effet, l'adjectif inclusif met en exergue l'une des caractéristiques essentielles de l'éducation, à savoir l'éducation pour tous et l'éducation pour la vie [16].

L'adjectif inclusif révèle que le processus éducatif intéresse toute personne et s'étend en principe de la préscolaire au niveau postuniversitaire. Cette nouvelle tendance n'exclut personne et demeure une attitude qui engage toute personne valide ou vivant avec handicap à suivre un processus éducatif toute la vie, de la naissance à la mort [17].

Ce processus peut être formel, informel, général et professionnel. Dans l'évolution de la pensée éducative, l'éducation inclusive remplit une fonction corrective et sociale. Corrective en ce sens qu'elle remédie aux insuffisances des systèmes éducatifs actuels ou à leurs pratiques éducatives fondées sur la ségrégation. Sociale en ce sens qu'elle réconcilie les deux tendances anciennes fondées respectivement sur les « adaptés » ou « Valides » et les « inadaptés » ou « ceux en situation de handicap », étant donné que les deux catégories vivent dans une même société ou un même environnement social.

Le rôle de l'école est celui de pallier les difficultés de l'élève. Il faut modifier les programmes et les pratiques pédagogiques pour les adapter à tous les élèves afin qu'ils progressent de façon satisfaisante en fonction de leurs possibilités et de leurs spécificités individuelles. Cette approche éducative offre un cadre propice à la réalisation des objectifs d'égalité des chances et de participation complète, favorise une éducation plus personnalisée, crée un climat de solidarité entre tous les élèves et contribue à améliorer la qualité de l'enseignement, renchérissent les auteurs comme [17] et [1].

2 APPROCHE METHODOLOGIQUE

Notre approche méthodologique repose sur la technique documentaire et l'analyse épistémologique. Il s'agit de se documenter à travers les différentes littératures existantes, de réfléchir sur l'interdisciplinarité de l'éducation inclusive et de suggérer l'adoption de l'éducation inclusive au sein du système éducatif congolais.

3 BASES SCIENTIFIQUES DE L'ÉDUCATION INCLUSIVE

Il sied de rappeler que tout système éducatif repose sur une série de fondements philosophique, sociologique, biologique, psychologique, pédagogique, social ... Ces derniers sont en fait des pensées ou idéologies, et des moyens proposés en vue d'atteindre les objectifs éducatifs fixés et recherchés par la société.

3.1 PRINCIPES DE BASE

Les questions majeures sont celles de savoir : sur quelle base est-il possible que les personnes « valides » et les « non valides » dites « vivant avec handicap » étudient ensemble ? Que faut-il faire pour réaliser ou rendre opérationnelle cette éducation inclusive ?

En effet, ces questions nous donnent l'opportunité de rappeler ici les différents principes de base de l'éducation dont :

- Tout enfant a droit à une éducation saine et solide comme la plupart des Constitutions des nations du monde le reconnaissent.
- Il est indéniable que la science pédagogique et les sciences connexes à la pédagogie ont évolué et évoluent du jour au lendemain. Ce qui était impossible hier sur le plan pédagogique est devenu, en ce jour, possible au nom de cette évolution.
- Hier, les enfants vivant avec handicap étaient cachés ou abandonnés à leur triste sort ; aujourd'hui, ils font l'objet à la fois de l'éducation spéciale, de l'éducation inclusive partielle, et demain, ils feront l'objet de l'éducation inclusive généralisée.

A ce sujet, la référence [18] se pose les questions suivantes : comment tenir compte de toutes les différences entre les élèves dans une salle de classe ? Est-il légitime de tenir compte des différences entre élèves pour leur prise en charge pédagogique efficace ? Deux conceptions éducatives abordent toutes ces questions :

- La première consiste à valoriser les différences, car à la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, il a été affirmé « le droit à la différence ». Dans ce cadre, on a pu ainsi critiquer une conception restrictive de l'intelligence, imposée par l'école, au nom de formes d'intelligences multiples dit la référence [18]. Dans cette optique, il s'agirait alors de réformer les pratiques scolaires de façon à ce qu'elles sauvegardent ce qui fait l'irréductibilité singularité de tout individu et, autant que possible, de créer les conditions pour que cette individualité puisse trouver les outils de son expression.
- La deuxième prône l'abolition ou, au moins, la réduction des différences. Mais cette dévalorisation des différences peut être, à son tour, justifiée par deux catégories très différentes de considérations. D'une part, ce qu'on peut redouter, lorsqu'on veut réduire les différences entre les élèves à l'école, c'est qu'elles constituent ou servent de support à des inégalités ou elles discriminent les individus. D'autre part, on peut vouloir réduire les différences entre les élèves pour une toute autre raison. On admet que l'école consiste, pour une large part, à faire accéder les élèves à un ensemble de savoirs : sur la langue, savoirs mathématiques, savoirs historiques, savoirs géographiques, malgré leurs différences interindividuelles. La pédagogie différenciée suppose qu'à travers la didactique appropriée, elle peut donner à chaque apprenant un savoir donné. Là, elle réduit les différences entre les élèves, dans la mesure où chaque élève apprend à son rythme, pour ne pas parler de la « pédagogie différenciée ou encore mieux de la « pédagogie sur mesure ».

En effet, en vertu de la singularité et de la complexité de chaque situation ou cas, il est nécessaire que la conjugaison des apports théoriques diversifiés soit de mise pour une parfaite réussite de cette éducation. Etant donné que l'enseignant ne travaille pas seul, mais en équipe, la synergie des apports systémiques n'est pas à négliger, du fait qu'il travaille avec des élèves ou enfants qui sont des êtres corporels, cognitifs, affectifs et sociaux nécessitant l'apport des théories du développement et des apprentissages, de la psychologie des groupes, de la neuropsychologie, de la philosophie, etc.

Avec tous ces apports, la référence [19] nous recommande d'aller à la rencontre de toutes les catégories de ces enfants vivant avec handicap ou ayant des besoins éducatifs spécifiques en ces termes : « Un regard qui cherche en l'enfant un devenir instaure une dynamique de rencontre », et non « un regard qui scrute pour trouver la marque du manque donnant à l'enfant un statut péjoré ».

De ce point de vue, une approche pluridimensionnelle sur tout ce qui touche aux problématiques des apprentissages est indispensable pour permettre de comprendre, au cas par cas, les difficultés ou troubles particuliers des élèves, et de pouvoir ainsi rechercher les réponses éducatives, pédagogiques ou rééducatives les plus adaptées.

Si nous abordons cette réflexion ce jour, c'est parce que nous savons que les difficultés d'apprentissage varient à l'infini et qu'aucun champ des sciences de l'éducation n'est susceptible, à lui seul, d'apporter une clef explicative universelle en ce domaine. Certaines difficultés apparaissent essentiellement cognitives, d'autres purement affectives, d'autres encore d'origine psychologique ou encore institutionnelle, etc. Le plus souvent, les difficultés sont intriquées, multifactorielles. D'où la nécessité d'une approche pluridimensionnelle au regard de tous ces besoins éducatifs particuliers.

Aussi, devons-nous retenir que l'éthique de l'enseignant l'amène à considérer l'enfant ayant un besoin éducatif particulier comme une personne en quête du savoir et du devenir. L'école pour tous et à tous est un principe qui prend en compte les besoins de chacun pour adapter les parcours scolaires puis professionnels, en terme de prévention, de pédagogies adaptées, d'aides spécialisées en mobilisant des ressources diversifiées au niveau de l'école, avec les parents et avec l'accompagnement des partenaires extérieurs.

A ce titre, nous sommes d'avis avec la référence [1] qui affirme que l'enseignant spécialisé doit, sur le plan de sa formation psychologique :

- maîtriser efficacement ses émotions, ses attitudes et ses comportements lors de ses activités d'enseignement-apprentissage.

- mieux comprendre la situation individuelle ou groupale pour pouvoir la référer aux connaissances sur le développement de l'enfant et de l'adolescent dans toutes ses dimensions ;
- répondre aux demandes explicites qui relèvent de ses compétences et mieux décoder des demandes implicites ;
- repérer d'éventuels troubles d'une fonction cognitive ou de dysharmonies dans le développement ;
- articuler prévention, remédiation et compensation ;
- s'appuyer sur les connaissances actuelles concernant les mécanismes d'apprentissage pour construire des dispositifs pédagogiques et éducatifs adaptés ;
- chercher dans la discipline concernée, d'un point de vue sociologique, anthropologique ou épistémologique ce qui peut donner du sens au savoir enseigné ;
- comprendre ce qui se passe ou se joue dans la classe ;
- prendre appui sur le groupe comme médiation possible entre l'élève et le savoir ;
- prendre de la distance, douter, analyser, penser ;
- échanger avec d'autres professionnels, etc.

Tout cela, dans le but ultime d'accompagner l'enfant afin qu'il grandisse dans le chemin qui l'élève et cela, grâce, à l'apport interdisciplinaire des sciences fondamentales décrites ci-dessous.

3.2 THÉORIES DE RÉFÉRENCES

Des théories de références issues des sciences fondamentales diverses apportent à un enseignant spécialisé quelque chose de très importante dans sa profession. En effet, de la pédagogie à la philosophie en passant par d'autres sciences connexes, six grands champs théoriques constituent les fondements de l'éducation inclusive . Ci-dessous, l'essentiel de la contribution de chacune de ces sciences.

3.2.1 LA PÉDAGOGIE NOUVELLE

La science pédagogique, pour rappel, a pour rôle de proposer et de réguler des situations pédagogiques ou d'apprentissage qui mettent en relation un enseignant, des élèves et un savoir. En tenant compte du contexte particulier de ses conditions de travail, l'enseignant pourra s'occuper de cinq séries de questions en s'appuyant sur sa capacité de discernement et sur la théorie pédagogique de référence. En effet, la pédagogie avec ses différentes variantes dont la pédagogie « sur mesure » ou la pédagogie différenciée, la pédagogie individualisée, la pédagogie curative, la psychopédagogie,... trouve lors de l'éducation inclusive, toute son importance. La pédagogie nouvelle est celle qui met au centre de ses préoccupations l'enfant .Elle prône la théorie de l'apprentissage sous forme de la lettre « J » : chaque enfant apprend à son rythme.

Grâce à sa pédagogie moderne, l'enseignant se pose plusieurs questions :

- quel dispositif social serait le mieux adapté à sa classe et devant telle discipline ;
- Faut-il un travail individuel ou en petits groupes ?
- Est-il pertinent de prévoir un temps pour une activité complexe ou mieux segmenter l'activité en unités simples ?
- Comment doit-il gérer l'espace – classe pour un processus enseignement –apprentissage optimal ?
- Quels matériaux les plus propices au bon déroulement de son dispositif pédagogique doit-il choisir (le rendre attrayant et efficace) ?
- Enfin a-t-il instauré un cadre plus sécurisant et studieux pour tous ses élèves qui doivent retrouver chacun sa place, sans soupçon de moquerie dans l'espace-classe ?

Bref, l'enseignant doit, dès lors mobiliser des connaissances diverses pour construire des réponses pédagogiques, éducatives ou rééducatives adaptées aux différentes situations des enfants et des adolescents à problèmes éducatifs spécifiques en vue d'une solution idoine. La pédagogie moderne vise à proposer et à réguler des situations d'apprentissages qui mettent en jeu un enseignant, un élève et un savoir à enseigner en vue d'aider l'élève à apprendre et à se construire à l'école. La pédagogie moderne, avec ses différentes variantes, constitue pour nous une des bases de l'enseignement inclusif.

3.2.2 LA PSYCHOLOGIE CLINIQUE

Elle est l'une des variantes de la psychologie. En principe, la psychologie clinique s'intéresse aux cas individuels et permet de trouver des éléments de réponse aux questions suivantes :

- Quelle est l'histoire de l'élève ?
- Qu'est-ce qui se joue dans la position de l'élève ?
- Comment l'élève peut-il supporter ses difficultés pour réussir la tâche lui proposée ?
- Quels sont les facteurs qui amèneraient l'élève à refuser les apprentissages lui proposés ?
- Comment expliquer que l'élève rejoint une autre catégorie d'enfants au cours de son cursus ?
- Qu'est-ce qui peut amener l'élève à chercher l'attention de son enseignant ?
- Quelles sont les conséquences des difficultés scolaires persistantes de l'élève dans son développement ?... Autant de questions relèvent de cette discipline.

C'est pourquoi, nous disons que les connaissances sur le développement psychoaffectif de l'enfant et de l'adolescent (élève) permettent à l'enseignant de mieux comprendre la situation de chaque apprenant, en posant des hypothèses sur le sens des actes, comportements ou paroles dans un contexte donné. Le tout dans la perspective d'adopter des gestes pédagogiques et des postures relationnelles adaptés à la situation de chaque cas en face. Tel est le grand apport de la psychologie clinique dans le domaine de l'enseignement inclusif. Elle constitue donc son deuxième fondement scientifique.

3.2.3 LA PSYCHOLOGIE COGNITIVE

Généralement cette science s'intéresse au processus d'apprentissage chez l'apprenant et aide ainsi l'enseignant, en mobilisant les théories qui décrivent l'acte d'apprendre, à se préoccuper des questions suivantes :

- quelles représentations les élèves à problème ont-ils de lire, d'écrire, de calculer, de réussir un apprentissage ;
- quels dispositifs pédagogiques ou autres l'enseignant a mis en œuvre partant de ses connaissances antérieures pour trouver solutions aux problèmes de ses apprenants ?
- qu'est-ce qui fait qu'un apprenant, malgré ses capacités d'apprendre une notion, ne parvient pas à accéder à cet apprentissage ?
- quelles sont les conséquences d'un déficit sensoriel sur l'apprentissage d'une notion ?
- d'où viennent les difficultés d'un apprenant ? Les propositions pédagogiques répondent-elles à son niveau de développement ?...

En somme, les connaissances sur le développement cognitif d'un apprenant permettent à l'enseignant spécialisé de s'appuyer sur les différentes théories de l'apprentissage pour orienter ses actions pédagogiques, éducatives et rééducatives. Il peut ainsi situer l'obstacle à franchir par un apprenant à un niveau qui lui permet de réaliser un progrès éducatif significatif. Dans ce cas, nous parlons du respect de la zone proximale de développement de cet apprenant. Voilà, un apport capital qui fait de la psychologie cognitive l'une des bases de l'éducation inclusive.

3.2.4 LA NEUROPSYCHOLOGIE

Grâce à un corps médical compétent et une équipe psychologique appropriée, il est possible de diagnostiquer un trouble neuropsychologique et une difficulté particulière d'apprentissage chez un apprenant, d'interroger la stratégie pédagogique ou autre à privilégier pour aider l'apprenant à réaliser son apprentissage.

Pour la référence [1], les genres de questions que l'on peut se poser à ce niveau sont les suivants :

- l'apprenant présente-t-il des signaux d'alerte des troubles associés en plus de son trouble ou son problème fondamental ?
- l'apprenant est-il en difficulté sur la mise en œuvre d'une fonction cognitive instrumentale particulière ?
- les difficultés d'un apprenant concentrées sur une notion précise ne révéleraient-elles pas une autre difficulté ?

- les difficultés rencontrées par un apprenant dans l'apprentissage d'une notion donnée s'inscrivent-elles dans le cadre de difficultés de cette notion ou sont-elles révélatrices de l'existence d'un autre trouble?...

En d'autres termes, l'apport de la neuropsychologie est qu'elle permet à l'enseignant de privilégier la remédiation ou, au contraire, la compensation en fonction des données collectées par un repérage des performances de l'apprenant. Elle permet de s'interroger, s'il faut insister là où les difficultés se cristallisent ou mettre en œuvre une « pédagogie du détour » ou mieux une « pédagogie différenciée » qui porte sur les difficultés vécues par chaque sujet en classe. Il est donc important que l'on s'interroge sur les différentes sources de difficultés d'apprentissage d'un apprenant en situation d'enseignement-apprentissage. Sont-elles d'origines neuropsychologiques ou autres ? Voilà encore une grande contribution qu'apporte la neuropsychologie dans l'organisation du processus enseignement-apprentissage inclusif.

3.2.5 LA SOCIOLOGIE MODERNE

Quelle est la contribution de cette science dans l'éducation de l'enfant ? En effet, la sociologie, comme science connexe à la pédagogie, donne des éléments de compréhension de l'apprenant dans le groupe, dans la classe, à l'école.

Dans le cadre de l'enseignement inclusif, l'on peut se poser une série de questions, notamment du genre :

- L'apprenant est-il mieux avec ses collègues cette année ?
- Quelle est la part de l'environnement social dans cette amélioration ?
- Quelle place l'apprenant manifestant une difficulté trouve-t-il dans son groupe,
- Comment aider la classe à vivre et à travailler avec lui sans exclusion ?
- Comment faire vivre le groupe –classe d'un apprenant à problème dans un climat favorable aux apprentissages au moment où il vit difficilement ce problème ?
- comment aider l'apprenant à vivre pleinement dans son groupe –classe sans se réfugier dans son groupe de déficients ?
- Comment un apprenant à problème peut –t-il bien évoluer, s'épanouir et grandir dans un groupe-classe qui le rejette ?
- Quels types de relations observe-t-on entre les enseignants et les apprenants dans la complicité de la microsociologie de la classe ? Etc.

En bref, la contribution de la sociologie en matière de l'enseignement comme le signale[20] réside dans l'évidence que les connaissances sociologiques donnent à l'enseignant des clefs de lecture de la situation sociale et l'aident à se servir du groupe-classe comme d'un levier pour accompagner chacun à prendre sa place, toute sa place mais rien que sa place dans le groupe, la classe, l'école et la société quelles que soient les différences que présentent les enfants et adolescents en classe.

3.2.6 LA DIDACTIQUE DIFFÉRENCIÉE

La science et l'art d'apprendre permet à l'enseignant, à la fois de diagnostiquer pédagogiquement les causes des difficultés rencontrées par les apprenants dans la réalisation d'une tâche scolaire et à mettre en œuvre de dispositifs de remédiation ou de compensation qui facilitent l'accès aux apprentissages sans dénaturer l'essence de la discipline. La didactique différenciée est celle qui tient compte des capacités et des faiblesses de chaque apprenant afin de le conduire vers sa pleine réalisation. Elle se fait aider par les autres sciences de base de l'éducation inclusive.

La maîtrise de la didactique des disciplines permet à l'enseignant de distinguer la tâche de l'objectif, de s'assurer de la pertinence de la nature et du niveau des objectifs à atteindre, de formuler des consignes adéquates, de vérifier que les savoirs enseignés peuvent prendre du sens pour les élèves à travers des pratiques sociales de référence, l'épistémologie de la discipline, ou encore en référant ce sens à des questions à caractère anthropologique fort, affirme la référence [18].

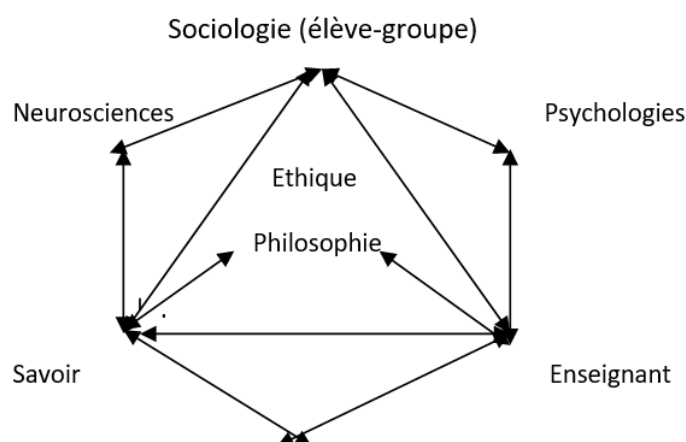
3.2.7 LA PHILOSOPHIE

Enfin, la philosophie, considérée comme la mère de toutes les sciences, a donné naissance à la philosophie de l'éducation. Celle-ci s'interroge sur le devenir de l'enfant sur le banc de l'école. A ce titre, elle aide l'enseignant spécialisé à « garder le cap », à réinterroger sans cesse ses valeurs éducatives, ses fondements, et à garantir que ses principes d'action restent en cohérence avec les fondements humanistes qui prévalent aux missions que l'école congolaise lui confie : que deviendrait

l'apprenant si l'enseignant décidait de l'abandonner ? Quel espoir aurait l'apprenant si l'école décidait de le mettre dans une structure spécialisée ? Pour quelle finalité enseigne-t-on un enfant quelle que soit sa nature ?

En d'autres termes, la philosophie de l'éducation incite l'enseignant à se poser la question d'éducabilité de chacun de ses enfants, sans aucune exception. Ainsi l'enseignant doit l'aider à accepter l'échec, sans pour autant renoncer au postulat que tout être humain est éduable. Les gestes professionnels de l'enseignant s'inscrivent dans le souci permanent de se référer à une éthique, sans laquelle l'acte d'éduquer pourrait vite basculer dans l'abstention ou le dressage.

Voilà donc un ensemble des théories des références scientifiques qui contribue à la modélisation de la situation pédagogique en classe inclusive et permet à chaque enseignant d'envisager un dispositif adapté au contexte de l'éducation inclusive selon la référence [1] :



Ce dispositif pédagogique met en relation les différentes sciences de base de l'éducation inclusive et les acteurs qui définissent la classe, à savoir l'élève- groupe, le savoir et l'enseignant. Il précise le climat qui caractérise le contexte de l'éducation inclusive dont la mise en œuvre exige de chaque système éducatif, une profonde réforme tant sur le plan législatif, organisationnel, pédagogique, infrastructurel, sociologique, didactique et autres. Il permet de vaincre ce que, plus d'une personne croyait impossible hier : l'éducation inclusive.

4 DISCUSSION

Au nom du principe de la mondialisation incarnée par le nivellement tant à la base qu'au sommet de chaque système éducatif et en vue d'uniformisation de différents systèmes éducatifs, nous pensons que le système éducatif congolais ne doit pas rester à l'écart, mais qu'il s'efforcera d'être au même niveau que les autres systèmes éducatifs tel que le recommande l'UNESCO [3] aux différentes nations du monde.

Le système éducatif congolais doit donc exploiter les différentes théories de références telles que décrites ci-haut pour mieux s'y prendre. Si d'autres pays les ont exploitées pour innover leurs systèmes éducatifs, pourquoi le système éducatif congolais doit se mettre à l'écart ?

Pour ce faire, la République Démocratique du Congo initiera dans son système éducatif, comme cela se fait dans tous les systèmes éducatifs qui appliquent l'éducation inclusive, une série de profondes réformes scolaires qui touchera tous les aspects tels: la législation scolaire, la formation des enseignants (spécialisés), l'élaboration des programmes (adaptés), les infrastructures scolaires(adaptées), les équipements didactiques et les manuels(scolaires variés et adaptés), le changement de mentalité (superstitieuse) à l'égard de handicap, l'implication et la participation des parents, etc.

Nous sommes d'avis avec la référence [21] que l'adoption de l'approche inclusive dans le système éducatif congolais ne sera possible que si certains préalables majeurs sont maîtrisés. Il s'agit de :

- L'adoption d'une nouvelle loi –cadre de l'enseignement national où, en lieu et place de l'éducation spéciale ou des classes incorporées, la RDC instaurerait l'éducation inclusive. Cette réforme serait législative ;
- La réforme du système de formation de tous les enseignants congolais tant au niveau primaire que secondaire, si pas au niveau supérieur, formation qui inclurait les nouvelles approches d'éducation des personnes en situation de handicap ;

- Les nouvelles instructions relatives à l'érection des infrastructures scolaires adaptées à tous sont élaborées en remplacement des anciennes instructions et mises en application. Les nouvelles instructions exigeraient que les infrastructures scolaires soient adaptées à toutes les catégories des personnes vivant avec handicap ;
- La mise à la disposition des écoles des équipements adaptés et appropriés, y compris les matériels didactiques et les manuels scolaires pour tous ;
- La réduction des effectifs par classe, aux fins d'appliquer une pédagogie différenciée et individualisée à tous ; la seule solution de conduire chaque apprenant vers une réalisation parfaite de son apprentissage. L'idéal serait de 20 élèves par classe au plus.

Par ailleurs, Il est important de noter que l'engagement politique et communautaire de tous constitue le premier facteur de réussite de l'éducation inclusive. Au nom de la mondialisation des systèmes éducatifs des nations du monde, peut-on déjà y réfléchir pour notre système éducatif futur?

5 CONCLUSION

Tel est donc notre vœu pour assurer avec éthique, justice distributive, à tous les enfants congolais vivant avec handicaps divers et à ceux valides, l'éducation pour tous. La RDC peut y arriver, à condition que l'homme politique lève l'option politique et donne les moyens nécessaires d'une part, et que d'autre part, la société congolaise entière lui prête mains fortes.

La référence [22] prône l'éducation spéciale séparée et des classes incorporées dans des écoles classiques ou ordinaires. C'est un pas bien sûr pour l'éducation des personnes vivant avec handicap en RDC. Néanmoins, les auteurs comme [23], [1], et [18] affirment que l'éducation spéciale présentent beaucoup de désavantages dont :

- primo, la difficulté d'une intégration totale dans la société en général, du fait que la tendance des personnes vivant avec handicap est celle de vivre avec leurs pairs handicapés et non les valides ;
- Secundo, la difficulté d'intégration professionnelle, car les études faites par les personnes vivant avec handicap dans des centres spécialisés réservés à eux seuls ne sont pas connues du commun de mortel ou mieux du grand public ;
- Tertio, la présence du complexe d'infériorité qui domine la vie des personnes vivant avec handicap, alors que, parfois sur le plan intellectuel et professionnel, le rendement fourni par les personnes vivant avec handicap n'est pas différent de celui produit par les valides ;
- Enfin, s'ajoute pour la RDC, le fait que les deux approches en vigueur dans son système éducatif ne lui ont pas permis de réaliser des progrès attendus en matière d'éducation spéciale. Aussi, la conception superstitieuse qui domine dans la société congolaise face à l'handicap est un grand obstacle pour la promotion des personnes vivant avec handicap : elles sont considérées comme des personnes « magiques » et « possédées » par des mauvais esprits.

Si l'approche éducative inclusive est en pleine expansion dans le monde, c'est grâce à l'évolution permanente des théories de références décrites ci-haut, où les découvertes de nouvelles théories éducatives sont le fruit de plusieurs recherches scientifiques régulières. Cette évolution ouvre des nouveaux horizons d'espoir surtout à l'éducation des personnes vivant avec handicap, sans oublier l'éducation des enfants et des adolescents dits « valides ».

Au regard de l'évolution scientifique actuelle, il y a lieu d'affirmer que c'est qui était irréalisable hier commence à devenir réalisable aujourd'hui. Ce qui est sûr, est que, par les espoirs et les enjeux éducatifs modernes que l'approche éducative inclusive a portés et qu'elle porte encore, les pratiques et les interrogations qui s'y rapportent soulèvent encore toute la problématique de l'éducation inclusive en Afrique en général et en RDC en particulier, au regard des anciennes pratiques pédagogiques toujours en vogue et des conceptions superstitieuses qui entourent la naissance et la vie de la personne vivant avec handicap. Pour réussir ce défi, une orientation scolaire et professionnelle rigoureuse dit [24] s'avère nécessaire à tous les niveaux du système éducatif, en dehors des exigences susmentionnées. Bref, l'éducation inclusive est un des défis auxquels le système éducatif congolais doit faire face à l'horizon 2050. Cette éducation jouit aujourd'hui des bases scientifiques solides en tant qu'approche éducative. Elle s'imposera à coup sûr aux siècles futurs.

REFERENCES

- [1] GUYOTOT, P. L'enseignant spécialisé. Scolariser les élèves à besoins éducatifs particuliers, Lyon : Chronique Sociale ,2008.
- [2] BLANCO, R. Et DUK, C. « L'intégration des élèves ayant des besoins éducatifs spéciaux dans la région d'Amérique latine et Caraïbes : situation actuelle et perspectives », Revue Perspectives, Vol. Xxv, n° 2, juin, Paris : Unesco, 1995.
- [3] UNESCO. Forum Mondial sur l'Education. Cadre d'Action de Dakar. Dakar(Sénégal) : Unesco.
- [4] UNESCO. Editorial in Revue Perspectives, Vol. XXV, n° 2, juin, Paris : Unesco, 1995.
- [5] O'TOOLE, B. « Les programmes de réadaptation à base communautaire, » Revue Perspectives, Vol. Xxv, n° 2, juin, Paris : Unesco ,1995.
- [6] BIONA, M. Opinions des responsables et des enseignants des centres de rééducation de Kisangani sur l'insertion des enfants handicapés dans des écoles ordinaires. Cas des centres Simama et Espoir des Sourds. Kisangani (RDC), TFC inédit : FPSE, UNIKIS/RDC, 2012.
- [7] BESNARD, P. Socio-pédagogie de la formation des adultes. Paris : E.S.F, 1974.
- [8] OCDE. L'éducation récurrente : une stratégie pour une formation continue. Paris : OCDE ,1973.
- [9] ONU. La déclaration universelle de droits de l'homme, Washington, USA, 1948.
- [10] UNESCO. La Conférence Mondiale sur l'éducation pour tous à Jomtien/ Thaïlande. Paris : Unesco, 1990.
- [11] UNESCO. La Conférence Mondiale sur les « Besoins Educatifs Spéciaux, Accès et Qualité » à Salamanca en Espagne. Paris : Unesco, 1994.
- [12] MPIANGU.D.N.Les bases psychopédagogiques de l'éducation permanente. Revue Zaïroise de Psychologie et de Pédagogie, Vol. V. n°2, Kinshasa, Unaza, 1976.
- [13] DICTIONNAIRE. Petit Larousse, 2014.
- [14] LAMBERT, J.L. Enseignement spécial et handicap mental. Bruxelles : Pierre Mardaga ,1986.
- [15] DREANO, A. Guide de l'éducation spécialisée, Acteurs et Usages, Institutions et Cadre réglementaire, Pratiques professionnelles, Paris. France, 4^{ème} édition Dunod, 2009
- [16] DICTIONNAIRE. Larousse Universel, 2012.
- [17] MIRON. L'éducation spéciale au Nicaragua : évolution et situation actuelle, in Perspectives, 94, 25 (2), Paris, France, Unesco, 1995.
- [18] KAHN, S. Pédagogie différenciée, Paris : de Boeck, 2010.
- [19] WALLON, H.L'évolution psychologie de l'enfant. Paris, Librairie Armand de colin, 1967.
- [20] NDEKE, Z.C. Du «Self Help » au « Self Reliance » des personnes vivant avec handicap physique à Kisangani. Contribution à la thématique du Service Social. Thèse inédite, FSSAP, Département de Sociologie, Université de Kisangani, Kisangani, RDC, 2010.
- [21] BASOLWA. Facteurs d'exclusion des enfants en situation de handicap dans la société congolaise, EPSP, Kinshasa, RDC, 2014.
- [22] EPSP. La loi-cadre de l'enseignement national. Présidence de la République, Journal Officiel, 2014.
- [23] WANG, M, C. « L'éducation des élèves ayant des besoins spéciaux : égalité et accès, », Revue Perspectives, Vol.xxv, n° 2, juin, Paris : Unesco, 1995.
- [24] WENDA T.C.P. L'orientation scolaire et professionnelle en RDC : guide pratique. Paris : l'harmattan, 2014.

ALIGNEMENT PÉDAGOGIQUE CHEZ LES MAÎTRES DES ÉCOLES PRIMAIRES DE GOMA (RD CONGO)

Osée KAYUMBA MUGOYI¹, Gratien MOKONZI BAMBANOTA², Paul VITAMARA³, and Augustin ISSOY Awongi⁴

¹Chef de Travaux, Université de Goma, RD Congo

²Professeur Ordinaire, Université de Kisangani, RD Congo

³Professeur Ordinaire, Université de Kisangani, RD Congo

⁴Professeur Associé, Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this article on educational alignment in mathematics and French in Goma primary schools is to: "Check whether, during the teaching-learning process, Goma primary school teachers apply the theory correctly pedagogical alignment ". In other words, check if there is consistency between the components of the pedagogical alignment. The results of the study show that these teachers have shortcomings in the application of this theory. Training is therefore necessary.

KEYWORDS: Pedagogical alignment, learning objectives, teaching, evaluation.

RESUMÉ: L'objectif poursuivi dans cet article portant sur *l'alignement pédagogique en mathématique et en français dans les écoles primaires de Goma* est de : « Vérifier si, au cours du processus enseignement-apprentissage, les enseignants des écoles primaires de Goma appliquent correctement la théorie de l'alignement pédagogique ». Autrement dit, vérifier s'il existe une cohérence entre les composantes de l'alignement pédagogique. Les résultats de l'étude montrent que ces enseignants présentent des lacunes dans l'application de cette théorie. Une formation est donc nécessaire.

MOTS-CLEFS: Alignement pédagogique, objectifs d'apprentissage, enseignement, évaluation.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLÉMATIQUE

L'éducation a toujours été l'une des principales préoccupations de l'humanité. De Socrate aux philosophes contemporains, elle a été au centre des débats, des réflexions et des recherches. Elle est en même temps produit et facteur de la société. À ce titre, Loueke (1981) cité par [1] soutient qu'elle est aussi cause et effet de l'évolution du monde. Par sa fonction, disent-ils, l'éducation tend à être conservatrice. Par sa dynamique du changement, elle tend à être progressiste. À cause de l'ambivalence de sa nature, elle ne peut échapper à la mise en question.

Vu cet état de choses, qu'il nous soit permis d'élucider notre contribution en rapport avec les besoins prioritaires à satisfaire dans le système éducatif congolais, où la qualité de l'enseignement laisse à désirer, et la formation des enseignants se fait de plus en plus sentir, spécifiquement en pédagogie par objectifs, courant très ancien de la pédagogie nouvelle.

La recherche en éducation, son statut et son utilité font, aujourd'hui encore, l'objet de controverses. Pour beaucoup, enseigner reste affaire de bon sens, d'intuition et de savoir-faire transmis par le maître chevronné au débutant. Pour d'autres, une science d'enseignement est possible. Il convient donc de mener des recherches pour la construire et l'appliquer ensuite.

Les tenants de la première position accusent les seconds de scientisme. Ils leur reprochent aussi de renier la tradition humaniste, noyau central de notre culture : derrière une science de l'enseignement, ils voient se profiler le spectre de la robotisation. Les seconds soulignent les dangers d'une approche strictement subjective : comment réfuter une idée si celui qui la défend la soutient par conviction intime, comment réajuster une pratique dont on prétend qu'elle émerge naturellement de l'expérience du terrain ? [2].

De sa part, [3] soutient que durant son action éducative chaque enseignant doit maîtriser les principaux problèmes de la didactique suivants : formuler les objectifs d'apprentissage, connaître l'apprenant, maîtriser le contenu à enseigner, prévoir les méthodes et les techniques appropriées et enfin, évaluer les résultats.

Pour être efficace dans son action didactique, [4] pense que chaque enseignant devrait maîtriser et mettre en pratique la théorie de « l'alignement pédagogique ». Pour cet auteur, l'alignement pédagogique représente la cohérence entre les objectifs d'apprentissage, les activités pédagogiques et les stratégies d'évaluation.

Cela étant, cette théorie nous a permis à nous poser la question suivante : les maîtres des écoles primaires de Goma appliquent correctement l'alignement pédagogique au cours du processus-enseignement apprentissage ? Autrement-dit, existe-t-il une harmonie cohérente entre les trois composantes de cet alignement.

1.2 OBJECTIF DE LA RECHERCHE

L'objectif de cet article est de vérifier si les enseignants des écoles primaires de Goma appliquent efficacement l'alignement pédagogique durant le processus-apprentissage.

1.3 HYPOTHÈSE DE LA RECHERCHE

S'inspirant du principe de la pédagogie par objectifs, notre hypothèse est la suivante : les maîtres des écoles primaires de Goma appliqueraient correctement l'alignement pédagogique au cours du processus enseignement-apprentissage en mathématique et en français.

1.4 JUSTIFICATION DU CHOIX DE LA RECHERCHE

La Justification du choix et intérêt de cette étude repose sur la médiocrité de l'école congolaise constatée actuellement dans presque toutes les écoles de Goma. Comme le souligne [5], la dégradation de l'école congolaise, déclenchée au début des années soixante-dix, n'épargne malheureusement aucune de ses facettes : l'infrastructure, l'équipement, les acquis des élèves, les finalités, les compétences didactiques, la gestion, l'évaluation...

Cet auteur décrit le portrait de cette école à partir de quelques indices de l'accès, du processus, des résultats et de l'environnement. Il résume cette médiocrité en douze facteurs : accès et équité du système éducatif, efficacité interne et externe de ce système, niveau des élèves, culte du diplôme, communication pédagogique, évaluation, corps enseignant (formation et recrutement), équipement de l'école, financement du système, inspection inefficace, analphabétisme.

Ainsi, la présente étude trouve sa place, car, il vise répondre à plus ou moins trois aspects parmi les douze facteurs ci-haut cités, entre autres : la formation des enseignants en pédagogie par objectifs, la communication pédagogique et l'évaluation.

Le choix de la mathématique et du français a été également motivé par le fait qu'il s'agit là des branches - outils dans la formation des écoliers. Platon, cité par [6], repris par [7] insiste sur la formation intellectuelle qu'apporte un bon enseignement des mathématiques en ces termes : « Que nul n'entre ici s'il n'est géomètre ». Ces auteurs, estiment que nous ne pouvons plus concevoir une éducation et une formation dignes de ce nom si elles ne comportent pas une part, de plus en plus grande, de mathématiques. Non qu'il s'agisse de former des mathématiciens de profession ! Mais quelle que soit la spécialité choisie, on se trouve dans la plupart des cas en présence d'utilisations de mathématiques ; littéraires (grammairiens, phonéticiens, linguistes), historiens (histoire quantitative), géographes, sociologues, psychologues, économistes ont besoin de manier l'instrument mathématique, d'utiliser les démarches intellectuelles qui sont à l'œuvre dans les mathématiques. C'est en ce sens que [7] ne craint pas d'affirmer qu'une préparation à la vie ne peut se faire dans de bonnes conditions sans un appel à une formation mathématique.

Cette importance de l'enseignement des mathématiques est soulignée ensuite par [8], en ces termes : « les mathématiques sont enseignées au même titre que la rhétorique ». [9] postulent que « les nombres font partie intégrante de notre vie ». En citant Butterworth (1999), ils affirment que ce spécialiste de la question s'est amusé à noter la fréquence de traitement des nombres sur une de ses journées et est arrivé à 16000 ! Ainsi, concluent-ils, notre « gestion du temps, de l'espace, de l'argent, est intimement liée au traitement numérique. En primaire, une énorme partie du programme scolaire concerne les mathématiques ».

[10], à son tour soutient qu'il n'y a pas cloisonnement entre l'enseignement de mathématique et celui du français : « Quand on fouille les revues et les ouvrages de linguistiques récents, et les livres consacrés à la rénovation de l'enseignement du français, on y découvre souvent des tableaux à double entrée, des schémas, des « arbres », des diagrammes, qui surprennent le lecteur habitué aux manuels de grammaire traditionnel. On constate ainsi que les linguistes, aujourd'hui, utilisent volontiers des procédés de symbolisation qui ressemblent à ceux des mathématiciens ». Ce prestige de la mathématique justifie, encore une fois, l'intérêt évident pour le développement de ce thème portant sur cette discipline scolaire.

Quant à l'enseignement du français, il est important non seulement pour l'écrit mais aussi pour le parler. Il facilite la communication et la compréhension des autres disciplines d'enseignement. Il vise à former les apprenants dans le domaine de lecture, d'écriture, d'orthographe, de grammaire, de conjugaison, d'expression orale et écrite, de vocabulaire mais aussi de poésie. Toutes ces composantes constituent un ensemble de base fondamentale de la langue française. Martlew cité par [9] estime que « Comparé au langage oral, le langage écrit est plus complexe, plus lent et nécessite davantage d'efforts pour être émis ». Les enfants doivent notamment gérer et comprendre la transformation phonème – graphème, la segmentation et la démarcation spécifiques à l'écrit et, évidemment, la graphomotricité et les spécificités orthographiques de la langue. Eu égard à cette importance du français soulignée par ces différents auteurs, [11] de sa part, montre l'importance de cet enseignement en ces termes : « l'école est un lieu déterminant pour l'intégration sociale, culturelle et à terme professionnelle. La réussite scolaire est très liée à la maîtrise de la langue française qui apparaît alors comme un facteur essentiel de cette intégration. »

1.5 DÉLIMITATION DE LA RECHERCHE

Nul n'ignore que l'enseignement est un tout faisant appel à plusieurs domaines de formation. Ainsi, pour assurer une analyse adéquate de notre thème, nous n'avons axé nos analyses sur deux domaines : la mathématique et le français, année scolaire 2016-2017 en sixième année primaire dans toutes les écoles conventionnées et non conventionnées de la ville de Goma.

Sur le plan thématique, l'étude a limité ses analyses sur l'alignement pédagogique, c'est-à-dire, les objectifs d'apprentissage, les stratégies pédagogiques et modalités d'évaluation des apprentissages mises en œuvre dans les activités d'apprentissage.

2 CADRE THÉORIQUE

Le présent cadre présente les concepts-clés dont voici : l'alignement pédagogique ; analyse de l'alignement pédagogique du programme ; notion d'objectif d'apprentissage ; la pédagogie par objectifs ; limites de la pédagogie par objectifs ; notion de taxonomie ; évaluation des apprentissages.

- **Alignement constructif (ou constructiviste), alignement pédagogique**

Selon [12] l'expression « alignement constructif » ou « constructiviste » (constructive alignment) est due à John Biggs. Ce dernier a repris des travaux de Ralph Tyler (1949) puis de Thomas Shuell (1986) afin de concevoir un modèle de l'enseignement universitaire [4]. L'« alignement constructif » désigne une méthode, basée sur les résultats, de conception et d'évaluation d'un apprentissage qualifié de profond (deep learning) des étudiants. Elle prend son sens dans la rencontre entre les théories constructivistes de l'apprentissage et les pratiques de conception des enseignements (instructional design). L'aspect « constructiviste » correspond à l'idée que l'apprenant construit ses propres connaissances à travers les activités d'apprentissage dans lesquelles il s'engage.

L'« alignement » correspond à ce que fait l'enseignant, c'est-à-dire installer un environnement d'apprentissage qui soutient et facilite les activités permettant d'aboutir aux résultats souhaités. Et ce, avec la nécessité d'assurer la cohérence entre les objectifs visés, les activités d'apprentissage mises en place et les modalités d'évaluations choisies. Pour Biggs cité par [12], l'essentiel est que les composants du système d'enseignement, en particulier les méthodes utilisées et les tâches d'évaluation, soient alignées sur les activités d'apprentissage en lien direct avec les résultats escomptés.

L'apprenant doit en quelque sorte être « pris au piège », ne pas apprendre ce qui est prévu étant quasiment impossible. Pour cela, la clé est de définir ce que les élèves sont censés capables de faire avec le contenu qu'ils ont appris, au-delà de redire simplement avec leurs propres mots ce qu'on leur a enseigné.

Si l'alignement constructif est centré sur l'apprenant, il constitue avant tout un cadre opérationnel pour concevoir des formations. On parle ainsi d'alignement pédagogique, laissant de côté l'adjectif constructif. L'élaboration s'effectue selon quatre étapes successives :

1. Définir les résultats escomptés (les objectifs), en utilisant des verbes d'action.
2. Choisir les activités susceptibles de conduire à la réalisation de ces objectifs, obligeant les apprenants à engager chaque verbe.
3. Utiliser ces verbes dans la conception des tâches d'évaluation et lister des critères permettant de juger dans quelle mesure les performances des apprenants y répondent.
4. Transformer ces jugements en notes finales.

Dans une revue des utilisations dans l'enseignement supérieur de l'alignement constructiviste, Biggs cité par [12] conclut que l'utilisation de cette méthode semble améliorer effectivement les résultats d'apprentissage et la satisfaction des apprenants. Il souligne les difficultés financières pour sa mise en œuvre ainsi que la résistance de certains enseignants (qui peut être levée en montrant des résultats positifs). Selon lui, c'est certainement un élément d'amélioration de la qualité des enseignements dispensés dans les universités.

Certes, nous pensons que l'alignement pédagogique permet non seulement à l'enseignant de définir clairement les objectifs, le choix des contenus, des méthodes d'enseignement et d'apprentissage, du matériel didactique, mais aussi de faire une bonne évaluation. La communication devient plus facile entre tous les partenaires de l'éducation (élèves, enseignants, parents, pouvoirs organisateurs) en mettant l'accent sur l'activité de l'apprenant.

Cette analyse nous conduit à dire que l'alignement pédagogique : objectifs-activités d'apprentissage-évaluations, peut permettre aux élèves d'identifier leurs lacunes lors d'une situation-problème afin d'adapter les cours conçus suivant le principe de l'alignement objectifs-activités d'apprentissage-évaluations.

• **Objectif d'apprentissage**

Le mot « objectif » est en effet un terme qui a de multiples usages et peut prêter à confusion. À vrai dire, tout ce qu'on se propose de faire constitue un objectif – autant les moyens qu'on prévoit de fournir à un projet, à un programme et les méthodes qui doivent être utilisées que les résultats auxquels on espère aboutir. Le mot « objectif » est donc presque synonyme du mot « prévision ». Cependant dans l'usage courant on emploie ce terme le plus souvent pour signifier les finalités d'une activité, les résultats escomptés. « Objectif » tout court est assimilé à la notion d'un objectif final, tandis qu'on utilise des mots comme « moyens » et « méthodes » pour parler des objectifs intermédiaires de l'activité [13].

Pour [14], un objectif est la description d'un ensemble de comportements (ou performances) dont l'étudiant doit se montrer capable pour être reconnu compétent. Un objectif décrit donc une intension plutôt que le processus d'enseignement lui-même.

Néanmoins, certains pédagogues soulignent ce qui suit : à chaque objectif correspond un obstacle caractéristique que la situation d'apprentissage doit conduire à dominer. Introduit par Martinand dans le domaine didactique (1986) et repris par [15], la notion d'objectif-obstacle intègre à la fois, pour un apprentissage donné, le but d'atteindre et la difficulté à surmonter pour y parvenir. Elle permet ensuite à l'enseignant de construire de manière plus précise des situations d'apprentissage qui devront à la fois se centrer sur l'obstacle tout en mettant les élèves en position de les surmonter. Elle permet simultanément aux enseignants de dépasser le formalisme de la définition abstraite des objectifs, et aux élèves de s'engager plus sûrement sur la voie de l'apprentissage.

• **Pédagogie par objectifs**

Historiquement, la notion d'objectif pédagogique tire ses sources de deux doctrines philosophiques antiques et du Moyen Âge, à savoir : la théorie de la connaissance de Platon et le christianisme.

La théorie de la connaissance chez Platon propose la formation de l'homme idéal. Cet enseignement platonicien distingue deux mondes [16] Le premier est le « monde sensible », c'est-à-dire le monde dans lequel nous vivons, monde des ombres, monde concret que nous voyons, monde empirique, imparfait, affecté par le changement et la dégradation. En fait, irréel selon Platon, qui est le terrain de vie humaine. Le second est le « monde intelligible » (qui est l'essence du premier), c'est-à-dire, le

monde des idées immuables. Dans un premier temps Platon, en fait, distingue dans l'homme lui-même ce qui appartient au monde des ombres – le corps, le désir, le sens, etc. Dans un second temps, ce qui appartient au monde magnifique des idées – l'esprit pensant. Selon lui ces idées existent de manière objective, c'est-à-dire indépendamment de notre aptitude à les connaître, ou de notre monde de la pensée. Elles ne résultent donc pas d'une disposition particulière de notre entendement mais peuvent être connues par lui. C'est pourquoi la position de Platon a été qualifiée d'idéalisme objectif [17]).

Quant au christianisme, il a maintenu et développé cette conception platonicienne en accentuant plus fortement l'opposition de deux sphères de la réalité: une sphère véritable et éternelle (monde céleste), une autre apparente et temporelle. Cette dernière sphère, qui paraît être la réalité de l'homme et de son environnement, ne serait alors qu'un état de corruption.

Cette dualité a constitué le point de départ classique de la pédagogie de l'essence ou la pédagogie idéaliste ou encore la pédagogie philosophique qui détermine les finalités de l'éducation.

• **Limites de la pédagogie par objectifs**

Si les avantages de la pédagogie par objectifs sont indéniables (apprentissage centré sur l'élève, introduction d'une certaine rationalité), cette approche présente certains inconvénients.

Tout d'abord, elle peut conduire à une perte de cohérence, par un morcellement excessif de l'apprentissage, centré essentiellement sur la mise en place de micro-objectifs et transformant toute situation pédagogique en situation d'évaluation. Les objectifs opérationnels (court terme) peuvent alors l'emporter sur les objectifs généraux. Et ce, au risque de faire perdre toute cohérence pédagogique et d'en oublier le résultat global à atteindre : à trop regarder son compteur kilométrique, le conducteur peut en oublier de regarder la route.

Ensuite, le découpage d'un enseignement en objectifs généraux intermédiaires et opérationnels est une approche linéaire, qui ne laisse que peu de place aux interactions entre les différents apprentissages. Or, ces interactions sont les plus souvent essentielles. Il ne suffit pas de composer le geste de la nage pour apprendre à nager. Cela rejoint les critiques de l'approche « classique », formulées par Joël de Rosnay, dès 1975 : « L'approche traditionnelle consiste à détailler A de manière à faire comprendre B, étudié à son tour en détail pour qu'on puisse aborder C. On ne sait pas où le professeur veut en venir. »

Enfin, le contexte de réalisation des apprentissages est trop souvent ignoré. Même lorsque l'élève réussit ses examens, cela n'offre aucune garantie de compétence sur le terrain. D'où la nécessité de dépasser ces limites en complétant la pédagogie par les objectifs par la mise en place d'une pédagogie de l'intégration et d'une pédagogie par les compétences.

• **Notion de taxonomie**

Cette notion désigne, selon [15], une classification d'objets, quelle que soit la nature de la classification, et quels que soient les objets. Il peut s'agir d'êtres vivants, de matériaux,... ou d'objectifs. Cette classification doit comporter cependant trois caractéristiques pour être utilisable :

- Elle instaure un ordre entre les objets, c'est-à-dire qu'elle met en œuvre un principe de classification, une loi ;
- Elle est exhaustive, c'est-à-dire que, dans le domaine qu'elle considère, rien ne doit lui échapper. Tous les objets dudit domaine doivent pouvoir trouver leur place dans l'une ou l'autre de ses catégories, aucun ne doit être inclassable ;
- Les catégories qu'elle utilise doivent être mutuellement exclusives, c'est-à-dire qu'un objet ne doit pas appartenir à deux catégories à la fois ; il ne doit pas y avoir de chevauchement possible entre les catégories.

Certes, il faut noter qu'il existe plusieurs taxonomies dans le domaine de l'éducation. Les plus exploitées sont : la taxonomie de Bloom (domaine cognitif), la taxonomie de Krathwohl (domaine affectif), la taxonomie de Harrow (domaine psychomoteur), la taxonomie de Dave (aptitudes psychomotrices), la taxonomie de Guilford, etc. Cette dernière taxonomie discrimine cinq opérations cognitives de base: cognition, mémoire, évaluation, production convergente et divergente. Ces opérations traitent des informations de nature figurative, symbolique, sémantique ou comportementale. Le produit de cette activité peut être soit une unité, une classe, une relation, un système. Ce présent article s'est inspiré de la taxonomie de Bloom dans l'analyse des objectifs opérationnels.

• Enseignement

Le processus enseignement-apprentissage exige que chaque enseignant soit outillé en connaissance et en aptitude pour mener à bon port les activités d'apprentissage. Pour Freinet, cité par [18], « enseigner signifie « faire émerger les questions et accompagner les élèves dans la recherche des réponses » et, c'est pour l'élève, d'éprouver du plaisir et pouvoir agir ». Selon saint Tomas, « enseigner c'est causer une connaissance dans un autre par l'opération propre de l'intelligence de celui qui apprend ». Il s'agit donc de susciter chez l'enfant le désir de connaître, de le rendre capable de penser par lui-même, de comprendre, de juger et de raisonner par la seule force de son intelligence. C'est apprendre à apprendre. L'enfant doit être le centre de son enseignement car l'acte d'instruire exige une activité intérieure absolument et rigoureusement personnelle. La socialisation de l'enfant par l'école, doit être organisée, orientée, structurée. Quant à [19], « Enseigner c'est construire ».

Certes, une question se laisse poser : quels sont les outils nécessaires pour que cette construction soit solide ? Autrement dit, quel contenu enseigner et où le puiser pour que cette architecture soit efficace ? Voilà une question banale, mais qui peut embarrasser même un esprit brillant. En effet, il n'est pas demandé à l'enseignant de véhiculer les notions qu'il a lui-même apprises à l'université ni d'amener les élèves à son niveau de spécialisation : son action est bien circonscrite en termes de contenu, de volume, de délai et d'objectif à atteindre.

Par contre, la source du savoir à enseigner reste spécialement le programme officiel. Une personne qui débarque dans une école en qualité de « nouvelle unité » ou de « stagiaire » doit noter qu'il ne lui est pas autorisé de véhiculer ses connaissances à elle ou n'importe quel autre savoir, mais c'est dans le Programme officiel qu'elle devrait puiser les intitulés délimitant le savoir à communiquer.

En outre, quelles que soient ses capacités, l'enseignant n'est « qualifié » à enseigner que la matière relevant de sa branche de spécialisation et cela dans le niveau ou le degré scolaire pour lequel il a été formé et préparé. Le savoir à communiquer et les connaissances à enseigner sont bien déterminés et circonscrits dans le Programme officiel. Édité par le pouvoir organisateur (en l'occurrence le Ministère de l'Enseignement primaire, secondaire et professionnel), ce document indique, pour chaque branche scolaire, la matière à enseigner à chaque niveau d'études pendant une année scolaire, les situations d'apprentissage et les orientations méthodologiques. Il demeure la source et la référence que l'enseignant est appelé à utiliser pour construire ses cours.

• Évaluation des apprentissages

Au sens propre, le mot « évaluer » signifie « porter un jugement sur la valeur » de quelque chose ; mais pour porter un jugement, on est obligé d'abord de bien se renseigner sur le phénomène en question. Plus le phénomène est complexe ou inconnu, plus l'effort initial d'enquête prend de l'importance.

Pour [20], en termes généraux, et selon une définition communément admise, évaluer signifie « confronter un ensemble d'informations à un ensemble de critères (référentiel) ».

Quant à [21], il estime que l'évaluation peut se réaliser en trois temps : 1) Avant l'action éducative, c'est l'évaluation prédictive. Son rôle est d'améliorer les conditions de l'apprentissage. 2) Pendant l'intervention pédagogique, c'est la période formative. Elle consiste à suivre le progrès des élèves, à voir ce qu'ils maîtrisent, à détecter leur lacunes pour les corriger grâce à des actions didactiques du type correctif. Pour l'enseignant on peut envisager le changement des stratégies ou des méthodes d'enseignement ou même la répétition des leçons qui n'ont pas été comprises (révision, récapitulation, ...). 3) À la fin de l'action pédagogique, c'est l'évaluation sommative. À ce niveau, l'évaluation porte sur l'ensemble de la matière et consiste à établir le bilan de ce qui est connu et le niveau atteint par l'élève.

[22], à leur tour, ils estiment que nombreux paradigmes ont été développés au fil du temps. Tous coexistent encore, même si certains d'entre eux ont perdu une grande part de leur influence.

Le paradigme de l'intuition pragmatique : ce paradigme est à la base de la majorité des pratiques de l'évaluation, mais paradoxalement il a été très peu étudié et formalisé par les experts en évaluation.

Le paradigme docimologique : ce paradigme est sans doute le courant à la base des premiers travaux scientifiques sur l'évaluation initiés par H. Piéron (1963). Étymologiquement « science des examens », la docimologie est essentiellement obsédée par la fidélité ou la fiabilité des examens. En citant Noizet et Caverni, ces auteurs parlent d'ailleurs de la « psychologie de l'évaluation » et considèrent l'évaluation comme une activité de comparaison entre production scolaire à évaluer et un modèle de référence, comparaison qui est influencée par des déterminants systématiques qui tantôt se réfèrent à des caractéristiques scolaires, tantôt à des caractéristiques de personnalité, tantôt à des caractéristiques sociales.

Le paradigme sociologique : ce paradigme s'inscrit dans la lignée des travaux des sociologues (tels Bourdieu, Passeron, Baudelot, Estabiet, Boudon) qui se sont intéressés au rôle que l'école, et notamment l'évaluation, jouait dans les mécanismes de reproduction sociale.

Le paradigme de l'évaluation centrée sur les objectifs : deux auteurs américains, Tyler et Bloom, vont contribuer à développer ce paradigme. Tyler va être à la base de ce que l'on a coutume d'appeler la PPO (pédagogie par objectifs) ou la TOP (technique des objectifs pédagogiques). Dans cette approche, les objectifs sont déterminés au préalable par les responsables des programmes. L'évaluation a lieu au terme du processus de formation pour mettre en évidence quels élèves maîtrisent quels objectifs.

Le paradigme de l'évaluation formative dans un enseignement différencié : en avançant le concept d'évaluation formative, Scriven cité par [22] voulait insister sur le fait que les « erreurs » commises pendant le processus d'apprentissage n'étaient pas des manifestations pathologiques et donc n'étaient pas répréhensibles : elles font partie d'un processus normal d'apprentissage.

Le paradigme de l'évaluation au service de la décision : traduit en nombreuses langues, le modèle Stufflebeam (1980) cité par [22] est sans doute le plus mondialement connu. Contrairement aux modèles de Tyler et de Bloom, il n'est pas centré sur les objectifs, mais sur la prise de décision en situation. Selon son expression célèbre, le but de l'évaluation n'est pas de prouver, mais d'améliorer, c'est-à-dire de prendre des décisions adéquates. Et ce n'est pas simplement en mesurant des écarts entre performances et objectifs que l'on se met en position de prendre de bonnes décisions.

3 MÉTHODOLOGIE

Comme l'affirme la Bank of America par la voix de sa publication « Small Business Reporter », « tout compte fait, plus de 90 pour cent de faillites commerciales sont dues à l'incompétence et à l'inexpérience des cadres » [1]). Ainsi, en orientant cette idée dans l'optique de l'évaluation et de la formation des maîtres, nous sommes partis d'une approche analytique de contenu des objectifs pédagogiques. Dans un premier temps nous avons considéré 44 fiches de préparation en tenant compte que pour les écoles qui présentent les classes parallèles la préparation était unique et commune. Dans un second temps nous avons considéré 85 fiches de préparations individuelles de 85 enseignants pour 44 écoles primaires tirés de six régimes de gestion de la ville de Goma. Noter que la population totale des écoles conventionnées s'élève à 127 et les écoles non conventionnées à 15, soit un total général de 142 écoles avec un effectif de 15060 enseignants dans lequel l'échantillon est extrait.

Après la collecte de toutes les fiches de préparation, nous avons fait une séance de travail avec trois enseignants expérimentés dans l'enseignement à l'école primaire, secondaire et universitaire avant de les soumettre à un exercice d'analyse du contenu de ces fiches. Pour ce faire, il a fallu recourir à la technique d'analyse de contenu qui, selon Berelson cité par [23] est « une technique de recherche pour la description objective, systématique et quantitative du contenu manifeste des communications, ayant pour but de les interpréter. »

Ainsi, cette technique nous a permis de déceler sur les fiches la présence ou l'absence de chacun de trois critères d'un objectif opérationnel, et constater si les questions d'évaluation sont tirées du contenu enseigné et des objectifs fixés.

Cela étant, dans l'optique de notre étude, nous avons choisi les règles de comptages [23], dans l'analyse des objectifs d'apprentissage, contenu et questions d'évaluation. Il s'est agi de compter trois critères pour qu'un objectif soit qualifié d'opérationnel (verbe d'action, conditions de réalisation et critères d'évaluation). Si ces critères étaient remplis, le code était 1 ; si ces trois critères n'étaient pas réunis, le code devenait 0.

Comme les appréciations faites par les juges ne relèvent pas d'une échelle ordinale, mais plutôt descriptive, la concordance entre juges est mesurée en recourant au coefficient de Burry-Stock. Ce coefficient vérifie si les juges retenus ont émis les mêmes avis sur l'opérationnalisation des objectifs et leur cohérence avec le contenu enseigné et les questions d'évaluation.

4 RÉSULTATS

Dans un premier temps, nos analyses portent sur la concordance entre les juges. Dans un deuxième temps, il s'agit de vérifier l'opérationnalisation des objectifs. Dans un troisième temps, il est question d'apprécier l'adéquation entre les objectifs, le contenu et les questions d'évaluation.

- **Analyse de concordance entre les juges**

Dans ce point, nous présentons les résultats fournis par les trois juges et leur concordance dans leur jugement en mathématique et en français.

Tableau 1. Concordance entre juges en mathématique

Critères	Coeff Burry-Stock Modifié
Verbes d'action	0,95
Condition de réalisation	0,80
Critères d'évaluation	0,97
Adéquation objectifs-question	0,80
Objectifs opérationnels	0,95

Partant de la règle d'interprétation du coefficient de Burry-Stock qui montre que lorsque le coefficient moyen s'approche de -1, il y a discordance parfaite. Lorsqu'il est proche de +1, il y a concordance parfaite. Cette règle s'applique ici pour notre cas en prouvant qu'il s'affiche une concordance entre les juges sur les verbes d'action, conditions de réalisation ; critères d'évaluation ; adéquation objectifs-question et, enfin, objectifs opérationnels. Ce coefficient, dans tous les cas varie entre 0,80 et 0,95. Certes, le seuil de 0,80 est généralement admis pour conclure à une grande constance des résultats ou des jugements.

Tableau 2. Concordance entre juges en français

Critères	Coeff Burry-Stock Modifié
Verbes d'action	0,90
Condition de réalisation	0,80
Critères d'évaluation	0,87
Adéquation objectifs-question	0,95
Objectifs opérationnels	0,87

Dans tous les cas, les résultats du calcul du coefficient moyen sur la concordance entre les juges en français relatif aux différents critères avoisinent le plafond (+ 1). C'est-à-dire concordance parfaite avec des valeurs variant entre 0,80 et 0,95.

- **Étude globale de l'opérationnalisation des objectifs**

Globalement, les objectifs opérationnels en mathématique et en français se présentent comme suit :

Tableau 3. Catégorisation globale des objectifs opérationnels en mathématique et en français

	Objectifs opérationnels	objectifs non opérationnels	Total
fréquence	1	43	44
Pourcentage	2	98	100

Ces résultats révèlent que sur les 44 écoles enquêtées, seulement 1 enseignant présente des objectifs jugés opérationnels en mathématique et en français en même temps.

- **Étude de l'opérationnalisation d'objectifs en mathématique**

Tableau 4. Catégorisation des objectifs opérationnels en mathématique

	Objectifs opérationnels	objectifs non opérationnels	Total
Fréquence	10	34	44
Pourcentage	23	77	100

Ces résultats révèlent que, sur les 44 écoles enquêtées, seulement 10 enseignants présentent des objectifs jugés opérationnels en mathématique, soit 77%.

- **Étude de l'opérationnalisation d'objectifs en français**

Tableau 5. Catégorisation d'objectifs opérationnels en français

	Objectifs opérationnels	objectifs non opérationnels	Total
fréquence	6	38	44
pourcentage	14	86	100

Les résultats ci-haut montrent que sur les 44 écoles enquêtées 6 enseignants seulement (soit 14%), présentaient des objectifs opérationnels en français.

- **Analyse de l'adéquation objectifs-questions**

Tableau 6. Adéquation objectifs-questions en mathématique

	Questions adéquates	Questions non adéquates	Total
Fréquences	30	14	44
Pourcentage	68	32	100

En mathématique, nous remarquons que 30 objectifs, soit 68%, sont en adéquations avec leurs questions d'évaluations contre 14 soit 32% qui ne concordent pas.

Tableau 7. Adéquation objectifs-questions en français

	Questions adéquates	Questions non adéquates	Total
Fréquences	30	14	44
Pourcentage	68	32	100

L'adéquation entre objectifs-questions en français est observable dans 30 écoles (soit 68%) contre 14 (soit 32%) qui ne le sont pas.

Malgré l'adéquation des questions et les verbes d'action, dans tous les autres cas, que ça soit en mathématique ou en français, nous remarquons qu'il n'existe pas une adéquation globalisant les trois conditions entre objectifs et questions d'évaluation. Cela s'explique par le fait que, pour Morissette [24], trois critères sont souvent pris en compte afin de vérifier la pertinence des items : verbe d'action (de l'énoncé d'objectif) = verbe de la consigne (de l'item) ; conditions explicitées dans l'énoncé d'objectif = celles présentées dans l'item ; enfin, le contenu de l'item = contenu de la matière. Dans tous les cas, ces critères n'étaient pas réunis.

Au sujet de cet alignement (objectifs-apprentissage et évaluation) pour l'efficacité de l'enseignement, [25] insiste sur l'aspect évaluation. Il pense que la place de plus en plus grande accordée aujourd'hui à l'évaluation formative et à l'évaluation diagnostique modifie en profondeur les besoins des praticiens. Dans ce cadre, l'important est moins d'enregistrer la réussite ou l'échec que de comprendre ce qui est sous-jacent aux performances observées. Quelles démarches l'élève a-t-il suivies pour arriver à la réponse qu'il nous propose ? A-t-il compris le sens de la procédure utilisée ? Où a-t-il rencontré des difficultés ? Comment a-t-il fait face à ces difficultés ? Répondre à ces questions est essentiel pour pouvoir intervenir de manière efficiente.

À l'issue de cette analyse de concordance entre les juges et l'adéquation entre objectifs- contenu et questions, nous remarquons que l'alignement n'est pas maîtrisé par les enseignants des écoles primaires de Goma. Certes, l'appréciation des résultats de trois juges sur les préparations individuelles des maîtres des classes de 6ème année pris un à un a donné les mêmes résultats.

Bref, tous les résultats portant sur le thème en étude, infirment l'hypothèse selon laquelle « les maîtres des écoles primaires de Goma appliqueraient correctement l'alignement pédagogique au cours du processus enseignement-apprentissage en mathématique et en français ». En d'autres termes « il existerait une harmonie entre les trois composantes

de cet alignement pédagogique : Objectifs- Enseignement- Évaluation ». Les études de [26] et celles de [27] et [28] corroborent ces résultats.

5 CONCLUSION

En entreprenant cette étude portant sur l'alignement pédagogique chez les maîtres des écoles primaires de Goma'', nous avons voulu contribuer à la formation pédagogique des maîtres en République Démocratique du Congo.

Cependant, la question clé de cet article est la suivante : les maîtres des écoles primaires de Goma appliquent correctement l'alignement pédagogique au cours du processus-enseignement apprentissage ?

L'objectif majeur de cet article est de vérifier si les enseignants des écoles primaires de Goma appliquent convenablement l'alignement pédagogique durant le processus-apprentissage. En d'autres termes, vérifier s'il existe une harmonie entre les trois composantes de cet alignement.

Pour répondre à cette question, nous avons formulé l'hypothèse suivante : les maîtres des écoles primaires de Goma appliqueraient correctement l'alignement pédagogique en mathématique et en français dans leur processus enseignement-apprentissage.

Pour atteindre l'objectif poursuivi dans cet article, nous avons fait recours à la technique documentaire pour la collecte des données et à la technique d'analyse de contenu et au coefficient de Bury stock pour le traitement des données et interprétation des résultats.

À l'issue de ces analyses, les résultats suivants ont été observés. Au sujet de l'appréciation des objectifs par les trois juges, il s'est avéré que tous les juges sont concordants, car aucun coefficient moyen n'est inférieur au seuil fixé de 0, 80.

De ce fait, sur les 44 écoles enquêtées, un seul enseignant maître applique correctement l'alignement pédagogique. En fait, les objectifs jugés opérationnels en mathématique et en français est 2%.

En mathématique, sur les 44 écoles enquêtées, seulement 10, soit 23% présentent des objectifs jugés opérationnels. Alors qu'en français, sur les 44 écoles enquêtées, seulement 6, soit 14% présentaient des objectifs jugés opérationnels.

Quant à l'analyse de l'adéquation objectifs et question d'évaluation en mathématique et français, elle a conduit au constat qu'en mathématique 26 objectifs soit 59% sont en adéquations avec leurs questions d'évaluations, contre 18 qui ne concordent pas à 41%.

En français, l'adéquation entre objectifs-questions est observée dans 18 écoles (soit 40%). Et ce, contre 26 (soit 60%).

En fin, ayant orienté notre enquête sur l'alignement pédagogique chez les enseignants des écoles primaires de Goma, cette étude n'est qu'une goutte d'eau dans l'océan. Sur cet apport ne suffit pas ; le problème reste ouvert, car plusieurs facettes non abordées peuvent constituer des nouvelles orientations capables de contribuer d'une manière ou d'une autre à l'amélioration du système éducatif dans notre pays.

Pour ce faire, nous proposons que d'autres études similaires soient entreprises dans ce domaine pour enrichir les résultats obtenus dans cet article. Ces études pourront portées par exemple sur : l'alignement pédagogique et les performances scolaires ; le rapport entre le contenu prévu et le temps imparti par séquence d'apprentissage, etc.

REFERENCES

- [1] W.W. Kabule ; « La formation des chefs d'établissements scolaires : Besoin prioritaire à la satisfaction en éducation dans les pays en développement ». In contraintes de l'ajustement structurel et avenir de l'éducation et de la formation dans les pays francophones en développemen, Bordeaux, Delmas, 1992, p. 285.
- [2] M. Crahay et D. Lafontaine ; L'art et la science de l'enseignement. Belgique, Labor, 1986, p.9.
- [3] G. Mialaret ; Introduction aux sciences de l'éducation, Paris, Unesco, 1985, p.68.
- [4] <http://cooperationuniversitaire.blogs.docteo.net/2015/08/25/lalignement-pedagogique-le-concept-cle-en-pedagogie-universitaire/> (Consulté le 02 août 2018).
- [5] B.G. Mokonzi ; De la médiocrité de l'école congolaise à l'école de l'excellence au Congo Kinshasa, Paris, Le Harmattan, 2009, p.61.
- [6] R. L. Geneviève; Platon et la « chasse de l'Être », Paris, Seghers, 1965, p.33.
- [7] G. Maillart ; L'apprentissage des mathématiques, Bruxelles, Dessart, 1967, p.16.
- [8] Y. F. S. Kasongo ; Initiation à la philosophie, Kinshasa, Medispaul, 2009, p.21.

- [9] A. Blaye et P. Lemaire ; Psychologie du développement cognitif de l'enfant ; Bruxelles, De Boeck, 2007, 159.
- [10] H. Giraud ; Un nouvel enseignement du français, Paris, Centurion, 1972, p.76.
- [11] M. Develay ; Comment refonder l'école primaire ?, Bruxelles, De Boeck, 2013, p.125.
- [12] <https://www.usherbrooke.ca/ssf/veille/perspectives-ssf/numeros-precedents/decembre-2014/le-fin-mot-alignement-pedagogique/> (Consulté le 02 août 2016).
- [13] P. Easton ; L'éducation des adultes en Afrique noire. Manuel d'auto-évaluation assistée, Paris, Kathala – ACCT, 1984, p.64.
- [14] R. Mager ; Comment définir les objectifs pédagogiques, Paris, Dunod, 2005, p.5.
- [15] P. Pelpel ; Se former pour enseigner, Paris, Dunod, 2013, p.39.
- [16] O. Houdé; Histoire de la psychologie, Que sais-je ? Paris, Puf, 2017, p.14.
- [17] Kunzmann et al. ; Atlas de la philosophie, la pochothèque. Italie, G. Canale et C.S.P.A. –Borgaro, 1994, p.39.
- [18] V. Pagès ; Je prépare le DEME, Diplôme d'État de moniteur éducateur, Paris, Dunod, 2010, 118.
- [19] B.F. Skinner ; La révolution scientifique de l'enseignement, Bruxelles, Mardaga, 1988, p.9.
- [20] J.M. De Ketele ; et X. Roegiers ; Méthodologie du recueil d'informations, Paris, De Boeck, 2015, p.33.
- [21] J. Cardinet ; Évaluation scolaire et mesure, Bruxelles, De Boeck, 2002, pp.73-74.
- [22] J. Beillerot ; et N. Mosconi ; (Sous la direction de), Traité des sciences et pratiques de l'éducation, Paris, Dunod, 2014, pp.408-413.
- [23] L. Bardin ; L'analyse de contenu, Paris, PUF, 2003, p. 39.
- [24] D. Morissette ; Guide pratique de l'évaluation somatique, Gestion des épreuves et des examens. Québec : De Boeck, 1997, p.11.
- [25] J. Grégoire ; Évaluer les apprentissages, Les apports de la psychologie cognitive, Paris, De Boeck, 1999, p. 49.
- [26] N.D. Malala ; Problématique de la définition et de l'évaluation des objectifs d'apprentissage à l'Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu, Mémoire de D.E.S non publié, Kinshasa, UPN, 2013.
- [27] O. M. Kayumba ; «La vérification de la théorie de la triple cohérence de Scriven en français et en mathématique chez les enseignants des écoles primaires conventionnées adventistes de Goma » in Cahier du Ceruki, n°36/2008, 2007.
- [28] O. M. Kayumba; Opérationnalisation des objectifs d'apprentissage des mathématiques, du français et leur adéquation avec les questions d'évaluation dans les écoles primaires adventistes de la ville de Goma, Mémoire de D.E.S non publié, Kisangani , UNIKIS, 2016.

OPÉRATIONNALISATION DES OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES, DU FRANÇAIS ET LEUR ADÉQUATION AVEC LES QUESTIONS D'ÉVALUATION DANS LES ÉCOLES PRIMAIRES ADVENTISTES DE DE GOMA

Osée KAYUMBA MUGOYI¹ and Gratien MOKONZI BAMBANOTA²

¹Chef de Travaux, Université de Kisangani, RD Congo

²Professeur Ordinaire, Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study is about operationalizing the objectives of mathematics and French learning and their appropriateness to the evaluation issues in Goma Adventist elementary schools. It aims

- To verify if Goma Adventist elementary school teachers make mathematics and French learning objectives operational in accordance with Mager's three criteria (action verb, achievable and measurable).
- To verify also if the evaluation items that they submit to the learners are consistent with the starting objectives.

The investigation results reveal that teachers in Goma Adventist elementary schools have serious lacunae in the theory of pedagogic objectives operationalization and that training in this field is therefore required.

KEYWORDS: objectives, teaching, learning, evolution, operational.

RÉSUMÉ: L'objectif poursuivi dans cette étude portant sur l'opérationnalisation des objectifs d'apprentissage de mathématique, du français et leur adéquation avec les questions d'évaluation dans les écoles primaires adventistes de Goma est :

- Vérifier si, au cours de leurs enseignements, les enseignants des écoles primaires adventistes de Goma opérationnalisent les objectifs d'apprentissage selon les trois critères de Mager (verbe d'action, conditions de réalisation et critères d'évaluation).
- Vérifier ensuite s'il y a concordance entre les questions de contrôle qu'ils posent et ces objectifs pédagogiques de départ.

Les résultats de l'étude montrent que ces enseignants présentent des lacunes dans cette théorie d'opérationnalisation des objectifs pédagogiques. Une formation est donc nécessaire.

MOTS-CLEFS: objectifs opérationnel, enseignement, apprentissage, évaluation.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLÉMATIQUE

Comme le souligne Osterieth « il est curieux de constater que lorsqu'on demande aux personnes ayant la charge d'éduquer les enfants de préciser les fins qu'elles poursuivent dans cette activité, on les plonge souvent dans la perplexité »¹.

¹ <http://www.houffattheque.be/catalogue.php>

De ce fait, il importe de partir des idées diverses en faveur de l'importance majeure assignée à la pédagogie par objectifs pour parvenir à aider toute personne, parent, enseignant, éducateur de toute sorte, d'avoir une idée fort claire du but qu'elle assigne à sa démarche éducationnelle.

Éduquer consiste à opérer un changement dans le comportement de l'apprenant. Il s'agit de faire passer celui-ci à un état supérieur, le faire passer d'un état de non connaissance à un état de connaissance. Tout effort éducatif de l'enseignant doit donc déboucher sur un changement positif du comportement de l'apprenant.

Pour ce faire, l'éducateur doit, en premier lieu, savoir d'où il vient et où il va. Lorsqu'il se retrouve devant les apprenants, l'éducateur doit situer le point de départ et envisager le point d'arrivée de son action éducative. Sur ce point, Scriven cité par De Corte et ses collaborateurs (1978, p. 27) a conçu un modèle plus significatif appelé « Triple cohérence » qui met en relation trois composantes du processus enseignement apprentissage : objectifs – enseignement – évaluation.

En effet, sur le plan pédagogique, il a été, à maintes reprises, démontré que la connaissance, ou plutôt l'explicitation des objectifs d'apprentissage par le formateur, permet, non seulement de mieux planifier le contenu de la matière, mais aussi de choisir judicieusement les méthodes de « transmission » du cours et d'effectuer une évaluation à la fois objective, valide et fidèle des performances des apprenants.

Minder (2007, p. 332) ajoute : « une première prescription générale concernant la rédaction de l'épreuve d'évaluation est celle de veiller soigneusement à la concordance des niveaux taxonomiques de l'objectif, de sa stratégie et de l'évaluation ».

Cette incohérence relevée souvent chez les enseignants débutants, ne pourrait aboutir qu'à la confusion totale ainsi qu'à l'enregistrement d'un taux d'échecs éventuellement élevé.

Le seul moyen d'assurer la cohésion des démarches, selon cet auteur, est de les effectuer en même temps : l'épreuve d'évaluation sera rédigée dès que l'objectif sera fixé avant même de prévoir le déroulement de la stratégie didactique. On pourrait même imaginer que la rédaction de l'épreuve d'évaluation intervienne avant l'opérationnalisation de l'objectif ou en tout cas, en même temps qu'elle, puisque les deux aspects sont de toute manière, intimement liés. Il s'agit là d'un procédé qui peut rendre d'utiles services aux maîtres peu familiarisés avec l'emploi des taxonomies.

Nos observations quotidiennes ont montré que certains enseignants, dans leur manière d'évaluer, posent des questions sans avoir fixé les objectifs, et si les objectifs sont fixés, ces questions n'ont pas de rapports ou de liens avec ces objectifs pédagogiques fixés au départ. Cependant, pour qu'il y ait une adéquation, et pour rendre l'enseignement plus efficace, les questions doivent refléter le contenu des objectifs assignés.

Sur ce on voit que le fondement d'un système d'évaluation repose sur les objectifs pédagogiques formulés au préalable. Pour s'assurer de leur atteinte, il faut des questions corrélativement posées. Aussi, ce constat nous a-t-il amené à nous poser deux questions majeures :

- Les enseignants des écoles primaires adventistes de Goma opérationnalisent-ils les objectifs pédagogiques des mathématiques et du français avant leur action éducative ?
- Les questions d'évaluation qu'ils posent aux élèves présentent-elles une adéquation avec les objectifs d'apprentissage de départ?

1.2 OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DU TRAVAIL

- Déterminer si les enseignants des écoles primaires adventistes de Goma opérationnalisent les objectifs d'apprentissage des mathématiques et du français ;
- Analyser l'adéquation entre les questions d'évaluation et les objectifs d'apprentissage des mathématiques et du français.

Pour répondre à ces questions, nous avons formulé deux hypothèses ci – après :

- Les enseignants des écoles primaires adventistes de Goma opérationnaliseraient les objectifs pédagogiques des mathématiques et du français avant leur action éducative.
- Les questions d'évaluation qu'ils posent aux élèves seraient en adéquation avec les objectifs d'apprentissage des mathématiques et du français.

1.3 JUSTIFICATION DU CHOIX ET INTÉRÊT DE LA RECHERCHE

Le choix de la mathématique et du français a été motivé par le fait qu'il s'agit là des branches outils dans la formation des écoliers. Platon, cité par Genevieve (1965, p. 33), repris par Mialaret (1967, p.16), puis par Kayumba (2018) insiste sur la formation intellectuelle qu'apporte un bon enseignement des mathématiques en ces termes : « Que nul n'entre ici s'il n'est géomètre ». Cet auteur estime que nous ne pouvons plus concevoir une éducation et une formation dignes de ce nom si elles ne comportent pas une part, de plus en plus grande, de mathématiques. Non qu'il s'agisse de former des mathématiciens de profession ! Mais quelle que soit la spécialité choisie, on se trouve dans la plupart des cas en présence d'utilisations de mathématiques ; littéraires (grammairiens, phonéticiens, linguistes), historiens (histoire quantitative), géographes, sociologues, psychologues, économistes ont besoin de manier l'instrument mathématique, d'utiliser les démarches intellectuelles qui sont à l'œuvre dans les mathématiques. C'est en ce sens que Mialaret (1967, p.16), ne craint pas d'affirmer qu'une préparation à la vie ne peut se faire dans de bonnes conditions sans un appel à une formation mathématique.

Cette importance de l'enseignement des mathématiques est également soulignée par Kasongo (2009, p.21), en ces termes : « les mathématiques sont enseignées au même titre que la rhétorique ». Blaye et Lemaire (2007, p.159) postulent que « les nombres font partie intégrante de notre vie ». En citant Butterworth (1999) ils affirment que ce spécialiste de la question s'est amusé à noter la fréquence de traitement des nombres sur une de ses journées et est arrivé à 16000 ! Ainsi, conclut-il, notre « gestion du temps, de l'espace, de l'argent, est intimement liée au traitement numérique (Kayumba, 2018).

Au primaire, une énorme partie du programme scolaire concerne les mathématiques ». L'intérêt pour le développement de cette étude fondée sur cette discipline scolaire est donc évident.

Quant à l'enseignement du français, ce dernier, comme discipline outil est important non seulement pour l'écrit mais aussi pour le parler. Il facilite la communication et la compréhension des autres disciplines d'enseignement. Il vise à former les apprenants dans le domaine de lecture, d'écriture, d'orthographe, de grammaire, de conjugaison, d'expression orale et écrite, de vocabulaire mais aussi de poésie. Toutes ces composantes constituent un ensemble de base fondamentale de la langue française. Martlew cité par Blaye et Lemaire (2007, p.50) estime que « Comparé au langage oral, le langage écrit est plus complexe, plus lent et nécessite davantage d'efforts pour être émis ». Les enfants doivent notamment gérer et comprendre la transformation phonème – graphème, la segmentation et la démarcation spécifiques à l'écrit et, évidemment, la graphomotricité et les spécificités orthographiques de la langue.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 POPULATION ET ÉCHANTILLON

Dans le cadre de la présente « étude, la Population = Échantillon, C'est-à-dire que la population comprend le total de tous les enseignants de 12 écoles primaires adventistes de la ville de Goma. L'étude a donc porté sur l'ensemble de cette population équivalente à 94 enseignants à partir de laquelle nous avons considéré 188 objectifs d'apprentissage à raison de deux objectifs par enseignant, l'un en mathématiques et l'autre en français. Ces objectifs ont été repérés à partir de leurs fiches des préparations détaillées. Le tableau ci-après présente la population d'étude répartie par école.

Tableau 1. Population d'étude

Écoles	Enseignants	%
E.P Angalisho	6	6.4
E.P Chamahame	8	8.5
E.P Injili	6	6.4
E.P Lumière	7	7.4
E.P Maranatha	12	12.8
E.P Matumaini	6	6.4
E.P Subira	5	5.3
E.P Tyazo	6	6.4
E.P Uamusho	7	7.4
E.P Uenezaji	11	11.7
E.P Ujumbe	5	5.3
E.P Uzima	15	16.0
Total	94	100

Ce tableau présente une population de 94 écoles qui ont fait l'objet de la présente étude, soit 94 enseignants des écoles primaires adventistes de Goma.

2.2 INSTRUMENT DE RÉCOLTE DES DONNÉES

Pour la récolte des données, nous nous sommes servi de la technique documentaire qui nous a permis de rassembler les fiches de préparation détaillées de 94 enseignants. Ces fiches contenaient les objectifs opérationnels et les questions de contrôle des leçons. Nous avons à cet effet demandé à chaque enseignant de nous fournir une fiche de préparation d'une leçon de mathématique et celle du français. Sur ces fiches, nous y avons décelé les objectifs d'apprentissage selon les écoles, de la première à la sixième année primaire. La collecte des données a été effective au cours de l'année scolaire 2016-2017.

2.3 DÉPOUILLEMENT DES DONNÉES

Pour le dépouillement de ces fiches, nous avons fait recourt à la technique d'analyse de contenu (Bardin 2003). Avec cette technique, il a fallu dépouiller chaque fiche, y déceler les objectifs opérationnels, constater la présence ou l'absence de chacun de trois critères d'un objectif opérationnel, et constater si ces objectifs sont vérifiés à travers les questions d'évaluation.

2.4 ANALYSE DE L'OPÉRATIONNALISATION DES OBJECTIFS ET DE LEUR ADÉQUATION AVEC LES QUESTIONS D'ÉVALUATION

Pour l'analyse de la cohérence objectif-question, trois juges ont été retenus sur base de leur expérience dans l'enseignement secondaire et universitaire. Après une séance de travail, ces derniers sont partis d'une analyse documentaire qui a consisté à vérifier si l'objectif fixé par l'enseignant était réellement opérationnalisé, c'est-à-dire possédant au moins trois critères proposés par Mager (2005), à savoir : le verbe d'action, les conditions de réalisation et les critères d'évaluation. Et c'est par l'analyse de contenu que ce travail a été effectif.

Dans l'optique de notre étude, nous avons choisi les règles de comptages, car il s'agissait de compter ces trois critères pour qu'un objectif soit qualifié d'opérationnel. Pour y arriver, le système de codage nous a beaucoup servi. Si ces trois critères étaient remplis, le code était 1 ; et si ces critères n'étaient pas réunis, le code devenait 0. Les critères (proposés par Pelpel 2013, p.18) pour l'analyse de ces objectifs se trouvent consigner dans le tableau 2.

Tableau 2. Critères d'analyse des objectifs

Critères généraux	Critères spécifiques
Choisir un verbe d'action	- Utiliser des verbes concrets, actifs: Identifier, définir, classer, résoudre, calculer, évaluer ...
Conditions de réalisation	- Étant donné... - En utilisant... - Avec... - Sans... - À l'aide de...
Critères d'évaluation ou de Performance	- Pourcentage, proportion, durée, précision, quantité,...

Ces trois critères généraux et critères spécifiques y afférentes ont constitué nos unités d'analyse. Il a fallu donc identifier l'une ou l'autre de ces expressions spécifiques dans l'objectif d'apprentissage. Au cas où un élément manquait l'objectif était considéré comme non opérationnel.

Concernant les questions d'évaluation, il s'est agi de vérifier si les questions posées étaient conformes à l'objectif opérationnel. Pour réaliser cette opération, nous nous sommes référés au même système de codage utilisé pour le trois critères d'un objectif opérationnel.

2.5 TRAITEMENT DES DONNÉES

Pour traiter les données, le coefficient modifié de Burry-Stock Scaillon (2006, p.249), à l'aide d'un logiciel, nous a facilité à vérifier si les trois juges retenus ont émis les mêmes avis sur l'opérationnalisation de 188 objectifs et leur adéquation avec les questions d'évaluation.

A la fin des analyses, le coefficient de Burry-Stock a montré que les trois juges sélectionnés sont concordants dans leur façon de juger l'opérationnalisation des objectifs et leur adéquation avec les questions d'évaluation.

2.6 INTERPRÉTATION DES DONNÉES

Pour interpréter le coefficient moyen, nous avons retenu le seuil d'au moins 0,80. Car, selon Planchard (1972, p.49), un coefficient supérieur à 0,80 est généralement admis pour conclure à une grande constance des résultats ou des jugements. Le Khi-carré (Anderson et al. 2013), nous a permis à son tour de dégager la tendance entre les verbes d'action et les verbes mentalistes ; il fut de même pour les conditions de réalisation, les critères d'évaluation mais aussi pour le nombre d'objectifs opérationnels et ceux non opérationnels.

3 RÉSULTATS

Ainsi, le constat général a été le suivant:

Tableau 3. Catégorisation d'objectifs suivant les trois critères de Mager

	Objectifs opérationnels	Objectifs non opérationnels	Total
Fréquence	2	186	188
Pourcentage	1.1	98.9	100

Ce tableau renseigne que sur 188 objectifs collectés auprès de 94 enseignants, deux seulement sont opérationnels. C'est-à-dire que seuls ces deux objectifs réunissent à la fois les verbes d'action, les conditions de réalisation et les critères d'évaluation (soit 1,1%).

Tableau 4. Opérationnalisation suivant les verbes d'action

	Verbes d'action	Verbes non opérationnels	Total
Fréquence	180	8	188
Pourcentage	95.7	4.3	100

Les résultats de ce tableau montre que sur 188 objectifs, 180 soit 95% contiennent les verbes d'action alors que 8 soit 4,3% contiennent plutôt les verbes mentalistes. Du fait que la différence entre les fréquences est tout à fait claire, il n'est pas nécessaire de calculer le chi carré.

Tableau 5. Opérationnalisation suivant les conditions de réalisation

	Conditions opérationnelles	Conditions non opérationnelles	Total
Fréquence	14	174	188
Pourcentage	7.4	92.6	100

Les résultats de ce tableau montrent que sur 188 objectifs, seulement 14 soit 7,4% contiennent les conditions de réalisation. Par contre, 174 soit 92,6% ne comportent pas des conditions de réalisation. Vu que la différence entre les conditions opérationnelles et celles non opérationnelles est claire, il est inutile de calculer le chi carré. Pour ce fait, nous disons que les enseignants des écoles, primaires adventistes de Goma présentent des faiblesses dans l'utilisation des conditions de réalisation à travers les objectifs d'apprentissage.

Tableau 6. Catégorisation des critères d'évaluation

	Critères opérationnels	Critères non opérationnels	Total
Fréquence	6	182	188
Pourcentage	3.2	96.8	100

Il ressort de ce tableau que sur un total de 188 objectifs, 6 seulement, soit 3,2% contiennent les critères d'évaluation. Par contre, 182 objectifs, soit 96,8% sont formulés sans critères d'évaluation.

Tableau 7. Adéquation entre objectifs et questions d'évaluation

	Questions adéquates	Questions non adéquates	Total
Fréquence	160	28	188
Pourcentage	85.1	14.9	100

Les résultats de ce tableau indiquent que sur 188 objectifs d'apprentissage, 160 soit 85% contiennent les mêmes verbes d'action utilisés dans les questions d'évaluation. Par contre, 28 objectifs, soit, 14,9% ne sont pas en adéquation avec les questions de contrôle formulées par les enseignants.

Sur le plan global, les résultats de nos trois juges (qui étaient tous concordants), ont révélé qu'il existe une adéquation entre les objectifs formulés par les enseignants des écoles primaires adventistes de Goma et les questions d'évaluation (soit 85,1%).

Cependant, partant de l'idée de Morissette (1997, pp. 11-14), trois critères qui sont souvent pris en compte pour vérifier la pertinence de l'item ne sont pas tous réunis ; c'est-à-dire :

- l'existence d'une relation étroite entre le verbe d'action (de l'énoncé d'objectif) et le verbe de la consigne (de l'item) ;
- les conditions explicitées dans l'énoncé d'objectif et celles présentées dans l'item doivent être identiques ; et
- enfin, le contenu de l'item doit refléter l'échantillon du contenu de la matière prévu dans l'énoncé de l'objectif.

Eu égard aux résultats ci-haut présentés, nous constatons que dans tous les cas, ces trois critères ne sont pas tous réunis.

4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Notre étude, menée au niveau primaire, a poursuivi les mêmes objectifs que celles de nos prédécesseurs menées à d'autres niveaux.

En effet, l'étude de Feruzi (1997) portant sur les contenus cognitifs des objectifs spécifiques et des questions des leçons en arithmétique au degré terminal de l'école primaire à Kisangani corrobore les résultats de notre étude. Dans cette étude il voulait vérifier les hypothèses suivantes :

Il existerait une harmonie entre les contenus cognitifs des objectifs d'apprentissage et ceux faisant objet des questions d'évaluation formative et sommative au cours de mêmes apprentissages en arithmétique au degré terminal de l'école primaire à Kisangani ;

Il y aurait une attention privilégiée des enseignants sur les aspects liés à la connaissance et l'application qu'à d'autres comme la compréhension, l'analyse, l'évaluation et la synthèse. Les analyses faites par ce chercheur l'ont amené à infirmer ses hypothèses dans la mesure où aucune cohérence n'a été observée statistiquement au niveau de deux profils des traits cognitifs et encore moins, le niveau de l'exploitation de l'application comme celui de la connaissance.

L'étude de Kayumba (2008) portant sur la vérification de la théorie de la triple cohérence de Scriven en français et en mathématique chez les enseignants des écoles conventionnées adventistes de Goma ont également infirmés cette cohérence.

L'étude de Malala (2013) menée de l'Institut supérieur de Bukavu, portant sur la problématique de la définition et de l'évaluation des objectifs d'apprentissage, corroborent aussi les résultats de notre étude.

5 CONCLUSION

Ainsi, le constat général des résultats sur le présent thème de recherche portant sur l'opérationnalisation des objectifs d'apprentissage des mathématiques, du français et leur adéquation avec les questions d'évaluation dans les écoles primaires adventistes de Goma, a été le suivant:

Eu égard à la problématique, aux objectifs et aux hypothèses de cette étude, les résultats obtenus ont infirmés la première hypothèse selon laquelle les objectifs pédagogiques seraient bien formulés par les enseignants des écoles primaires adventistes de Goma. Car seuls deux objectifs sur 188 seulement, soit 1,1%, remplissent les trois critères d'opérationnalisation retenus dans cette étude.

Ces résultats ont donc révélés que les enseignants des écoles adventistes de Goma accusent de l'insuffisance dans la formulation des objectifs opérationnels.

Quant à la deuxième hypothèse, selon laquelle il existerait une adéquation entre les objectifs d'apprentissages formulés par les enseignants des écoles primaires adventistes de Goma et les questions d'évaluation en mathématique et en français, elle a été également infirmée.

Néanmoins, nous avons constaté que les maîtres de toutes les écoles primaires adventistes de Goma choisissent efficacement, presque tous, les verbes d'action et construisent les questions d'évaluation en se référant aux mêmes termes utilisés dans les objectifs de départ. Malgré cette aptitude, ils accusent assez de lacunes dans la formulation générale des objectifs opérationnels car sur trois critères proposés par Mager et ceux proposés par Morissette seul le verbe d'action est bien choisi.

Nous estimons que cette étude n'est qu'une goutte d'eau dans l'océan. C'est aux futurs chercheurs qui se sentiront intéressés par les résultats de la présente étude de continuer ces analyses, de les améliorer en approfondissant d'autres pistes d'analyse et de pousser plus loin la recherche dans ce domaine de la pédagogie par objectifs. Ils pourraient analyser, par exemple, un certain nombre de questions non abordées.

Il serait, à cet effet, intéressant de vérifier la relation entre l'opérationnalisation des objectifs et l'apprentissage des élèves. Peut-on à ce sujet affirmer qu'un enseignant qui opérationnalise bien ses objectifs permet à ses élèves d'apprendre mieux que les élèves enseignés par un maître éprouvant des difficultés en cette matière ?

À cette question, nous estimons que les élèves dont leurs maîtres opérationnalisent efficacement les objectifs d'apprentissage maîtriseraient mieux la matière que ceux dont leurs maîtres accuseraient des insuffisances en la matière.

Par ailleurs, il serait également utile d'étudier la relation entre l'opérationnalisation des objectifs et les rubriques taxonomiques, d'une part, et d'autre part, la nature des connaissances (déclarative ou procédurale) développées.

REFERENCES

- [1] Anderson, D.R. et al. (2013). *Statistiques pour l'économie et la gestion*. Paris : Nouveaux Horizons.
- [2] Osterieth, <http://www.houffattheque.be/catalogue.php>.
- [3] Bardin, L. (2003). *L'analyse de contenu*. Paris : PUF.
- [4] Blaye, A. et Lemaire, P. (2007). *Psychologie du développement cognitif de l'enfant*. Bruxelles : De Boeck.
- [5] De Corte, E. et al. (1979). *Les fondements de l'action didactique : de la Didactique à la didaxologie*. Bruxelles : De Boeck.
- [6] Feruzi, M. R. (1997). *Contenus cognitifs des objectifs spécifiques et des questions des leçons en arithmétique au degré terminal de l'école primaire à Kisangani. Contribution à la redéfinition de la composante pédagogique des programmes de formation des enseignants de l'école primaire au Congo Kinshasa*. Thèse de doctorat. Kisangani : UNIKIS.
- [7] Genevieve, R.L. (1965). *Platon et la « chasse de l'Être »*. Paris : Seghers.
- [8] Kasongo Yambo, F.S. (2009). *Initiation à la philosophie*. Kinshasa. Medispaul. *Systémique de l'étude des problèmes d'éducation*, RDC : CRUPN.
- [9] Kayumba, M.O. (2007). «La vérification de la théorie de la triple cohérence de Scriven en français et en mathématique chez les enseignants des écoles Primaires conventionnées adventistes de Goma » in *Cahier du Puke*, n°36/2008.
- [10] Kayumba, M. O. (2018). "De la technique de la réflexion parlée dans l'enseignement de l'arithmétique, Nord-Kivu, RD Congo" In *International Journal of Innovation and Scientific Research*, ISSN 2351-8014 Vol. 39 No. 2 Nov. 2018, pp. 205-215
- [11] Mager, R. (2005). *Comment définir les objectifs pédagogiques*. Paris : Dunod.
- [12] Malala, N. D. (2013). *Problématique de la définition et de l'évaluation des Objectifs d'apprentissage à l'Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu. Mémoire de D.E.S non publié*, Kinshasa : UPN.

- [13] Mialaret, G. (1967). *L'apprentissage des mathématiques*. Bruxelles : Dessart.
- [14] Minder, M. (2007). *Didactique fonctionnelle, objectifs, stratégies, évaluation*. Bruxelles : De Boeck Université.
- [15] Mokonzi, B.G. (2009). *De la médiocrité de l'école congolaise à l'école de L'excellence au Congo Kinshasa*. Paris : Le Harmattan.
- [16] Morissette, D. (1997). *Guide pratique de l'évaluation somatique, Gestion des Épreuves et des Examens*. Québec : De Boeck.
- [17] Osterieth, P. (1964). *Faire des adultes*. Bruxelles : Dessart.
- [18] Osterieth, <http://www.houffatheque.be/catalogue.php>.
- [19] Pelpel P. (2013). *Se former pour enseigner*. Paris : Dunod.
- [20] Planchard, E. (1972). *Théorie et pratique des tests*. Nauwelaerts : Louvain.
- [21] Scallon, G. (2006). *Évaluation des apprentissages dans une approche par Compétence*. Montréal : Éditions du Renouveau Pédagogique.

APPLICATION D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (SIG) POUR LA MISE EN ÉVIDENCE DES FORMATIONS ABRITANT LA MINÉRALISATION AURIFÈRE EN CÔTE D'IVOIRE : CAS DU DÉPARTEMENT DE KATIOLA

[APPLICATION OF A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) TO HIGHLIGHT FORMATIONS THAT SUPPORT GOLD MINERALIZATION IN CÔTE D'IVOIRE : CASE OF THE DEPARTMENT OF KATIOLA]

DIAKITE Yacouba¹, AHOUSI Kouassi Ernest², SOUMAHORO Segbe³, and TOURE Ibrahim⁴

¹Université Technologique et Tertiaire Loko (UTTLOKO), Abidjan, Côte d'Ivoire

²Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (UFR-STRM), Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement (LSTEE), Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan-Cocody, Côte d'Ivoire

³Direction technique, Société d'Etudes et d'ingénierie (SETI), Abidjan, Côte d'Ivoire

⁴Faculté des sciences, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This work aims to identify potentials sites suitable for mining research through the use of Geographic Information Systems (GIS). The method of pair comparisons by the hierarchical analysis process developed was used to the ponderation of criteria to generate different thematic maps. By the technic of complete aggregation based on the ponderation, these different maps were combined to produce the indicator map to result in the synthesis map. The map of potential sites for the auriferous mineralization which is a synthesis map reveals that 10% (350Km² or 3500ha) of the study area is moderately mineralized, 30% (1050km² or 10500ha) is mineralized and 13% (455Km² or 45500ha) is very mineralized. This map is of great importance for possible auriferous explorations. It highlights the auriferous potentialities of Katiola department.

KEYWORDS: Analysis multicriteria, Katiola, mineralization, potentials sites, SIG.

RESUME: Cette étude a pour objectif de mettre en place un système d'information géographique (SIG) pour déterminer les sites potentiels de minéralisation aurifère dans le département de Katiola (centre-nord de la Côte d'Ivoire). La méthode des comparaisons par paire par le processus d'analyse hiérarchique a été utilisé pour la pondération des critères afin de générer les différentes cartes thématiques. Par la technique de l'agrégation complète basée sur la pondération, ces différentes cartes thématiques ont été combiné pour produire la carte des indicateurs pour aboutir à la carte de synthèse. La carte des sites potentiels à la minéralisation aurifère qui est une carte de synthèse révèle que 10% (350Km² soit 3500ha) de la zone d'étude est moyennement minéralisé, 30% (1050km² soit 10500ha) minéralisé et 13% (455Km² soit 45500ha) très minéralisé. Cette carte est d'une grande importance pour d'éventuelles explorations aurifères. Elle met en évidence les potentialités aurifères du département de Katiola.

MOTS-CLEFS: Analyse multicritère, Katiola, minéralisation, site potentiel, SIG.

1 INTRODUCTION

La découverte d'un gisement dont la distribution dans la lithosphère est irrégulière, est l'objectif principal de la prospection minière. L'on déduit de cette observation, qu'un projet de prospection n'est mis en exécution que lorsqu'un gisement est soupçonné [1]. Cette approche est liée au fait que la prospection minière est une activité à risques. Pour minimiser le risque, le prospecteur se doit d'utiliser des méthodes peu onéreuses, faciles d'accès et adaptées pour le bon déroulement des activités de la prospection minière. Dans cette approche, le choix des outils constitue la clé de la solution aux risques. Les systèmes d'information géographique (SIG) rentrent dans le cadre de ces outils indispensables dans la réalisation d'un programme d'exploration. En effet, l'utilisation d'une base de données aura pour intérêt de mettre en place un SIG qui créera une interaction entre la minéralisation et les autres facteurs. Le croisement de couches thématiques, issues des différentes cartes, est l'une des caractéristiques essentielles d'un SIG. Le but de ces différents croisements est de permettre une prise de décision [2] Aussi, les données constituent l'élément central d'un SIG. En d'autres termes, comme le pensent [2], le SIG doit être perçu comme étant une carte de "rang supérieur". L'apport du SIG est fondamental en ce sens qu'il favorisera un croisement entre les différentes données pour aboutir à une information de synthèse sous forme cartographique [3] ; le SIG ne doit être perçu comme un "outil miracle" par le gestionnaire de ressources, mais doit permettre d'entrevoir des solutions à chaque cas, compte tenu de leur pertinence vis-à-vis de la problématique posée. Cette étude se propose alors de mettre en place un SIG pour déterminer les sites potentiels de minéralisation aurifère dans le département de Katiola. Elle pourrait constituer un document scientifique important à la prospection minière en vue de susciter chez les opérateurs à s'intéresser davantage à cette partie du pays regorgeant des ressources aurifère importante.

2 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

Située au Centre Nord de la Côte d'Ivoire, la zone d'étude (Katiola) est comprise entre la longitude 4°44' et 5°38' Ouest et la latitude 7°58' et 8°27' Nord (fig. 1). La zone d'étude a une pluviométrie annuelle oscillant entre 1100 mm³ et 1200 mm³. Les pluies sont moins importantes et inégalement réparties. Le paysage de la zone d'étude se caractérise par des reliefs de cuirasses lateritiques formant de petits plateaux monotone et à faible pente [4]. La région est drainé par deux cours d'eaux principaux, le N'zi à l'Est et le fleuve Bandama à l'Ouest et de nombreuses rivières dont la plupart tarissent pendant la grande saison sèche [5]. La végétation et le sol sont favorable au culture d'exportation, de même qu'aux cultures vivrières [4]. Le département a une superficie de 3500 Km² et une population estimée à 106905 habitants, soit une densité de 30 habitants/km² [6]. Cette population essentiellement agricole est constituée du peuple senoufo (Tagbana). D'après les études géologiques antérieures, les roches de la zone d'étude appartiennent au domaine paléo protérozoïque [7]. Ces formations géologiques sont subdivisées en trois ensembles que sont les formations du complexe plutonique abronien; les formations du complexe granitoïde baoulé et les formations birimiennes (fig. 2). Les accidents majeurs identifiés dans la zone d'étude présentent diverses directions : N-S ; NNE-NNW et E-W. [8].

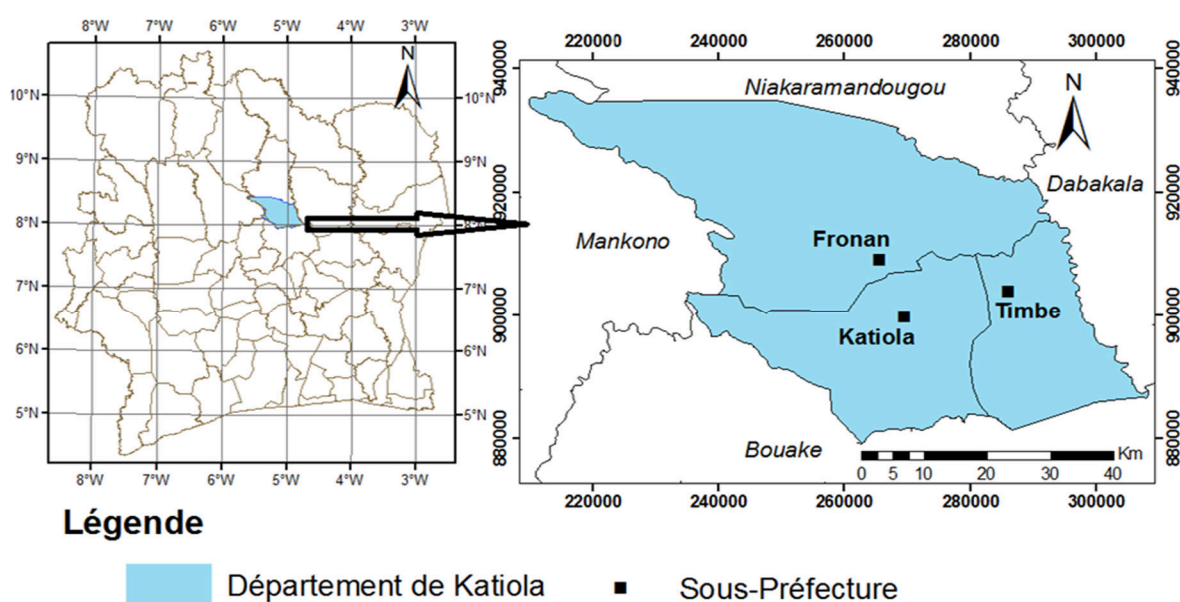


Fig. 1. Carte de présentation du département de Katiola

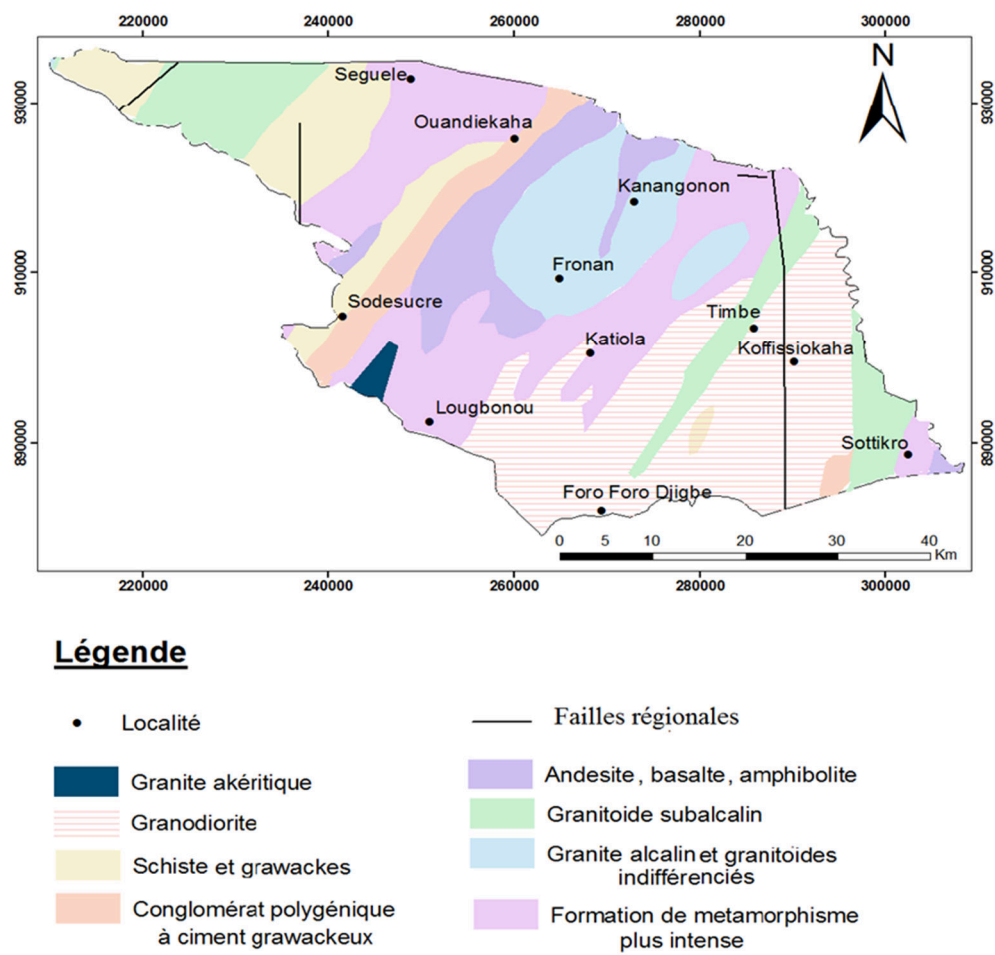


Fig. 2. Carte géologique de la zone d'étude (extraite de la carte géologique de la Côte d'Ivoire)

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 MATÉRIEL ET DONNÉE

Cette étude a nécessité l'utilisation de plusieurs types de données dont la carte géologique à l'échelle 1/1000000 produite par la sodemi en 1972 et la carte pédologique de la Côte d'Ivoire produite par ORSTM en 1987 ; Les images satellites ETM+ de Landsat 7 (scènes p196r054 du 29 janvier 2002 et p197r054 du 22 décembre 2003) ont été utilisées pour la cartographie linéamentaire. Les données terrain comportent les coordonnées des sites d'orpaillage et une fiche d'enquête réalisée auprès des orpailleurs. A celles-ci s'ajoutent les données démographiques (recensement des populations 2014) provenant de l'institut national de la statistique (INS) fournie par le conseil régional de Katiola (CRK).

De nombreux logiciels ont été utilisés en vue d'atteindre les objectifs fixés conformément à l'approche méthodologique adoptée. Pour les travaux de composition colorée, de traitement de l'image ETM+ et d'analyse statistique des linéaments, ont été utilisés respectivement ILWIS 3.8 ; ENVI 5 et ROCKWORK. Pour l'établissement des différentes cartes thématiques ainsi que la carte de synthèse, les données ont été saisies sur le tableur Excel et traitées grâce au logiciel ARCGIS 10.2.2.

3.2 MÉTHODES

3.2.1 CARTOGRAPHIE DES LINEAMENTS

La cartographie a été rendue possible grâce à l'image corrigée Landsat ETM+ scènes p196r054 du 29 janvier 2002 et p197r054 du 22 décembre 2003. Les techniques utilisées pour le traitement de l'image comprennent l'analyse en composante principale (ACP), les compositions colorées et les techniques de filtrage spatial (les filtres de Sobel). L'organigramme de la figure 3 résume les étapes de ces opérations.

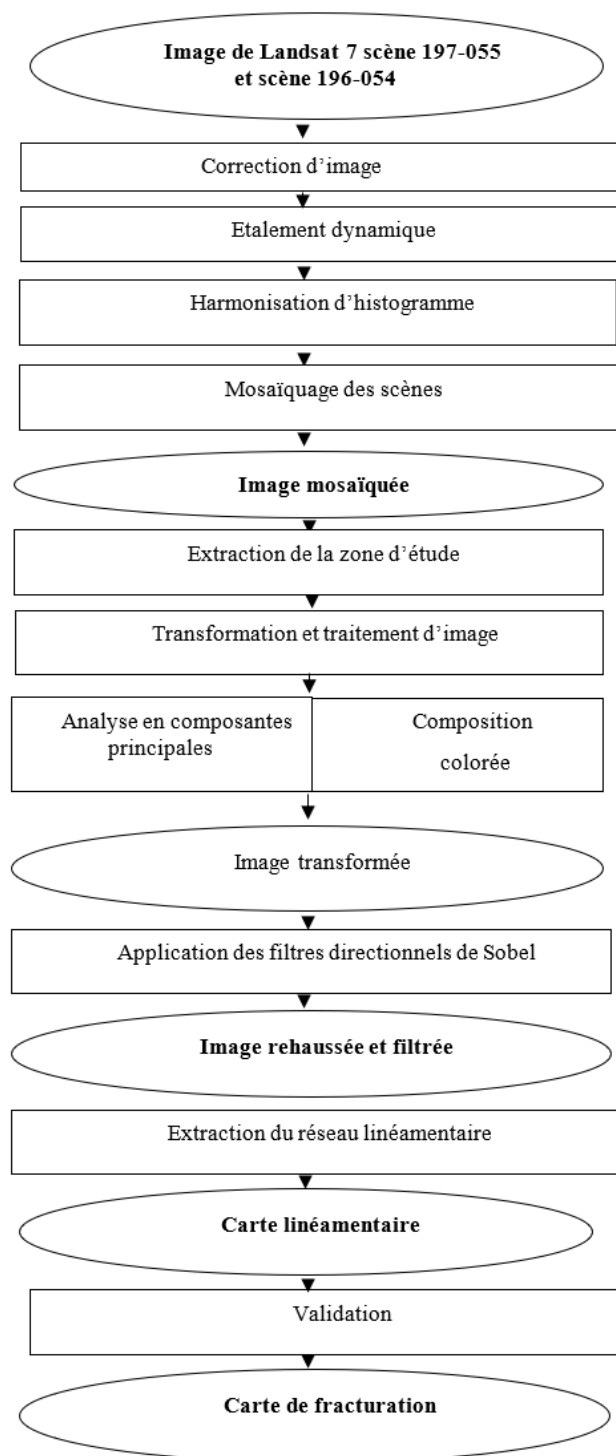


Fig. 3. Organigramme général pour le traitement et l'extraction des linéaments à partir d'une image Landsat

3.2.2 ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE

L'analyse en composantes principales (ACP) est une opération effectuée sur plusieurs canaux, dans le but d'améliorer la qualité des images, de supprimer les redondances d'informations et de compiler les données. Le résultat prend la forme de plusieurs nouveaux canaux présentant un intérêt explicatif décroissant. Pour cette étude, elle a été réalisée avec les bandes ETM+ de landsat 7. L'analyse permet de retenir les néo-canaux ACP1, ACP2, ACP3 qui contiennent respectivement 57,72% ; 19,44% ; 11,95% d'informations. Il en résulte donc que 89, 11% d'information sur l'image de la zone d'étude sont contenues dans ces trois neo-canaux. La technique d'étalement linéaire a ensuite été appliquée à ces néo-canaux pour une amélioration du contraste.

3.2.3 COMPOSITION COLORÉE

Plusieurs compositions colorées ont été réalisées avec les bandes ETM+ à partir du calcul de l'OIF introduite par [9] (optimum index factory) La combinaison qui a l'OIF le plus élevé est susceptible de fournir le maximum d'informations puisqu'elle utilise les données ayant le moins de redondances. Le logiciel ILWIS 3.8 a été utilisé pour déterminer automatiquement la composition colorée la plus optimum à partir des statistiques des bandes images du logiciel ILWIS 3.8. (Tableau 1). Il se calcule de la manière suivante:

$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 S_k}{\sum_{j=1}^3 |r_j|} \quad (\text{équation 1})$$

Avec:

$\sum S_k$ = somme des écarts types (déviations standards) des combinaisons des 3 bandes k1, k 2, k3.

$\sum |r_j|$ /= somme des valeurs absolues du coefficient de corrélation.

Le choix de la composition colorée retenue a été fait en fonction des caractéristiques recherchées.

Tableau 1. Facteur d'indice optimum à partir de toutes les combinaisons possibles des six bandes dans la région d'étude

Compositions colorées	Bandes équivalentes	OIF
157	b1 b5 b6	80.77
145	b1 b4 b5	78.25
257	b2 b5 b6	76.64
147	b1 b4 b6	75.87
245	b2 b4 b5	74.10
125	b1 b2 b5	73.83

Tableau 2. Filtrage directionnels de Sobel (matrice 7x7)

1	1	1	2	1	1	1	-1	-1	-1	0	1	1	1
1	1	2	3	2	1	1	-1	-1	-2	0	2	1	1
1	2	3	4	3	2	1	-1	-2	-3	0	3	2	1
0	0	0	0	0	0	0	-2	-3	-4	0	4	3	2
-1	-2	-3	-4	-3	-2	-1	-1	-2	-3	0	3	2	1
-1	-1	-2	-3	-2	-1	-1	-1	-1	-2	0	2	1	1
-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1
Filtre SOBEL de direction N-S							Filtre SOBEL de direction E-O						
0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	0
-1	0	2	2	2	3	1	1	3	2	2	2	0	-1
-1	-2	0	3	4	2	1	1	2	4	3	0	-2	-1
-1	-2	-3	0	3	2	1	1	2	3	0	-3	-2	-1
-1	-2	-4	-3	0	2	1	1	2	0	-3	-4	-2	-1
-1	-3	-2	-2	-2	0	1	1	0	-2	-2	-2	-3	-1
-2	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-2
Filtre SOBEL de direction NE-SO							Filtre SOBEL de direction NO-SE						

3.2.4 CONTRÔLE ET VALIDATION DES LINÉAMENTS

La carte des accidents majeurs de la Côte d'Ivoire a servi de support à la validation de la carte de fracturation de Katiola. La démarche a consisté à identifier et répertorier toutes les fractures sur la carte linéamentaire et d'identifier par la même occasion sur la carte des accidents majeurs de la Côte d'Ivoire.

3.3 CARTOGRAPHIE THÉMATIQUE

La démarche méthodologique adoptée pour la cartographie des sites potentiels à la minéralisation aurifère dans le cadre de cette étude a suivi les étapes suivantes : l'identification des critères de décision, la pondération des critères, la classification et standardisation de ces critères en vue de l'élaboration des indicateurs conformément aux objectifs à atteindre et enfin la pondération des critères par la méthode d'agrégation complète et la reclassification suivant la démarche multicritère.

3.3.1 IDENTIFICATION ET JUSTIFICATION DU CHOIX DES CRITÈRES

Cinq critères accessibles au grand public ont été identifiés, sélectionnés et évalués, pour l'établissement des différentes cartes thématiques des ressources aurifères, compte tenu de la rareté des données minières de la zone d'étude, les critères jugés importants sont lithologie, densité de fracturation, indices aurifère densité de population et type de sol

3.3.1.1 LITHOLOGIE ET DENSITÉ DE FRACTURATION

Le choix des formations géologiques favorables a pour justification la relation métallogénique entre la roche et la minéralisation. C'est un facteur important car, dans le contexte du birimien, les minéralisations aurifères ne se retrouvent exclusivement que dans certains types de roches.

Étant donné l'importance de l'activité hydrothermale dans le birimien, la recherche des "pièges à or" a toujours guidé les prospecteurs dans la recherche de la minéralisation aurifère. Les références [10] et [11] ont identifié les filons de quartz et les structures faillées comme étant des "pièges à or" que l'on peut rencontrer dans le birimien.

3.3.1.2 DENSITÉ DE LA POPULATION ET TYPES DE SOLS

La réalisation d'un projet minier dans une zone donnée est beaucoup influencée par l'implantation humaine dans cette zone. Plus la population est dense sur un site plus il serait difficile de la déplacer du site. Ce critère influence ainsi la praticabilité de tout projet minier.

La prospection des sols est un élément déterminant pour le suivi de la minéralisation de la surface vers la profondeur. L'intérêt que présente la prospection des sols au stade actuel des recherches est que tous les sols ne se prêtent pas à ce type d'investigation. En effet, à l'exception des sols latéritiques, les autres types de sols ne permettent pas d'affirmer le caractère en place de la minéralisation [12].

3.3.1.3 INDICES AURIFÈRES

Les concepts de prospection minière établissent clairement qu'aucune action ne peut être entreprise sans le soupçon d'un gîte [1]. L'existence d'indices de minéralisation dans une zone donnée est un facteur déterminant dans une décision de prospection. De plus, les indices aurifères indiquent la présence d'une minéralisation.

3.3.2 INDICATEURS UTILISÉS

Les indicateurs utilisés sont : indicateur zones de minéralisation et indicateur niveaux de praticabilité [12].

Indicateur « zones de minéralisation »

La mise en évidence des zones minéralisées est un facteur primordial et déterminant dans toute décision de prospection minière. Pour cela, le choix des « zones de minéralisation » paraît un indicateur fondamental pour la détermination des sites potentiels à la minéralisation aurifère. Ainsi, sera pris en compte l'environnement géologique (formations géologiques et zones de fracturation) et les indices aurifères pour la détermination des zones de minéralisation.

Indicateur « niveaux de praticabilité »

La découverte de l'existence d'une minéralisation est toujours suivie d'une interrogation. Il s'agit de voir dans quelles mesures la pratique de la prospection est réalisable. Ainsi les « niveaux de praticabilité » deviennent pour le prospecteur, un indicateur approprié pour répondre à cette interrogation. Il sera ainsi pris en compte l'aspect démographique et la pédologie de la zone d'étude pour déterminer les degrés de praticabilité de la prospection minière.

3.3.3 PONDÉRATION DES FACTEURS D'APPRÉCIATION

Elle s'est faite à partir de la méthode des comparaisons par paire développée par [13] dans le cadre du processus d'analyse hiérarchique (Analytical Hierarchy Process). Elle permet de produire des coefficients de pondération standardisés dont la somme est égale à 1 (Tableau III et IV). La combinaison obtenue avec cette méthode est estimée de la façon suivante :

$$S = \sum W_i X_i \quad (\text{équation 2})$$

Avec : S le résultat de la combinaison, W_i le poids du facteur i et X_i la valeur du critère de facteur i.

Une fois que les couches des facteurs d'appréciation ont été établis, et leur coefficient de pondération déterminé, il est aisé de les combiner. Ainsi, la densité de fracturation, la densité de population, les indices aurifères ont été combinées pour obtenir la carte d'indicateur « zones de minéralisation ». La lithologie et les types de sol ont permis d'obtenir la carte d'indicateur « niveaux de praticabilité ». Ces deux indicateurs combinés ont abouti à la carte des « sites potentiels de minéralisation aurifère ».

Tableau 3. Matrice de comparaison par paire et de pondération de l'indicateur niveaux de praticabilité

Critères	Densité de population	Types de sol	Vecteur Propre	Coefficient de pondération
Densité de population	1	7	$\sqrt[2]{1 \times 7} = 2,645$	$\frac{2,645}{2,645 + 0,377} = 0,87$
Types de Sol	1/7	1	$\sqrt[2]{\frac{1}{7} \times 1} = 0,377$	$\frac{0,377}{2,645 + 0,377} = 0,13$

Tableau 4. Matrice de comparaison par paire de l'indicateur zones de minéralisation

Critères	Lithologie	Densité de fracturation	Indices aurifères	Vecteur propre	Coefficient de pondération
Lithologie	1	7	1/5	$\sqrt[3]{1 \times 7 \times \frac{1}{5}} = 1,118$	$\frac{1,118}{1,118 + 0,251 + 3,556} = 0,23$
Densité de fracturation	1/7	1	1/9	$\sqrt[3]{1/7 \times 1 \times 1/9} = 0,251$	$\frac{0,251}{1,118 + 0,251 + 3,556} = 0,05$
Indices aurifères	5	9	1	$\sqrt[3]{5 \times 9 \times 1} = 3,556$	$\frac{3,556}{1,118 + 0,251 + 3,556} = 0,72$

3.3.4 ELABORATION, CLASSIFICATION ET STANDARDISATION DES CRITÈRES

La classification des différents critères s'est faite en tenant compte des études antérieures réalisées par [3] ; [14] et [15]. Deux techniques ont été utilisées pour la spatialisation selon que le critère est représenté par des points, des polygones ou des polygones. Ainsi pour les points et polygones tels qu'indices aurifère, densité de population et densité de fracturation ont été interpolés grâce à l'outil « Interpolate to Raster » de « Spatial Analyst », avec la méthode « Inverse Distance Weighted » (IDW). Les couches raster obtenues sont en format « ESRI GRID » du logiciel Arcgis 10.2.2. Les données cartographiques ont été scannées, géoreférencées et numérisées en vue de l'obtention des couches de données. A l'aide de l'outil « Polygon to Raster » de « Conversion », les couches de données ont été converties en données raster au format « ESRI GRID ». Les différentes surfaces obtenues à la suite de ces opérations ont été réparties en cinq classes.

Lors de la standardisation, la note 10 est attribuée aux classes « très faible » ou « très forte » selon qu'elles contribuent à d'excellente réalisation du projet considéré. Dans le cas inverse, la note 1 est attribuée à ces classes. En suivant la même logique, les valeurs intermédiaires sont attribuées aux classes intermédiaires selon une distribution linéaire. Par conséquent, plus la note affectée à la classe est élevée, plus la classe est jugée pertinente. Les tableaux V et VI résument la classification et la standardisation pour chacun des indicateurs.

Tableau 5. Classification et standardisation des critères niveaux de praticabilité

Critères	Qualitatifs des critères	Classes	Notes
Densité de population	Très forte	30720 – 38400	1
	Forte	23040 – 30720	3
	Moyenne	15360 – 23040	5
	Faible	7680 – 15360	8
	Très faible	0 – 7680	10
Types de sols	Très forte	Sols ferrallitiques remaniés et appauvris; Sols ferrallitiques remaniés indurés; Sols ferrallitiques remaniés avec induration.	10
	Très faible	Sols hydromorphes	1

Tableau 6. Classification et standardisation des critères zones de minéralisation

Critères	Qualitatifs des critères	Classes	Notes
Indices aurifères	Très forte	42 – 50	10
	Forte	34 – 42	8
	Moyenne	26 – 34	5
	Faible	18 – 25	3
	Très faible	0 – 18	1
Densité des linéaments	Très forte	273 – 342	10
	Forte	205 – 273	8
	Moyenne	136 – 205	5
	Faible	68 – 136	3
	Très faible	0 – 68	1
Lithologie	Très forte	Schistes et grawackes	10
	Forte	Formations de métamorphisme plus intense	8
	Moyenne	Granites alcalins et granitoïdes indifférenciés	5
	faible	Andésites, basaltes et amphibolites	3
	Très faible	Granodiorites, granite akéritique, conglomérat polygénique à ciment grawackeux et granitoïde subalcalin	1

3.3.5 RECLASSIFICATION DE LA CARTE DE SYNTHÈSE

Elle permet de réduire le nombre de classes obtenues après traitement afin de faciliter l'interprétation de la carte. Dans cette étude, les classes ont été ramenées à cinq. Chaque classe est accompagnée d'un qualificatif suivant l'importance du phénomène observé sur la carte. Les qualificatifs choisis sont : très minéralisé ; minéralisé ; moyennement minéralisé ; peu minéralisé ; moins minéralisé.

4 RÉSULTAT ET DISCUSSION

4.1 RÉSULTAT

4.1.1 CARTOGRAPHIE DES LINÉAMENTS

La figure 3 présente les résultats du filtre de directionnel de Sobel (7×7) rehaussant les accidents. Ces filtres directionnels rehaussent les linéaments dans les différentes directions. Le relevé de toutes les discontinuités images sur l'ensemble des images traitées a permis de dresser la carte des linéaments détaillés de la zone d'étude (fig. 4). La carte lineamentaire a été validée grâce à la carte des accidents majeures de la Côte d'Ivoire (fig. 5).

L'analyse de la rosace directionnelle (fig. 6) aboutit aux observations suivantes :

N40°-45° se dégage comme la direction principale. Trois autres se dégagent comme des directions secondaires. Ce sont : N30°-35°, N0°-5°, N10°-15°.

L'exploitation de la carte du relevé détaillé des linéaments permet d'élaborer de nombreux fichiers thématiques tels que la densité de fracturation et l'orientation des linéaments. Au sein d'un système d'Information Géographique (SIG), ces couches thématiques sont intégrées et associées à d'autres informations de nature diverse dans la perspective d'une modélisation géologique.

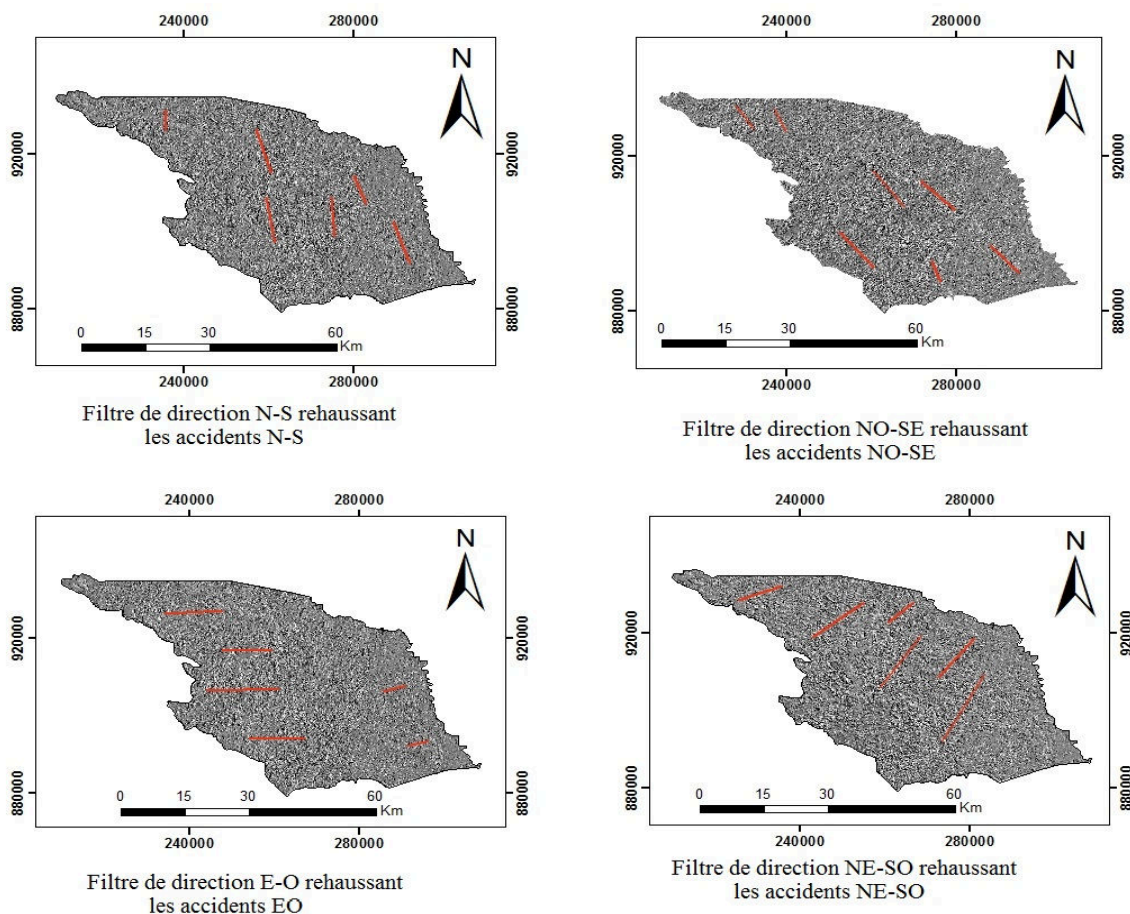


Fig. 4. Filtres directionnels de Sobel (7x7)

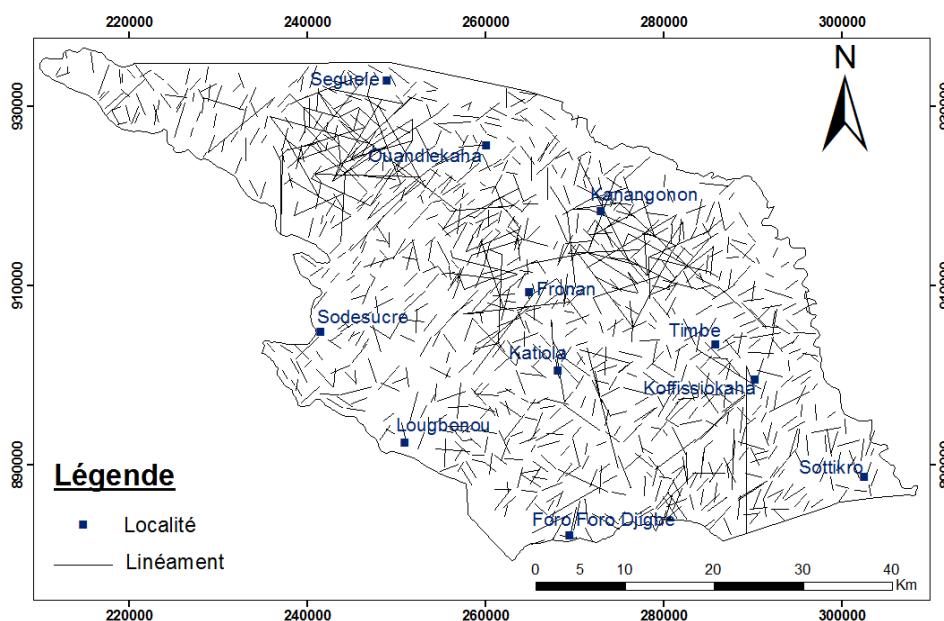


Fig. 5. Carte linéamentaire

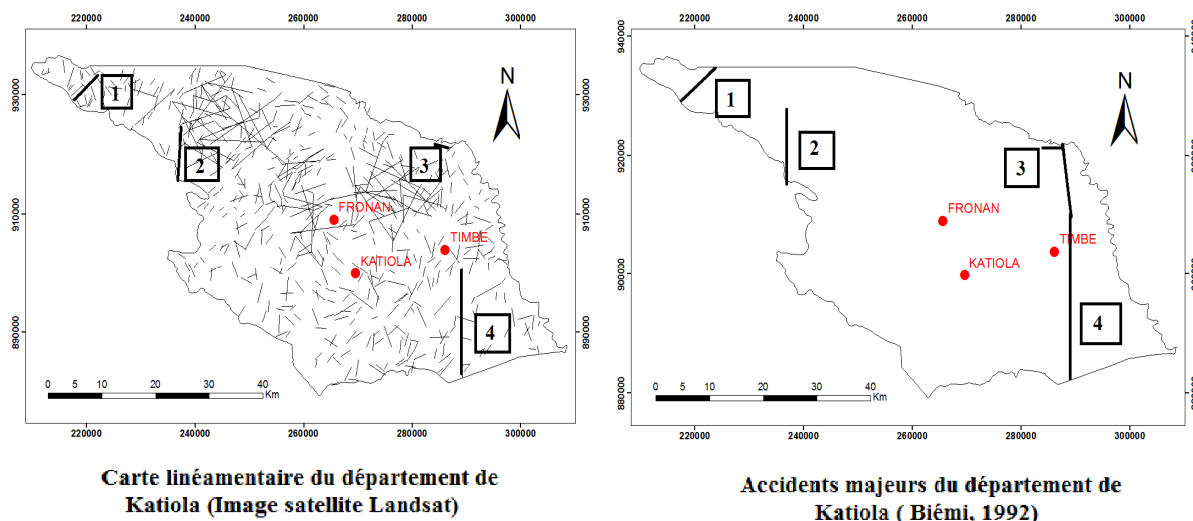


Fig. 6. Carte de validation

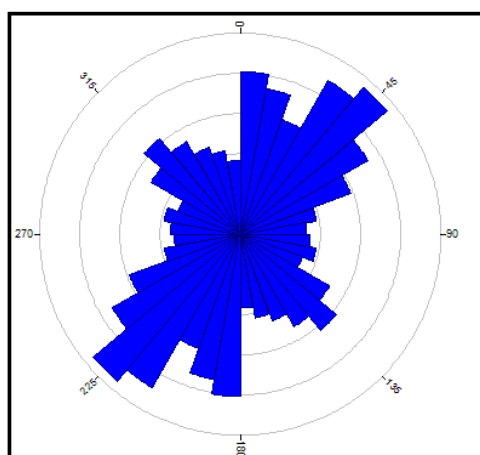


Fig. 7. Rosace directionnelle

4.1.2 CARTOGRAPHIE THÉMATIQUE

« Carte des Zones de minéralisation »

La carte des zones de minéralisation (figure 7) est le résultat des croisements des cartes lithologique, d'indice aurifère, et de densité de fracturation. Cette carte permet de dégager les zones probables de minéralisation et est établie en tenant compte de cinq classes. La zone de minéralisation très faible 28% (980Km² soit 98000ha) occupe le Sud de la zone d'étude. La zone de minéralisation faible couvre 25% (875Km² soit 87500ha) de la zone étudiée et se localise également au Sud et l'Ouest. La zone de minéralisation moyenne avec une proportion de 20% (700Km² soit 70000ha) occupe le Centre la zone d'étude. Quant aux zones de minéralisation forte et très forte représentant respectivement 15% (525Km² soit 52500ha) et 12% (420Km² ou 42000ha) elles couvrent les localités de Fronan, Kanangonon, Ouandiékaha et Séguélé.

L'étude de la carte de minéralisation de Katiola montre que la zone d'étude est moyennement minéralisée (47%). On rencontre une très forte minéralisation à l'Ouest de la zone d'étudiée où se situe la localité de Séguélé. Le degré de minéralisation diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de cette zone. Les zones de faible minéralisation se rencontrent au Sud.

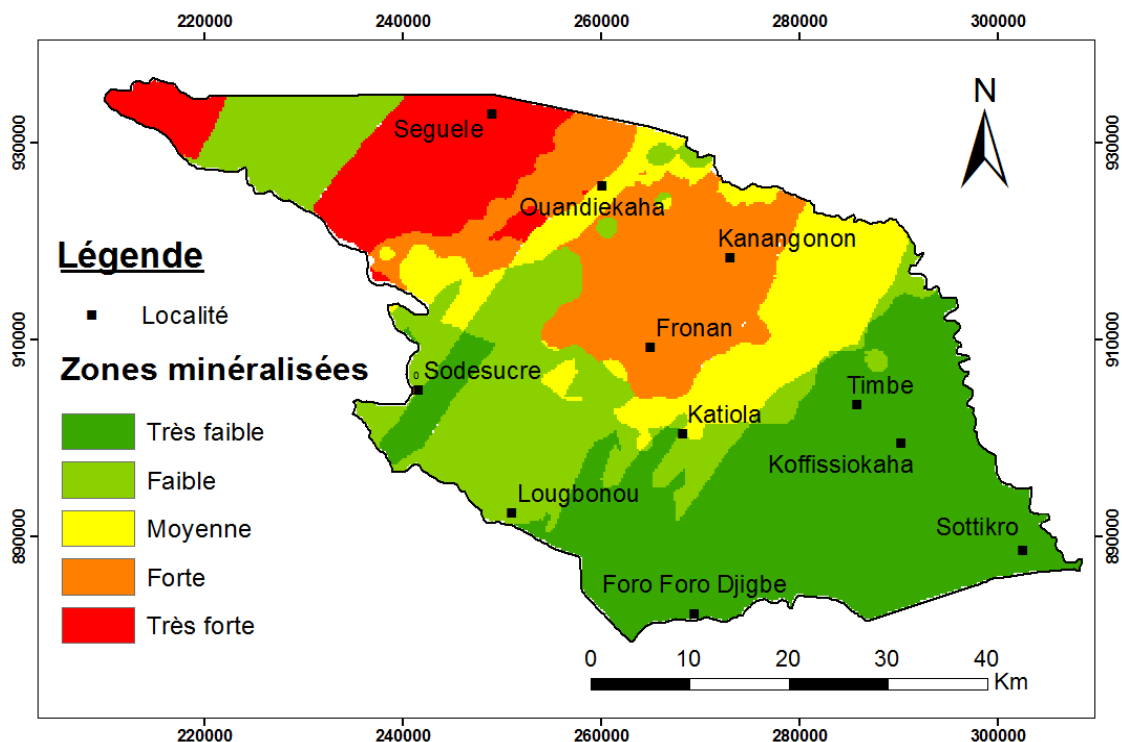


Fig. 8. Carte des zones de minéralisation

« Carte des niveaux de praticabilité »

La carte des sites praticables en matière de recherche de minéralisation aurifère (fig. 8) a été obtenue en combinant la carte de densité de population et la carte des types de sol. Elle se présente en anneaux concentriques. Cette carte met en évidence cinq niveaux de praticabilité de la recherche de la minéralisation aurifère. La classe très faible 2% (70 Km² ou 7000ha) situé à Katiola est entourée par la classe moyenne 5% (175 Km² ou 17500ha) La classe forte couvre les localités de Fronan jusqu'à Loughbonou et fait 23% (805 Km² ou 80500ha) de la zone d'étude. La classe très forte occupe la quasi-totalité de la zone d'étude 70% (2450 Km² ou 245000 ha).

La combinaison du facteur densité de population avec le facteur type de sols a permis l'obtention de la carte des sites favorables à la pratique de la recherche aurifère. L'étude de la carte des niveaux de praticabilité montre que la quasi-totalité de notre zone d'étude est accessible à la pratique à la recherche. En effet, les zones très forte praticabilité couvrent environ 70% (2450Km² ou 245000 ha) de la zone d'étude et sont caractérisées par l'association d'une faible implantation humaine et des sols latéritiques. Les sites moyennement anthropisés et les sols latéritiques forment la trame des zones à praticabilité faible. On y rencontre les localités de Fronan et Loughbonou. La forte anthropisation dans la localité de Katiola rend cette zone et ses environs impraticables à la recherche de la minéralisation aurifère.

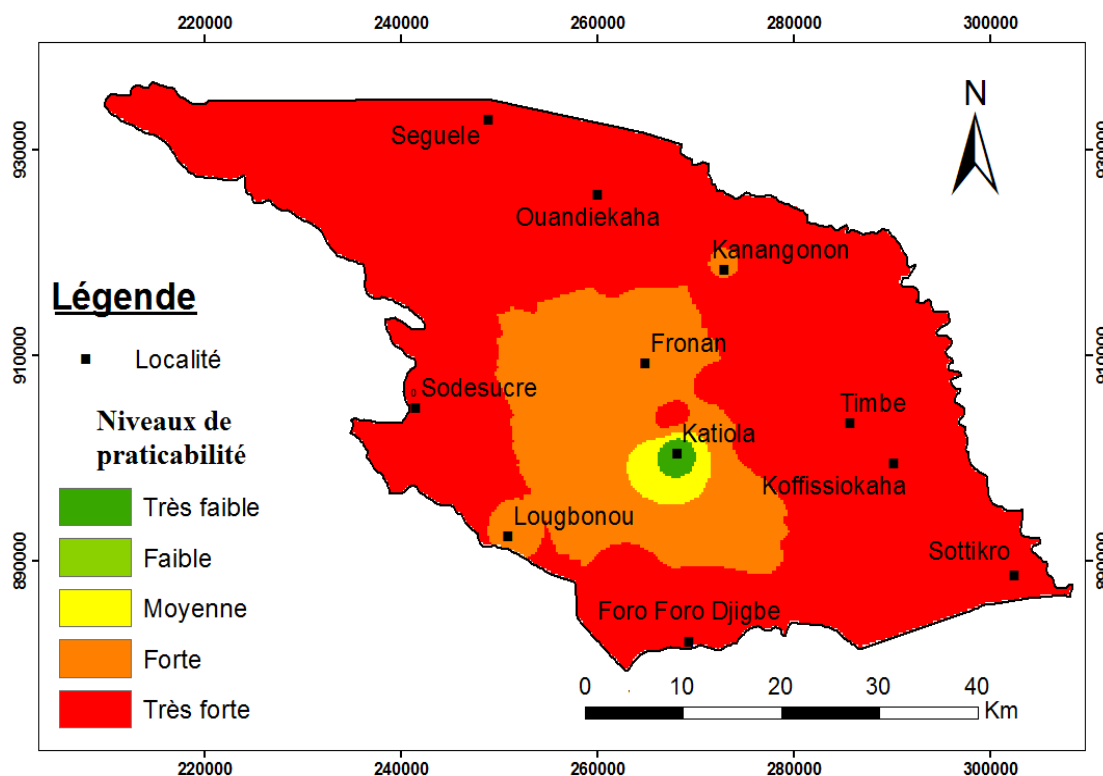


Fig. 9. Carte des niveaux de praticabilité

« Carte des sites potentiels à la minéralisation »

La carte des sites potentiels à la minéralisation aurifère (fig. 9) est le résultat de la combinaison des indicateurs zones de minéralisation et niveaux de praticabilité pour la conception de la carte de synthèse. Cette carte présente cinq principales zones de minéralisation. Les sites moins minéralisés couvrent 7% (245Km² ou 24500 ha) du territoire étudié. Ils se localisent à Koffissiokaha et s'étendent du Sud jusqu'à à Katiola. Les sites peu minéralisés couvrent 35% (1225 Km² ou 112500 ha) de la zone d'étude. Ces sites sont localisés à Foro Foro Djigbe, Sottikro et Timbé. Les sites moyennement minéralisés occupent 15% (525 Km² ou 52500 ha) de la surface d'étude et se rencontrent dans la partie Sud au Centre. Les zones minéralisés et très minéralisés représentent respectivement 30% (1050 Km² ou 105000 ha) et 13% (455 Km² ou 45500 ha) de la surface d'étude et se rencontrent au Nord et à l'Ouest.

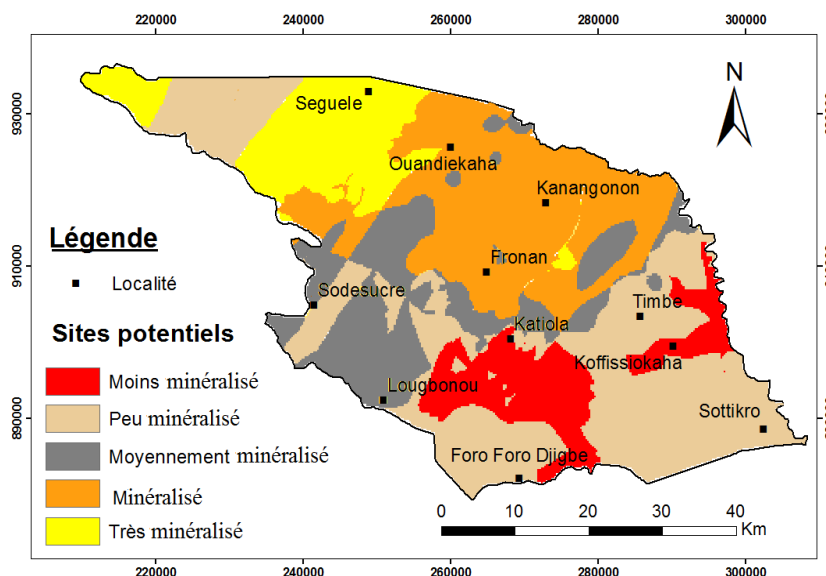


Fig. 10. Carte des sites potentiels à la minéralisation aurifère

La carte des sites potentiels à la minéralisation aurifère montre que le département de Katiola peut être divisé en deux zones principale. Il se dégage très clairement que les sites minéralisés et très minéralisés occupent la partie Nord et couvrent environ 43% (1505Km² ou 150500 ha) de la zone d'étude. Ces zones correspondent aux sites très propices à une recherche aurifère. On y trouve les localités de Fronan, Seguele, Kanangonon et Ouandiékaha. La partie Sud du département est occupées par les sites moins et peu minéralisés. Ces sites couvrent environ 42% (1470Km² ou 147000ha) de la zone d'étude et sont localisés à Sottikro, Timbé, Koffisiokaha et Foro Foro Djigbe. Ces zones peuvent faire objet de recherche selon les conditions technologiques du moment et en fonction de l'offre et de la demande. Ces deux grandes zones sont séparées par une zone intermédiaire correspondant au site moyennement minéralisé. Cette zone occupe 10% (350Km² ou 35000ha) de la superficie du secteur étudié.

4.2 DISCUSSION

L'utilisation du SIG et de l'analyse multicritère dans le département de Katiola a abouti à la production des cartes de zones de minéralisation et de niveaux praticabilité de la recherche minière. Le constat qui se dégage de la combinaison des indicateurs zones de minéralisation et niveaux de praticabilité est la similitude de la carte de synthèse avec celle des zones de minéralisation. Ceci s'explique par le fait que la carte de synthèse a été fortement influencée par l'indicateur zone de minéralisation. La distribution des zones probable de minéralisation s'explique par le fait que la carte des zones de minéralisation elle aussi a été fortement influencée par le facteur indices aurifères et moyennement par le facteur lithologie. Le facteur indice aurifère a été très déterminant du fait que ce facteur a toujours guidé toute entreprise de recherche de minéralisation aurifère. Aussi, selon [1], les concepts de la prospection minière établissent clairement qu'aucune action ne peut être entreprise sans le soupçon d'un gîte. Dans un sens plus large, il faut au préalable une indication de la présence de la minéralisation avant d'entreprendre une prospection minière dans une zone donnée. Quant à la lithologie, elle constitue un véritable métallotecte dans la recherche de la minéralisation. Les méthodes d'analyse multicritère ou plus exactement les méthodes d'aide multicritères à la décision ont été utilisées par de nombreux auteurs. En effet, les procédures d'analyse spatiale basée sur des critères pour l'identification et le choix de l'emplacement d'un site a déjà fait ses preuves à travers diverses études [12] ; [14] et [17]. Le département de Katiola présente des zones aurifères et un bon niveau de praticabilité de la recherche aurifère. La carte des sites potentiels de minéralisation obtenue après superposition de la carte des indicateurs zone de minéralisation sur celle des niveaux de praticabilité, se présente comme une base de donnée très importante pour l'aide à la décision. Elle constitue une pré-prospection qui évite les phases de recherches lourdes, lentes et coûteuses Ainsi, la carte obtenue permet de remarquer que les zones minéralisées présentent des niveaux de praticabilité accessible et acceptable. Cette carte présente l'avantage d'avoir ainsi sur un seul support cartographique, plusieurs éléments géologiques (lithologie, densité de fracturation, type de sol, etc.).

Le SIG et l'analyse multicritère présentent de nombreux atouts, car ils apportent une contribution incontestable à la gestion des ressources minière et les prises de décisions rationnelles. Cependant, ils présentent des limites. L'estimation des paramètres manque souvent de précision du fait de l'insuffisance ou de l'absence totale de données en certains endroits de la zone d'étude.

5 CONCLUSION

Cette étude s'est fixée comme objectif la déterminer des sites potentiels de minéralisation aurifère à partir de la mise en place d'un système d'information géographique. Le traitement de l'image ETM+ de Landsat7 a permis de réaliser la carte de linéaments de la zone d'étude. La direction N40°-45° apparait comme la direction principale de la carte linéamentaire dans le département de Katiola tandis que celles de N30°-35° ; N0°-5° ; N10-15° sont secondaires. L'identification des sites potentiels à la minéralisation s'est fait à partir du SIG et de la méthode d'analyse multicritère (analyse hiérarchique des procédés). Cette méthode nous a permis d'avoir des résultats assez satisfaisants. Avec cette méthode, nous avons produit deux cartes d'indicateurs que sont les indicateurs des niveaux de praticabilité et des zones de minéralisation. Le croisement des deux indicateurs a permis d'établir la carte des sites potentiels de la minéralisation aurifère de la zone d'étude. En effet, cette carte montre que 10% (350Km² soit 35000ha) de la zone est moyennement minéralisé, 30% (1050Km² soit 105000ha) est minéralisé et 13% (455Km² soit 45500ha) est très minéralisé. Elle fournit à l'utilisateur un outil de prise de décision pour la recherche minière dans le département de Katiola.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Direction Régionale des Mines de Katiola pour son apport technique dans la réalisation de cette étude dans le département de Katiola.

CONFLIT D'INTERET

Il n'existe aucun conflit d'intérêt entre les auteurs de cet article.

RÉFÉRENCES

- [1] DUMAS F. (1977). Techniques d'exploration minière: objets et méthodes. Cahiers du BRGM Orléans. 325p.
- [2] STAR. J.; ESTES. J. (1990): Geographic information systems. An introduction. Library of Congress Cataloging-in-publication Data. Ed. Prentice-Hall. Santa Barbara. Vol II, 301 p.
- [3] JOURDA J. P. (2005). Méthodologie d'application des techniques de télédétection et des systèmes d'information géographique à l'étude des aquifères fissurés d'Afrique de l'Ouest. Concept de l'hydrotechnique spatiale. Cas de la zone test de Korhogo. (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat ès Sciences naturelles, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 402p.
- [4] TALNAN J.H.C. (2009). Répartition spatiale, gestion et exploitation des eaux souterraines: cas du département de Katiola, Région des savanes de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'Université de Paris Est, France. 29p.
- [5] POSS R. (1982). Etude morpho-pédologique de la région de Katiola (Côte d'Ivoire), Carte des paysages et des unités morpho- pédologiques, Notice Explicative. N°94, ORSTOM PARIS IBSN 2-7099-0644-9.
- [6] CRK (2014). Conseil régional de Katiola
- [7] DOUMBIA S., POUCLLET A., KOUAMELAN A., PEUCAT J.J., VIDAL M., DELOR C. (1997). Petrogenesis of juvenile-type Birimian (paleoproterozoic) granitoids in Central Côte d'Ivoire, West Africa: geochemistry and geochronology, pp. 33-63.
- [8] BIEMI.J. (1992). Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versants sub-sahéliens du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest : hydrostructurale, hydrodynamique, hydrochimie et isotopie des aquifères discontinus de sillons et aires granitiques de la Haute Marahoué (Côte d'Ivoire). Thèse d'Etat, Univ, Abidjan,
- [9] CHAVEZ., PAT S., BERLIN, GRAYDON L. and SOWERS, LYNDIA B. (1982). 'Statistical method for selecting Landsat MSS ratios'. Journal of Applied Photographic Engineering, Vol. 8: pp. 23-30.
- [10] YESOU H., GWYN H., BRISSON H., BRUCE B. (1990). Télédétection et prospection minière : application à la cartographie structurale du secteur lac Shortt, Abitibi-Québec, résultats préliminaires. Sci. Géol., vol.43, pp 45-61.
- [11] BAUX C et CASSARD D., (1991). Identification des secteurs à vocation aurifères dans un couloir tectonique régional par interprétation satellitaires, géologiques, géophysiques intégrées dans un Système d'Information Géographique. L'exemple du cisaillement Sud- Armoricaïn. Chronique de la recherche minière n°505, pp. 19-34.
- [12] NIAMKE K.H. (2009). Télédétection et SIG dans la stratégie de prospection minière en côte d'ivoire : cas de l'indice d'or baoulé-est de région du N'zi-Comoé (Centre de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Côte d'Ivoire. 149p.
- [13] SAATY T.L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology, 15, pp 234-281.
- [14] JOURDA J.P., SALEY M.B., DJAGOUA E.V., KOUAMÉ K., J., BIÉMI J., et RAZACK M. (2006). Utilisation des données ETM+ de Landsat et d'un SIG pour l'évaluation du Potentiel en eau souterraine dans le milieu fissuré précambrien de la région de Korhogo (Nord de la Côte d'Ivoire) approche par analyse multicritère et test de validation. Revue de Télédétection, vol.5, n°4, pp 339 – 357.
- [15] KOUAME K.J. (2007). Contribution à la gestion intégrée des ressources en eaux (GIRE) du district d'Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire): Outils d'aide à la décision pour la prévention et la protection des eaux souterraines contre la pollution. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan, 225p.
- [16] AHOUSSEI K.E (2008). Evaluation quantitative et qualitative des ressources en eau dans le sud de la Côte d'Ivoire. Application de l'hydrochimie et des isotopes de l'environnement à l'étude des aquifères continus et discontinus de la région d'Abidjan-Agboville : Thèse de doctorat, Université de Cocody, 132p.
- [17] SALEY M.B. (2003). Système d'Information à référence spatiale, discontinuités pseudo- images et cartographies thématiques des ressources en eau de la région semi-montagneuse de Man (ouest de la côte d'ivoire). Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 209p.

Performances de *Tamarix aphylla* (L.) H.Karst. var *erectus* sur sols sulfatés acides salés du terroir de Ndiaffate, Kaolack (Sénégal)

[Performance of *Tamarix aphylla* (L.) H.Karst. var *erectus* on salty acid sulphate soils of Ndiaffate terroir, Kaolack (Senegal)]

Elhadji FAYE¹, Mamoudou Abdoul TOURE², Malainy DIATTA², and Mouhameth SARR¹

¹Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (ISFAR), Université de Thiès, BP 54 - Bambey, Senegal

²Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, BP. 3120, Senegal

Copyright © 2019 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 increasing salinization of Sine Saloum river basin lands is on a scale that far exceeds the current reclamation and use capacity of populations. For this, a biomechanical design associating a levee network and *Tamarix aphylla* (L.) H.Karst as a biological pump was implemented in Ndiaffate village in 1998. The experimental design was a randomized complete blocks with three treatments, a control and five replicates. The treatments were three planting densities (4 x 3, 4 x 4 and 4 x 5 m). Ten years later, it was important to evaluate species and its effects on salinity and acidity of studied lands. Systematic monitoring of plants was conducted. Diameter, height and number of *T. aphylla* stems, salinity and acidity of the experimental plots were measured. Data analysis shows that planting density has direct effects on *T. aphylla* growth and indirect effects on soil salinity and acidity. The 4 x 5 m treatment seems to give the best success rates and growth. A significant difference was found between height, diameter and regeneration means. A follow-up of the amplitude of chemical parameters' seasonal variations seems to be necessary.

KEYWORDS: Salty soils, *Tamarix aphylla*, Density, Sprouting.

RESUME: La salinisation croissante des terres du bassin du fleuve Sine Saloum, a pris une ampleur dépassant de loin les capacités actuelles de restauration et de valorisation des populations. Face à ce constat, un dispositif biomécanique combinant diguettes et pompe biologique ou *Tamarix aphylla* (L.) H.Karst. a été installé à Ndiaffate en 1998. Le dispositif expérimental est en blocs complets randomisés avec trois traitements, un témoin et cinq répétitions. Les traitements sont les densités de plantation (4 x 3, 4 x 4 et 4 x 5 m). Dix ans plus tard, il était important d'évaluer le comportement de *T. aphylla* et ses effets sur la salinité et l'acidité des terres étudiées. Un suivi systématique des individus plantés a été ainsi conduit. Les variables mesurées et analysées sont : diamètre, hauteur, nombre de tiges, salinité et acidité. La densité de plantation a des effets directs sur la croissance de *T. aphylla* et indirects sur la salinité et l'acidité des sols. Le traitement 4 x 5 m semble donner les meilleurs taux de réussite, croissance et contrôle de l'acidité et de la salinité. Une différence significative a été notée entre les moyennes de hauteur, diamètre et régénération. Un suivi de l'amplitude des variations saisonnières des paramètres chimiques semble nécessaire.

MOTS-CLEFS: Sols salés, *Tamarix aphylla*, Densité, Régénération.

1 INTRODUCTION

Avec la péjoration climatique observée depuis 1968, des modifications sévères sont survenues dans les écosystèmes forestiers et agroforestiers du Sénégal. Une des conséquences est l'avancée du phénomène de salinisation des eaux et des sols suite à la transgression marine. Ce phénomène a entraîné des conséquences dramatiques parmi lesquelles : (i) la diminution du couvert végétal y compris la mangrove et avec 70% des formations à *Acacia seyal* et 30 à 40% des formations à *Combretum glutinosum* qui ont disparu selon [1] et l'accentuation de l'érosion des sols, (ii) la salinisation croissante des terres basses entraînant l'abandon des rizières, (iii) la réduction des pâturages et (iv) l'accentuation de la pauvreté et de la précarité dans certaines localités rurales.

En Afrique comme ailleurs, des initiatives nationales, régionales et mondiales ont vu le jour pour lutter contre la dégradation des sols, un phénomène dont l'ampleur est reconnue dans les diverses propositions et déclarations [2]. C'est pourquoi au Sénégal, face à ce phénomène, plusieurs tentatives de restauration des terres salées ont été menées et orientées vers les méthodes biologiques (plantations de Keur Mactar [1] ; plantations du PRECOBA (1981-1997)). Si ce criblage d'espèces forestières halotolérantes et les aménagements mécaniques sont relativement anciens, les aménagements biomécaniques ont été plus récents avec notamment le Projet de Restauration Agronomique des Sols Salés, 1998-2004 au Sénégal (PRASS, 1998 financement CRDI), le Projet Valorisation Agro-sylvo-pastorale des sols salés et sulfatés acides du Bassin du Sine Saloum (2005 financement FNRAA), le Projet de Partenariat multi-acteurs pour l'adaptation des populations vulnérables à la salinisation des sols induite par les changements climatiques au Sénégal (PROMASC, 2009 financement CRDI), le Projet Valorisation Agro-sylvo-pastorale des sols salés de la Région de Fatick (Sénégal) (2012, Financement UEMOA/PAES), etc. Ces expérimentations visaient à mettre au point et éprouver des techniques mécaniques et biomécaniques de restauration des terres salées. Le PRASS cherchait à restaurer les terres salées à travers un dispositif de recherche original combinant une espèce pompe biologique (*Tamarix aphylla*) et des mini-ouvrages de retenues des eaux de pluie (diguettes en terre).

Dix ans plus tard, il était important de faire le point sur un tel dispositif et ses impacts sur le sol. L'objectif de l'étude est d'évaluer les performances de *Tamarix aphylla* (« pompe biologique ») sur sols sulfatés acides salés (communément appelés tannes) et son rôle dans les processus de désalinisation de ces sols à Ndiaffate, région de Kaolack. Pour atteindre cet objectif, deux hypothèses ont été posées : (i) la densité de plantation a un effet sur la survie et le comportement de *Tamarix aphylla* sur sols sulfatés acides salés et (ii) la densité de plantation n'a aucun rôle sur la désalinisation et la désacidification des sols de Ndiaffate.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le site d'implantation de *Tamarix aphylla* est Ndiaffate (14°04'20,3" de latitude Nord et 16°10'51,1" de longitude Ouest) situé dans la région de Kaolack, au Sénégal. Ce site a fait l'objet d'aménagement biomécanique depuis 1998. L'aménagement mécanique consiste à édifier des diguettes de 50 cm de haut, sur 40 cm de large, entourant la parcelle expérimentale utile, divisant celle-ci en 5 blocs et 20 parcelles élémentaires et délimitant la zone tampon en amont de cette parcelle utile. Chacune des parcelles élémentaires est divisée, à l'aide des diguettes, en 5 sous-parcelles élémentaires.

Le dispositif expérimental adopté (Figure 1) est en blocs complets randomisés avec le seul facteur écartement à 4 niveaux : T_0 = traitement témoin sans *Tamarix*, T_1 = traitement à *Tamarix* planté à 4x3 m, T_2 = traitement à *Tamarix* planté à 4x4 m et T_3 = traitement à *Tamarix* planté à 4x5 m. Chaque traitement a été répété 5 fois.

Chaque bloc ou répétition est composé de quatre parcelles élémentaires de 0,4 ha ou 4000 m². Chaque parcelle élémentaire (Figure 2) est composée de 4 sous-parcelles périphériques de 750 m² chacune (50 m x 15 m) et une sous-parcelle centrale de 1000 m² (50 m x 20 m). Cela fait 20 parcelles élémentaires de 4 000 m² chacune. Une zone tampon d'une superficie de 4,91 ha entoure le dispositif. Elle est divisée en sous parcelles (0,175 ha) de part et d'autre des blocs.

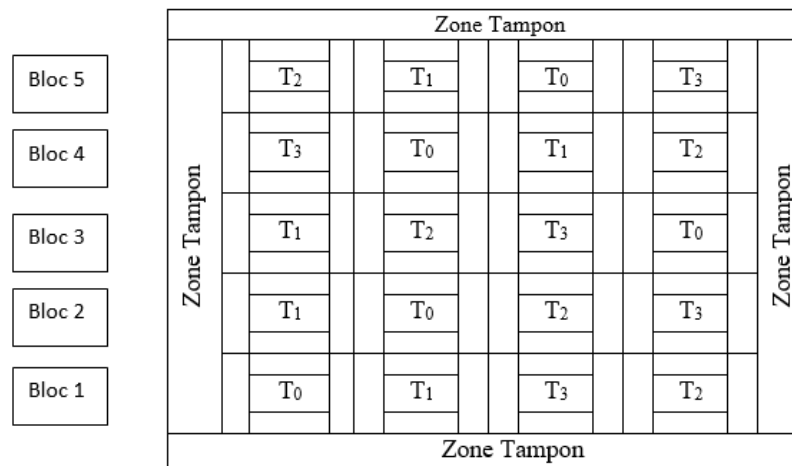


Fig. 1. Présentation du dispositif expérimental

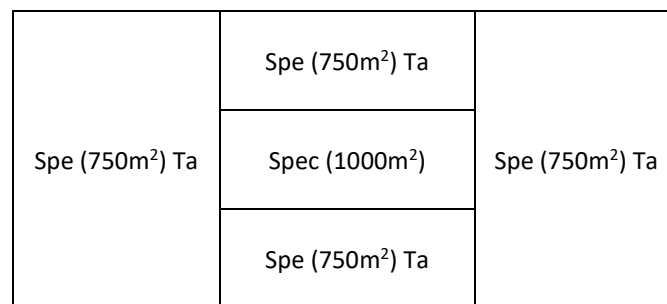


Fig. 2. Présentation de la parcelle élémentaire de 4000 m² du site expérimental de Ndiaffate

Spe = sous-parcelle élémentaire périphérique ; Spec = sous-parcelle élémentaire centrale ; Ta = *Tamarix aphylla*

Dans les parcelles, le matériel végétal est composé d'individus d'une espèce halophyte facultative à long tronc et avec de bonnes prédispositions à la régulation de l'évapotranspiration : *T. aphylla* var *erectus* planté à des densités de 333, 250 et 200 ind.ha⁻¹ (T1, T2 et T3). L'ensemble des individus présents dans chaque parcelle élémentaire a fait l'objet de mesure de hauteur avec une perche emboitable (telefix 10 m) et de diamètre à 1,3 m avec un compas forestier. Parallèlement à ces mesures, un comptage des individus vivants, des cas de coupes et des morts sur pied, a été effectué et des prises de vues ont été réalisées avec un appareil photo-numérique.

Pour analyser le sol des parcelles à *T. aphylla*, la méthode d'échantillonnage composite a été utilisée. Elle consiste à faire un prélèvement à 0,25 cm de profondeur à l'aide d'une tarière au milieu de chaque sous-parcelle élémentaire et dans la sous-parcelle centrale de chaque traitement. Les prélèvements sont ensuite mélangés et homogénéisés sur un sac de riz vide. Ensuite, une quantité de ce mélange est prélevée et mise dans des sachets plastiques pour être acheminée au laboratoire d'analyse pédologique de Ross Béthio, à Saint-Louis. Dans ce laboratoire, la conductivité électrique et le pH (pH/cond.Meter 430, jumelés) de 38 échantillons ont été déterminés sur extrait aqueux 1/5^e de sol.

ANALYSE DES DONNÉES

Les données collectées ont été soumises à des analyses de variance suivie de tests de comparaison de moyennes.

3 RÉSULTATS

3.1 TAUX DE RÉUSSITE

Le taux de réussite n'est pas influencé par l'écartement (Figure 3 ; p = 0,91). Il varie entre 38 et 43±15% et augmente avec l'écartement.

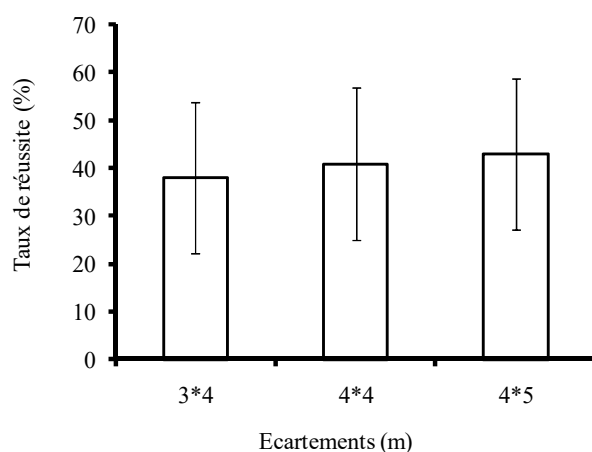


Fig. 3. Taux de réussite de *Tamarix aphylla* en fonction des écartements à Ndiaffate ($p = 0,91$)

3.2 HAUTEUR DES PLANTS

La densité de plantation n'a pas d'effets significatifs sur la hauteur des plants ($p = 0,07$). Les individus appartenant aux parcelles de densités 4x4 et 4x5 m (Figure 4) sont en valeur absolue légèrement plus hauts (2,90 et 2,85 m) que ceux de la densité 3x4 m (2,60 m).

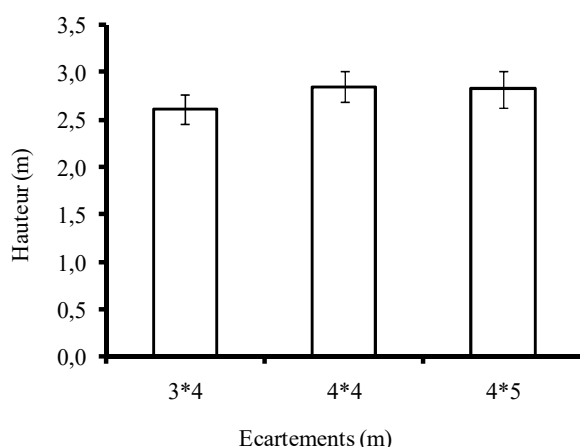


Fig. 4. Hauteur moyenne en fonction de l'écartement à Ndiaffate ($p = 0,07$)

3.3 CROISSANCE EN DIAMÈTRE

3.3.1 DIAMÈTRE BASAL

La figure 5 montre que le diamètre basal des arbres varie significativement en fonction de l'écartement ($p < 0,01$). Le diamètre le plus important (7,37 cm) est obtenu avec l'écartement 4*5 significativement différent des autres traitements. Cependant, aucune différence significative n'est notée entre les diamètres issus des écartements 3*4 et 4*4.

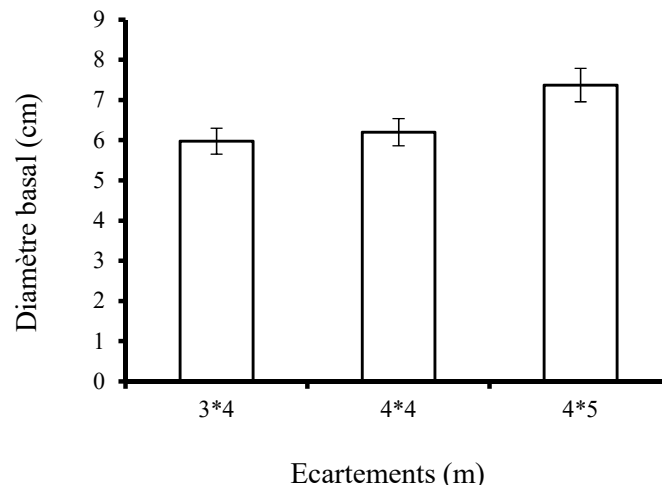


Fig. 5. Diamètre basal en fonction de l'écartement à Ndiaffate ($p < 0,01$)

3.3.2 DIAMÈTRE À 1,30M

Les traitements ont un effet significatif sur la croissance en diamètre à 1,30 m ($p < 0,01$). La figure 6 met en évidence une meilleure croissance en diamètre (3,8 cm) au niveau de la plus faible densité de plantation (4 x 5 m). La deuxième meilleure croissance (3,1 cm) est cependant enregistrée au niveau de la plus forte densité de plantation (3 x 4 m).

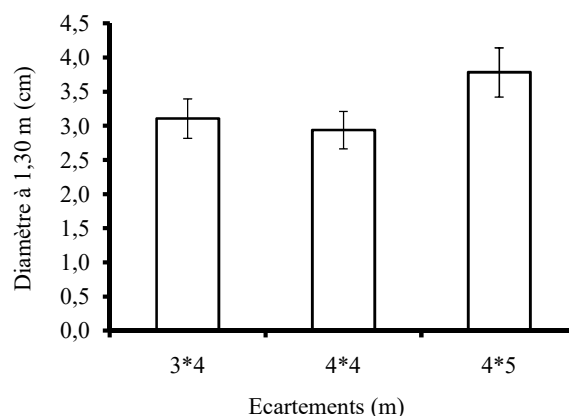


Fig. 6. Diamètre à 1,30 en fonction des traitements à Ndiaffate ($p < 0,01$).

3.4 ANALYSE DE LA RÉGÉNÉRATION VÉGÉTATIVE

3.4.1 NOMBRE DE JEUNES TIGES

Le nombre de rejets est fortement influencé par l'écartement ($p < 0,01$; Figure 7). Les écartements 4*4 et 4*5 donnent les nombres de rejets les plus importants ($4,20 \pm 0,90$ et $4,30 \pm 0,95$). Le nombre de rejets le moins important est obtenu avec l'écartement 3*4 ($3,65 \pm 0,65$).

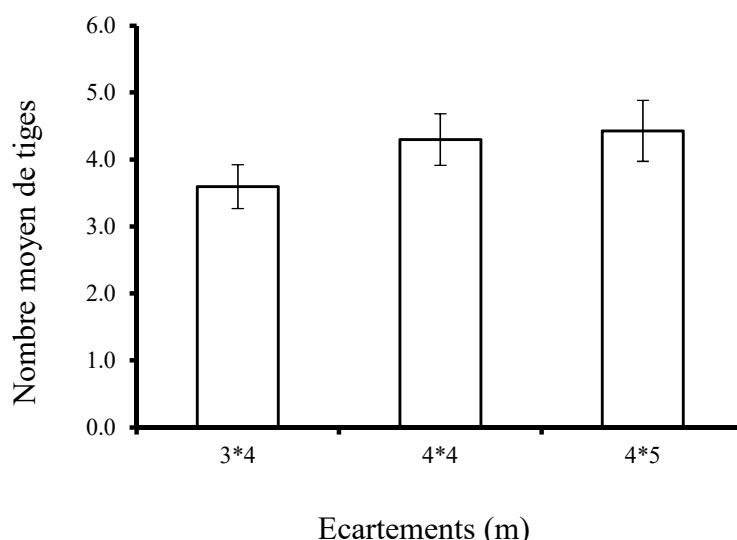


Fig. 7. Nombre moyen de tiges en fonction de l'écartement à Ndiaffate ($p < 0,01$)

3.4.2 DIAMÈTRE DE LA PLUS HAUTE TIGE

Le diamètre de la plus haute tige augmente avec l'écartement ($p = 0,02$; Figure 8). Le plus gros diamètre de la tige la plus haute est obtenu avec l'écartement 4*5 (en moyenne $2,8 \pm 0,75$ cm). Aucune différence significative n'est notée entre les diamètres des plus hautes tiges des écartements 3*4 et 4*4.

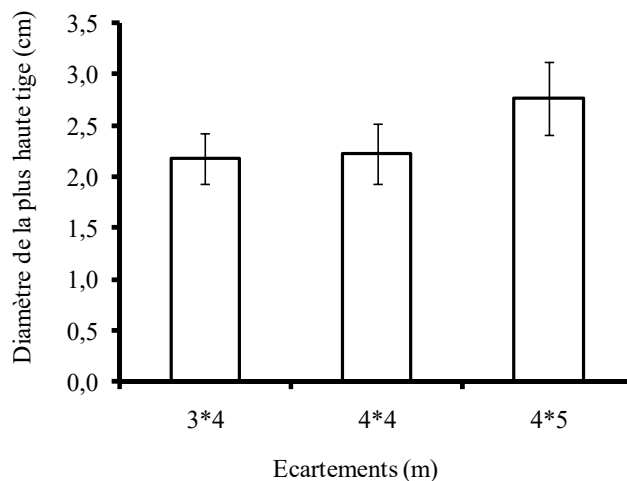


Fig. 8. Diamètre moyen de la plus haute tige en fonction de l'écartement à Ndiaffate ($p=0,02$)

3.5 CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DU SOL DU SITE EXPÉRIMENTAL

Les données de sol collectées ont servi à déterminer le potentiel Hydrogène (pH) pour l'évolution de l'acidité et la Conductivité électrique (CE) pour l'évolution de la salinité.

3.5.1 ACIDITÉ DES SOLS

Les traitements n'ont pas d'effets significatifs sur le pH eau ($p = 0,45$) et le pH KCl ($p = 0,47$). Les résultats d'analyse de pH montrent une légère différence entre les valeurs du pH eau et du pH KCl (Figure 9) qui varient entre 5 et 6. Les plus fortes valeurs sont observées au niveau du traitement 4 x 4 m.

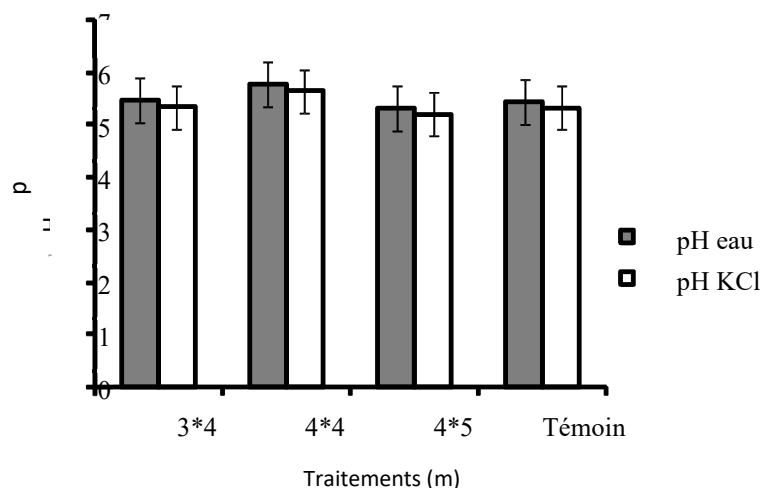


Fig. 9. pH eau ($p = 0,45$) et pH KCl ($p = 0,47$) en fonction des traitements à Ndiaffate

3.5.2 SALINITÉ DES SOLS

Les traitements n'ont pas d'effets significatifs sur la salinité ($p = 0,44$). Les résultats (Figure 10) montrent une grande variabilité de la conductivité électrique (2,5 à 3,7 mS.cm⁻¹). La plus faible conductivité électrique (2,5 mS.cm⁻¹) est observée au niveau de la plus faible densité de plantation. Cela semble donner déjà un début d'explication de la plus forte croissance en hauteur et en diamètre observée dans ce traitement.

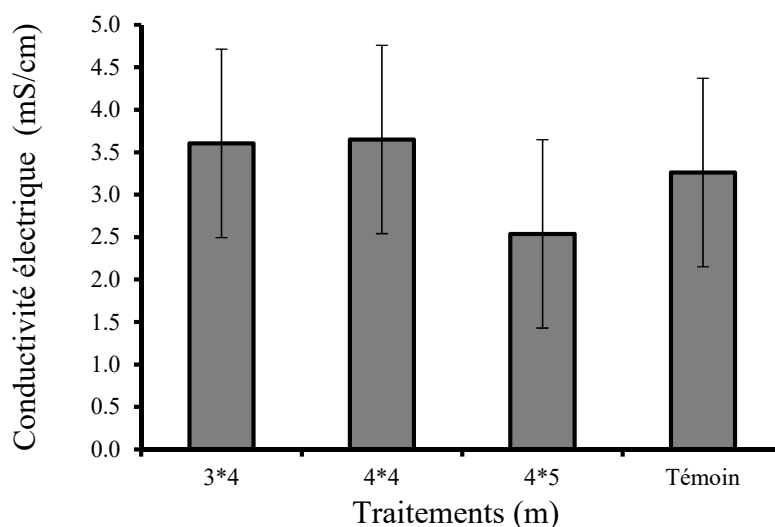


Fig. 10. Conductivité électrique en fonction des traitements ($p = 0,44$)

4 DISCUSSION

Le taux de réussite de *Tamarix aphylla* après dix ans de plantation n'a pas été influencé par les traitements étudiés. Cependant, en valeur absolue, les écartements (4*4 et 4*5) semblent donner les meilleures performances. En effet, le taux de

réussite échelonné montre que les écarts initiaux (333, 250 et 200) entre les traitements ont tendance à être résorbés. Cet écart qui varie entre 20 et 45 individus maintient la densité plus élevée avec 3 x 4 m (130 individus), suivi de 4 x 4 m (102 individus) et enfin 4 x 5 m (84 individus). Des taux de réussites inférieurs ont été obtenus avec les plantations de *Atriplex lentiformis* qui ont été faites à Ndiaffate en 1999 suivies de regarnis en 2000 et 2001. Le taux de survie de *A. lentiformis* a diminué au fil du temps. Il a été faible pour les plants de 2001 (7%) et 2000 (5%). Pour les plantations de 1999, le taux de survie des arbres a été inférieur à 1% [3].

La hauteur des plants n'a pas été également influencée pour la même durée par l'écartement. Par contre, une influence significative du temps sur la croissance en hauteur a été observée chez *Gossypium hirsutum* L. ($p = 0,005$) [4]. En effet, la hauteur la plus importante a été observée à T3 et T2 (en moyenne $33,37 \pm 1,45$ cm) et plus faible à T1 ($28,78 \pm 1,45$ cm). Les essais de [2] à Ngane, sur des sols sulfatés acides salés à pH et CE variant respectivement entre les valeurs 5,1 et 5,3 ; 0,13 et 4,3 mS.cm⁻¹ et comparables à celles des paramètres chimiques de Ndiaffate, autorisent la comparaison du comportement des espèces introduites à Ngane telles que *Melaleuca acacioides*, *M. viridiflora*, *M. leucadendron* avec les espèces introduites à Ndiaffate telles que *Tamarix aphylla* et *Atriplex lentiformis*. Après 39 mois de plantation, *Melaleuca acacioides*, *M. viridiflora*, *M. leucadendron* ont atteint une hauteur moyenne et un taux de survie respectifs de 159,5 ; 292 et 221 cm ; 100 %, 89 % et 78 %. Ces résultats, comparés à ceux de [5] obtenus après 4 ans de plantation dans le dispositif de Ndiaffate où la hauteur moyenne et le taux de survie étaient respectivement de 113 cm et 65 %, montrent que ces espèces introduites à Ngane ont une croissance plus rapide même si les sols du dispositif de Ndiaffate semblent moins salés consécutivement aux perturbations de l'écoulement naturel.

Tamarix aphylla est réputée être une espèce qui présente de bonnes dispositions à réagir positivement face au stress salin en émettant des brins. Ces brins ne sont observés qu'en milieu salé. Ainsi, après 10 années de plantation, une certaine régénération a été notée à Ndiaffate. Celle-ci est appréciée à travers le nombre moyen de nouvelles tiges, la hauteur et le diamètre moyens de la plus haute tige. Les plus gros diamètres moyen basal et à 1,30 m de *T. aphylla* ont été enregistrés au niveau de la densité T₃ (4 x 5 m). Le plus gros diamètre (2,8 cm) de la plus haute tige a aussi été obtenu avec le traitement 4*5. Dix (10) cm et six (6) cm de diamètre ont été obtenus avec des sujets de *Atriplex lentiformis* âgés de 3 à 2 ans à Ndiaffate [3]. Une augmentation hautement significative du diamètre en fonction du temps ($p < 0,001$) dans les conditions salées a également été observée chez *Gossypium hirsutum* L. par [4]. En effet, les diamètres les moins élevés ont été observés au début de l'essai (T1) ($0,24 \pm 0,01$ cm). Les diamètres les plus élevés ont été enregistrés à 1 et 2 mois de croissance (T2 et T3) (en moyenne $0,40 \pm 0,01$ cm) [4].

Le nombre de rejets le plus important (4,20 et 4,30) a été obtenu au niveau des traitements 4*4 et 4*5 (T2 et T3) sans différence significative. La performance de la densité T₃ (4*5) serait due à une faible concurrence et à une salinité plus faible comparée aux autres traitements. Alors, la faible performance au niveau du traitement T₁ (3*4) devrait être liée à une forte concurrence et une salinité élevée. Dans le contexte de cette étude où importent la restauration et la valorisation des terres dégradées, la densité T₃ (4*5) serait un seuil de la valeur optimale pouvant garantir la solidité (survie, hauteur et diamètres), donc la résistance de l'arbre aux conditions physiques et chimiques sévères de l'environnement des tannes et assurer une bonne production de perches.

La performance de *T. aphylla* sous forme de plantation, dans la localité de Ndiaffate sur les berges du marigot de Vélor, un des affluents du fleuve Saloum, est régie par la nature du sol, le degré d'anthropisation du site et la densité des arbres. Le mécanisme par lequel agissent ces trois facteurs est complexe. Le mode d'action du facteur anthropique pourrait se traduire dans ce contexte d'un essai, par des coupes clandestines des perches de *Tamarix* et des prélèvements non autorisés de la biomasse herbacée en guise de fourrage pour le bétail opérés par une certaine frange de la population autochtone. Ces visites inopinées pourraient porter atteinte à la croissance et au développement de *T. aphylla*.

L'acidité des sol (pH) et la conductivité électrique (CE) n'ont pas été influencées par les traitements (3*4, 4*4, 4*5 et témoin). En effet, le pH eau et le pH KCl varient entre 5 et 6 et la conductivité électrique (CE) entre 2,5 et 3,7 mS.cm⁻¹. Le traitement 4*5 présente la conductivité électrique la plus faible avec 2,5 mS.cm⁻¹. Au Sénégal, pour la conductivité électrique, un sol est dit salé à partir de 4 mS.cm⁻¹ de conductivité ou 2,44 g.l⁻¹. Ce seuil est variable selon les espèces [3]. En effet, en Australie comme ailleurs, [6] considèrent les sols hautement salés au-dessus de 1,1 mS.cm⁻¹ pour des espèces des genres *Eucalyptus* et *Casuarina*. Dans cette étude, la conductivité électrique reste inférieure à la norme Sénégalaise pour tous les traitements étudiés.

Le micro-relief au niveau de la berge influence fortement la nature du sol notamment sa texture et son degré d'engorgement par les eaux salées du marigot. Cela crée une variation des conditions édaphiques d'aval et en amont de la berge avec des répercussions certaines sur le comportement des végétaux. C'est ainsi qu'en aval de la parcelle expérimentale de Ndiaffate le sol est relativement plus lourd (limono-argileux) mais plus léger (sableux) en amont.

Le phénomène de salinisation s'est révélé plus sévère à l'intérieur du dispositif expérimental aménagé qu'à l'extérieur. Cette situation paradoxale est à mettre en relation avec le système de drainage déficient du dispositif. La mise en place des diguettes a modifié le cours naturel de l'évacuation des eaux en excès dans ce terroir et le drainage latéral du sol s'est montré imparfait. Le sol à l'extérieur du dispositif bénéficie d'un bon drainage latéral et les eaux de ruissellement véhiculent sans difficulté majeure, en raison de la pente (1%) du terrain, les sels dissouts de la terrasse haute vers le lit mineur du marigot. Ce système d'évacuation présentant des insuffisances dans le dispositif mis en place, les eaux de pluies stagnent dans les casiers aménagés et les sels dissouts par le biais de la chute des feuilles riches en sel ne sont pas évacués à la période optimale, en l'occurrence l'hivernage. Ces eaux très minéralisées, car en contact par la suite avec la nappe phréatique salée, subissent une forte évaporation en saison sèche et laissent un important résidu sec salé dans l'horizon superficiel du sol.

5 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'aggravation de la dégradation des terres cultivables consécutive à une salinisation croissante a entraîné des conséquences dramatiques sur le quotidien des populations qu'il convient de résorber avec la réhabilitation biomécanique et la valorisation des sols sulfatés acides salés.

L'approche méthodologique consistait à faire un inventaire systématique afin de mesurer les variables hauteur, diamètre, nombre de tiges, diamètre et hauteur de la plus haute tige. Simultanément, des prélèvements de sol ont été faits sur chaque site pour mesurer le pH et la conductivité électrique (CE).

Le réseau de diguette de retenue d'eau dans le dispositif expérimental associé à une plantation d'arbres (*T. aphylla*) sur ce type sol salé sulfaté acide salés, a permis, après 10 ans de plantation, d'avoir une idée sur son évolution. Il ressort que les densités de plantation associées aux diguettes ont un effet significatif sur le diamètre des individus comme sur la régénération végétative et sur les autres variables de survie et de croissance. Ainsi, la densité 4 x 5 est meilleure pour *T. aphylla* sur sols sulfatés acides salés. L'hypothèse 1 est donc partiellement vérifiée. Par contre, les densités de plantation ne présentent aucun effet significatif sur les niveaux de salinité et d'acidité des sols. Cependant, la densité 4 x 5 m correspond au niveau de salinité le plus bas avec 2,5 mS.cm⁻¹. Il y a donc au moins ce traitement 4 x 5 m qui est moins salé que le témoin. Le pH des sols du dispositif est acide à peu acide. Le traitement 4 x 4 m est moins acide que le témoin et tous les autres traitements. Ce qui infirme partiellement l'hypothèse 2. Cet essai devrait être poursuivi en améliorant le système de drainage latéral du dispositif.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient :

- ✓ le CRDI pour avoir financé les recherches menées dans cette étude ;
- ✓ les membres de l'équipe de recherches et les institutions partenaires (GREEN SENEGAL, CARITAS, CNRF, ISE, ISFAR) ;
- ✓ M. Mbaye NDAO et toute sa famille à Ndiaffate.

RÉFÉRENCES

- [1] S. Sadio, Pédogénèse et potentialités forestières des sols sulfatés acides salés des tannes du Sine-Saloum (Sénégal). Thèse d'Etat, Orstom éditions, Dakar, 269 p, 1991.
- [2] M. lovei, les points marquants, 2018.
[Online] available : <http://www.banquemoniale.org/fr/news/feature/2016/11/14/africas-bold-and-ambitious-endeavor-restoring-100m-hectares-of-land-by-2030> (15 Octobre 2018).
- [3] E. Faye, M. Camara, M.A. Touré. et A. Mbaye, Evaluation et amélioration du comportement de *Atriplex lentiformis* (Torr.) S. Watson en milieux salés au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8(4): 1697-1709, 2014.
- [4] B. Camara., E. Faye, M.A. Touré et D. Ngom, Etude sous serre du comportement de *Gossypium hirsutum* L. face au stress salin (Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(1): 259-269, 2015
- [5] F. Bassène, F. Matty, M. Diatta et D. Pasternak, Influence du procédé biomécanique de restauration agronomique sur la fertilité d'un sol salé, sulfaté acide du bassin fluvio-marin du Saloum dans la localité de Ndiaffate, Centre-Ouest Sénégal, DEA, UCAD, 21 p, 2006.
- [6] D. Sun, G.R.D. Dickinson, Salinity effects on tree growth, roots distribution and transpiration of *Casuarina cunninghamiana* and *Eucalyptus camaldulensis* planted on a saline soil in tropical north Australia. *For. Ecol. Manage.*, 77(1-3): 127-138, 1995.

Comparaison des capacités d'accumulation des éléments traces métalliques chez trois espèces maraîchères, la laitue (*Lactuca sativa* L.), l'épinard (*Spinacia oleracea* L.) et l'amarante (*Amaranthus paniculatus* L.), cultivées sur des sites d'agriculture dans la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire)

[Comparison of metallic trace elements accumulation capacities in three market garden species, lettuce (*Lactuca sativa* L.), spinach (*Spinacia oleracea* L.) and amaranth (*Amaranthus paniculatus* L.), grown on agricultural sites in the city of Abidjan (Côte d'Ivoire)]

Kouassi Joseph KOUAKOU¹, Ahoua Edmond SIKI², Seu Jonathan GOGBEU³, Koffi Bertin YAO¹, Moussa BOUNAKHLA⁴, Dénezon Odette DOGBO¹, and Yves-Alain BEKRO⁵

¹Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

²Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Physiologie et Pathologie Végétales, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

⁴Laboratoire d'Analyses Élémentaires, Centre National de l'Energie, des Sciences et des Techniques Nucléaires, BP 1382 R.P. 10001 Rabat, Maroc

⁵Unité de Formation et de Recherche des Sciences Fondamentales et Appliquées, Laboratoire de Chimie Bio-organique et des Substances Naturelles, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2019 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: Like many cities in the world, the city of Abidjan has experienced, in recent years, a significant development of market gardening. At the same time, the popularization of urban agriculture is controversial in terms of food security given the exposure of crops to pollutants, including trace elements, generated by agricultural practices and urban activities. In this work, we have compared, by a principal components analysis, the potential for the accumulation of five trace metals, cadmium, copper, lead, zinc and nickel, by three market garden species, lettuce, spinach and amaranth. The market garden species came from two market gardening sites, Marcory and Cocody, and the experimental plot of Nangui Abrogoua University. The results showed that lettuce has a greater capacity for accumulation of the five metals than for spinach and amaranth. However, amaranth and spinach from the three sites showed almost the same metal accumulation capacity.

KEYWORDS: Abidjan, market gardening, trace elements, lettuce, spinach, amaranth.

RÉSUMÉ: A l'instar de plusieurs villes dans le monde, la ville d'Abidjan a connu, ces dernières années, un développement important du maraîchage. Dans le même temps, la vulgarisation de l'agriculture urbaine fait l'objet de controverses en matière de sécurité alimentaire compte tenu de l'exposition des cultures aux polluants, dont les éléments traces, générés par les

pratiques agricoles et les activités urbaines. Dans ce travail, nous avons procédé à une comparaison, au moyen d'une analyse en composantes principales, des potentialités d'accumulation de cinq métaux traces, le cadmium, le cuivre, le plomb, le zinc et le nickel, par trois espèces maraîchères, la laitue, l'épinard et l'amarante. Les espèces maraîchères provenaient de deux sites de maraîchage, Marcory et Cocody, et la parcelle expérimentale de l'Université Nangui Abrogoua. Les résultats ont montré que la capacité d'accumulation des cinq métaux par la laitue est plus importante que celles de l'épinard et de l'amarante. Cependant, l'amarante et l'épinard des trois sites ont présenté, presque, les mêmes capacités d'accumulation des métaux.

MOTS-CLEFS: Abidjan, maraîchage, éléments traces, laitue, épinard, amarante.

1 INTRODUCTION

Dans les pays en développement, au sud du Sahara, le maraîchage urbain et péri-urbain joue un rôle important dans l'approvisionnement des villes en pleine croissance démographique [1]. Cette activité agricole majeure est, aujourd'hui, confrontée à d'énormes difficultés dont, entre autres, l'insécurité foncière, l'accès aux intrants agricoles et l'absence d'encadrement technique spécialisé. A tout cela, vient s'ajouter l'épineux problème de pollution, du fait des pratiques agricoles (utilisation des eaux usées pour l'irrigation, fertilisants, traitements phytosanitaires) et de la proximité des sites de production de grands axes de trafics urbains et des industries où des émissions d'éléments traces, potentiellement toxiques pour les plantes, l'Homme et les animaux, sont importantes [2].

La ville d'Abidjan, la capitale économique de la Côte d'Ivoire, a connu, ces dernières années, un développement rapide du maraîchage. Les sols à maraîchers sont fertilisés avec de la fiente de volaille, source d'éléments traces métalliques. En effet, les travaux de Kouakou *et al.* [3] ont révélé que les concentrations en zinc et en nickel, de la fiente de volaille utilisée comme fertilisant sur les sites de maraîchage dans les communes de Marcory et Cocody, sont supérieures aux seuils recommandés pour les fertilisants. Dans les sols, il a été enregistré des teneurs anormalement élevées en cadmium, en zinc et en nickel sur les deux sites maraîchers, en cuivre à Marcory et en plomb à Cocody.

La laitue, l'épinard et l'amarante, espèces accumulatrices d'éléments traces [4], [5], [6], [7] sont les plus cultivées sur ces sites de maraîchage.

L'objectif du présent travail est de comparer les potentialités d'accumulation du cadmium (Cd), du cuivre (Cu), du plomb (Pb), du zinc (Zn) et du nickel (Ni) par ces trois espèces maraîchères.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITES DE PRÉLÈVEMENT DES VÉGÉTAUX

L'agglomération d'Abidjan est située au sud-est de la Côte d'Ivoire et est comprise entre les latitudes 5°00' et 5°30' nord et les longitudes 3°50' et 4°10' ouest. Elle s'étend sur une superficie de 57 735 hectares et est composée de 10 communes, avec une population estimée à 2 877 948 habitants [8]. Elle est en perpétuelle croissance et cette croissance est marquée par une forte urbanisation.

Sur le plan géologique, la lithologie de la ville est constituée de haut en bas de sables argileux, de sables moyens et de sables grossiers reposant sur un socle schisteux. Les formations schisteuses du socle sont constituées d'une part, par des roches granitiques (granite, granodiorite) et probablement des diorites quartziques (tonalites), et d'autre part, par des roches volcaniques, certainement calco-alcalines [9].

Les travaux de Kouakou *et al.* [3] ont révélé que la ville d'Abidjan possède six importants sites de maraîchage (Fig. 1). Notre étude a été menée sur les sites maraîchers de Marcory (M) et de Cocody (C) et la ferme expérimentale de l'Université Nangui Abrogoua (T) qui a servi de parcelle témoin. Les sols à Marcory et à Cocody sont fertilisés avec de la fiente de volaille tandis que ceux de la parcelle de l'université ne l'ont pas été durant l'étude.

2.2 STRATÉGIE DE PRÉLÈVEMENT DES VÉGÉTAUX

Les échantillonnages ont été faits de juillet 2006 à juillet 2007. La laitue, l'amarante et l'épinard (Fig. 2) ont été prélevées au stade phénologique habituel de la récolte (stade adulte).

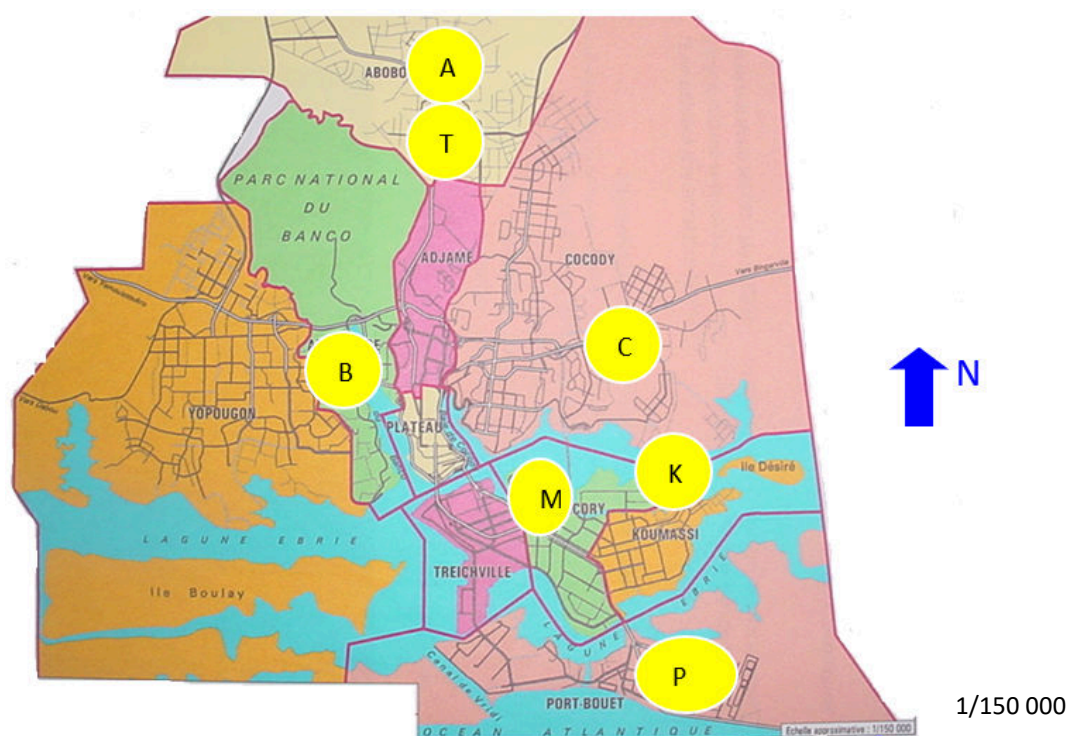


Fig. 1. Répartition des six importantes zones maraîchères au sein de l'agglomération abidjanaise [3]

A = Abobo, B = Banco, C = Cocody, K = Koumassi, M = Marcory, P = Port-Bouët

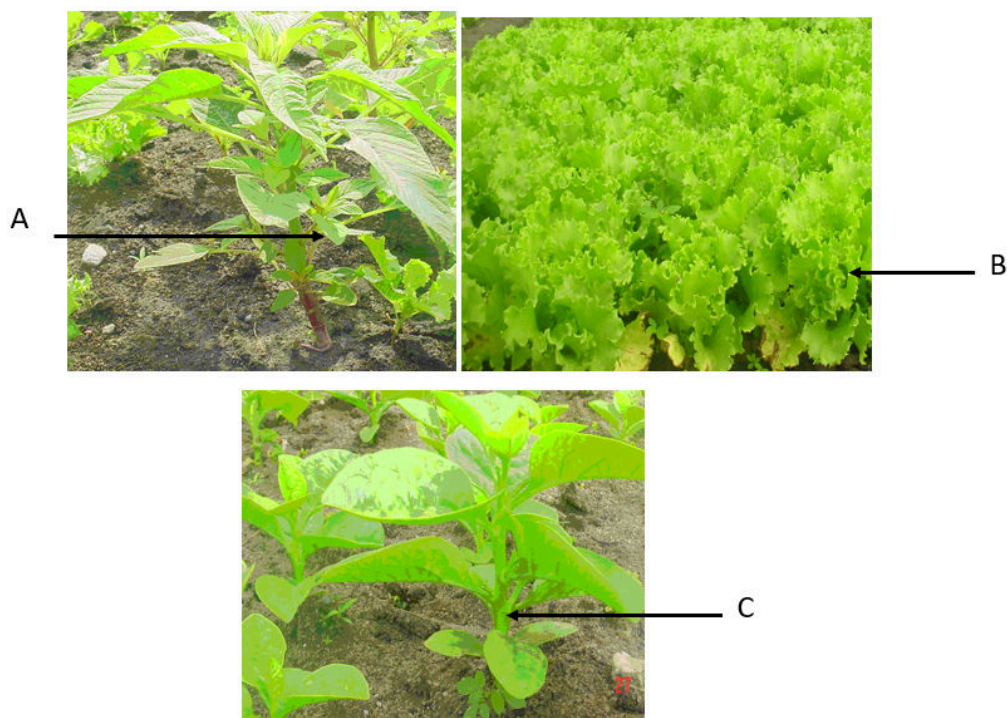


Fig. 2. Pied d'amarante (A), planches à laitues (B) et pied d'épinard (C) sur le site maraîcher de Marcory

Sur les sites de maraîchage, cinq pieds de chaque espèce végétale ont été prélevés. Les racines et trois feuilles ont été prélevées sur chaque pied et un échantillon composite de chaque type d'organes a été constitué à partir des échantillons élémentaires de trois planches de semis. Pour les analyses, ce sont neuf et six échantillons composites de chaque espèce végétale qui ont été retenus, respectivement, pour les deux sites de maraîchage et la parcelle témoin.

2.3 PROTOCOLE D'EXTRACTION ET DE DOSAGE DES MÉTAUX TRACES

Chaque échantillon composite de chaque organe a été nettoyé à l'eau de robinet, rincé à l'eau distillée, pesé et séché à l'étuve à 105 °C pendant 24 h. La matière sèche obtenue a été pesée, broyée à 150 µm, incinérée. La cendre a été digérée dans l'eau régale (mélange HNO₃ et HCl). La solution a été chauffée au micro-onde, filtrée et le filtrat a été analysé au spectromètre d'absorption atomique pour ses teneurs en Cd, en Cu, en Pb, en Zn et en Ni.

2.4 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données recueillies ont été traitées au moyen du logiciel STATISTICA 6.0. L'analyse en composantes principales (ACP), qui est une méthode essentiellement descriptive, a été réalisée en vue de savoir si les échantillons, issus des trois sites étudiés, sont semblables ou dissemblables. L'ACP a été réalisée sur 72 échantillons de chaque type d'organes. Une variable contribue plus à la formation d'un axe lorsque la valeur absolue du coefficient de corrélation entre la variable et l'axe est supérieure ou égale à 0,70.

3 RÉSULTATS

3.1 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES POUR LES TENEURS EN MÉTAUX TRACES DES RACINES

Les deux premières composantes principales (axes) ont été retenues pour l'interprétation des résultats. La première composante principale (axe 1) explique 33,51% de l'inertie totale et la seconde (axe 2) 26,64 %, soit un total de 60,15% (Tableau 1).

Tableau 1. Matrice des valeurs propres, corrélations entre les variables et les deux axes révélés par l'ACP portant sur les racines des trois espèces végétales

Valeur propre	Axe 1	Axe 2
	1,67	1,33
Pourcentage de la variance totale	33,51	26,64
Pourcentage de la variance totale cumulée	33,51	60,15
Cd	-0,84	-0,22
Cu	-0,73	-0,09
Pb	-0,26	-0,79
Zn	-0,29	0,53
Ni	-0,53	0,60
En gras : coefficients de corrélation significatifs		

Le tableau 1 et le graphique de la distribution des variables (Fig.3) indiquent que Cd et Cu sont négativement et fortement corrélés à l'axe 1, contribuant à sa formation. De même, Pb est négativement et fortement corrélé à l'axe 2 et contribue à sa formation.

À partir de la distribution des individus dans le plan 1-2 de l'ACP (Fig.4), nous pouvons dégager deux groupes d'individus. Le groupe I, constitué de trois individus lc (trois échantillons de la laitue à Cocody sur les neuf), se caractérise par Cd et Cu. Le groupe II est constitué des 69 individus restants. Il est difficile d'y observer une différence entre ces 69 individus car la dispersion est presque la même. Ce groupe se caractérise par des faibles teneurs en Cd, Cu, Pb, Zn et Ni. Dans ce groupe II, deux individus at (amarante témoin) tendent à se détacher du groupe par Pb.

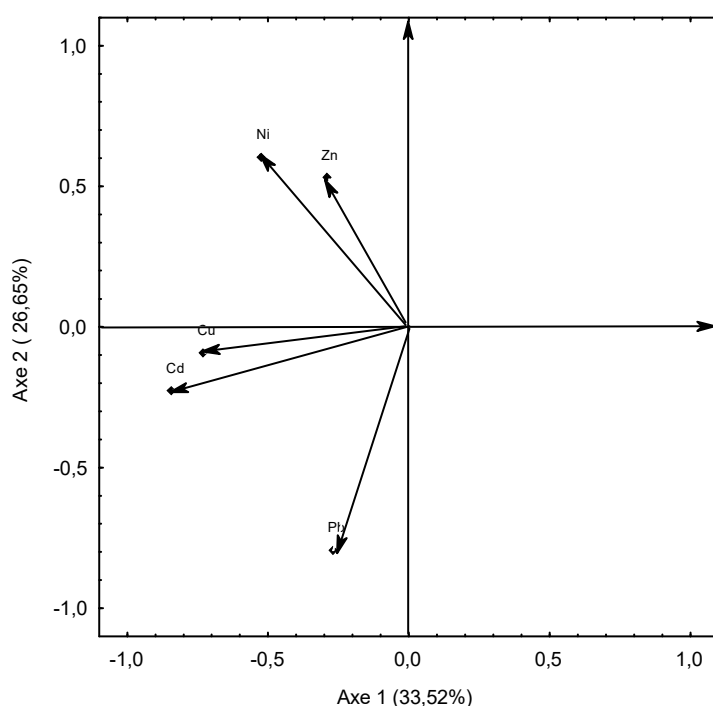


Fig. 3. Distribution des variables dans le plan 1-2 de l'ACP portant sur les racines de l'ensemble des végétaux

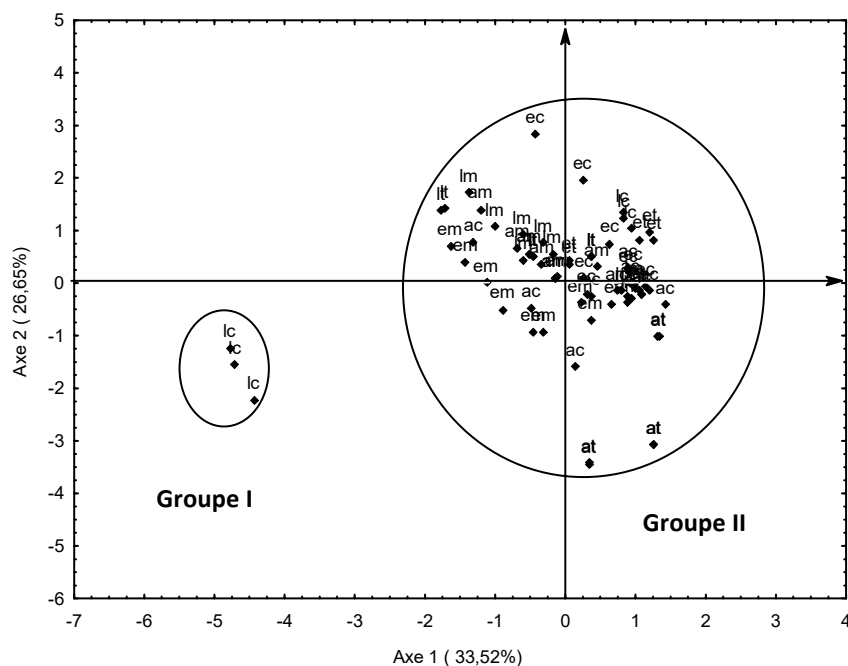


Fig. 4. Distribution des échantillons de racines de l'ensemble des végétaux dans le plan 1-2 de l'ACP

ac = amarante cocody, am =amarante marcory, at = amarante témoin, ec = épinard cocody
em = épinard marcory, et = épinard témoin, lc = laitue cocody, lm =laitue marcory, lt = laitue témoin

3.2 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES POUR LES TENEURS EN MÉTAUX TRACES DES FEUILLES

L'ACP a été réalisée sur les 72 échantillons de feuilles. Les deux premières composantes principales (axes) ont été retenues pour l'interprétation des résultats. La première composante principale (axe 1) et la seconde (axe 2) expliquent, respectivement, 48,72 % et 20,29% de l'inertie totale, soit un total de 69,01% (Tableau 2).

Tableau 2. Matrice des valeurs propres, corrélations entre les variables et les deux axes révélés par l'ACP portant sur les feuilles de l'ensemble des végétaux

Valeur propre	Axe 1	Axe 2
	2,44	1,01
Pourcentage de la variance totale	48,72	20,29
Pourcentage de la variance totale cumulée	48,72	69,01
Cd	0,85	0,16
Cu	0,70	-0,01
Pb	0,78	-0,13
Zn	0,78	0,13
Ni	0,13	-0,98
En gras : coefficients de corrélation significatifs		

Le tableau 2 et le graphique de la distribution des variables (Fig.5) indiquent que Cd, Cu, Zn et Pb sont positivement et fortement corrélés à l'axe 1, contribuant ainsi à sa formation. Ni est négativement et fortement corrélé à l'axe 2.

La superposition des figures 5 et 6 révèle que le groupe I est constitué des six individus It (les six échantillons de la laitue témoin). Ce groupe se caractérise par Cd, Cu, Zn et Pb. Le groupe II est formé de deux individus Im (deux échantillons de la laitue à Marcory sur les neuf) et de trois individus Ic (trois échantillons de la laitue à Cocody sur les neuf). Ce groupe se caractérise par Ni. Le groupe III est formé des 61 individus restants, qui sont presque confondus, et que l'ACP ne permet pas de séparer. Il se caractérise par des faibles teneurs en Cd, Cu, Pb, Zn et Ni.

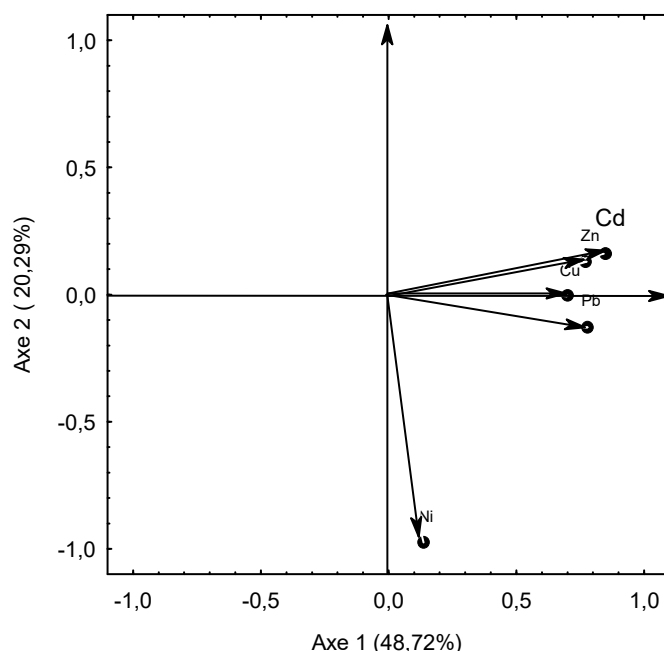


Fig. 5. Distribution des variables dans le plan 1-2 de l'ACP portant sur les feuilles de l'ensemble des végétaux

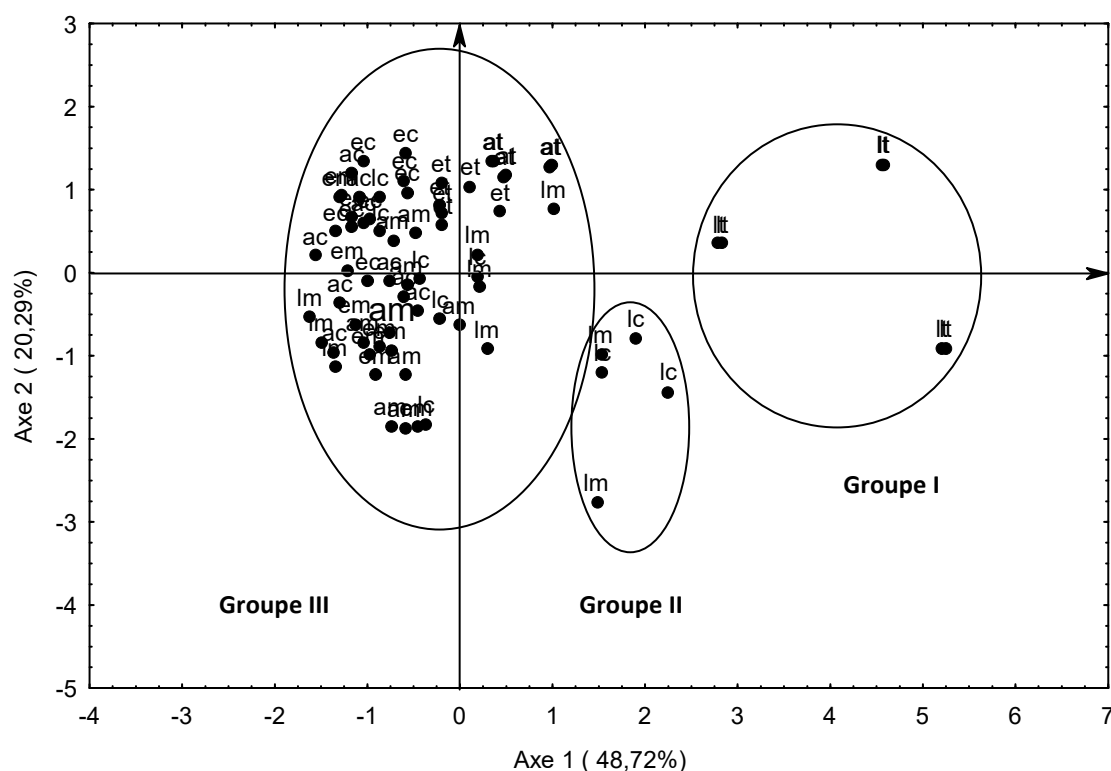


Fig. 6. Distribution des échantillons de feuilles de l'ensemble des végétaux dans le plan 1-2 de l'ACP

ac = amarante cocody, am = amarante marcory, at = amarante témoin, ec = épinard cocody, em = épinard marcory, et = épinard témoin, lc = laitue cocody, lm = laitue marcory, lt = laitue témoin

4 DISCUSSION

L'ACP a révélé que la capacité d'accumulation des métaux par la laitue semble être plus importante que celles de l'amarante et de l'épinard. La capacité de la laitue à accumuler les éléments traces plus que d'autres végétaux apparaît aussi nettement dans les tableaux de l'ouvrage de Kabata-Pendias et Pendias [10], présentant les teneurs moyennes en métaux traces de divers végétaux comestibles. Des expériences utilisant plusieurs espèces végétales ont également montré la forte capacité d'accumulation de la laitue pour Cd [11], [12] et Zn [11]. Selon Baker et Walker [13], la tolérance et l'absorption des métaux sont fonctionnellement liées et la tolérance développée par la laitue en réponse aux éléments traces permettrait d'expliquer la forte capacité d'accumulation des métaux traces par cette espèce par rapport à d'autres espèces.

En outre, l'ACP a révélé que pour l'amarante et l'épinard, les capacités d'accumulation des cinq métaux traces par les plantes des sols à maraîchers (épandus avec de la fiente de volaille) et les plantes témoins sont presque similaires. Nos résultats se rapprochent de ceux obtenus par plusieurs auteurs. En effet, Pinet *et al.* [14], en compilant des données d'éléments traces dans le maïs, le colza et le blé tendre, n'ont pas obtenu de différence entre les végétaux provenant des sols soumis à un épandage de déchets et les végétaux témoins. Dixon *et al.* [15] n'ont pas constaté d'accumulation d'éléments traces dans les plantes potagères (haricot, épinard, courgette, courge) après épandage de compost de boues. Sims [16] n'a observé qu'une légère augmentation en éléments traces dans le blé tendre après apport de doses agronomiques de boues compostées par rapport au témoin. Frost et Ketchum [17], également, n'ont pas noté d'augmentation importante de la concentration en éléments traces du blé dur après application de boues très chargées en éléments traces par rapport au témoin. Ce fait a été attribué à l'augmentation du pH, due à l'application du compost et à la rétention des métaux traces par la matière organique apportée. Ce qui pourrait être le cas des sols à maraîchers de Marcory et de Cocody. En effet, les travaux de Kouakou *et al.* [3] ont révélé que les sols de la parcelle expérimentale de l'Université Nangui Abrogoua sont plus acides que ceux des sols à maraîchers de Marcory et Cocody.

Au niveau de l'amarante et de l'épinard, la dispersion des individus semble être la même. Selon Pinet *et al.* [14], ce résultat peut être dû au fait que l'ACP traite globalement des données sur l'ensemble des individus; ce qui masque souvent des relations qui pourraient exister entre individus.

5 CONCLUSION

Notre étude a permis de confirmer la capacité de la laitue à accumuler les éléments traces plus que d'autres végétaux. L'amarante et l'épinard des sites maraîchers et du site témoin présentent presque la même capacité d'accumulation des cinq métaux traces. Pour mieux expliquer ces différents résultats, des tests de biodisponibilité des éléments traces s'avèrent nécessaires.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'UNESCO, la Fondation Internationale pour la Science (FIS) et l'Organisation d'Interdiction des Armes Chimiques (OIAC) qui ont financé cette étude.

REFERENCES

- [1] C.S. ATIDEGLA, K.E. AGBOSSOU, J. HUAT et G. R. KAKAI, "Contamination métallique des légumes des périmètres maraîchers urbains et péri urbains : cas de la commune de Grand-Popo au Bénin", *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 5, N°6, pp. 2351-2361, 2011.
- [2] T. A. DAN-BADJO, Y. GUÉRO, D. N. LAMSO, M. BARAGÉ, A. BALLA, T. STERCKEMAN, G. ECHEVARRIA et C. FEIDT "Évaluation des niveaux de contamination en éléments traces métalliques de laitue et de chou cultivés dans la vallée de Gounti Yena à Niamey, Niger", *Journal of Applied Biosciences*, vol. 67, pp. 5326-5335, 2013.
- [3] K.J. KOUAKOU, Y.A. BEKRO, A.E. SIKA, D. BAIZE, D.O. DOGBO, M. BOUNAKHLA, F. ZAHRY, P. MACAIGNE, "Diagnostic d'une contamination par les éléments traces métalliques de l'épinard (*Spinacia oleracea*) cultivé sur des sols maraîchers de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire) amendés avec de la fiente de volaille", *European Journal of Sciences Research*, vol. 21, N°3, pp. 471-487, 2008.
- [4] C. JUSTE, P. CHASSIN, A. GOMEZ, M. LINÈRES, B. MOCQUOT, I. FEIX et J. WIART, *Les micro-polluants métalliques dans les boues résiduelles des stations d'épuration urbaines. Valorisation agricole des boues d'épuration*, ADEME-INRA, 209 p, 1995.
- [5] V. KHADER and S. RAMA, "Selected mineral content of common leafy vegetables consumed in India at different stages of maturity", *Plant foods for Human Nutrition*, vol. 53, pp. 71-81, 1998.
- [6] T.E. BAHUMUKA and E.B. MUBOFU, "Heavy metals in edible green vegetables grown along the sites of the Sinza and Msimbazi rivers in Dar es Salaam, Tanzania", *Food chemistry*, vol. 66, pp. 63-66, 1999.
- [7] K.J. KOUAKOU, A.E. SIKA, S.J. GOGBEU, K.B. YAO, M. BOUNAKHLA, F. ZAHRY, M. TAHRI, D.O. DOGBO, Y.A. BEKRO, D. BAIZE, "Niveau d'exposition aux éléments traces métalliques (Cd, Cu, Pb, Zn, Ni) de l'amarante (*Amaranthus paniculatus* L.) et de la laitue (*Lactuca sativa* L.) cultivées sur des sites maraîchers dans la ville d'Abidjan (Abidjan/Côte d'Ivoire)", *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 10, N°1, pp. 21-29, 2015.
- [8] INS (Institut National de la Statistique), Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) : Données socio-démographiques et économiques des localités, résultats définitifs par localités, région des lagunes, vol. 3, tome1, 43 p, 1998.
- [9] K.I. KOUAMÉ, D.L. GONÉ, I. SAVANÉ, E.A. KOUASSI, K. KOFFI, B.T. GOULA et M. DIALLO, "Mobilité relative des métaux lourds issus de la décharge d'Akouédo et risque de contamination de la nappe du Continental Terminal (Abidjan-Côte d'Ivoire)", *Afrique Sciences*, vol. 2, N°1, pp.39-56, 2006.
- [10] A. KABATA-PENDIAS and H. PENDIAS, *Trace elements in soils and plants*, London (UK), CRC Press, 2nd Ed., 365 p, 1992.
- [11] R.E. HAMON, J. WUNDKE, M. McLAUGHLIN and R. NAIDU, "Availability of zinc and cadmium to different plant species", *Australian Journal of Soil Research*, vol. 35, pp. 1267-1277, 1997.
- [12] E. GÉRARD, G. ECHEVARRIA, T. STERCKEMAN and J. L. MOREL, "Cadmium availability to three plant species varying in cadmium accumulation pattern", *Journal of Environmental Quality*, vol. 29, pp. 1117-1123, 2000.
- [13] A.J.M. BAKER and P.L. WALKER, Ecophysiology of metal uptake by tolerant plant. In : A.J. Shaw (ed). Heavy metal tolerance in plants. CRC Press, Boca Raton, pp.155-178, 1990.

- [14] C. PINET, J. LECOMTE, V. VIMONT et G. AUBURTIN, Teneurs des plantes à vocation alimentaire en éléments traces suite à l'épandage de déchets organiques, synthèse d'essais agronomiques français et modélisation des transferts sol-plante, 75 p, 2003.
- [15] F. M. DIXON, J. R. PREER and A. N. ABDI, "Metal level in garden vegetables raised on biosolids amended soil", *Compost Science et Utilization*, vol. 3, N^o2, pp. 55-63, 1995.
- [16] J.T. SIMS "Nitrogen mineralization and elemental availability in soils amended with co-composted sewage sludge", *Journal of Environmental Quality*, vol. 20, pp. 387-395, 1990.
- [17] H. L. FROST and Jr. KETCHUM, "Trace metal concentration in durum wheat during from application of sewage sludge and commercial fertiliser", *Advances in Environmental Research*, vol.4, pp. 345-347, 2000.

Pronostic maternel du travail d'accouchement au décours de la stimulation à l'oxytocine dans la ville de Goma en RD Congo

[Maternal prognosis of childbirth during augmentation of labour with oxytocin in Goma town, DR Congo]

Imani Prince Musimwa¹, Mwambali Sylvie Nabintu¹, Endanda Zawadi Esperance², Ntamulenga Innocent Guhamanyi¹, Kavira Céline Malengera¹, Nyakio Olivier Ngeleza¹, Ciruza Keroy Ca Fundiko¹, Kasereka Tambite Raphael³, Mukwege Denis Mukengere¹, and Juakali Sihali Kyolov⁴

¹Département de Gynéco-obstétrique, Université Evangélique en Afrique, Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

²Département de pédiatrie, Faculté de Médecine, Université de Goma, Goma, Nord-Kivu, RD Congo

³Département de Gynéco-Obstétrique, Faculté de Médecine, Université de Goma, Goma, Nord-Kivu, RD Congo

⁴Département de Gynéco-Obstétrique, Université de Kisangani, Kisangani, Province Orientale, RD Congo

Copyright © 2019 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 use of synthetic oxytocin is now widespread in the stimulation of labor, almost substituting the normal physiology of childbirth and yet it remains a high-risk molecule. The objective of this study was to determine the maternal prognosis after augmentation of labour with oxytocin in our maternity wards. A case-control study of women who gave birth in three health reference facilities. The sample was of convenience consisting of 824 women in labor with a good prognosis of vaginal delivery at admission. We maintained 412 stimulated cases and 412 unstimulated controls, thus 1 case for 1 control. The software EPIINFO 2000, 7.2.2. version and SPSS 20 version helped us to analyze the data. The results reveal a high labour stimulation rate in the city of Goma is 54%. The stimulation protocol was not respected: Bishop score was not evaluated in 56.8% of cases with 91.3% of cases stimulated by a high dose of 10 IU of oxytocin diluted in 500 ml. There were short intervals of increase ≤ 29 minutes in 18.5% of cases and 90.6% of the stimuli did not receive tococardiographic monitoring. The maternal prognosis was characterized by a high frequency of cesarean section (OR=1.95), artificial delivery (OR= 25.50), the post-partum hemorrhage (OR=2, 29) with ($p < 0, 05$). The resuscitation for disseminated intravascular coagulation (OR=1.29) and the maternal death characterized by (OR= 2.00). Unregulated augmentation of labor by oxytocin involves in increasing maternal morbi-mortality.

KEYWORDS: oxytocin, childbirth, maternal prognosis, DRC.

RESUME: L'utilisation d'oxytocine de synthèse pour stimulation est actuellement répandue dans les maternités ne laissant presque plus place à la physiologie du travail d'accouchement, pourtant elle reste une molécule à haut risque. L'objectif de ce travail était de déterminer le pronostic maternel au décours de la stimulation du travail d'accouchement à l'oxytocine dans les maternités de Goma. Une étude cas-témoins menée auprès des accouchées dans trois hôpitaux de référence. L'échantillon était de convenance constitué de 824 accouchées ayant eu un déclenchement spontané du travail avec un bon pronostic d'accouchement par voie basse à leur admission. Nous avons maintenu 412 stimulées et 412 non stimulées donc 1 cas pour 1 témoin. Les tests de Chi-carré et de régression logistique ont permis de déterminer le pronostic maternel après stimulation du travail. Les résultats révèlent un taux de stimulation élevé à 54% à Goma. Le protocole de stimulation n'était pas respecté dans la majorité de cas: le score de Bishop n'était pas évalué chez 56,8% avec 91,3% de cas stimulés par une forte dose de 10 UI

diluée dans 500 ml, 90,6% des stimulées n'avaient pas bénéficié d'une surveillance tococardiographique. Le pronostic maternel était caractérisé par une fréquence élevée des césariennes (OR=1,95), la délivrance artificielle (OR=25,50) et l'hémorragie du post partum (OR=2,29) avec ($p < 0,05$). La coagulopathie (OR=1,29) et le décès maternel caractérisé par un (OR=2,00). La stimulation non réglée du travail d'accouchement à l'oxytocine augmente la morbi-mortalité maternelle à Goma.

MOTS-CLEFS: Oxytocine, accouchement, pronostic maternel, DRC.

1 INTRODUCTION

Depuis sa commercialisation en 1970, l'oxytocine est devenue un produit de premier choix dans la stimulation du travail d'accouchement, cependant elle demeure une molécule à haut risque materno-néonatal [1]. Une enquête nationale périnatale réalisée en France en 2010, a trouvé que 2/3 des parturientes étaient stimulées à l'oxytocine dont 58 % au cours d'un travail spontané [2]. Au Royaume-Uni entre 2005 et 2006 le taux de stimulation du travail d'accouchement à l'oxytocine était de 23 % [3], tandis qu'en Suède, ce pourcentage était de 33 %, au sein d'une population à bas risque obstétrical [4]. D'après l'Organisation Mondiale de Santé (OMS), chaque année 150000 femmes meurent de suite des hémorragies imputables à l'accouchement et l'hémorragie du post partum représente un quart dans tous les décès maternels [5]. En France, le rapport du Comité national d'experts sur la mortalité maternelle avait trouvé que 11,2 % des décès entre 2001 et 2003 et 15,5 % entre 2004 et 2006 étaient imputables aux hémorragies du post-partum, dans 70 à 80% des cas, l'hémorragie était secondaire à une atonie utérine au décours de la stimulation à l'oxytocine [6]. Le risque pour une accouchée de développer une hémorragie grave du post partum est doublé en cas de stimulation à l'oxytocine, il est quintuplé pour les plus hautes doses [7]. En 2015, Thisted et al, avaient recensé 20 cas des ruptures utérines au décours de la stimulation à l'oxytocine sur utérus saints dans une cohorte de 611 803 accouchements par voie basse (RR 9,50) [8]. L'administration d'oxytocine demeure une pratique courante dans nombreuses maternités et parfois sans indications réelles tel qu'il a été prouvé par un audit Français réalisé en 2011 dans la maternité Port Royal, que dans plus de 50% de cas le protocole de stimulation à l'oxytocine n'était pas respecté, il a ensuite été observé en cas de non-respect des intervalles d'augmentation d'oxytocine, une augmentation du risque d'hémorragie du postpartum ($p = 0,014$). [9]. Bernitz et al. en 2014, dans une cohorte de 327 nullipares, avaient révélé que 42,5 % des parturientes stimulées à l'oxytocine ne présentaient pas des réelles dystocies dynamiques, ils ont observé chez ces parturientes une plus faible probabilité d'accouchement par voie basse spontanée ($p = 0,002$) et une association significative entre l'utilisation de l'oxytocine, le risque d'accouchement instrumental ($p < 0,001$) et d'épisiotomie ($p = 0,002$) [10]. En république démocratique du Congo (RDC) en général et dans la ville de Goma en particulier, il n'existe aucune donnée en rapport avec ce sujet et malgré la mise de l'oxytocine par l'*Institute for Safe Medication Practices* (ISMP) sur la liste des médicaments portant un risque accru de préjudice materno-néonatal lorsqu'ils sont utilisés de façon erronée, exigeant donc des sécurités particulières pour réduire le risque d'erreur [11], la stimulation non réglée demeure une pratique courante dans les maternités de la région et cela en dépit de l'accès limité de la plupart des parturientes sous stimulation à une surveillance tococardiographique continue telle que recommandée la littérature. De ce constant est née notre question de recherche qui était de savoir si l'administration non réglée de la perfusion d'oxytocine au cours du travail d'accouchement augmente-t-elle la morbi-mortalité maternelle dans ces maternités. L'objectif de ce travail était de déterminer l'issue maternelle au décours de la stimulation du travail d'accouchement à l'oxytocine dans la ville Goma.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 CADRE D'ÉTUDE

La présente étude s'est déroulée dans la ville de Goma à l'Est de la République Démocratique du Congo dans les départements de gynéco-obstétriques de 3 Hôpitaux de Références. Le choix de ces formations sanitaires était dicté par la présence d'un plateau technique de niveau acceptable et presque similaire (personnel qualifié et un bon équipement) mais aussi par la fréquence des accouchements avec une moyenne de 349,8 accouchements par mois. Nous avons y à exploiter les dossiers médicaux des accouchées dans trois hôpitaux généraux de Référence notamment :

Hôpital Provincial de Référence de Goma : Il est situé dans la ville de Goma, il est l'hôpital provincial général de référence avec une capacité d'accueil de 205 lits. Il organise en son sein les quatre grands services notamment de chirurgie, gynéco-maternité, pédiatrie et médecine interne avec des sous unités dans chaque service. Le service de gynécologie obstétrique a une capacité de 41 lits avec un personnel constitué de 2 gynécologues, six médecins généralistes et onze sages-femmes. Du 01 octobre 2017 au 31 mars 2018, il y a eu 547 accouchements pour les six mois, soit une moyenne de 91,2 accouchements le mois.

Hôpital Heal Africa de Goma : Il est situé dans la zone de santé de Goma avec une capacité d'accueil de 200 lits. Il organise en son sein les quatre grands services notamment de chirurgie, gynéco maternité, pédiatrie et médecine interne avec des sous unités dans chaque service. Son service de gynécologie obstétrique a une capacité de 52 lits avec personnel constitué de 2 gynécologues, trois médecins généralistes et huit sages-femmes. Du 01 octobre 2017 au 31 mars 2018, il y a eu 849 accouchements pour les six mois, soit une moyenne de 141,6 accouchements le mois.

Hôpital Charité Maternelle de Goma : Il est situé dans la zone de santé de Goma, dans le quartier Mapendo avec une capacité d'accueil de 115 lits. Il organise en son sein le quatre grand services notamment de chirurgie, gynéco maternité, pédiatrie et médecine interne avec des sous unités dans chaque service. Le service de gynécologie obstétrique a une capacité de 45 lits avec personnel constitué de 2 gynécologues, un médecin généraliste et six sages-femmes. Du 01 octobre 2017 au 31 mars 2018, il y a eu 703 accouchements pour les six mois, soit une moyenne de 117,2 accouchements le mois.

2.2 TYPE D'ÉTUDE

Il s'agit d'une étude cas – témoins à visée rétrospective et multicentrique menée sur les dossiers médicaux des accouchées dans trois hôpitaux de référence dans la ville de Goma.

2.3 POPULATION D'ÉTUDE

La population d'étude était constituée par des accouchées dans les 3 formations sanitaires au cours de notre période d'étude allant du 01 Octobre 2017 au 31 Mars 2018, soit une période de 6 mois. Leur effectif était réparti comme suit : l'Hôpital Provincial de Référence de Goma 532, l'Hôpital Heal Africa de Goma 845 et l'Hôpital Charité Maternelle de Goma 687 soit un total de 2064 accouchées. Cette étude est du type cas-témoins menée auprès des accouchées dans trois formations sanitaires de niveau 1 de référence. L'échantillon était de convenance constitué de 824 accouchées d'une grossesse mono fœtale à terme sur utérus saint et qui avaient un bon pronostic d'accouchement par voie basse à leur admission après un déclenchement spontané du travail. Nous avons maintenu 412 cas (stimulées à l'oxytocine) et les 412 témoins (non stimulées) donc 1 cas pour 1 témoin.

2.4 CRITÈRES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION

Pour réaliser cette étude, nous avons défini les critères d'inclusion comme suit :

- Groupe de cas : toutes les accouchées qui étaient entrées spontanément en travail avec un bon pronostic d'accouchement par voie basse à l'admission, utérus saint, grossesse à terme et qui avaient bénéficiées par la suite d'une stimulation à la perfusion d'oxytocine.
- Groupe de témoins : toutes les accouchées qui étaient entrées spontanément en travail avec un bon pronostic d'accouchement par voie basse à l'admission, utérus saint, grossesse monofœtale à terme mais qui n'avaient pas bénéficié par la suite d'une stimulation à la perfusion d'oxytocine.

Les critères d'exclusion ont porté sur toutes les fiches d'accouchées après déclenchement artificiel du travail, celles avec antécédents d'utérus cicatriciel, celles d'accouchées par césariennes programmées, celles d'accouchées venues à dilatation du col ≥ 7 cm, celles avec notion de souffrance fœtale aigue à l'admission, celles d'accouchement prématurés avec celles dont le pronostic d'accouchement par voie basse n'était pas certain et toutes les fiches incomplètes ou perdues.

2.5 MODE DE COLLECTE DES DONNÉES

Après validation du protocole de recherche par le département de gynéco-obstétrique de l'Université Evangélique en Afrique (UEA) située à l'Est de la République Démocratique du Congo, dans la ville voisine de Bukavu, nous avons obtenu l'autorisation de la part des autorités de ces trois hôpitaux, d'accéder aux archives notamment aux dossiers des accouchées, aux registres d'accouchements et registres opératoires. Nous avons procédé au tri des dossiers des accouchées ayant bénéficié d'une stimulation à la perfusion d'oxytocine, afin l'exploitation des fiches une à une tout en complétant dans nos fiches techniques préétablies pour cette fin, les éléments nécessaires pour notre recherche. Nous avons travaillé avec une équipe de 12 enquêteurs (médecins et sages-femmes) dont 4 par hôpital et qui avaient préalablement bénéficié de trois séances des formations en rapport avec notre sujet de recherche et la façon de récolter les données. La durée de collecte des données était de quatre semaines.

2.6 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Les données ont été saisies et analysées grâce aux logiciels EPIINFO 2000, version 7.2.2.6 et SPSS version 20.0. Les variables quantitatives ont été résumées par la moyenne et sa déviation standard alors que les variables qualitatives par des fréquences et leurs pourcentages. Nous avons utilisé les tests de Chi carré corrigé de Yates ou de Fisher lorsque les proportions étaient inférieures ou égales à 5 sur base des tableaux de contingence pour les 2 variables qualitatives, le test T de Student pour la comparaison de moyennes entre les deux groupes pour une variable quantitative et une autre qualitative, le calcul de l'OR avec son intervalle de confiance à 95% pour mesurer les forces d'association entre la variable dépendante (pronostic maternel) et les autres variables indépendantes. Le test était jugé significatif lorsque la p-value était inférieur à 0,05.

3 RÉSULTATS

3.1 TAUX DE STIMULATION DU TRAVAIL D'ACCOUCHEMENT À L'OXYTOCINE À GOMA

Les résultats de ce premier tableau montrent que sur un total de 2064 accouchements réalisés dans les trois formations sanitaires, on note 343 accouchements par césariennes programmées et 1721 accouchements après un déclenchement spontané ou artificiel du travail, parmi lesquelles 933 accouchées avaient bénéficié d'une stimulation à la perfusion d'oxytocine soit un taux moyen de 54%. Il s'est observé que la fréquence de la stimulation est légèrement élevée à l'hôpital Charité Maternelle par rapport aux 2 autres sans différence statistiquement significative comme indiquent ces résultats du tableau 1.

Tableau 1. Taux de stimulation à l'oxytocine dans la ville de Goma

Formations Sanitaires	Total des accouchements	Accouchements par césariennes programmées	Accouchements après, déclenchement spontané ou artificiel du travail	Accouchements après stimulation à l'oxytocine	Taux
Hôpital Provincial	532	113	399	201	0,50
HGR Heal Africa	845	129	705	378	0,53
HGR Charité Maternelle	687	101	617	354	0,57
TOTAL	2064	343	1721	933	0,54

3.2 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES DE LA POPULATION D'ÉTUDE

L'âge moyen des enquêtées stimulées était de $26,72 \pm 0,369$ ans versus $27,32 \pm 0,364$ ans chez les non stimulées ; on note également que 22,8% des cas avaient l'âge inférieur ou égal à 20 ans contre 17,2% chez les témoins. Pour l'état civil, 79,8 % des stimulées étaient mariées contre 85,9% chez les non stimulées. Les accouchées avec un niveau d'étude secondaire étaient majoritaires, dont 65,7% des cas contre 65,2% des témoins. S'agissant de la profession, 55,8% avaient une profession libérale ou privé contre 43,3%. La plupart des enquêtées provenaient du milieu urbain soit 79,6% pour les cas contre 70,6% pour les témoins. Nous notons des associations statistiques entre l'état civil, le niveau d'instruction, la profession, le lieu de provenance et la stimulation à l'oxytocine ($p < 0,05$). Il ressort que 0,7% d'enquêtées étaient obèses avec un IMC $\geq 30,0$ pour les stimulées contre 3,6% chez les non stimulées. Nous notons une association positive entre l'indice de masse corporelle et la stimulation à l'oxytocine ($p < 0,05$). Le tableau 1 présente les caractéristiques de la population d'étude.

Tableau 2. Données sociodémographiques des enquêtées

Paramètres	Total		Stimulées		Non stimulées		Chi2	ddl	p
	n=824	%	n=412	%	n=412	%			
Age en année			26,72±0,369		27,32±0,364				
< 20	165	20,0	94	22,8	71	17,2	4,16	2	0,124
20-34	520	63,1	253	61,4	267	64,9			
≥ 35	139	16,9	65	15,8	74	17,9			
Etat-civil									
Célibataire	77	9,3	49	11,8	28	6,8	7,53	3	0,01
Mariée	683	82,9	329	79,8	354	85,9			
Divorcée	35	4,2	17	4,1	18	4,3			
Veuve	29	3,5	17	4,1	12	2,9			
Niveau d'instruction									
Aucun	12	1,5	6	1,4	6	1,4	10,45	3	0,01
Primaire	111	13,5	42	10,1	69	16,7			
Secondaire	540	65,5	271	65,7	269	65,2			
Supérieur	161	19,5	93	22,8	68	16,5			
Profession									
Aucune	219	26,7	85	20,7	134	32,6	21,12	4	0,000
Employée d'ONG	73	8,9	39	9,5	34	8,2			
Agent de l'état	96	11,7	1	10	55	13,3			
Libérale/ privée	407	49,6	229	55,8	178	43,3			
Etudiante	26	3,2	16	3,9	10	2,4			
Provenance									
Rurale	121	14,7	37	8,9	84	69,4	21,71	3	0,000
Urbaine	619	75,1	328	79,6	291	70,6			
Urbano-rurale	33	4,0	19	4,6	14	3,4			
Hors pays	51	6,2	28	6,8	23	5,5			
IMC									
< 18,5	57	6,9	23	5,5	34	8,2	0,29 (0,07-1,13)		
18,5-24,9	640	77,7	354	85,9	286	69,4	0,16 (0,04-0,56)		
25,0-29,9	109	13,2	32	7,7	77	18,6	0,48 (0,13-1,77)		0,002
≥ 30,0	18	2,2	3	0,7	15	3,6	1(Réf)		

3.3 DONNÉES RELATIVES AU PROTOCOLE DE STIMULATION À L'OXYTOCINE CHEZ NOS ENQUÊTÉES

Les résultats de ce tableau ci-dessous montrent que dans 56,8% de cas le score de Bishop n'était évalué, la dose diluée d'oxytocine était de 10 UI dans 91,3 % de cas pour une quantité de 500ml de soluté. Les gouttes par minutes au début étaient ≥ 9 dans 15,4%, avec une moyenne de 7,69±3,22/min et chez 9,9% de cas les gouttes au début n'étaient pas signalées. Il ressort également que l'intervalle d'augmentation de l'oxytocine était ≤ 29 minutes avec une moyenne de 30,8±9,03/ min et chez 32,7% de cas était non signalé. Observons que 35,4% des gouttes étaient non signalées lors de l'augmentation par intervalle. Les gouttes administrées par minutes avant l'accouchement étaient ≥ 41gouttes dans 12,3% de cas avec une moyenne de 35,79 ± 6,04/min et dans 33,9% de cas le nombre des gouttes était non signalé.

Tableau 3. Données relatives au protocole de stimulation du travail à l'oxytocine

Données relatives à la stimulation	n = 412	%	Moyenne ±ET
Evaluation du score de Bishop			
Oui	178	43,2	
Non	234	56,8	
Dose d'unité d'oxytocine diluée			
5 UI	36	8,7	
10 UI	376	91,3	
Quantité de solution de dilution			
500 ml	412	100	
Gouttes /minutes au début			
Non signalés	41	9,9	7,69±3,22/min
2-8	308	73,7	
9 et plus	258	15,4	
Intervalle d'augmentation d'oxytocine (minutes)			
Non signalés	135	32,7	30,8±9,03/ min
≤ 29	76	18,5	
30 et plus	201	48,8	
Gouttes augmentées par intervalle			
Non signalées	146	35,4	5,37±1,59
≤ 4	138	33,5	
5 et plus	128	31,1	
Gouttes/minute avant accouchement			
Non signalées	140	33,9	35,79±6,04 /min
≤ 40	222	53,8	
41 et plus	50	12,3	
Durée de la stimulation (heures)			
1-2	58	14,1	4,38±1,70 heures
3-4	166	40,3	
5 et plus	188	45,6	

3.4 SURVEILLANCE TOCOCARDIOGRAPHIQUE DU TRAVAIL D'ACCOUCHEMENT

Au regard de ce tableau, nous observons que 90,6% de cas stimulés n'ont pas bénéficié d'une surveillance tococardiographique versus 83,5% des témoins avec (OR : 1,89), notons une association statistique entre la surveillance tococardiographique et la stimulation à l'oxytocine. Cependant, chez 48,7 % versus 35,3% le temps de surveillance était ≤ 30 minutes.

Tableau 4. Données relatives à la surveillance tococardiographique du travail

Données relatives à la surveillance	Total n=824		Stimulées n=412		Non stimulées n=412		OR (IC à 95%)	P
	n	%	n	%	n	%		
Surveillance tococardiographique								
Oui	107	12,9	39	9,4	68	16,5	1,89 (1,24-2,87) 1(Réf)	0,003
Non	717	87,1	373	90,6	344	83,5		
Temps de surveillance en minutes								
≤ 30	43	40,2	19	48,7	24	35,3	1(Réf)	0,24
>30 Minutes	64	59,8	20	52,3	44	64,7	1,74(0,78-3,88)	

3.5 PRONOSTIC MATERNEL AU DÉCOURS DE LA STIMULATION DU TRAVAIL

Au regard de ces résultats 27,9 % de parturientes stimulées ont accouché par voie haute contre 16,5% chez les non stimulées. Nous notons des associations statistiques positives entre la voie d'accouchement avec (OR : 1,95) pour la voie haute, l'accouchement instrumental 4,8 % versus 2,1% avec (OR : 4,14), la délivrance artificielle 6,2% versus 2,9% avec (OR : 25,50),

le postpartum immédiat compliqué d'hémorragie du post partum (HHP) 21,2% chez les stimulées versus 10,5% chez non stimulées (OR : 2,29) et la stimulation à l'oxytocine ($p < 0,05$). Notons également que les lésions des parties molles, 6,4% versus 3,4% avec (OR : 1,89), le trouble de la coagulation (OR : 1,29), le décès maternel 0,5% chez les stimulées contre 0,3% chez les non stimulées avec (OR : 2,00) ne sont pas associés statistiquement à la stimulation à l'oxytocine (p -value $> 0,05$). Le tableau 4 résume le pronostic maternel au décours d'une stimulation à l'oxytocine.

Tableau 5. Pronostic maternel au décours de la stimulation du travail à l'oxytocine

Variables étudiées	Total (%)	Stimulées		Non stimulées		OR (IC à 95%)	P
		n=412	%	n=412	%		
Voie d'accouchement							
Haute	183 (22,3)	115	27,9	68	16,5	1(Réf)	
Basse	641 (77,7)	297	72,1	344	83,5	1,95 (1,39-2,74)	0,00
Type/accouchement (n=641)							
Spontané	298 (46,6)	97	32,6	201	58,4	4,14 (1,62-10,59)	
Assisté ou crésélère	322 (50,2)	186	62,6	136	39,5	1,46 (0,57-3,72)	0,00
Instrumental	21 (3,2)	14	4,8	7	2,1	1(Réf)	
Accouchement (n=641)							
Avec lésions des parties molles	31 (4,8)	19	6,4	12	3,4	1(Réf)	
Sans lésions des parties	610 (95,2)	278	93,6	332	96,6	1,89 (0,90-3,96)	0,12
Type de délivrance							
Spontanée	27 (4,4)	2	0,6	25	7,2	25,50 (4,38-115,37)	0,00
Dirigée (GATPA)	586 (91,5)	277	93,2	309	89,8	2 (0,91-4,42)	
Artificielle	28 (4,1)	18	6,2	10	2,9	1	
Post-partum							
Simple	694 (84,2)	325	78,8	369	89,5	2,29 (1,54-3,40)	0,00
Compliqué de HPP	130 (15,7)	87	21,2	43	10,5	1(Réf)	
HPP compliquée de CIVD (n=130)							
Oui	13 (12,9)	8	12,5	5	13,9	1(Réf)	
Non	117 (87,1)	79	87,5	38	80,1	1,29 (0,39-4,23)	0,90
Décès maternel							
Oui	3 (0,4)	2	0,5	1	0,3	1(Réf)	
Non	821 (99,6)	410	99,5	411	99,7	2,00 (0,18-22,19)	0,10

4 DISCUSSION

4.1 TAUX DE LA STIMULATION À L'OXYTOCINE

La présente étude a révélé un taux moyen de stimulation du travail d'accouchement à l'oxytocine de 54% dans les trois hôpitaux. Ce taux est inférieur à celui trouvé en Angleterre, dans une étude menée par S.L.Bloom *et al.* entre 2002 et 2005 auprès de 5341 parturientes, 70,6% de primipares étaient stimulées à l'oxytocine [12], il est également inférieur à celui trouvé dans l'enquête nationale périnatale réalisée en France en 2010 qui montrait que 58 % des parturientes étaient stimulées au cours d'un travail spontané [2]. Il est supérieur à celui trouvé au Canada entre 2001 et 2002 qui était de 23,7 % [13] et à celui de 23% trouvé par Knight M *et al.*, dans une étude cas- témoins menée au Royaume Uni entre 2005 et 2006 [3] et de 33 % trouvé en Suède entre 2001-2002 par Oscarsson ME *et al.* [4]. Il est généralement documenté un taux de 33,2% des parturientes pouvant bénéficier de la stimulation à l'oxytocine au cours du travail d'accouchement [14]. Dans notre milieu d'étude, ce taux élevé de stimulation à l'oxytocine s'expliquerait par le manque d'évaluation systématique du score de Bishop avant toute stimulation ainsi que l'absence d'un protocole de stimulation standardisé entraînant chez certains cas une stimulation à l'oxytocine sans réelles indications exposant donc les couples mère- fœtus aux risques y relatifs.

4.2 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES DE LA POPULATION D'ÉTUDE

Nous avons noté des associations statistiques positives entre l'état civil, le niveau d'instruction, la profession, lieu de provenance et la stimulation à l'oxytocine ($P < 0,05$). Il n'existe pas de liaisons statistiquement significatives entre l'âge (OR: 0,92) et la stimulation à l'oxytocine ($P > 0,05$). Ceci est différent des résultats de Belthili J et al en 2010 qui avaient trouvé dans leur étude une association entre la stimulation à l'oxytocine et l'âge maternel [2].

Dans notre série, l'absence d'association entre l'âge des parturientes et la stimulation à l'oxytocine serait soit dû à notre faible taille d'échantillon, au fait que la plupart part de nos parturientes ne donnent pas leurs âges exactes et d'autres les ignorent. Nous avons trouvé que l'indice de masse corporelle $\geq 30,0$ était associée à la stimulation à l'oxytocine ($p < 0,05$). Ces résultats corroborent avec ceux de Roloff et al. en 2015, dans une étude auprès de 413 parturientes, ils avaient observé une augmentation de la stimulation à l'oxytocine chez les parturientes obèses en travail spontané, d'après leur étude 54,1 % des obèses avec IMC ≥ 30 , étaient stimulées à l'oxytocine, contre 34,3 % des parturientes avec un IMC normal ($p = 0,002$) [15]. En 2013, Carlhall et al. dans leur étude incluant 63 829 primipares en travail spontané, avaient rapporté aussi une augmentation significative de la stimulation à l'oxytocine avec l'augmentation de l'IMC : respectivement 50,2 % des primipares obèses (et 55,1 % en cas d'obésité morbide) étaient stimulées l'oxytocine, contre 45 % des parturientes avec un IMC normal ($p < 0,001$) [16]. Nos résultats étant similaires à ceux d'autres hauteurs ci-haut cités, il est donc possible de conclure aussi que l'obésité influencerait négativement la réponse utérine induite par l'oxytocine lors de la stimulation. Cependant le faible pourcentage des parturientes obèses dans notre étude serait lié à la constitution physique des femmes dans notre région où il y aurait moins d'obèses, mais aussi à la possibilité d'existence d'un biais dans les mensurations de l'IMC, certains prestataires n'y accordant pas trop d'importance de fois lors de l'examen des parturientes à l'admission.

4.3 PRATIQUE DE LA STIMULATION D'OXYTOCINE

La présente étude montre que les indications de la stimulation devraient être remises en cause car dans 56,8% de cas le score de Bishop n'était pas évalué avant toute stimulation à l'oxytocine chez les parturientes. Ce résultat frise une stimulation abusive et corroborent avec de Bernitz et al en 2014, dans une cohorte de 327 nullipares à bas risque, ils ont trouvé que 42,5 % des parturientes étaient stimulées alors qu'elles ne présentaient pas de réelle dystocie [10], également, un audit réalisé dans la maternité Port Royal de France en 2011, avait montré que le protocole de stimulation à l'oxytocine lors d'un travail spontané n'était pas respecté dans plus de 50 % de cas et qu'en plus d'autres causes principales relevées, le non-respect des indications d'utilisation représentait (11,4 %) [9]. Dans ce contexte, la non évaluation de la cotation de Bishop pour la majorité de cas s'expliquerait notamment par, le défaut de qualité des certains prestataires en la matière ne mettant pas trop d'importance sur l'appréciation de tous les paramètres du score Bishop avant la stimulation et/ou une évaluation sans remplissage des observations faites dans le dossier, pour d'autres, l'existence d'une équipe restreinte à la garde ou à la permanence dans un service de gynéco-maternité de référence très complexe, sollicité par des parturientes et d'autres patientes entraînant parfois le débordement des équipes avec comme conséquences certaines stimulations indiquées par le médecin sur base d'un rapport d'évaluation des sages-femmes et pourtant ces derniers n'étant pas généralement bien formé en la matière comme jusqu'aujourd'hui la décision d'une la stimulation à l'oxytocine dans notre contexte reste encore un acte médicale et non infirmier.

De nos résultats, nous avons observé que les parturientes étaient soumises à des forte doses de 10 UI d'oxytocine diluées 500 ml dans 91,3 % de cas avec un débit important ≥ 9 gouttes chez 15,4% des stimulées au début et chez 31,1% de cas le nombre des gouttes augmentées par intervalle était ≥ 5 par minute. Ce schémas en pratique s'écarte des recommandations de la Haute autorité de la Santé (HAS) en France qui que la vitesse de perfusion doit être strictement contrôlée et adaptée à la réponse utérine après une dilution 5UI d'oxytocine dans 500ml et commencer par un début de 2 à 8 gouttes par minute (1 à 4 mUI ou 0,1 à 0,4 ml/min) sans dépasser un maximum de 40 gouttes par minute (soit 20 mUI/min ou 2 ml/min) avec une augmentation de 2 à 4 gouttes par intervalle de 30 à 40 minutes jusqu'à obtenir une bonne dynamique des contractions utérines [17]. Globalement, nous constatons que les parturientes sont régulièrement soumises à des très fortes doses d'oxytocine au cours de la stimulation et ce surdosage serait un facteur de risque sur ajouté pouvant compromettre la suite de la stimulation à l'oxytocine quel qu'en soit le nombre des gouttes au début, nombre des gouttes augmentées par intervalle et même la durée d'intervalles d'augmentation ainsi que le nombre total des gouttes administrées ainsi que la durée de la stimulation. En plus, la faible dilution pouvait être liée au conditionnement des ampoules présentes dans ces maternités la plupart sont dosées à 10UI, à l'absence des baxters des solutés de 1000ml, à inattention pour certains et manque d'informations pour d'autres qui diluent ces ampoules entières dans des baxters de 500 ml au lieu de 1000 ml. Nous pouvons également incriminer le manque d'un plateau technique adéquat car ces maternités ne disposant pas des seringues et/ou pompes électriques pour une administration réglée d'oxytocine au décours de la stimulation, elles recourent à une administration non réglée (manuelle) laquelle suite aux mouvements incontrôlés de la main de la parturiente pendant les

douleurs liées aux contractions utérines, entraînent soit un coup-dure ou nœud au niveau de la trousse de perfusion avec arrêt accidentel de la stimulation, ou soit une ouverture accidentelle à flot de la perfusion compromettant davantage le pronostic materno-néonatal. Cela rend tâche difficile aux prestataires des soins d'adapter un débit juste en fonction de la réponse utérine.

La présente étude nous révèle l'existence des courts intervalles d'augmentation du débit ≤ 29 minutes chez 18,5% des parturientes stimulées. Ce résultat est en désaccord avec les observations faites par Lazor L et al en 1993, dans une étude randomisée sur 865 parturientes, ils ont conclu : qu'une augmentation du débit d'oxytocine toutes les 40 minutes n'augmentait pas la durée du travail ni le risque des césariennes comparée à une augmentation toutes les 20 minutes, mais exposait moins au risque d'hyperstimulation (18,8 *versus* 31,8 %, $p < 0,001$) et d'anomalies du rythme cardiaque fœtal (15,5 % *versus* 0,1 %, $p < 0,005$). Au total, le débit moyen maximal d'oxytocine était inférieur dans le groupe à intervalle d'augmentation toutes les 40 minutes (6,5 *versus* 8,2 mUI/min, $p < 0,001$) [18]. Dans notre contexte, le non-respect d'intervalles d'augmentation serait aussi lié à l'absence d'un protocole consensuel mais aussi au manque d'un plateau technique adéquat pour adapter le début en fonction de la réponse utérine exacte et du temps. La présente étude a également relevé un biais dans le remplissage des dossiers des malades car le nombre des gouttes administrées (au début chez 32,7%, augmentées par intervalle chez 35,4% ainsi que chez 33,9% le nombre des gouttes totales reçues avant l'accouchement) n'étaient pas signalées. Le remplissage inadéquat des dossiers des parturientes s'expliquerait soit par un défaut de qualité des certains prestataires qui décident de l'administration d'oxytocine sans en indiquer clairement le schémas du protocole à suivre au cours de l'évolution, soit lié au débordement des équipes par un afflux des parturientes et malades dans le service ou carrément secondaire à une fatigue vu que le relais entre équipes médicales est dans la plupart d'hôpitaux espacé de plus de 8-15h de temps surtout pendant les gardes nocturnes alors que le service de garde nuit ne compte qu'un à deux médecins.

4.4 SURVEILLANCE TOCOCARDIOGRAPHIQUE DU TRAVAIL D'ACCOUCHEMENT

Ces résultats ont montré que 90,6% des stimulées n'ont pas bénéficiés d'une surveillance tococardiographique versus 83,5% chez les témoins avec (OR : 1,89). Cependant, chez 48,7 % versus 35,3% le temps de surveillance était ≤ 30 minute, cette différence n'est pas significative au seuil de 5%. Au vu de ces résultats il ressort clairement que la surveillance du travail d'accouchement au décours de la stimulation dans nos maternités est inadéquate et s'écartent des recommandations du Collège National des Gynécologues Obstétriciens de Français (CNGOF) en 2007 stipulant que : l'enregistrement tococardiographique doit être continu au cours de la stimulation à l'oxytocine et, ce jusqu'à l'accouchement avec qu'une analyse périodique du Rythme Cardiaque Fœtal (RCF) soit directement auprès de la parturiente toutes les 15 à 20 min, soit en continu par un système de report sur écran consultable à distance du lieu d'enregistrement par tocométrie externe [19]. Aussi the American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) en 2005 dans son bulletin numéro 70 préconise une lecture toutes les 15 à 30 minutes, selon l'existence ou non de facteurs de risques en cours de travail et à noter sur le partogramme [20]. Dans cette série, l'absence d'une surveillance tococardiographique chez la majorité de cas serait liée à plusieurs facteurs notamment, le problème financier car l'examen étant couteux avec une population à revenu très limité, ce qui le rend inaccessible à toutes les parturientes sous stimulation, soit défaut de qualité des certains prestataires des soins pour l'utilisation adéquate de l'appareil tococardiographique ainsi que l'interprétation des tracées pour d'autres. Et à cela s'ajoute le problème logistique car les structures n'en disposent qu'en nombre très limité par rapport au nombre des parturientes nécessiteuses au même instant. Ceci réunis augmente les risques de pécher par excès ou par défaut par rapport au moment où une décision devrait être prise soit pour augmenter le débit, diminuer, arrêter ou non la perfusion, faute d'un suivi continu de la réponse utérine et de l'adaptation fœtale lors de la stimulation à l'oxytocine avec comme conséquences risque l'augmentation de la morbi-mortalité materno-néonatale.

4.5 PRONOSTIC MATERNEL AU DÉCOURS DE LA STIMULATION DU TRAVAIL

Il ressort de notre étude que 27,9 % des parturientes stimulées ont accouché par césarienne contre 16,5% chez les non stimulées. Nous notons une association positive entre l'accouchement par voie haute (OR : 1,95 ; IC à 95%: 1,39-2,74) et la stimulation à l'oxytocine ($p < 0,05$). N'ayant pas trouvé dans la littérature des données d'études cas-témoins traitant spécifiquement le pronostic maternel au décours de la stimulation, cependant nos résultats vont dans le sens des données retrouvées dans l'étude de Mercer *et al.* qui ont démontré une association entre le taux des césariennes et les courts intervalles d'augmentation d'oxytocine inférieurs à 30 minutes ($p = 0,02$) [21]. Avons également trouvé une association entre l'accouchement instrumental soit 4,8 % de cas versus 2,1% des témoins (OR : 4,14 ; IC à 95% : 1,62-10,59) et l'oxytocine ($p = 0,00$). Ces résultats seraient similaires à ceux de Goni *et al.* qui avaient démontré une augmentation des accouchements

instrumentaux lors des courts intervalles d'augmentations d'oxytocine < 30 minutes comparés à des paliers de 60 minutes ($p < 0,05$) [22]. Ils corroborent également avec ceux de Bernitz et al. qui avaient révélé dans une étude sur 327 nullipares à bas risque, une association significative entre l'utilisation de l'oxytocine et le risque d'accouchement instrumental ($p < 0,001$) et d'épisiotomie ($p = 0,002$) [10].

Dans notre série le taux élevé des césariennes et d'accouchements instrumentaux chez les stimulées seraient lié au non-respect des indications de la stimulation ainsi qu'à l'absence d'une évaluation systématique du score de Bishop chez certaines parturientes comme nous l'avons précédemment vu dans la présente étude, ce qui serait à la base de l'échec de la stimulation et la survenue d'autres complications encourues de stimulation motivant donc le recours à la césarienne et qui par conséquent augmente davantage la morbidité maternelle tel qu'il a été conclu par le CNGOF que la césarienne en cours de travail est associée à un risque de morbi-mortalité maternelle nettement plus élevé que la césarienne avant travail [23].

Nous pouvons donc dire que plus les parturientes bénéficient d'un bon examen gynéco-obstétrical à l'admission avec évaluation systématique du score de Bishop, plus on éviterait certaines stimulations abusives à l'oxytocine qui aboutissent dans la plupart de cas à un échec, motivant le recours à la césarienne étant un facteur de morbidité sur ajouté.

Dans la présente étude, la délivrance artérielle était observée chez 6,2 % de cas stimulés contre 2,9% des non stimulées avec (OR : 25,50) avec une association à l'oxytocine ($p = 0,00$). Ces résultats rencontrent ceux trouvés dans une étude cas-témoins menée par Endler *et al.* portant sur 408 cas de rétention placentaire ayant démontré que l'oxytocine est un facteur de risque indépendant de rétention placentaire et ce risque était multiplié par deux lorsque la stimulation à l'oxytocine durait 195 à 415 minutes (OR : 2,00) et par 6,5 lorsqu'elle était utilisée pendant plus de 415 minutes (OR : 6,55). Leur résultats ont montré que la rétention placentaire était associée de manière significative à l'hémorragie de la délivrance (OR : 33,) et au besoin de transfuser la patiente (OR : 37,48) [24]. Dans ce contexte, en dehors d'autres anomalies d'insertion placentaires probables pouvant empêcher le décollement, un surdosage des parturientes en oxytocine comme trouvé précédemment dans nos résultats serait donc à la base de la saturation des récepteurs utérins entraînant un défaut de rétraction utérine après expulsion du nouveau-né d'où rétention placentaire, une situation qui amène les prestataires à recourir à une délivrance artificielle avec tous les risques maternels y relatifs.

Nos résultats ont mis en évidence une hémorragie du post partum chez 21,2% des stimulées versus 10,5% chez les témoins (OR : 2,29 ; IC à 95% : 1,54-3,40) avec une association à l'oxytocine ($p < 0,05$). Avons aussi noté un (OR : 1,29) pour la survenue de la coagulopathie. Ces résultats sont presque similaires à certaines études antérieures qui ont mis en évidence une association significative entre l'exposition à l'oxytocine de synthèse au décours de la stimulation et une augmentation des HPP. Ils corroborent également avec ceux de Marpeau L et al, qui avaient prouvé que le risque d'hémorragie du post partum grave est pratiquement doublé en cas de stimulation du travail d'accouchement à l'oxytocine, il est de surcroît proportionnel à la quantité administrée et quintuplé pour les plus hautes doses observées dans 10% des accouchements avec oxytocine [7]. Entre 2004 et 2006, Belghiti *et al.* lors d'une évaluation de l'association entre une exposition à l'oxytocine pendant le travail et le risque d'HPP sévères dans 106 maternités françaises chez 146 781 accouchées. A partir de cette population, ils ont sélectionné des femmes ayant accouché d'un enfant unique à terme par voie basse et ont comparé les données de 1483 femmes présentant une HPP versus 1758 femmes témoins. L'étude a révélé une association significative entre la stimulation à l'oxytocine pendant le travail et la survenue d'une atonie utérine compliquée d'HPP (OR : 1,7 95% CI 1,5-2,0), le risque augmenté avec les doses reçues [25]. De même, Grotegut *et al.* ont comparé parmi des patientes exposées à l'oxytocine, les caractéristiques de cette exposition entre des femmes ayant fait une HPP sévère (transfusion sanguine nécessaire) secondaire à une atonie utérine, et des femmes n'ayant pas fait d'HPP. Leurs résultats ont montré une augmentation significative de la dose moyenne d'oxytocine reçue ($p < 0,001$), une augmentation significative de la dose maximum d'oxytocine reçue ($p < 0,001$) et une durée plus longue de l'exposition à l'oxytocine ($p < 0,001$) chez les patientes ayant fait une HPP. Ils ont donc mis en évidence la notion d'effet-dose entre HPP et exposition à l'oxytocine. [26].

Aussi, Belghiti et al, dans une étude cas-témoin française, ont montré une association entre la dose d'oxytocine administrée au cours du travail et le risque d'HPP. Ils ont observé un taux significativement élevé d'utilisation de l'oxytocine chez les femmes ayant eu une hémorragie sévère d'oxytocine la délivrance (73 %) par rapport au groupe témoin (61 %) et ont conclu qu'il existe une relation effet-dose entre la stimulation à l'oxytocine et le risque d'hémorragie du post-partum [25].

En plus, une étude cas-témoins réalisée aux Etats-Unis entre 2000 et 2004 a voulu comparer la dose d'oxytocine reçue par 54 femmes ayant présenté une HPP suite à une atonie utérine contre 54 femmes sans HPP. L'étude conclut que les femmes avec une HPP secondaire à une atonie utérine ont été stimulées par plus d'oxytocine que les témoins avec une plus longue exposition en moyenne 628 minutes [27]. L'étude in vitro établi que la capacité de l'oxytocine à induire l'augmentation du taux de calcium intracellulaire est inhibée de manière temps-dépendant si les cellules sont exposées à l'oxytocine et qu'après 4,2 heures d'exposition la moitié des récepteurs sont inactivés avec risque d'atonie utérine dans la suite [28]. Dans la présente étude, à cette augmentation de la fréquence d'hémorragie du post partum se greffe également un risque de décès maternel

de 2,00 en cas de stimulation à l'oxytocine. La littérature fouillée n'aborde pas spécifiquement la question du décès maternelle et la stimulation à l'oxytocine. Cependant nos résultats rencontrent les conclusions de l'OMS selon lesquelles: chaque année 150000 femmes meurent de suite des hémorragies imputables à l'accouchement et l'HPP secondaire à une atonie utérine représente $\frac{1}{4}$ dans tous les décès maternels [5]. Ils rencontrent également les résultats du rapport du Comité national d'experts sur la mortalité maternelle en France qui avait trouvé que 11,2 % des décès entre 2001 et 2003 et 15,5 % entre 2004 et 2006 étaient imputables aux hémorragies du post-partum et que dans 70 à 80% des cas, l'hémorragies étaient secondaires à une atonie utérine. Ce sur-risque d'hémorragie pourrait être dû à la désensibilisation des récepteurs utérins à l'oxytocine, suivant une utilisation prolongée et à des doses importantes d'oxytocine de synthèse [6].

Dans notre série la mise en jeu du pronostic maternel s'expliquerait principalement par la pratique inadéquate de la stimulation comme révèlent nos résultats (administration manuelle goutte à goutte sans seringues ou pompes électriques, surdosage, débit important, courts intervalles d'augmentation) associé à un accès très limité de la plupart de nos parturientes au moyen de surveillance tococardiographique continue empêchant aux prestataires des soins d'adapter à juste valeur le débit en fonction de la réponse utérine et de l'état fœtal. A cela s'ajoute une pratique quotidienne d'ouverture à flot la perfusion d'oxytocine juste après expulsion du nouveau-né ce qui entrainerait un surdosage de plus avec saturation des récepteurs pouvant davantage aggraver l'atonie utérine.

Notons en plus dans certaines structures, l'absence d'unité des soins du post partum immédiat attachée à la salle de naissance où les accouchées devraient bénéficier d'une surveillance très rapprochées en prévention d'éventuelles complications immédiates. Dans la plupart des cas, suite au nombre limité des lits d'accouchement et à la fréquence des parturientes, les accouchées sont acheminées directement dans les salles communes ou privées et où n'existent pas non plus d'unité spéciale y affectée uniquement pour cette fin, ce qui entraine un retard dans la pose du diagnostic rapide pour certains cas.

Notons afin l'existence d'un plateau technique limité qui, par moment ne facilite pas une réanimation intensive rapide en fonction de l'aggravation de l'état de choc car il existe actuellement dans la ville de Goma un processus très complexe d'acquisition du sang pour transfusion comme les hôpitaux ne sont plus permis de transfuser sans adresser une demande y relative au seul centre provincial de transfusion sanguine pour l'acquisition du sang à transfuser. Cette complexité du processus entraine de fois un retard de réanimation urgente et à cela s'ajoute aussi une intervention experte de fois tardive sur tout la nuit étant donné que la plupart des spécialistes ne font des gardes nuit qu'à domicile ce qui retarde une expertise de leur part en cas de nécessité. Tout réuni, dans ce contexte, entrainerait la majoration du le risque d'augmentation de la morbi-mortalité maternelle.

5 CONCLUSION

Le pronostic maternel du travail d'accouchement au décours de la stimulation à l'oxytocine est greffé d'un taux élevé de césarienne, de la délivrance artificielle et de l'hémorragie du postpartum immédiat. Le trouble de coagulation ainsi que le décès maternel sont également élevés. Une mise en place d'un protocole standardisé dans toutes les maternités de Goma et son suivi systématique avec une surveillance tococardiographique continue chez toutes les parturientes sous perfusion d'oxytocine serait d'importance capitale en vue d'améliorer le pronostic maternel du travail d'accouchement au décours de la stimulation à l'oxytocine.

REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements aux autorités des structures qui nous ont servi de cadre de recherche pour la présente étude ainsi qu'à tous ceux qui de loin ou de prêt ont contribué à la réalisation de la présente étude. Nos sentiments de reconnaissance.

RÉFÉRENCES

- [1] Juliette S. L'utilisation de l'oxytocine de synthèse par les sages-femmes en Limousin, limoges, Paris 2014.
- [2] Belghiti J, Coulm B, Kayem G, Blondel B, Deneux-Tharaux C. Administration d'oxytocine au cours du travail en France. Résultats de l'enquête nationale périnatale 2010. J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod. nov 2013;42(7):662-70.
- [3] Knight M, Kurinczuk JJ, Spark P, Brocklehurst P. Cesarean delivery and peripartum hysterectomy. Obstet Gynecol 2008; 111:97-105.

- [4] Oscarsson ME, Amer-Wählin I, Rydhstroem† H, Källén K. Outcome in obstetric care related to oxytocin use. A population-based study. *Acta Obstet Gynecol Scand.* janv 2006;85(9):1094-8.
- [5] OMS. Organisation Mondiale de Santé, Maternal Mortality: A *Global Facbook*. Genève : 1991.
- [6] Gayat E, Morel O, Daaloul W, Rossignol M, Le Dref O, Payen D, et al. Hémorragies en obstétrique : Anesthésie Réanimation, Paris : *EMC Elsevier Masson SAS*; 2009, 36-820-A-10, 36-820-A-10
- [7] Marpeau L, Lansac J, Teurnier F, Nguyen F. Collège national des sages-femmes (France), Association des sages-femmes enseignantes françaises. *Traité d'obstétrique*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2010.
- [8] Thisted DLA, Mortensen LH, Krebs L. Uterine rupture without previous caesarean delivery: a population based cohort study. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2015; 195:151-5.
- [9] Camille LR. Oxytocine et accouchement par voie basse, Maternité Port Royal, Paris. INSERM U1153. 2015.
- [10] Bernitz S, Øian P, Rolland R, Sandvik L, Blix E. Oxytocin and dystocia as risk factors for adverse birth outcomes: A cohort of low-risk nulliparous women. *Midwifery*. 2014; 30 (3):364-70.
- [11] ISMP. Institute for Safe Medication Practices. List of High-Alert Medications in Acute Care Setting [Internet]; 2014. Available from: (en ligne). <https://www.ismp.org/tools/highalertmedications.pdf>. Consulté le 25 octobre 2018.
- [12] Dean Leduc, Anne Biringer, Lily Lee, Jessica Dy. Directive clinique de la SOGC: Déclenchement du travail, Paris, n° 296, Septembre 2013.
- [13] Bloom, S.I, spong, C.Y. thom. Fetal Pulse Oxymetry and Cesarean Delivery. *N Engl J Med*, 2006, 355: 2195-202.
- [14] Hayes, Edward J. et Weinstein, Louis. Improving patient safety and uniformity of care by a standardized regimen for the use of oxytocin. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2008; 198 (6):622. e1-622. e7.
- [15] Roloff K, Peng S, Sanchez-Ramos L, Valenzuela GJ. Cumulative oxytocin dose during induction of labor according to maternal body mass index. *Int J Gynaecol Obstet* 2015 [cite le 22 décembre 2018].
- [16] Carlhall S, Kallen K, Blomberg M. Maternal body mass index and duration of labor. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2013; 171(1):49-53 [cité le 04 novembre 2018].
- [17] HAS. Haute Autorité de Santé - Syntocinon, Commission de la transparence, avis du 22 juillet 2009, [en ligne]. [cité 22 décembre 2018]. Disponible sur: http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_834962/syntocinon.
- [18] Lazor LZ, Philipson EH, Ingardia CJ, Kobetitsch ES, Curry SL. A randomized comparison of 15-and 40-minute dosing protocols for labor augmentation and induction. *Obstet Gynecol.* déc 1993;82 (6):1009- 1012.
- [19] CNGOF, Collège National des gynécologues Obstétriciens Français. Modalités de surveillance fœtale pendant le travail : recommandations pour la pratique clinique. Paris. 2007 [Disponible sur <http://www.cngof.asso.fr/>].
- [20] ACOG, American College of Obstetricians and Gynecologists. Practice bulletin. Intrapartum fetal heart monitoring no 70. *Obstet Gynecol* 2005; 106: 1653-60.
- [21] MERCER, B. PILGRIM, P. SIBAI, B. Labor induction with continuous low-dose oxytocin infusion: a randomized trial. *Obstet Gynecol*, 1991, 77:659.
- [22] GONI, S. SAWHNEY, H. GOPALAN, S. Oxytocin induction of labor : a comparison of 20- and 60- minutes dose increments levels. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 1995, 48: 31-36.
- [23] CNGOF. Collège National des gynécologues Obstétriciens Français. Recommandations pour la pratique clinique. Disponible sur <http://www.cngof.asso.fr> (consulté le 25 octobre 2018).
- [24] Endler M, Grünewald C, Saltvedt S. Epidemiology of retained placenta: oxytocin as an independent risk factor. *Obstet Gynecol.* avr 2012;119(4):801- 809.
- [25] Belghiti J, Kayem G, Dupont C, Rudigoz R, Bouvier-Colle M, Deneux- Tharaux C. Oxytocin during labour and risk of severe postpartum haemorrhage: a population-based, cohort-nested case-control study. *BMJ Open*. 2018;1 (2):e000514.
- [26] GROTEGUT, CA. PAGLIA, MJ. JOHNSON, LNC. THAMES, B. JAMES, AH. Oxytocin exposure during labor among women with postpartum hemorrhage secondary to uterine atony. *Am J Obstet Gynecol*, 2011, 204: 56.e1-6.
- [27] UCLH. Guideline for the use of oxytocin in labour, Version 4. UCLH's guidelines; 2009.
- [28] Robinson C, Schumann R, Zhang p. Young RC. Oxytocin- induced desensitization of the oxytocin receptor. *Am J Obstet Gynecol.* févr 2003 ; 1 88(2):497-502.

