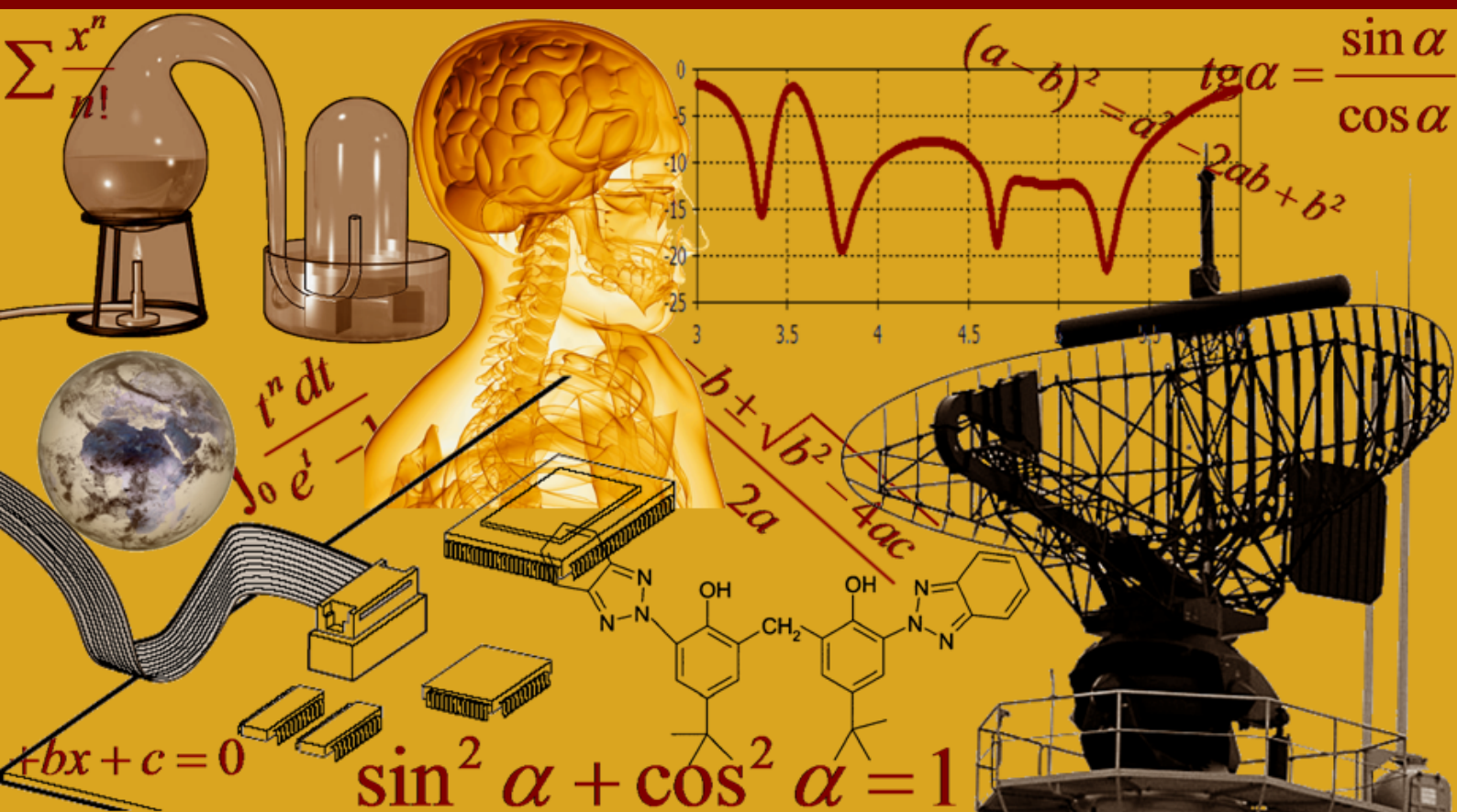


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 39 N. 2 November 2018



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Scientific Research

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

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

Contributions must be original, not previously or simultaneously published elsewhere. Accepted papers are available freely with online full-text content upon receiving the final versions, and will be indexed at major academic databases.

Editorial Advisory Board

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

Table of Contents

ETUDE D'IDENTIFICATION DES VIANDES DE BROUSSE VENDUES DANS LA VILLE DE KINDU <i>Dan KAPOLI OMBA, Pierre YUMA MADJALIWA, Jean Pierre NGONGO LUSHIMA, David PANDAMITI KILUNDA, and Cherif ANGUNDJI YUMBI</i>	103-109
Détermination de la sensibilité des Anopheles gambiae s.l. à quelques pyréthrinoïdes dans les zones élaéicoles à Mouila (Gabon) <i>Aubin Armel KOUMBA, Christophe Roland Zinga-Koumba, Rodrigue MINTSA NGUEMA, Luc Salako DJOGBENOU, Pearl COMLAN, Marie-Pascale GNEINGUI, Guillaume Koffivi KETOH, Bertrand M'BATCHI, and Jacques François Mavoungou</i>	110-119
DIAGENETIC CONTROL ON THE PETROPHYSICAL PROPERTIES OF ALBIAN-CENOMANIAN SANDSTONES IN THE IVORIAN BASIN, WEST AFRICA <i>Isaac FEA, Bakary FOFANA, N'Goran Jean-Paul Yao, Hervé Yaba KPLOHI, Emmanuel Tokpa GOUA, Zéli Bruno DIGBEHI, and Kader Moritier BAMBA</i>	120-138
Rupture utérine suite à une tumeur trophoblastique gestationnelle: Cas clinique <i>Mohamed Achraf GROHS, Echaymae EDDAOUDI, and Zaki EL HANCHI</i>	139-143
Validation d'un instrument de mesure : Profil Interactionnel des Enseignants (PIE) à travers la relation maître-élève en sixième année primaire <i>Kpiogine Kamiaka Amandine</i>	144-150
IMPACT DE LA QUALITE DE L'ENSEIGNEMENT SUR LES PERFORMANCES DES ETUDIANTS DE L'INSTITUT SUPERIEUR PEDAGOGIQUE DE BUKAVU <i>David MALALA NTAMBUE and Gratien MOKONZI BAMBANOTA</i>	151-162
Sexe et réussite académique : Cas des étudiants du premier cycle à l'Université de Kisangani de 2010-2011 à 2012-2013 (Province de la Tshopo, RD Congo) <i>Eustache MOLE VUNGBO, Joseph TSHIMPANGA BAKADIANJILA, and Patrick T.T. WENDA</i>	163-169
Building a Smart education in developing countries: Case of Chad <i>MBAIOSSOUM Bery Leouro, MAHAMAT Atteib Doutoum, and DIONLAR Lang</i>	170-179
Comparative study of physicochemical parameters and dissolved heavy metal dynamics in tropical waters (Bété, Mé, Djibi Rivers and Aghien lagoon) in south of Ivory Coast, West Africa <i>Jean Thierry Koffi KOFFI, Jean Louis PERRIN, Luc SEGUIS, Bamory KAMAGATE, and Lanciné Droh GONE</i>	180-193
Problème foncier et agriculture urbaine : Cas de la vallée de la Funa à Kinshasa <i>Désiré BISIMWA BYAMUNGU, Affermi KUFINU DIA MATONDO, and Mireille KIMANDA ASHA</i>	194-204
De la technique de la réflexion parlée dans l'enseignement de l'arithmétique Nord-Kivu, RD Congo <i>KAYUMBA MUGOYI OSEE</i>	205-215
La franchise : Concepts et théories <i>Jalila AIT SOUDANE and Mounia AMAZIAN</i>	216-227
Habiter la ville à tout prix ? Regards croisés sur les mal-logés dans les villes de Lomé et Kara au Togo <i>OURO BITASSE Eralakaza</i>	228-239
Optimisation de la pasteurisation du nectar de Saba senegalensis <i>Medoune Gaye Sarr, Nicolas C. M. Ayessou, Mady CISSE, Codou Mar, and Mama SAKHO</i>	240-251
RECHERCHE D'ARGILES POUR LA FABRICATION DE BRIQUES RÉFRACTAIRES ALUMINOSILICATES DANS LA ZONE D'ABIDJAN <i>Moro Olivier BOFFOUE, Nigbo Badi Roger DJIRAGBOU, Koffi Clément KOUADIO, Conand Honoré KOUAKOU, and Edjikémé Emeruwa</i>	252-263

ETUDE D'IDENTIFICATION DES VIANDES DE BROUSSE VENDUES DANS LA VILLE DE KINDU

Dan KAPOLI OMBA, Pierre YUMA MADJALIWA, Jean Pierre NGONGO LUSHIMA, David PANDAMITI KILUNDA, and Cherif ANGUNDJI YUMBI

Département de Faune et Flore, Université de Kindu, RD Congo

Copyright © 2018 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: Nous nous sommes assignés de mener une étude d'identification des viandes de brousse vendues dans la ville de Kindu.

Notre problématique avait tourné autour des questions ci-après : quelles sont les espèces les plus vendues aux marchés de la ville de Kindu ? Quelle est la forme des viandes de brousse la plus présente aux marchés de la ville de Kindu ? Les vendeurs des viandes de brousse de la ville de Kindu participent-ils à la conservation de la faune sauvage du Maniema ?

Pour mieux cerner les différentes problématiques de notre investigation, nous avons formulé les hypothèses selon lesquelles : les espèces les plus vendues aux marchés de la ville de Kindu seraient les singes ; la forme la plus présente des viandes de brousse aux marchés de la ville de Kindu serait la forme boucanée ; les vendeurs des viandes de brousse ne participeraient pas à la conservation de la faune sauvage du Maniema.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons utilisé la méthode rétrospective s'appuyant sur la technique documentaire et la méthode prospective, qui avait porté sur la technique d'enquête par questionnaire, effectuée en trois étapes dont une pré-enquête, le choix d'échantillonnage et le dépouillement. L'échantillonnage a été déterminé en interrogeant 77 vendeurs de la viande de brousse choisis au hasard dans la ville de Kindu.

Après analyse, nous avons obtenu que : les singes sont les espèces les plus vendues aux marchés de la ville de Kindu avec 45% ; 83,1% des enquêtés disent que la forme fumée (boucanée) est la forme des viandes de brousse la plus présente aux marchés de la ville de Kindu ; 61% de nos enquêtés vendeurs des viandes de brousse s'approvisionnent sur l'axe Lokando, cela nous a amené à confirmer qu'ils ne participent pas à la conservation de la faune sauvage du Maniema, car l'axe Lokando mène au Parc National de la LOMAMI.

KEYWORDS: étude, identification, viande de brousse.

1 INTRODUCTION

Les sociétés rurales africaines depuis l'histoire de l'humanité et pendant des millénaires ont largement vécu de la cueillette, de la chasse et de la pêche. La faune sauvage, ressource biologique renouvelable dont la quantité annuelle disponible est directement liée aux prélèvements antérieurs, constitue et/ou contribue à l'alimentation des ruraux. Cette faune source de protéine animale non négligeable, est un patrimoine national qui joue un rôle important dans l'économie des ressources¹. La viande provenant d'animaux sauvages terrestres ou semi-terrestres dénommée « viande de brousse », est une importante source de protéines animales pour les populations des pays d'Afrique en général et la RD Congo en particulier [1].

Les marchés de Kindu autrefois bénéficiaires des études soutenues pour la viande boucanée, sont actuellement mal connus et attirent moins l'attention de certains scientifiques. Or, une gestion rationnelle en faveur de ces espèces peut relever l'économie de la région et créer des nouveaux pôles de développement avec possibilité d'enrichir et de diversifier la vie rurale. Cependant, la gestion durable de ces espèces sauvages impose la connaissance préalable de leurs fonctionnalités [2].

C'est dans cette optique qu'il nous a paru utile de mener une étude d'identification des viandes de brousse dans la ville de Kindu afin de faire des propositions dans la perspective d'une gestion durable de ces espèces d'une part et d'autre part, le parc national de la Lomami en zone forestière du Maniema, R.D. Congo.

De ce qui précède, les questions scientifiques suivantes ont été formulées : quelles sont les espèces les plus vendues aux marchés de la ville de Kindu ? Quelle est la forme des viandes de brousse la plus présente aux marchés de la ville de Kindu ? Les vendeurs des viandes de brousse de la ville de Kindu participent-ils à la conservation de la faune sauvage du Maniema ?

Pour mieux cerner les différentes problématiques de notre investigation, nous formulons les hypothèses selon lesquelles : les espèces les plus vendues aux marchés de la ville de Kindu seraient les singes; la forme la plus présente des viandes de brousse aux marchés de la ville de Kindu serait la forme boucanée ; les vendeurs des viandes de brousse de la ville de Kindu ne participeraient pas à la conservation de la faune sauvage.

L'objectif général de notre travail est d'identifier les espèces des viandes de brousse les plus vendues dans la ville de Kindu aux trois marchés (Makengele, Mikelenge et Central). Les objectifs spécifiques de notre travail est d'identifier les espèces les plus vendues aux marchés Makengele, Mikelenge et central de la ville de Kindu ; de vérifier la forme la plus présente des viandes de brousse aux marchés de la ville de Kindu; et d'analyser la participation des vendeurs des viandes de brousse de la ville de Kindu à la conservation de la faune sauvage du Maniema.

L'ampleur croissante de la consommation irrationnelle de la faune cynégétique, la population qui ne respecte pas l'ordre public et applique de manière inadéquate les lois régissant l'exploitation des animaux sauvages, causant la raréfaction et voir même la disparition des certaines espèces, suscite en nous une certaine motivation d'un goût scientifique de vouloir identifier les animaux sauvages vendus dans la ville de Kindu.

L'intérêt de cette étude est d'apporter au public les informations sur les espèces des animaux sauvages vendues aux marchés de la ville de Kindu, de faire des plaidoyers et des recommandations pouvant contribuer à déterminer la stratégie de gestion durable de notre richesse faunique pour que nous puissions présentement tirer profit de nos animaux cynégétiques et de pérenniser leur exploitation par les générations futures.

Nos investigations ont eu lieu en République Démocratique du Congo, dans la ville de Kindu, précisément aux marchés Makengele, Mikelenge et central de Kindu, dans une fourchette allant du mois d'avril 2017 au mois de mai 2017.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIELS

Les matériels suivants nous serviront pour la réalisation de ce travail :

2.1.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Nous avons fait recours aux spécimens vendus aux marchés Makengele, Mikelenge et central de la ville de Kindu.

2.1.2 MATÉRIEL TECHNIQUE

Pour récolter les données, nous aurons à faire l'usage des matériels suivants :

- la moto qui nous a servi pour atteindre nos enquêtés ;
- un questionnaire d'enquête soumis à nos différents enquêtés pour la récolte des données sur terrain ;
- un ordinateur ;
- un modem ;
- un carnet de terrain, un stylo, une rame des papiers.

2.2 MÉTHODES

En rapport avec les objectifs de notre travail, nous avons fait recours aux méthodes suivantes :

- méthode rétrospective : s'appuyant sur la technique documentaire qui permet de faire une observation indirecte dans le sens qu'elle porte sur l'étude et l'analyse des documents écrits, comprenant les ouvrages, les archives, les mémoires et

autres documents inédits par rapport à l'étude [3]. Elle nous permettra de consulter de différents documents en rapport avec notre sujet d'étude ;

- méthode prospective : portant sur la technique d'enquête par questionnaire, celle-ci porte sur une enquête guidée par un questionnaire dans le but de trouver des informations sûres du milieu par rapport au mode de vie [3]. Par rapport à notre sujet, cette technique sera orientée sur un questionnaire porte sur l'identification des viandes de brousse vendues dans la ville de Kindu, effectuée en trois étapes dont une pré-enquête, le choix d'échantillonnage et le dépouillement.

2.2.1 DÉTERMINATION DE L'ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage a été déterminé en interrogeant 77 vendeurs des viandes de brousse choisis au hasard dans la ville de Kindu, précisément aux marchés Makengele, Mikelenge et central de la ville de Kindu, remplissant certains critères préalablement fixés.

2.2.2 CRITÈRES

Pour cette investigation, les critères suivants ont été observés :

- être vendeur de la viande de brousse ;
- avoir une facilité de communication ;
- être chef de ménage ;
- contribuer à la vie socio-économique de la communauté.

2.2.3 SPÉCIFICATION DES VARIABLES

Pour une bonne compréhension de la question, les variables suivantes ont été retenues :

- sexe des enquêtés ;
- niveaux d'étude des enquêtés ;
- axes d'approvisionnement ;
- espèces les plus vendues ;
- formes des viandes de brousse vendues ;
- prix des viandes de brousse ;
- période d'inflation des prix des viandes de brousse.

2.2.4 TRAITEMENT STATISTIQUE DES RÉSULTATS

Pour l'analyse statistique de nos résultats, nous avons utilisé le calcul du pourcentage et de la moyenne arithmétique dont les formules sont les suivantes :

2.2.4.1 POURCENTAGE

$$P = \frac{\sum(f)}{N} \times 100$$

Où P = Pourcentage ; \sum = Sommation ; F= Fréquence ; N= Total de fréquence.

2.2.4.2 MOYENNE

$$x = \frac{\sum n}{xi} \text{ où } \sum = \text{Somme} ; X_i = \text{Nombre}$$

2.2.5 DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Les difficultés majeures rencontrées dans notre période de recherche sont :

- le mauvais accueil réservé par les vendeurs de la viande de brousse ;
- l'incompréhension des certains vendeurs pour répondre à nos questions ;

- l'insuffisance des documents de renseignement pouvant nous aider à bien parfaire notre travail ;
- le niveau d'étude des enquêtés très faible.

3 PRÉSENTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

3.1 SEXE DES ENQUÊTÉS

La figure 1 présente la répartition des nos enquêtés selon le sexe.

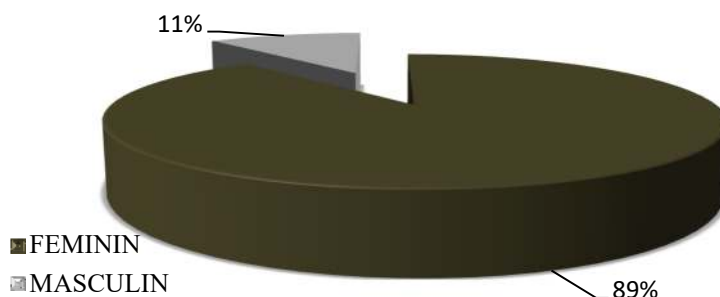


Fig. 1. Sexe des enquêtés

L'examen de cette figure montre que sur 100 % de nos enquêtés soit 77 personnes : 89% sont de sexe féminin et 11 % sont de sexe masculin. Notre site d'étude est dominé par des femmes.

3.2 NIVEAUX D'ÉTUDE DES ENQUÊTÉS

La figure 2 montre les différents niveaux d'étude de nos enquêtés vendeurs de viandes de brousse.

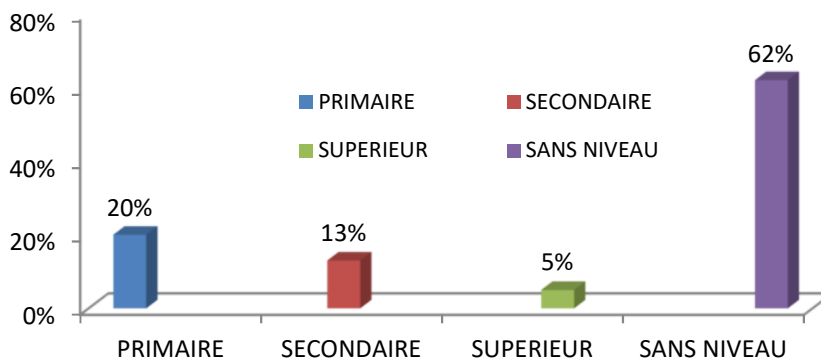


Fig. 2. Niveaux d'étude des enquêtés

L'analyse des résultats consignés dans la figure 2 montre que sur 100% de nos enquêtés : 62% sont sans niveau d'étude, suivis de ceux de niveau primaire avec 20%, après ceux de niveau secondaire avec 13%, et enfin ceux de niveau supérieur avec 5%. Le milieu d'étude est dominé par des enquêtés, sans niveau d'étude.

3.3 AXES D'APPROVISIONNEMENT

Le tableau 1 illustre les différents axes d'approvisionnement où les vendeuses de la viande de brousse partent s'approvisionner.

Tableau 1. Axes d'approvisionnement

Axes d'approvisionnement	FO	%
Lokandu	47,00	61,00
Lomami	22,00	28,50
Kibombo	8,00	10,30
Kasongo	-	-
Kalima	-	-
Total	77,00	100,00

Au regard de ce tableau, nous remarquons que 61% de nos enquêtés vendeurs de la viande de brousse s'approvisionnent sur l'axe Lokando, suivi de ceux de l'axe Lomami avec 28,5% et enfin 10,3% de nos enquêtés s'approvisionnent sur Kibombo. Les vendeurs de la viande de brousse ne participeraient pas à la conservation de la faune sauvage du Maniema, parce que l'axe Lokando et l'axe Lomami sont des axes qui mènent au parc de la Lomami.

Notre résultat corrobore avec celui de Kapoli (2014), qui dans son travail a trouvé que 42% de nos enquêtées vendeuses de la viande de brousse s'approvisionnent dans la collectivité de Bangengele et 36% s'approvisionnent dans la collectivité de Balanga, qui tous les deux se situent sur l'axe Lokando [4].

3.4 ESPÈCES LES PLUS VENDUES

Le tableau 2 présente les espèces les plus vendues en donnant le nombre des spécimens vendus par jour.

Tableau 2. Les espèces les plus vendues

Nom commun	Noms scientifiques	Nom vernaculaire	Qté moyenne vendue/jour	%
Singes	<i>Cercopithecus spp,</i>	Makako	9	45
Porc-épic	<i>Atheruphus africanus</i>	Njiko	3	15
Antilopes	<i>Cephalophus spp, Hyenoscosus aquatucus</i>	Koto, Mengela	7	35
Potamochère	<i>Potamocheirus porcus</i>	Nguruwe	1	5
Total	////////////////////	////////////////////	20	100

L'examen du tableau ci-haut montre que les singes sont les animaux les plus vendus par jour, car ils représentent sur un total de 20 spécimens, 9 spécimens, soit 45%; après viennent en second position les antilopes avec 7 spécimens, soit 35%; suivis des porcs-épics avec 3 spécimens, soit 15% ; et enfin des potamochères avec 1 spécimen, soit 5%.

Nos résultats sont semblables à celui de Mpamu (2010) à Kinshasa, qui a trouvé que les singes étaient les espèces les plus vendues avec 43,9% [5].

3.5 FORMES DES VIANDES DE BROUSSE VENDUES

Le tableau 3 consigne les différentes formes des viandes de brousse vendues aux différents marchés de la ville de Kindu.

Tableau 3. Formes des viandes de brousse

Formes	FO	%
Fumée (Boucanée)	64,00	83,1
Sèche	05,00	06,4
Fraiche	8,00	10,3
Total	77,00	100,00

Au regard de ce tableau, nous remarquons que sur 100% des enquêtés : 83,1% des enquêtés disent que la forme fumée (boucanée) est la forme la plus représentée ; suivis de 10,3% des enquêtés qui ont parlé de la forme fraîche ; et enfin 6,4% des enquêtés confirment la présence de la forme sèche.

Notre résultat est semblable à celui d'Allah-Demngar et Falmata (2003), qui ont trouvé que la viande boucanée est la forme la plus consommée avec 39%, suivie de la forme fraîche avec 34% [6].

3.6 PRIX DES VIANDES DE BROUSSE

Ce tableau présente les différents prix des viandes de brousse vendues aux différents marchés de la ville de Kindu.

Tableau 4. Prix des viandes de brousse

Espèces	Partie	Prix (FC)
Singes	Entier	10.000 -13. 000
Porc-épic	Entier	10.000 - 15.000
Potamochères	Morceaux	2.500 – 3.500
Antilopes	Morceaux	2.500 – 3.500

Il découle du tableau 4 que les prix des viandes de brousse varient en fonction des espèces, de la taille des espèces et du mode de vente (morceau ou entier), prix des singes varient entre 10.000Fc à 13.000Fc, ils sont vendus en entier ; par contre ceux des porcs-épics varient de 10.000fc à 15.000Fc, ils sont vendus en entier ; alors que ceux des potamochères et des antilopes varient respectivement de 2.500Fc à 3.500Fc, ils sont vendus en morceaux.

Bahuchet (2000), dans son travail, il avait trouvé des résultats semblables à nos résultats, il a démontré que les prix et unités de vente varient. Partout, les gibiers les plus petits sont les plus chers. Le petit gibier, constitué du Pangolin et des rongeurs géants (Athérure, Rat de Gambie, Aulacode), est vendu à la pièce, fraîche ou boucané; il coûte en moyenne 10.000 FCFA à Libreville, 7.000 FCFA à Yaoundé. Le gibier de taille moyenne (cercopithèques, Céphalophe bleu) est vendu entier, frais ou boucané, alors que les antilopes (Céphalophe bai, de Peters, ...) et les gros mammifères (Potamochère, gros singes) sont quant à eux généralement vendus en quartiers. Les grands mammifères enfin (Gorille, Éléphant, Buffle) sont vendus en portions boucanées (boules de viande d'une dizaine de kilos)¹.

3.7 PÉRIODE D'INFLATION DES PRIX DES VIANDES DE BROUSSE

La figure ci-dessous nous présente les périodes d'inflation des prix des viandes de brousse vendues aux différents marchés de la ville de Kindu.

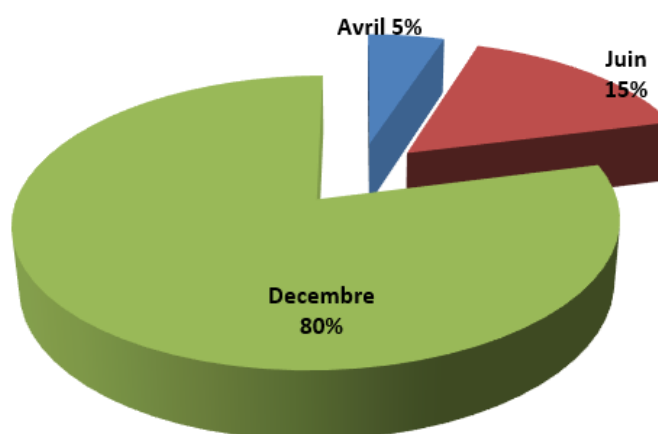


Fig. 3. Période d'inflation des prix des viandes de brousse

¹ Bahuchet A.2000. Dans son travail, il a démontré que les prix et unités de vente varient. Partout les gibiers les plus petits sont les plus chers.

Il ressort de la figure 3 que 80% de nos enquêtés disent qu'il y a inflation des prix des viandes de brousse au mois de décembre, alors que 15% parlent du mois de juin et enfin 5% déclarent le mois d'avril.

4 CONCLUSION

Une recherche vient d'être menée sur l'étude d'identification des viandes de brousse vendues dans la ville de Kindu.

L'objectif général de notre travail était d'identifier les viandes de brousse vendues dans la ville de Kindu aux trois marchés (Makengele, Mikelenge et Central). Les objectifs spécifiques de notre travail étaient d'identifier les espèces vendues aux marchés Makengele, Mikelenge et central de la ville de Kindu ; de vérifier la forme la plus présente des viandes de brousse ; et d'analyser la participation des vendeurs des viandes de brousse à la conservation de la faune sauvage du Maniema.

Après analyse, les résultats suivants ont été obtenus :

- 89% des enquêtés sont de sexe féminin et 11 % sont de sexe masculin. Notre site d'étude est dominé par des femmes ;
- 62% des enquêtés sont sans niveau d'étude, suivis de ceux de niveau primaire avec 20%, après ceux de niveau secondaire avec 13%, et enfin ceux de niveau supérieur avec 5% ; le milieu d'étude est dominé par des enquêtés, sans niveau d'étude ;
- 61% de nos enquêtés vendeurs de la viande de brousse s'approvisionnent sur l'axe Lokando, suivi de ceux de l'axe Lomami avec 28,5% et enfin 10,3% de nos enquêtés s'approvisionnent sur Kibombo ; les vendeurs de la viande de brousse ne participent pas à la conservation de la faune sauvage du Maniema, parce que l'axe Lokando et l'axe Lomami sont des axes qui mènent au Parc de la Lomami ;
- sur un total de 20 spécimens, les singes représentent 9 spécimens, soit 45%; après viennent en second position les antilopes avec 7 spécimens, soit 35%; suivis des porc-épic avec 3 spécimens, soit 15% ; et enfin des potamochères avec 1 spécimen, soit 5% ;
- 83,1% des enquêtés disent que la forme fumée (boucanée) est la forme la plus représentée ; suivis de 10,3% des enquêtés qui ont parlé de la forme fraîche ; et enfin 6,4% des enquêtés confirment la présence de la forme sèche ;
- Les prix de vente des singes varient entre 10.000 Fc à 13.000Fc, ils sont vendus en entier ; par contre ceux des porcs-épics varient de 10.000Fc à 1.000Fc, ils sont vendus en entier ; alors que ceux des potamochères et des antilopes varient respectivement de 2.500Fc à 3.500Fc, ils sont vendus en morceaux ;
- 79% de nos enquêtés disent qu'il y a inflation des prix des viandes de brousse au mois de décembre, alors que 15% parlent du mois de juin, et enfin 5% déclarent le mois d'avril.

Nos hypothèses ont été largement vérifiées et confirmées.

De ce qui précède, nous recommandons l'organiser des activités de sensibilisation contre la vente et la consommation des animaux issus du Parc de la LOMAMI; une punition sévère des récidivants ; la participation de tout congolais à la gestion durable de la faune de la RD Congo ; l'élevage des animaux menacés d'extinction et la création de beaucoup d'alternatives en pêche et élevage.

REFERENCES

- [1] Wilkie D.S et Carpenter J., 1999. Bushmeat hunting in the Congo basin: an assesment of impacts and options of mitigation. *Biodiversity and conservation*, 8:927-955.
- [2] Delvingt W., 1996. La chasse villageoise : Synthèse régionale des études réalisées durant la première chasse du programme Ecofac au Cameroun, au Congo et en République centrafricaine. *Rapport Ecofac, Agreco/cirad-forêt*, 73 p.
- [3] Verhaegen B., 1998. *Méthode de Sciences sociales*, édition Dordas, Paris, 219p.
- [4] Kapoli O., 2014. Consommation de la viande de brousse par les ménages de Kindu et son impact sur la disparition des espèces menacées au Maniema, TFE, FSA/Université de Kindu, 29p
- [5] Mpamu H., 2010 : Filière de la commercialisation de la viande de brousse dans la ville de Kinshasa, TFE, FSM/Université de Kinshasa.
- [6] Abd Allah-Demngar et A. Falmata, 2003. La consommation de la viande de brousse autour du Parc national de Zakouma au Sud-est Tchad, au village Kacha – Kacha, LRVZF, 39p.

Détermination de la sensibilité des *Anopheles gambiae s.l.* à quelques pyréthrinoïdes dans les zones élaéicoles à Mouila (Gabon)

[Détermination of the susceptibility of *Anopheles gambiae s.l.* to some pyrethroids in the oil palm exploitation areas at Mouila (Gabon)]

Aubin Armel KOUMBA¹⁻²⁻³, Christophe Roland ZINGA KOUMBA¹, Rodrigue MINTSA NGUEMA¹, Luc Salako DJOGBENOU²⁻³, Pearl COMLAN⁴, Marie-Pascale GNEINGUI⁵, Guillaume Koffivi KETOH⁶, Bertrand M'BATCHI⁷, and Jacques François MAVOUNGOU¹⁻⁷

¹Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), BP : 13354, Libreville, Gabon

²Université d'Abomey-Calavi (UAC), 05 BP : 1604, Cotonou, Benin

³Institut Régional de Santé Publique (IRSP), BP : 918, Ouidah, Benin

⁴Université des Sciences de la Santé (USS), BP : 4009, Libreville, Gabon

⁵Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP), BP : 14426, Libreville, Gabon

⁶Unité de Recherche en Ecotoxicologie, Université de Lomé (UL), BP : 1515, Lomé, Togo

⁷Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), BP : 941, Franceville, Gabon

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the susceptibility of malaria vectors to pyrethroids and to detect the presence of *kdr* mutations in two peripheral agricultural sites in the city of Mouila. The study was conducted during the rainy season in 2017. *Anopheles* were collected at the larval stage by the "dipping" method and reared in the laboratory until the adult stage. Susceptibility tests were performed on the F0 generations according to the protocol recommended by WHO. The insecticides used were alphacypermethrin (0.05%, 0.25%, 0.50%), cyfluthrin (0.15%, 0.75%), etofenprox (0.5%, 5%) and bifenthrin 0.20%. The individuals of *Anopheles gambiae s.l.* from the tests were identified by the PCR technique. The survivor and dead mosquitoes were used to detect *kdr* mutations via PCR. The members of the *An. gambiae* complex of the study sites were composed of two species, *An. gambiae s.s* and *An. coluzzii*, with a predominance of *An. gambiae s.s*. The test results showed a resistance to alphacypermethrin (0.05%, 0.25% and 0.50%), cyfluthrin 0.15%, etofenprox 0.5% and bifenthrin 0.20% in both study sites and a suspicion of resistance to etofenprox 2.5% in the Moutassou site. Populations of *An. gambiae s.l.* were susceptible to cyfluthrin 0.75% in these study sites ($\leq 98\%$) and etofenprox 2.5% in the Mboukou site (100%). These two insecticides could be used for vector control after resistance has been observed to permethrin and deltamethrin (at low doses).

KEYWORDS: Vectors, Malaria, Resistance, Sensitivity, Pyrethroids, Mouila, Gabon.

RESUME: L'objectif de cette étude était d'évaluer la sensibilité des vecteurs du paludisme aux pyréthrinoïdes et de détecter la présence des mutations *Kdr* dans deux sites d'exploitations agricoles périphériques à la ville de Mouila. L'étude a été menée pendant la saison des pluies 2017. Les anophèles ont été collectés au stade larvaire par la méthode du « *dipping* » et élevés au laboratoire jusqu'au stade adulte. Des tests de sensibilité ont été réalisés sur les générations F0 suivant le protocole

recommandé par l'OMS. Les insecticides utilisés étaient : l'alphacyperméthrine (0,05%, 0,25%, 0,50%), la cyfluthrine (0,15%, 0,75%), l'etofenprox (0,5%, 2,5%) puis la bifenthrine 0,20%. Les individus d'*Anopheles gambiae s.l.* provenant des tests ont été identifiés par la technique PCR. Les survivants aux tests et les morts ont été utilisés pour la détection des mutations Kdr via la PCR. Les membres du complexe *An. gambiae* des sites étudiés étaient composés de deux espèces, *An. gambiae s.s* et *An. coluzzii*, avec une prédominance d'*An. gambiae s.s*. Les résultats des tests ont montré une résistance à l'alphacyperméthrine (0,05%, 0,25% et 0,50%), la cyfluthrine 0,15%, l'etofenprox 0,5% et la bifenthrine 0,20% dans les deux sites étudiés et une suspicion de résistance à l'etofenprox 2,5% dans le site de Moutassou. Les populations d'*Anopheles gambiae s.l.* étaient sensibles à la cyfluthrine 0,75% dans ces sites étudiés ($\leq 98\%$) et à l'etofenprox 2,5% dans le site de Mboukou (100%). Ces deux insecticides pourraient être utilisés pour la lutte antivectorielle après qu'une résistance ait été observée à la perméthrine et à la deltaméthrine (aux faibles doses).

MOTS-CLEFS: Vecteurs, Paludisme, Résistance, Sensibilité, Pyréthrinoïdes, Mouila, Gabon.

1 INTRODUCTION

La connaissance de la sensibilité des moustiques du complexe *Anopheles gambiae* vis-à-vis des insecticides recommandés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est un préalable important pour développer les stratégies intégrées de la lutte contre les maladies transmises par ces insectes [1]. En effet, plusieurs espèces de ce complexe dont *Anopheles gambiae s.s* et *Anopheles coluzzii* sont impliquées dans la transmission des plasmodiums responsables du paludisme. Cette parasitose constitue la maladie infectieuse à transmission vectorielle la plus répandue dans le monde [2, 3, 4, 5]. Les estimations concernant la problématique du paludisme dans le monde indique une augmentation du nombre de cas de paludisme qui est passé entre 2015-2016, de 211 à 216 millions, soit un taux d'augmentation de 2,37% [6]. Par ailleurs, le nombre de décès dus à cette maladie a augmenté de 438 000 à 445 000 morts en un an [1]. Cette augmentation des cas de paludisme et des décès associés a été la plus significative dans la région Afrique, qui concentre 90 % des cas de paludisme et des décès associés dans le monde. Quinze pays, tous en Afrique subsaharienne sauf un, représentent 80 % du fardeau du paludisme au niveau mondial [6].

Le Gabon, à l'instar des autres pays africains, paie le lourd tribut de la prévalence palustre. En effet, le paludisme y est l'un des problèmes majeurs de santé publique de par ses taux de mortalité infantile et d'hospitalisations élevés [7]. Des formes graves surviennent chez 45% des enfants fébriles hospitalisés et chez 71% des femmes enceintes [8]. La transmission de cette parasitose y est principalement assurée par les membres des complexes *An. gambiae* et *An. funestus* [9, 10, 11]. Pour lutter contre le paludisme, le Gabon a adopté différentes stratégies de lutte axées sur la prévention (Moustiquaires Imprégnées d'insecticides à Longue Durée d'Efficacité MILDE et Traitement Préventif Intermittent TPI) et la prise en charge des cas via le diagnostic de la maladie (Test de Diagnostic Rapide TDR et microscopie) et le traitement (Combinaisons Thérapeutiques à base d'Artémisinine CTA).

La prévention en se basant sur le contrôle des vecteurs est l'une des approches efficaces pour diminuer l'incidence du paludisme dans les zones d'endémie. Mais cette lutte se heurte à des problèmes tels que l'émergence de la résistance des moustiques aux insecticides habituels [11, 12, 13, 14]. Des études ont rapporté que les populations d'*Anopheles gambiae s.l.* capturées à Libreville et à Port-Gentil, étaient résistantes au DDT et aux pyréthrinoïdes [11, 15]. Ce phénomène de résistance aux insecticides est mal connu dans les autres zones écologiques du Gabon. Pourtant, certaines de ces zones telles que Mouila, abritent des sites de palmier à huile propices au développement des moustiques [16]. C'est dans ce contexte qu'une étude sur la sensibilité des populations d'*Anopheles gambiae s.l.* aux pyréthrinoïdes a été conduite dans les espaces agricoles de Mouila (sud-ouest du Gabon).

L'objectif de cette étude était de déterminer le niveau de sensibilité des espèces anophéliennes du complexe *An. gambiae* présentes dans la zone d'étude afin de cribler les insecticides et les doses appropriées pour organiser à la fois la lutte antivectorielle et la gestion de la résistance des anophèles aux insecticides.

2 METHODOLOGIE

2.1 ZONE D'ETUDE

Cette étude a été conduite en saison des pluies 2017 dans deux sites d'exploitation du palmier à l'huile à Mouila : Moutassou et Mboukou (fig. 1). Ces sites sont situés à la périphérie de la ville de Mouila (sud-ouest du Gabon), à 420,6 kilomètre de Libreville.

Le site de Mboukou est une zone de palmeraies qui se trouve dans le département de Tsamba-Magotsi (1°39'06" Sud et 10°49'42,6" Est) à environ 35 kilomètres de la ville de Mouila. Ce site industriel couvre environ 35 000 hectares [17]. Quant au site de Moutassou, il se trouve dans le département de la Douya-Onoye (1°59'33,8" Sud et 11°02'25,2" Est) à environ 13 kilomètres de la ville de Mouila. Ce site agro-industriel s'étend sur près de 24 000 hectares.

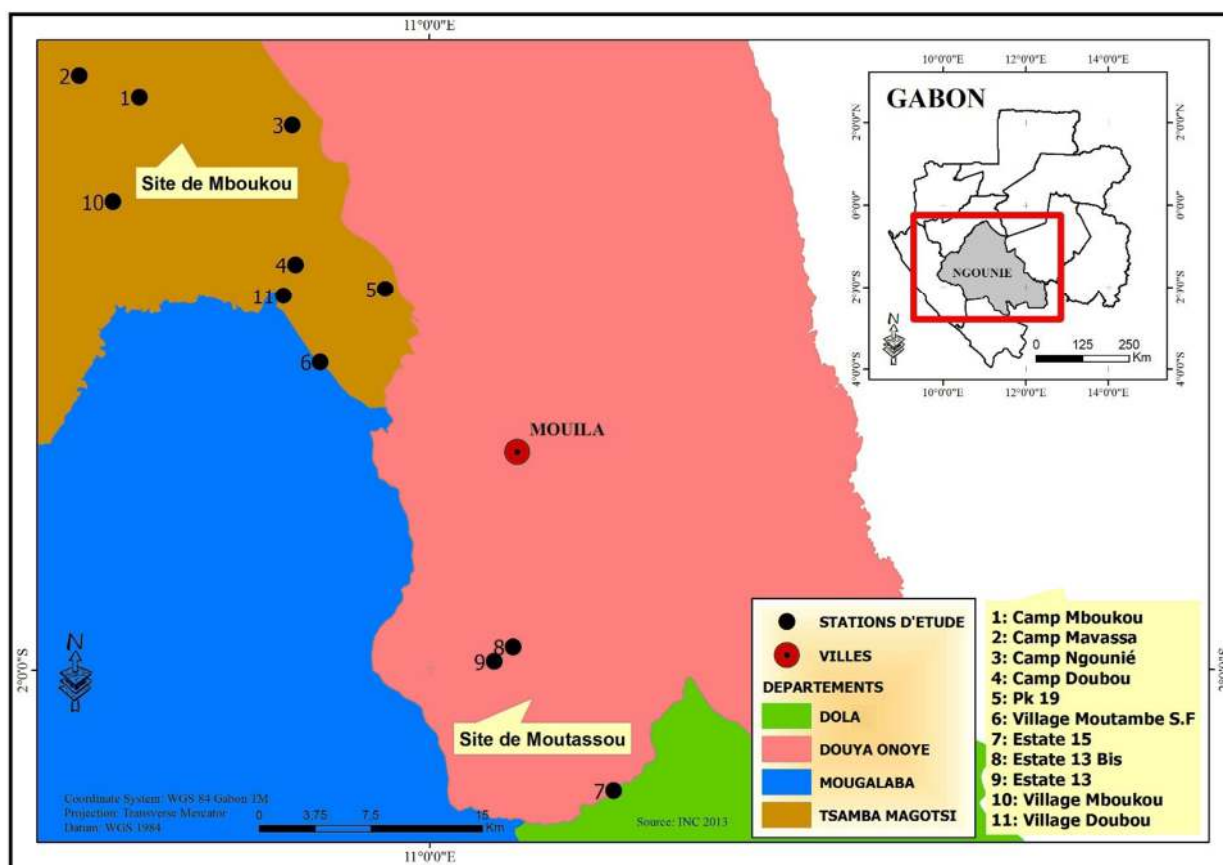


Fig. 1. Localisation géographique des sites d'étude et des stations de prélèvement

2.2 COLLECTE ET TRAITEMENT DES MOUSTIQUES

Les populations d'anophèles destinés aux tests de sensibilité aux insecticides ont été collectés à l'état larvaire dans les gîtes naturels (flaques, mares, étangs) et artificiels (retenues d'eau, fosses, empreintes de pneu) présents dans 11 stations prélèvement réparties dans la zone d'étude. Ces stations étaient représentées par le Pk19, le camp Moutassou (Estate 13, Estate 13Bis, Estate 15), le village Moutambe Sane Foumou, le camp Doubou, le village Mboukou, le village Doubou, le camp Mavassa, le camp Ngounié, le camp Mboukou. La collecte des larves et des nymphes d'anophèles a été faite dans les gîtes positifs [18] suivant la méthode de « dipping » [19].

Les larves et les nymphes d'anophèles ont été transférées dans les plateaux à l'aide des pipettes de transfert puis transportées au laboratoire pour leur élevage [20]. Ces larves étaient élevées dans de l'eau provenant des gîtes et nourries tous les deux jours avec la farine pour poissons d'ornement (Sera Vipagran) [21].

Les adultes obtenus ont été nourris *ad libitum* à l'aide d'une solution sucrée à 8% mise sur du coton. Ils ont été identifiés morphologiquement à l'aide de la clé d'identification de [22] et les femelles ont été soumises aux tests de sensibilité.

2.3 TESTS DE SENSIBILITÉ AUX INSECTICIDES

Les tests de sensibilité aux insecticides ont été effectués sur des femelles adultes nourries, non gorgées, âgées de 2 à 4 jours, issues des larves prélevées dans les différents gîtes larvaires des sites d'étude. Les tests ont été réalisés selon le protocole standardisé de l'OMS [23]. En effet, des lots de 25 moustiques femelles ont été exposés aux papiers imprégnés à différents insecticides dans les tubes pendant 60 minutes. Dans le tube témoin, les moustiques ont été exposés à un papier non traité à l'insecticide mais imprégné d'huile d'olive (tableau 1).

Tableau 1. Insecticides utilisés pour les tests de sensibilité

Classe	Insecticides	Concentration diagnostique (%)
Pyréthroïdes	Alphacyperméthrine	0,05 - 0,25 - 0,50
	Cyfluthrine	0,15 - 0,75
	Etofenprox	0,5 - 2,5
	Bifenthrine	0,20

Les effets knock-down ont été d'abord relevés chaque 5 minutes pendant les 20 premières minutes d'exposition puis toutes 10 minutes jusqu'à ce qu'on a ce que l'on atteint 60 minutes d'exposition. En parallèle, le nombre de moustiques morts dans le lot témoin a été enregistré. Au bout d'une heure d'exposition, les moustiques ont été transférés dans des tubes d'observation contenant des papiers non traités (imprégnés d'huile d'olive) et nourris avec une solution sucrée à 8%. La mortalité post-exposition a été relevée pour chaque lot après 24 heures. Par ailleurs, tous les papiers imprégnés d'insecticide ont été pré-testés avec les adultes de la souche sensible de référence Kisumu afin de confirmer leur efficacité sur la souche sensible [24]. Les tests de sensibilité ont été effectués dans des conditions de laboratoire suivantes : 26-29°C et 74-82% d'humidité relative.

Après les tests, tous les *Anopheles gambiae* testés (morts et survivants) provenant de chaque site, ont été conservés dans des tubes Eppendorf de 1,5 ml contenant du silicagel. Ces anophèles ont été ensuite conditionnés de façon séparée par lot : les morts formaient un lot et les survivants un autre. Ces deux lots des spécimens ont servi pour l'identification moléculaire des espèces de moustiques et la détermination des mutations Kdr [3, 24, 25].

2.4 IDENTIFICATION DES ESPÈCES DU COMPLEXE ANOPHÈLES GAMBIAE PAR PCR

Après les tests de sensibilité aux insecticides, les moustiques survivants, après 24 heures d'observation pour chaque insecticide et une partie des moustiques morts ont été identifiés par la réaction de polymérisation en chaîne (PCR) en espèces. Ainsi, l'ADN total des moustiques a été extrait selon la méthode de [26] et dilué au 1/15 dans de l'eau stérile. L'identification des espèces d'*An. gambiae s.l.* a été réalisée grâce à la technique de [27]. Ce test de diagnostic par PCR Restriction Fragment Length Polymorphism (PCR-RFLP) consiste à amplifier un fragment d'ADN d'environ 1 500 paires de bases (pb) à l'aide de deux oligonucléotides (A.O et A1.3). Cette séquence a été ensuite digérée par une enzyme de restriction Hin61 ou Tru9 permettant d'identifier les formes moléculaires M et S dorénavant appelées respectivement *An. coluzzii* et *An. gambiae s.s.*

2.5 RECHERCHE DES MUTATIONS KDR PAR PCR

La détection des mutations Kdr-west et Kdr-east a été faite suivant les protocoles développés par [28] et [29]. Aussi, le test diagnostic PCR-Polymerase of Allelic Specific Amplification (PCR-PASA) a consisté à utiliser quatre oligonucléotides ou primers dénommés Agd1 (5'-ATAGATCCCGACCATG-3'), Agd2 (5'-AGACAAGGATGATGAACC-3'), Agd3 (5'-AATTTGCATTACTTACGACA-3'), Agd4 (5'-CTGTAGTGATAGGAAATTTA-3') et la Taq polymérase pour rechercher par amplification les allèles résistants ou sensibles sur un fragment d'ADN codant pour « le canal sodium voltage dépendant » chez chaque moustique testé. Ce test a donc permis de définir les génotypes homozygotes résistants (RR), homozygotes sensibles (SS) et hétérozygotes (RS). La détermination de la fréquence de la mutation Kdr selon les sites étudiés a été réalisée grâce au logiciel « génépop 2.0 » [30].

2.6 ANALYSES DES DONNÉES

Elles ont consisté à déterminer les Tkd50 et Tkd95 (Temps de knock-down) désignant respectivement le temps nécessaire pour que 50% et 95% des moustiques soient assommés après 1 heure de contact avec un insecticide et, les taux de mortalité observés après 24 heures. Ces Tkd ont été estimés à partir de la fonction probit tandis que les taux de mortalité ont été calculés en divisant le nombre de moustiques tués par le nombre total de moustiques testés pour chaque insecticide. Les résultats des tests de sensibilité ont été interprétés selon les critères définis par l'OMS [23]. La formule d'Abbott sert à corriger la mortalité observée dans les tests de susceptibilité des adultes lorsque la mortalité dans le lot témoin est comprise entre 5 % et 20 % [31].

3 RÉSULTATS

3.1 MORTALITÉ DANS LES SITES D'ÉTUDE

Un total de 1600 femelles d'*An. gambiae s.l.* (800 à Mboukou et 800 à Moutassou) âgées de 2-4 jours ont été soumis aux tests de sensibilité aux insecticides. Dans tous les tests réalisés, la mortalité dans les lots témoins a été toujours inférieure à 5 %. Il n'a pas été nécessaire de corriger les taux de mortalité dans les lots testés (tableaux 2 et 3). Les tests ont montré globalement une sensibilité des populations d'*An. gambiae s.l.* à la cyfluthrine 0,75% dans tous les sites d'étude (100% de taux de mortalité). A part le site Mboukou où les anophèles étaient sensibles à l'etofenprox 2,5% (100%), une suspicion de résistance à cet insecticide a été observée dans le site de Moutassou (92%). Par ailleurs, une résistance d'*Anopheles gambiae s.l.* à l'alphacyperméthrine (0,05%, 0,25% et 0,50%), à la cyfluthrine 0,15%, à la bifenthrine 0,20% et à l'etofenprox 0,5% a été signalée dans les deux sites étudiés avec des mortalités comprises entre 12 et 86%.

Tableau 2. Mortalité des *An. gambiae s.l.* après 24 h d'observation à Mboukou

Site	Insecticide testé	Nombre exposé	Mortalité (%)	Statut
Mboukou	Alphacyperméthrine 0,05%	100	48	Résistant
	Alphacyperméthrine 0,25%	100	86	Résistant
	Alphacyperméthrine 0,50%	100	78	Résistant
	Cyfluthrine 0,15%	100	48	Résistant
	Cyfluthrine 0,75%	100	100	Sensible
	Etofenprox 0,5%	100	10	Résistant
	Etofenprox 2,5%	100	100	Sensible
	Bifenthrine 0,20%	100	12	Résistant

Tableau 3. Mortalité des *An. gambiae s.l.* après 24 h d'observation à Moutassou

Site d'étude	Insecticides testés	Nombre exposé	Mortalité (%)	Statut
Moutassou	Alphacyperméthrine 0,05%	100	70	Résistant
	Alphacyperméthrine 0,25%	100	86	Résistant
	Alphacyperméthrine 0,50%	100	78	Résistant
	Cyfluthrine 0,15%	100	58	Résistant
	Cyfluthrine 0,75%	100	98	Sensible
	Etofenprox 0,5%	100	24	Résistant
	Etofenprox 2,5%	100	92	Résistant probable
	Bifenthrine 0,20%	100	66	Résistant

3.2 TEMPS DE KNOCK-DOWN DANS LES SITES D'ÉTUDE

En présence de l'alphacyperméthrine 0,05%, l'alphacyperméthrine 0,5% et la bifenthrine 0,2%, les TKd95 sont restés supérieurs à 60 minutes pour les femelles adultes d'*An. gambiae s.l.* (souches Mboukou et Moutassou). Par contre, pour la cyfluthrine 0,15%, l'alphacyperméthrine 0,25%, l'etofenprox 0,5% et l'etofenprox 2,5%, les Tkd95 ont été supérieurs à 60 mn chez les anophèles de Moutassou. A part les « No kd » signalés chez les spécimens de Mboukou exposés à la cyfluthrine 0,15%

et à l'etofenprox 0,5%, les Tkd95 ont été supérieurs à 60 minutes chez ces anophèles quand ils ont été soumis à la cyfluthrine 0,75%. Cependant, les Tkd95 sont restés inférieurs à 52 minutes en présence de l'alphacyperméthrine 0,25% chez *An. gambiae* s.l. provenant de Mboukou et inférieurs à 51 minutes en présence de la cyfluthrine 0,75% pour les femelles adultes d'*An. gambiae* s.l. provenant de Moutassou.

S'agissant des Tkd50, ils ont été les plus faibles en présence de l'alphacyperméthrine 0,5% (17,56 min chez les anophèles de Moutassou et 20,81 min chez ceux de Mboukou), de l'alphacyperméthrine 0,25% (25,21 min chez les anophèles de Moutassou et 26,05 min chez ceux de Mboukou) et de l'etofenprox 2,5% (37,31 min chez les anophèles de Moutassou et 30,68 min chez ceux de Mboukou). Par contre, les Tkd50 sont restés très et supérieurs à 60 minutes en présence de l'etofenprox 0,5% (71,4 min) et de la bifenthrine 0,2% (89,23 min chez les moustiques de Moutassou et 115,06 min chez ceux de Mboukou).

Tableau 4. Temps de knock-down au bout de 60 minutes d'exposition des *An. gambiae* s.l. à l'insecticide (IC à 95%).

Insecticides	Mboukou		Moutassou	
	Tkd50 (IC)	Tkd95 (IC)	Tkd50 (IC)	Tkd95 (IC)
Alphacyperméthrine 0,05%	54,65 (47,88– 66,15)	92,51 (77,38– 123,93)	42,17 (34,82– 52,9)	76 (62,08– 109,24)
Alphacyperméthrine 0,25%	26,05 (19,97– 32,36)	51,02 (42,28– 69,11)	25,21 (16,59– 33,11)	62,39 (49,74– 92,72)
Alphacyperméthrine 0,5%	20,81 (13,83– 28,97)	94,68 (56,51– 348,01)	17,56 (11,62– 23,75)	73,04 (46,81– 201,1)
Cyfluthrine 0,15%	No Kd	No Kd	51,12 (46,66– 57,16)	80,71 (71,45– 96,34)
Cyfluthrine 0,75%	45,78 (42,49– 49,59)	70,13 (63,98– 79,41)	21,84 (7,55– 33,27)	50,14 (37,18– 101,2)
Etofenprox 0,5%	No Kd	No Kd	71,4 (56,83– 109,57)	151,7 (112,2– 264,2)
Etofenprox 2,5%	30,68 (21,56– 40,93)	59,86 (47,4– 93,49)	37,31 (29,59– 47,37)	70,16 (56,9– 102,42)
Bifenthrine 0,2%	115,06 (84,9– 254,2)	115,06 (127,02– 451,7)	89,23 (73,57– 135,16)	135,3 (104,7– 228,8)

No Kd: Perte totale de l'effet Knock-down (moins de 10% de moustiques assommés après 60 minutes d'exposition) ; IC : Intervalle de Confiance à 95% ; Tkd50 et Tkd95 : Temps de Knock-down ou temps nécessaire pour que 50% et 95% des moustiques soient assommés après 1 heure de contact avec un insecticide.

3.3 COMPOSITION MOLÉCULAIRE D'ANOPHELES GAMBIAE SENSU LATO

L'identification des espèces d'*An. gambiae* s.l. a été réalisée par le technique PCR. Elle a révélé la présence de deux espèces anophéliennes : *An. gambiae* s.s. (anciennement appelée forme moléculaire S) et *An. coluzzii* (anciennement appelée forme moléculaire M), avec une prédominance d'*An. gambiae* s.s (99,14 %) par rapport à *An. coluzzii* (0,86 %).

3.4 MUTATIONS KDR (KNOCK-DOWN RESISTANCE)

La recherche des mutations Kdr-west et kdr-east a été faite par PCR. Les résultats de cette PCR ont montré la présence des mutations kdr chez les populations naturelles d'*An. gambiae* s.l. des sites de Mboukou et de Moutassou (tableau 5). Les individus homozygotes résistants (RR) avaient une forte fréquence. En effet, dans les sites étudiés, la coexistence des gènes de résistance kdr-w et kdr-e a été observée mais une prédominance du gène kdr-w (FR = 0,99) sur le gène kdr-e (FR = 0,28). La fréquence du gène kdr-w était plus élevée à Moutassou (FR = 1) qu'à Mboukou (0,99). Par contre, la fréquence du gène kdr-e était plus forte à Mboukou (FR = 0,21) qu'au niveau de Moutassou (FR = 0,14).

Tableau 5. Fréquence des gènes de résistance kdr exprimés dans les échantillons identifiés

Site de collecte	N	Espèce		Kdr West (1014F)				Kdr Est (1014S)			
		<i>An. gambiae</i> s.s	<i>An. coluzzii</i>	RR	RS	SS	F (R)	RR	RS	SS	F (R)
Mboukou	182	180	2	179	3	0	0,99	30	17	135	0,21
Moutassou	52	52	0	52	0	0	1	3	9	40	0,14
Total	234	232	2	231	3	0	0,99	33	26	175	0,28

RR = individus homozygotes résistants, RS = individus hétérozygotes et SS = individus homozygotes sensibles ; F(R) = Fréquence de l'allèle résistant = $[nRS + 2x(nRR)]/2N$.

4 DISCUSSION

Les analyses moléculaires ont révélé la présence dans les sites d'étude d'*An. coluzzii* et *An. gambiae* s.s. qui sont connues comme des vecteurs majeurs du paludisme au Gabon [11, 32]. Ces deux espèces anophéliennes sont les seuls membres du complexe *An. gambiae* dans les sites d'étude avec une forte abondance d'*An. gambiae* s.s. Ces résultats sont similaires à ceux des études précédentes conduites par [11] et [32] qui ont montré une prédominance d'*An. gambiae* s.s. dans les échantillons collectés à Libreville et Port-Gentil. L'abondance de l'espèce *An. gambiae* s.s. dans nos résultats pourrait être liée à la nature des gîtes de développement et à la saison climatique [33, 34]. En effet, les conditions d'insalubrités observées dans les stations de collecte semblent propices à *An. gambiae* s.s. contrairement à *An. coluzzii*. Des études antérieures ont montré qu'*An. gambiae* s.s. est plus fréquente dans les gîtes plus éphémères et dépendants des pluies [33, 35] tandis qu'*An. coluzzii* abondent souvent dans les collections d'eau permanentes et sémi-permanentes relativement propres (non pollués) [30]. Cette prédominance d'*An. gambiae* s.s. sur les autres membres du complexe *An. gambiae* est conforme aux études antérieures [11, 32] qui ont montré la présence prépondérante de cette espèce à Libreville (> 90%).

Notre étude a mis en évidence une résistance d'*An. gambiae* s.l. à alphacyperméthrine (0,05%, 0,25%, 0,50%), à la cyfluthrine 0,15%, à l'etofenprox 0,5% et à la bifenthrine 0,20% qui sont des insecticides non encore utilisés en santé humaine au Gabon. Cette situation pourrait constituer une limite dans la lutte antipaludique dans cette zone d'étude puisque la résistance des vecteurs d'agents pathogènes aux insecticides affecte à la fois l'économie et la santé publique [36]. La baisse d'efficacité des pyréthriinoïdes vis-à-vis d'*An. gambiae* s.l. a déjà été rapportée dans les pays voisins tels qu'au Cameroun [37, 38], au Tchad [39], en Guinée Equatoriale [14], en République Démocratique du Congo [40]. Cette résistance d'*An. gambiae* s.l. aux pyréthriinoïdes a été aussi observée par [41], puis [18] et [30], respectivement à Tiassaléko dans le village de riziculture irriguée en zone sud forestière en Côte d'Ivoire et dans cinq sites agricoles en Côte d'Ivoire. Ces auteurs ont montré que les populations d'*An. gambiae* s.l. de ces zones ont été résistants aux insecticides de la famille des pyréthriinoïdes. Ces mêmes observations ont été faites par [42] dans la partie sud du Bénin, dans les régions urbaines et de cultures des légumes où les populations d'*An. gambiae* s.l. ont été résistantes à la lambda-cyhalothrine 0,05%, insecticide de la famille des pyréthriinoïdes. En Centrafrique, [43] a montré que les populations d'*An. gambiae* s.l. de Bangui, sont aussi résistants à la lambda-cyhalothrine 0,05%.

Aussi, cette résistance aux pyréthriinoïdes testés suppose l'existence d'une pression de sélection dans les sites étudiés. Ce fait pourrait être lié à l'utilisation massive des pyréthriinoïdes pour la lutte contre les ravageurs des palmiers à huile et leur usage domestique contre les moustiques nuisibles et vecteurs de paludisme (moustiquaires imprégnées d'insecticides, sprays) dans les sites étudiés. Ces observations ont été aussi faites dans d'autres pays africains, notamment au Bénin, au Cameroun et en Côte d'Ivoire [30, 44, 45, 46]. Les références [47] et [48] ont même montré que l'agriculture semble être l'un des principaux facteurs responsables de la sélection de résistance chez *An. gambiae* s.l. en Afrique.

Comme dans les observations faites précédemment au Gabon (Libreville et au Port-Gentil) et dans la sous-région d'Afrique centrale, la résistance aux pyréthriinoïdes usuels est essentiellement liée aux mutations kdr [11, 15, 44, 49]. La PCR de diagnostic des mutations Kdr a montré la présence de la mutation kdr qui confère aux insectes, la résistance aux insecticides de la famille des pyréthriinoïdes. De même, les résultats de cette étude ont mis en évidence la co-existence des mutations Kdr-w et Kdr-e au sein des populations d'*An. gambiae* s.l. des sites prospectés, avec une prévalence du gène kdr-w. Cette co-occurrence des mutations kdr-e et kdr-w a été déjà décrite en Afrique centrale [15, 50, 51, 52] ainsi que la prédominance du gène kdr-w par rapport au gène kdr-e [14, 32, 49]. La présence de ces mutations dans les sites d'étude constitue une menace pour l'efficacité des stratégies de lutte anti-vectorielle basées sur l'utilisation des insecticides chimiques [53]. Les données de cette étude sont les premières du genre qui traitent de la sensibilité des vecteurs du paludisme aux pyréthriinoïdes dans la région de Mouila. Aussi, des études similaires doivent être réalisées dans l'ensemble des quartiers de la ville de Mouila et leurs environs et, dans les autres localités du Gabon afin de connaître les vecteurs locaux de paludisme et leur niveau de sensibilité aux insecticides [11].

5 CONCLUSION

La présente étude a montré une résistance et/ou des suspicions de résistance du vecteur majeur (*An. gambiae* s.l.) du paludisme à quelques pyréthriinoïdes (alphacyperméthrine 0,05%, 0,25% et 0,50%, cyfluthrine 0,15%, bifenthrine 0,20%, l'etofenprox 0,5% et 2,5%) dans zones élaéicoles de la zone de Mouila. Cependant, ces anophèles sont encore sensibles à la cyfluthrine 0,75%. La résistance et les suspicions de résistance d'*An. gambiae* s.l. à ces divers pyréthriinoïdes montrent le danger auquel la population humaine est exposée. Ces données de cette étude pourraient servir à la mise en place des mesures de lutte anti-vectorielle complémentaires aux stratégies déjà en cours dans les sites d'étude. Des observations éthologiques des

anophèles face aux insecticides méritent d'être faites régulièrement afin de prévenir les phénomènes de résistance et, de mieux orienter les stratégies de lutte anti-vectorielle.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier, institutionnel et logistique du Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV), de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), de l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), de l'Institut Régional de Santé Publique (IRSP), du Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP), de l'Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM), et de la société Olam Palm Gabon (OPG). Nos sincères remerciements à Pr Alain Souza, Dr Abdou Razack Safiou, Dr Paul Raoul Nguina Sanga, Pyazzi Obame Ondo, Audrey Mélodie Ovono et Gael Bibang Bengono pour leur aide multiforme. Nous remercions aussi chaleureusement, les chefs des localités de Mboukou, Doubou et Moutambe Sane Fomou ainsi que les populations pour leur collaboration et leur aide. Enfin, nous tenons à adresser notre gratitude aux Docteurs Ghislaine Nkone-Asseko et Spes Caritas Ntabangana de l'OMS-Gabon pour nous avoir fourni les papiers insecticides et les kits pour les tests de sensibilité aux insecticides.

REFERENCES

- [1] OMS, "Procédures pour tester la résistance aux insecticides chez les moustiques vecteurs du paludisme – seconde édition [Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes – 2nd ed.]. Genève : Organisation Mondiale de la Santé, 2017.
- [2] F. H. Collins and S. M. Paskewitz, "Malaria : Current and future prospects for control", *Annu. Rev. Entomol.*, vol. 40, pp. 195-219, 1995.
- [3] C. Fanello, V. Petrarca, A. della Torre, *et al.*, "The pyrethroid knock-down resistance gene in the *Anopheles gambiae* complex in Mali and further indication of incipient speciation within *An. gambiae s.s.*", *Insect Molecular Biology*, vol. 12, pp. 241-245, 2003.
- [4] L. Djogbenou, "Lutte antivectorielle contre le paludisme et résistance des vecteurs aux insecticides en Afrique", *Médecine Tropicale*, vol. 69, n°2, pp. 160-164, 2009.
- [5] N. P. Akono, A. Mbouangoro, A. Mbida Mbida, *et al.*, "Le complexe d'espèces *Anopheles gambiae* et le gène de résistance Kdr en périphérie de Douala, Cameroun", *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, vol. 110, pp. 122-129, 2017.
- [6] OMS, Rapport Mondial sur le paludisme.: Genève, Organisation Mondiale de la Santé, 2017.
- [7] A. Dzeing-Ella, P. C. Nze Obiang, R. Tchoua, *et al.*, "Severe falciparum malaria in Gabonese children: clinical and laboratory features", *Malaria Journal*, vol. 4, n°1, 2005.
- [8] PNL, Rapport de synthèse sur la statistique épidémiologique du Gabon, Programme National de Lutte contre le Paludisme du Gabon, 2010.
- [9] E. H. Sylla, J. F. Kun and P. G. Kremsner, "Mosquito distribution and entomological inoculation rates in three malarial-endemic areas in Gabon", *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 94, pp. 652–656, 2000.
- [10] N. Elissa, F. Migot-Nabias, A. Luty, *et al.*, "Relationship between entomological inoculation rate, *Plasmodium falciparum* prevalence rate, and incidence of malaria attack in rural Gabon", *Acta Trop.*, vol. 85, pp. 355-361, 2003.
- [11] J. R. Mourou, T. Coffinet, F. Jarjaval, *et al.*, "Malaria transmission and insecticide resistance of *Anopheles gambiae* in Libreville and Port-Gentil, Gabon", *Malaria Journal*, vol. 9, n° 32, pp. 1-8, 2010.
- [12] M. Coetzee, P. Van Wyk, M. Booman, *et al.*, "Insecticide resistance in malaria vector mosquitoes in a gold mining town in Ghana and implications for malaria control", *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, vol. 99, n°5, pp. 400–3, 2006.
- [13] Y. E. Himeidan, H. Chen, F. Chandre, *et al.*, "Permethrin and DDT resistance in the malaria vector *Anopheles arabiensis* from eastern Sudan", *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, vol. 77, n°6, pp. 1066–8, 2007.
- [14] M. Moreno, J. L. Vicente, J. Cano, *et al.*, "Knockdown resistance mutations (kdr) and insecticide susceptibility to DDT and pyrethroids in *Anopheles gambiae* from Equatorial Guinea", *Trop. Med. Int. Health.*, vol. 13, n°3, pp. 430–3, 2008.
- [15] J. Pinto, A. Lynd, N. Elissa, *et al.*, "Co-occurrence of East and West African kdr mutations suggests high levels of resistance to pyrethroid insecticides in *Anopheles gambiae* from Libreville, Gabon", *Med. Vet. Entomol.*, vol. 20, pp. 27–32, 2006.
- [16] J. F. Mavoungou, K. G. Ketoh, L. S. Djogbenou, *et al.*, "Etude entomologique en prélude à la Pulvérisation Intra-Domiciliaire dans les base-vies et bureaux d'Olam Palm Gabon à Mouila", Rapport d'étude, Programme National Lutte Paludisme Gabon, Libreville, 2017.
- [17] M. E. H. Burton, J. R. Poulsen, M. E. Lee, *et al.*, "Reducing Carbon Emissions from Forest Conversion for Oil Palm Agriculture in Gabon", *Conservation Letters*, vol. 0, n°0, pp. 1-11, 2016.

- [18] E. Tia, M. Akogbéto, A. Koffi, *et al.*, "Situation de la résistance d'*Anopheles gambiae* s.s. (Diptera : Culicidae) aux pyréthrinoïdes et au DDT dans cinq écosystèmes agricoles de Côte d'Ivoire". *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, vol. 99, n°4, pp. 278–282, 2006.
- [19] A. Talipouo, P. Ntonga Akono, D. Tagne, *et al.*, "Comparative study of *Culicidae* biodiversity of Manoka island and Youpwe mainland area, Littoral, Cameroon", *Int. J. Biosci.*, vol. 10, n°4, pp. 9-18, 2017.
- [20] C. M. Egbuche, C. K. Ezihe, D. N. Aribodor, C. B. Ukonze, "Survey of mosquitoes in open and closed larval habitats in Aguleri, Anambra East Local Government Area of Anambra State, South Eastern Nigeria", *Journal of Mosquito Research*, vol. 6, n°17, pp. 1-5, 2016.
- [21] B. Kone, Y. L. Konan, Z. I. Coulibaly, *et al.*, "Evaluation entomologique du risque d'épidémie urbaine de fièvre jaune survenue en 2008 dans le district d'Abidjan, Côte d'Ivoire". *Medecine et Santé Tropicales*, vol. 23, pp. 66-71, 2013.
- [22] F. Baldacchino F, C. Paupy, "Clé de détermination des *Culicidae* présents en Afrique Centrale et au Gabon", Document de travail, IRD/CIRMF, 2010.
- [23] WHO, "Test procedures for Insecticide Resistance Monitoring in malaria vector mosquitoes", Report of the WHO. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, Geneva, World Health Organization, 2013.
- [24] L. Djogbenou, N. Pasteur, M. Akogbetto, M. Weill and F. Chandre, "Insecticide resistance in the *Anopheles gambiae* complex in Benin: a nationwide survey", *Medical and Veterinary Entomology*, vol. 25, pp. 256–267, 2011.
- [25] C. Fanello, V. Petrarca, A. Della Torre, "Simultaneous identification of species and molecular forms of the *Anopheles gambiae* complex by PCR/RFLP", *Medical and Veterinary Entomology*, vol. 16, pp. 461-464, 2002.
- [26] F. H. Collins, M. A. Mendez, M. O. Rasmussen, *et al.*, "A ribosomal RNA gene probe differentiates member species of *Anopheles gambiae* complex", *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 37, pp. 37-41, 1987.
- [27] G. Favia, A. Della Torre, M. Bagayoko, *et al.*, "Molecular identification of sympatric chromosomal forms of *An. gambiae* and further evidence of their reproductive isolation", *Insect. Mol. Biol.*, vol. 6, n°4, pp. 377-383, 1997.
- [28] D. Martinez-Torres, F. Chandre, M. S. Williamson, *et al.*, "Molecular characterization of pyrethroid knockdown resistance (kdr) in the major malaria vector *Anopheles gambiae* s.s.", *Insect Molecular Biology*, vol. 7, pp. 179-184, 1998.
- [29] H. Ranson, B. Jensen, J. M. Vulule, *et al.*, "Identification of a point mutation in the voltage-gated sodium channel gene of Kenyan *An. gambiae* associated with resistance to DDT and Pyrethroids", *Insect Molecular Biology*, vol. 9, pp. 491-497, 2000.
- [30] E. Tia, M. Chouaibou, C. N. G. Gbalégba, *et al.*, "Distribution des espèces et de la fréquence du gène Kdr chez les populations d'*Anopheles gambiae* s.s. et d'*Anopheles coluzzii* dans cinq sites agricoles de la Côte d'Ivoire", *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, vol. 110, pp. 130-134, 2017.
- [31] W. S. Abbott, "A method of computing the effectiveness of an insecticide", *Journal of Economic Entomology*, vol. 18, pp. 265-267, 1925.
- [32] J. R. Mourou, T. Coffinet, F. Jarjaval, *et al.*, "Malaria transmission in Libreville: results of a one year survey". *Malaria Journal*, vol. 11, pp. 1-14, 2012.
- [33] A. della Torre, Z. Tu and V. Petrarca, "On the distribution and genetic differentiation of *Anopheles gambiae* s.s. molecular forms", *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, vol. 35, pp. 755–769, 2005.
- [34] C. Kamdem, B. Tene Fossog, F. Simard, *et al.*, "Anthropogenic habitat disturbance and ecological divergence between incipient species of the malaria mosquito *Anopheles gambiae*", *PLoS One*, vol. 7, n°6, e39453, 2012.
- [35] T. Lehmann and A. Diabate, "The molecular forms of *Anopheles gambiae*: a phenotypic perspective", *Infect. Genet. Evol.* Vol. 8, n°5, pp. 737–46, 2008.
- [36] CNEV, *Utilisation des insecticides et gestion de la résistance*, Centre National d'Expertise sur les Vecteurs, 71p, 2014.
- [37] P. Nwane, J. Etang, M. Chouaibou, *et al.*, "Trends in DDT and pyrethroid resistance in *Anopheles gambiae* s.s. populations from urban and agro-industrial settings in southern Cameroon", *BMC Infectious Disease*, vol. 9, pp. 163, 2009.
- [38] C. Antonio-Nkondjio, B. Tene Fossog, C. Ndo, *et al.*, "*Anopheles gambiae* distribution and insecticide resistance in the cities of Douala and Yaoundé (Cameroon): influence of urban agriculture and pollution", *Malaria Journal*, vol. 10, pp. 154-167, 2011.
- [39] C. Kerah-Hinzoumbé, M. Péka, P. Nwane, *et al.*, "Insecticide resistance in *Anopheles gambiae* from south-western Chad, Central Africa", *Malaria Journal*, vol. 7, pp. 192-201, 2008.
- [40] E. Metelo, G. K. Ilombe, G. M. Binene, *et al.*, "Profil de la sensibilité et mécanisme de résistance des *Anopheles gambiae* s.l. aux insecticides et PBO dans 3 sites de la province de Bandundu en République Démocratique du Congo", *Ann. Afr. Med.*, vol. 9, n°1, pp. 2193-2200, 2015.
- [41] K. G. Konan, A. B. Koné, Y. L. Konan, *et al.*, "Résistance d'*Anopheles gambiae* s.l. aux pyréthrinoïdes et au DDT à Tiassalékro, village de riziculture irriguée en zone sud forestière de Côte-d'Ivoire", *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, vol. 104, pp. 303-306, 2011.

- [42] M. Akogbeto, N. Noukpo and G. Ahoueya, "Analyse de la résistance des *An. gambiae* aux pyréthrinoïdes et leurs formes moléculaires et chromosomiques, par des méthodes de titrage biologiques de l'OMS et du CDC et par des techniques PCR au Bénin". Rapport MIM/AFRO/ OMS/TDR, 2001.
- [43] M. L. Olé-Sangba, A. Sidick, R. Govoetchan, *et al.*, "Evidence of multiple insecticide resistance mechanisms in *Anopheles gambiae* populations in Bangui, Central African Republic", *Parasites & Vectors*, vol. 10, pp. 23 (1-10), 2017.
- [44] M. Akogbeto, R. Djouaka and H. Noukpo, "Use of agricultural insecticides in Benin", *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, vol. 98, pp. 400-405, 2005.
- [45] C. Kamdem, C. Fouet, S. Gamez and B. J. White, "Pollutants and Insecticides Drive Local Adaptation in African Malaria Mosquitoes", *Mol. Biol. Evol.*, vol. 34, n°5, pp. 1261-1275, 2017.
- [46] P. Ntonga Akono, A. Mbida Mbida, P. Awono Ambene, *et al.*, "Habitats larvaires et sensibilité des vecteurs du paludisme aux insecticides dans des localités (semi-urbaine et rurale) de la région du littoral camerounais : données préliminaires", *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, vol. 73, n°2, pp. 132-141, 2018.
- [47] F. Chandre, F. Darriet, L. Manga, *et al.*, "Situation de la résistance aux pyréthrinoïdes chez *Anopheles gambiae sensu lato*", *Bulletin de l'Organisation Mondiale de la Santé, Recueil d'articles n°1*, vol. 77, n°3, pp. 230-234, 1999.
- [48] F. Chandre, T. Baldet, J. Hemingway, *et al.*, "Usage des insecticides en agriculture et résistance des vecteurs du paludisme en Afrique", Rapport MIM/AFRO/OMS/TDR, 2001.
- [49] J. Etang, E. Fondjo, F. Chandre, *et al.*, "First report of knockdown mutations in the malaria vector *Anopheles gambiae* from Cameroon", *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, vol. 74, n°5, pp. 795-797, 2006.
- [50] L. Reimer, E. Fondjo, S. Patchoké, *et al.*, "Relationship between kdr mutation and resistance to pyrethroid and DDT insecticides in natural populations of *Anopheles gambiae*". *J. Med. Entomol.*, vol. 45, n°2, pp. 260-266, 2008.
- [51] P. Nwane, J. Etang, U. M. Chouasmall yi, *et al.*, "Kdr based insecticide resistance in *Anopheles gambiae s.s.* populations", *BMC Res. Notes.*, vol. 4, pp. 463-472, 2011.
- [52] C. Antonio-Nkondjio, N. Sonhafouo-Chiana, C. S. Ngadjeu, *et al.*, "Review of the evolution of insecticide resistance in main malaria vectors in Cameroon from 1990 to 2017". *Parasites & Vectors*, vol. 10, pp. 472-487, 2017.
- [53] L. Kelly-Hope, H. Ranson and J. Hemingway, "Lessons from the past: managing insecticide resistance in malaria control and eradication programs", *Lancet Infectious Diseases*, vol. 8, pp. 387-389, 2008.

DIAGENETIC CONTROL ON THE PETROPHYSICAL PROPERTIES OF ALBIAN-CENOMANIAN SANDSTONES IN THE IVORIAN BASIN, WEST AFRICA

Isaac FEA¹, Bakary FOFANA¹, Jean-Paul N'goran YAO², Hervé Yaba KPLOHI¹, Emmanuel Tokpa GOUA¹, Bruno Zeli DIGBEHI², and Kader Moritier BAMBA¹

¹Petroci, Analysis and Research Center (CAR), BP V 194 Abidjan, Côte d'Ivoire

²Department of Marine Geosciences, University Felix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2018 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 paper presents the results of the detailed petrographical analysis of sandstone samples from three wells from the offshore Ivorian Basin. The study reveals the presence of three types of sandstones in the Albian – Cenomanian succession, namely subarkoses, arkoses and lithic arenites, with dominant detrital minerals comprising quartz, feldspar and lithic fragments. The main authigenic minerals comprise calcite, siderite, silica, kaolinite and pyrite, while the key diagenetic events include compaction, dissolution and recrystallization of feldspar, neof ormation and replacement of feldspar, and finally cementation. Primary pore spaces are reduced or occluded by calcite, silica, siderite and pyrite. Secondary porosity was created locally from the dissolution of feldspars but has been partly reduced by authigenic kaolinite. The presence of illitized kaolinite overgrowths and dissolved feldspars, together with significant quartz and the mainly concavo-convex and stylolitic contacts between quartz grains, suggest that the Albian-Cenomanian sandstones of the Ivorian Basin have reached an advanced stage of diagenesis. These diagenetic processes affect petrophysical values which varied as a function of depth.

KEYWORDS: Sandstone, diagenetic, porosity, permeability, Cenomanian, Albian.

1 INTRODUCTION

Albian and Upper Cretaceous sandstones form the main target of petroleum exploration in the Ivorian Basin as they host substantial gas and oil volumes in a number of fields across the margin. There are significant vertical and lateral variations in sandstone composition and reservoir quality throughout the drilled Cretaceous succession, therefore detailed petrographical characterization of sandstone mineralogy and pore types integrated with petrophysical data forms a key requirement of reservoir description studies from this area.

On the Ivorian Margin, oil exploration has intensified since the initial discoveries in the shelfal region during the 1970s (Petroci & Beicip, 1990) leading to a renewed interest in detailed reservoir facies evaluation. A number of core-based sedimentological studies have been performed in recent years (Yao, 2012, Assale, 2013, Mobio, 2017; Ouattara et al., 2016) together with several multi-well regional reservoir studies (Bessong, 2012; Core Lab, 2011; Core Lab, 2014). Furthermore, as part of a concerted effort to improve understanding of reservoir development and reservoir quality controls in the region, PETROCI (National Company of Petroleum Operations of Ivory Coast) in recent years has promoted the in-house use of multiple reservoir description techniques, with particular focus on cored intervals.

There is little public domain data available documenting core-based petrophysical values in Ivorian reservoir intervals and therefore the aim of this paper is to present the results of a recent reservoir description study evaluating diagenetic controls on petrophysical properties in Albian-Cenomanian sandstones from three offshore Ivorian Basin wells. The wells were drilled by Esso in 1978 and 1982 in the central to eastern part of the basin (along the Abidjan segment of the margin) but well names have been changed to maintain confidentiality (Figure 1: FE-1, FE-2 and FE-3).

2 EQUIPMENT AND METHODOLOGY

This study is based on petrographical and petrophysical analysis of a total of 272.5 metres of conventional core material from the three offshore Ivorian Basin wells, including 195.94 m of core from the FE-1 well, 12.70 m from FE-2 and 63.90 m from FE-3. An accompanying paper has been prepared documenting the sedimentological characteristics of these cores (Fea *et al.*, 2018, in preparation).

For the petrophysical component of the study, a pressure decay profile permeameter (PDPK-400™) was used to acquire permeability values by direct measurement on the slabbled core surface. This equipment provides a precise method for rapidly determining core permeability and heterogeneity and can be used to identify and quantify thin highly permeable beds, permeability barriers and depositional/diagenetic features. The permeameter software was calibrated using measured core plug values and total porosity from the downhole neutron log. Measurements were taken at core intervals and the detailed permeability profile was then imported into the WellCAD™ core description logs for each of the three wells.

Permeability in this study is classified as follows: negligible for values below 1 mD ($K < 1$ mD); low for values between 1 mD and 10 mD; average for values between 10 mD and 50 mD; good for values between 50 mD and 100 mD; very good for values between 100 mD and 1000 mD and excellent for values above 1000 mD (Darcy, 1856).

These values are reported as a function of the depth in the cores descriptions formatting software WELLCAD. In this software, for similar permeability measurement values over a given depth, the values were mapped to the Neutron log.

Porosity is values are classified as low for values between 5% and 10%, average between 10% and 15%, good between 15% and 20%, very good between 20% and 30% and excellent greater than 30% (Choquette and Pray, 1970).

Thin section petrographical descriptions in this study follow Dott's classification, modified by Pettijohn *et al.* (1972), with analysis focused on lithological description, grain size (Wentworth, 1922) and sorting (Maurice, 2003).

Rock chips of about 2 grams mounted on studs, previously metallized with carbon, were examined using a Scanning Electron Microscope coupled with Energy Dispersion Spectrometry (SEM-EDS) to obtain 3D images. This technique makes it possible to analyze the intragranular microporosity or that of the link phase; as well as the arrangement of the clay particles in the pores.

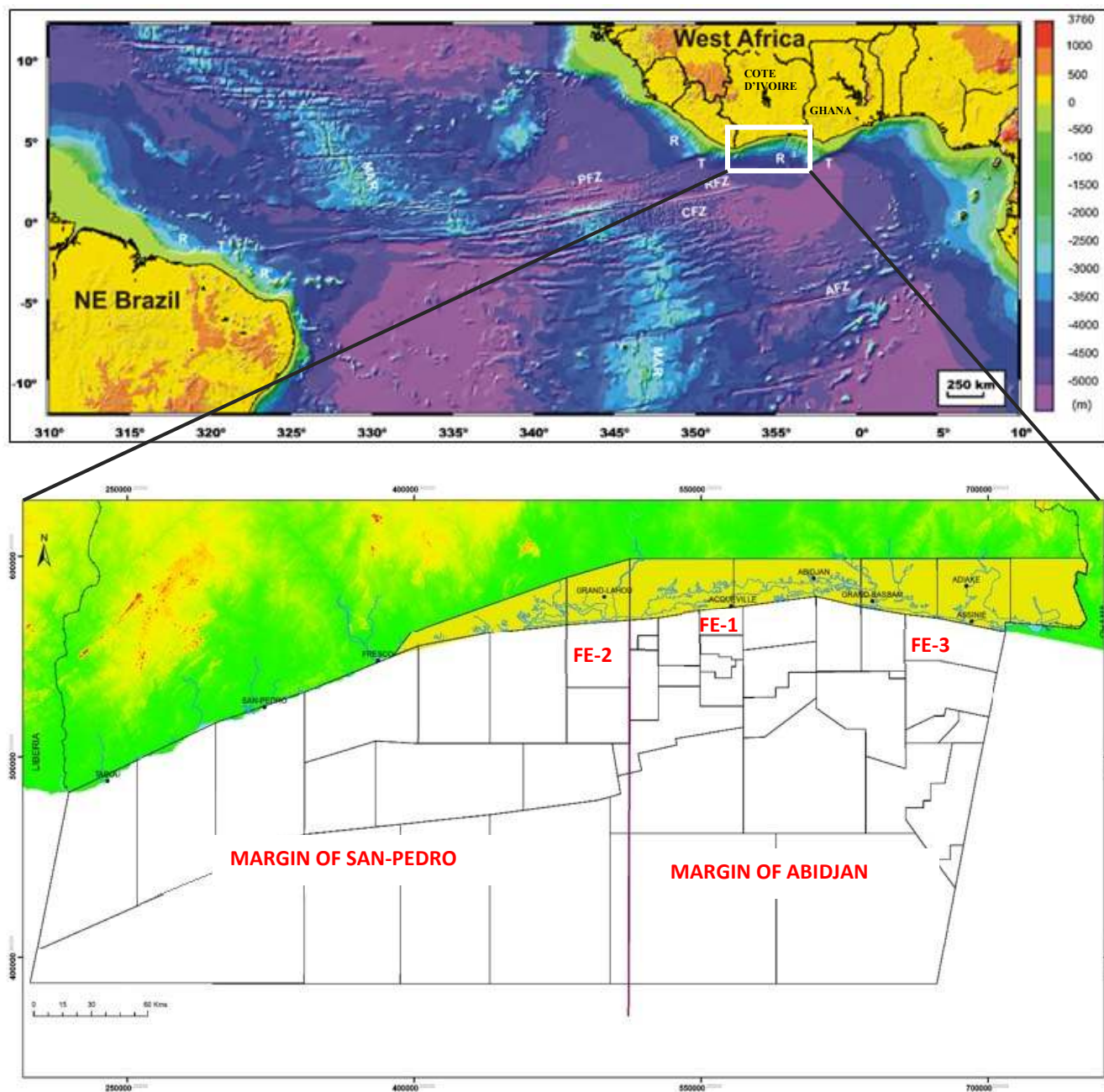


Fig. 1. Geographical location of the studied wells

3 RESULTS AND INTERPRETATIONS

3.1 PETROPHYSICAL MEASUREMENTS

3.1.1 PERMEABILITY

Permeability measurements various in the sandstone facies revealed 303 permeability values measured in the FE-1 well, 128 in the FE-2 well and 433 in the FE-3 well. The distribution diagram of permeability versus depth shows a general decrease in permeability values versus depth (Figs. 2, 3 and 4).

In the FE-1 well, these values vary from 0.00328 mD to 864 mD between the 1900 and 2300 m depth, and from 0.00324 mD to 11.8 mD between 3000 and 3100 m. In the FE-2 well, they vary from 98.6 to 1140 mD between 2590 and 2600 m and from 0.00362 to 7.24 mD between 2660 and 2672 m. Finally, in the FE-3 well, they vary from 0.151 mD to 272 mD between

2380 and 2430 m and from 0.00842 mD to 8.99 mD between 2580 and 2630 m. These values are good to very good and only between 1900 and 2300 m in FE-1well and between 2380 and 2430 m in FE-3 well. Good to excellent values are between 2590 and 2600 m in FE-2 well.

The variations of these permeability values are a function of several parameters, namely the volume of the detrital grains, the size of the grains, the rate of clays, the content of limestone cement and the physicochemical conditions. Thus, the decrease in permeability with depth would be due to the increasing volume of siliceous cement due to the influence of temperature. However, the permeability also varies within the same depth range in conjunction with quartz cementation. The chemistry of diagenetic fluids (salinity and pH) can also influence the volume of quartz cement, thus the permeability. Indeed, a small volume of quartz cement increases salinity and pH.

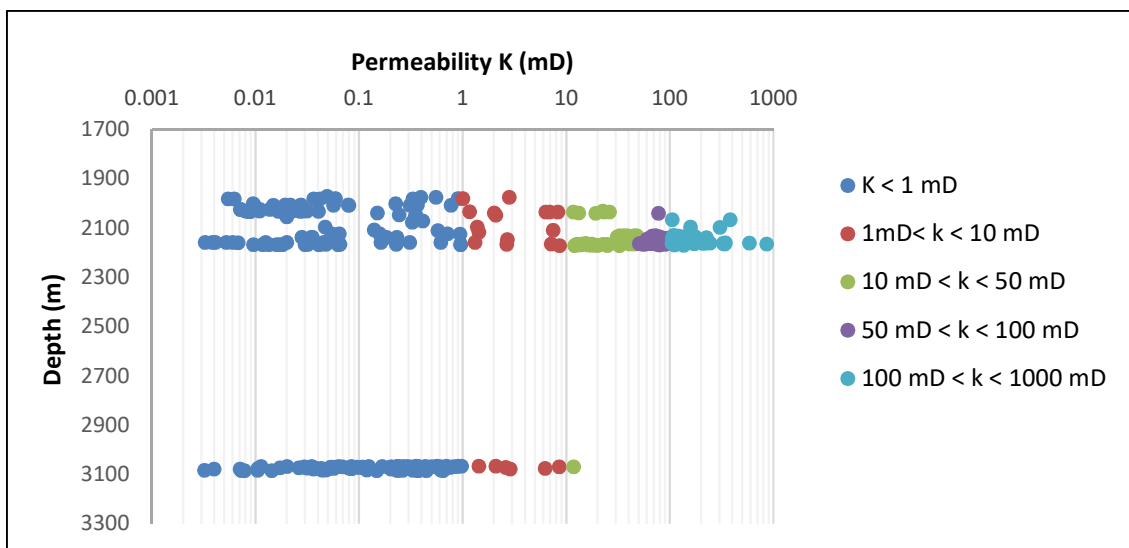


Fig. 2. Diagram of permeability variation versus depth in the FE-1 well

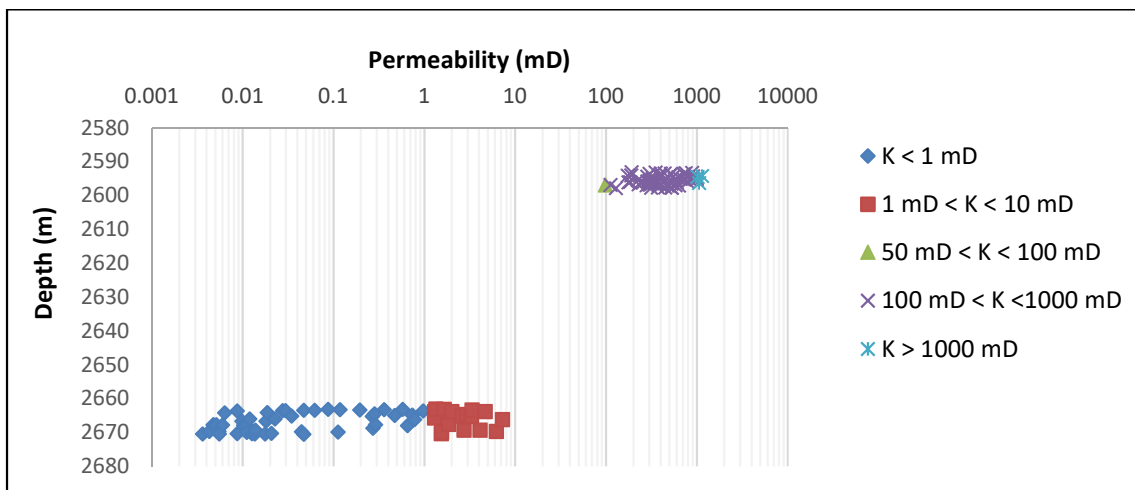


Fig. 3. Diagram of permeability variation versus depth in the FE-2 well

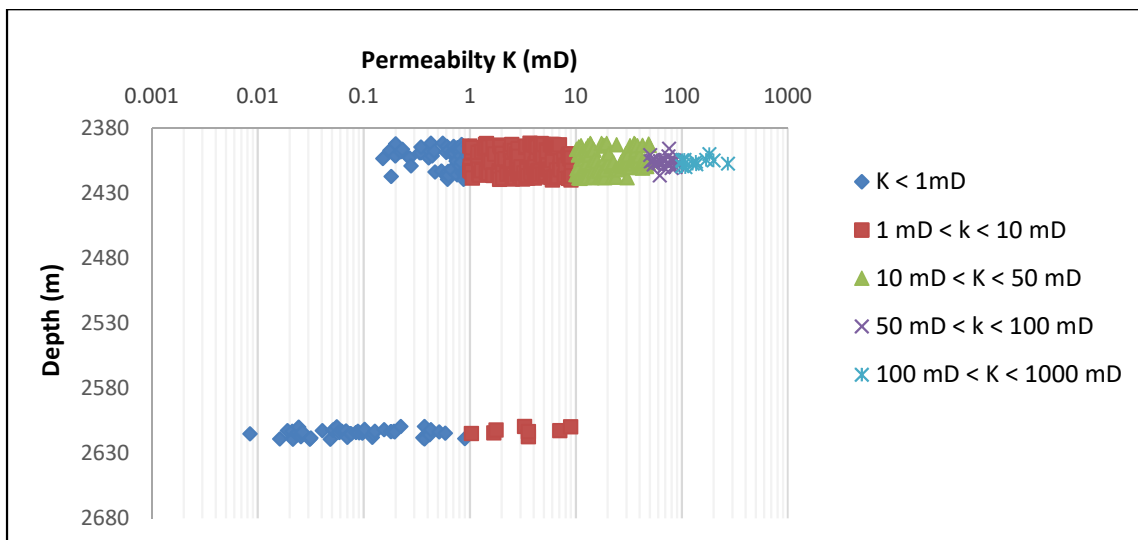


Fig. 4. Diagram of permeability variation versus depth in the FE-3 well

3.1.2 POROSITY

Porosity measurements various in the sandstone facies also revealed 303 values in the FE-1 well, 128 in FE-2 and 433 in FE-3. The distribution diagram of these measurements versus depth shows a general decrease in the values of the porosity (Figs 5, 6 and 7).

In the FE-1 well the values of porosity vary from 5.9 to 42% between 1900 and 2300 m and from 10.2 to 29.9% between 3000 and 3100 m. In the FE-2 well, they vary from 21.13 to 24.82% between 2590 and 2600 m and from 4.8 to 26.19% between 2660 and 2672 m. Finally, in the FE-3 well they range from 8.47 to 31.06% between 2380 and 2430 m and from 5.87% to 26.49% between 2580 and 2630 m.

These porosity values appear to be related to the influence of detrital grain size, quartz cement and compaction on the spatial distribution of pores. They also vary with the compaction, the silicification rate of the particles and the thickness of the quartz overgrowths compared to the size of the original detrital grains.

Indeed, porosity values are low in compacted sandstones where intergranular quartz dissolution and pore-filled quartz cement sometimes occlude all the intergranular pores, and the pores are thus isolated. On the contrary, thin overgrowth around poorly compacted detrital grains makes it possible to keep the pores fairly numerous and connected (Fig. 9 C, D). Therefore, more the abundance aureole of overgrowths is abundant around the detrital grains, more the morphology and the geometry of the pores are controlled by the characteristics of quartz overgrowths.

Overall, the most frequent porosity intervals in the three wells studied are between 20 and 30%. Their decrease towards the deep levels reflects a diagenetic control on the petrophysical properties.

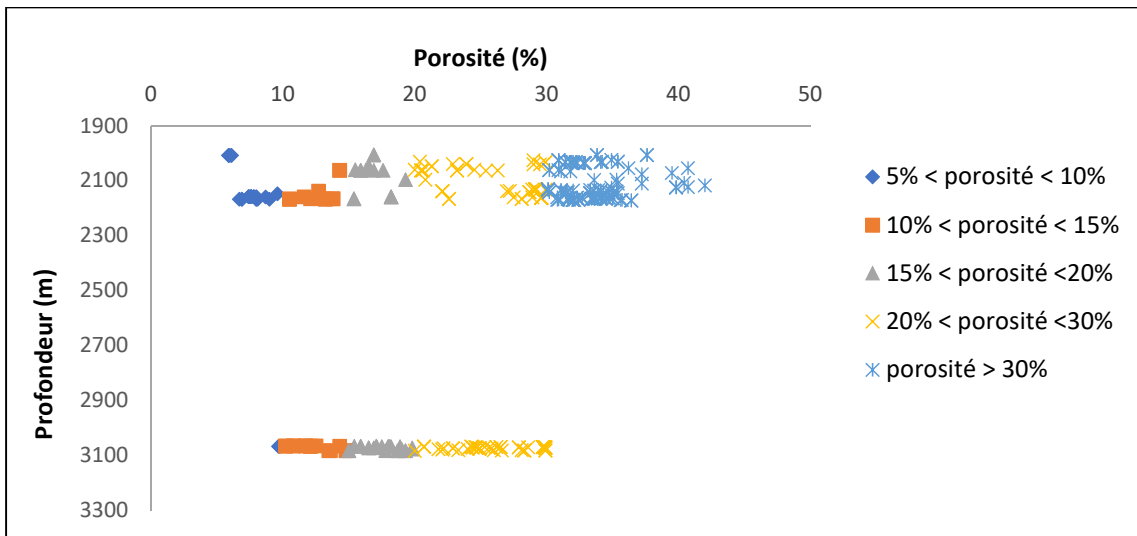


Fig. 5. Diagram of porosity variation versus depth in the FE-1 well

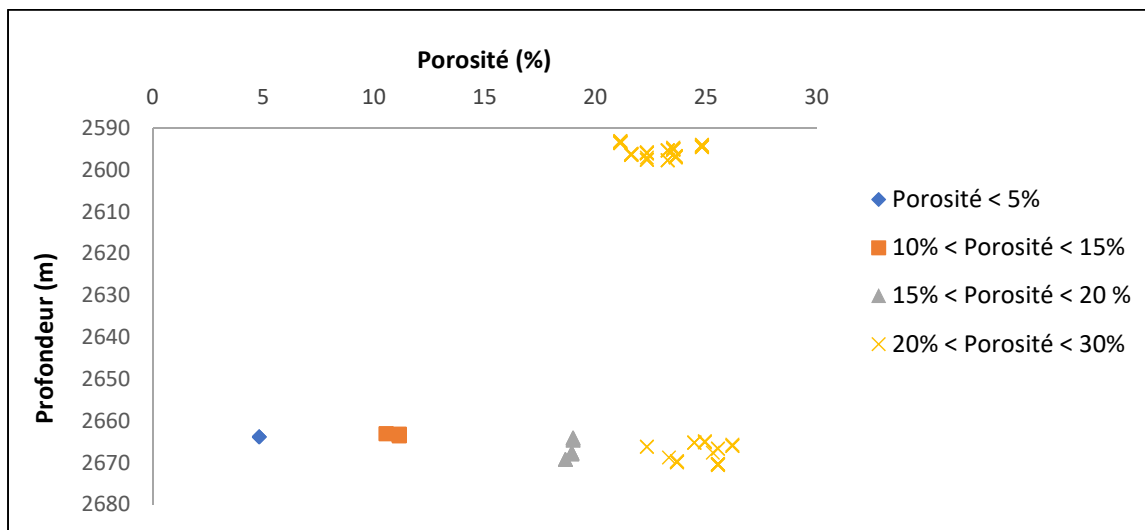


Fig. 6. Diagram of porosity variation versus depth in the FE-2 well

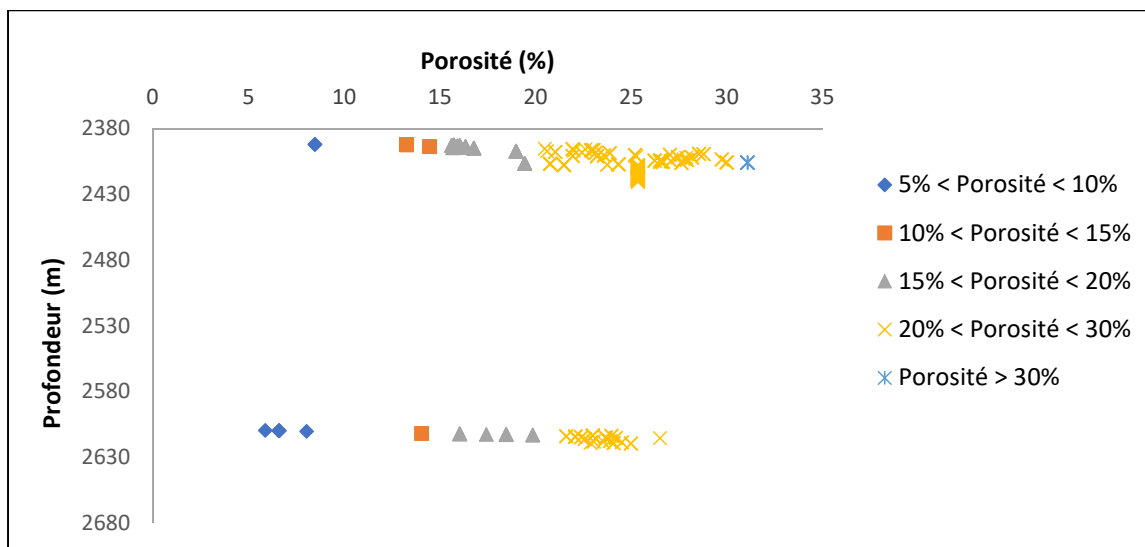


Fig. 7. Diagram of porosity variation versus depth in the FE-3 well

3.2 PETROGRAPHIC CHARACTERIZATION OF SANDSTONES

3.2.1 GENERAL APPEARANCE OF SANDSTONE TEXTURE

DETRITAL MINERALS

Quartz, more abundant, has angular to sub-rounded grains, monocrystalline (35 to 70%) of size 63 μ m (very fine) to 2mm (coarse) and polycrystalline (10 to 30%) of size varying from 63 μ m (very fine) at 2.9 mm (granule). The boundaries between the polycrystalline quartz grains are often intermeshed (Figs 8 A, B and 10 F). This characterizes quartz of metamorphic origin, unlike eruptive rocks that have straight boundaries (Figs 8 C and 10 F).

These limits often have several oxides essentially of pyrite (Fig 8 B). Some polycrystalline quartz grains sometimes show undulate extinctions, which indicates deformation of the mineral under stress (Fig 8 E). Quartz crystals also contain many fluid inclusions that appear as black points often concentrated along subparallel lines (Figs 8F and 9A, B) and also pyrite inclusions (Fig 8 D). Such quartz crystals are characteristic of low temperature crystallization. These grains also have dissolutions or corrosions at their border (Fig 8 E, C). The original grains surfaces are underlined by a thin band of growth (Fig. 9 C, D).

Feldspars, moderately abundant, are fine to coarse-grained, subangular to angular mainly represented by plagioclase (5 to 25%), microcline (2 to 15%) and orthose (about 2%). Plagioclase grains show two types of macle, probably Carlsbad (single macle) and albite (multiple macle). The cloudiness observed is due to zoned alteration of feldspar. The mineral formed by fine-grained alteration is sericite (Fig 9 E, F). Orthose alteration is revealed in polarized light (LPA) by a single Carlsbad macle (Fig. 10 A).

Micas, common, are elongated flakes and represented by muscovite (majority) at 5 to 15% and biotite (minority) at 3 to 5%. These flakes of micas often show a preferential alignment and sometimes altered into clay (Fig. 10 C), chlorite (Fig. 10 B, D) or calcite.

Rock fragments, angular to subangular grained, have a proportion of 2% to 10% but their proportion sometimes varies from 25% to 30% on some thin sections of the FE-1 well. Their characteristic flattened shape comes from the fragmentation of a cleaved source rock (Fig. 10 E).

Heavy minerals, very rare, are represented by tourmaline (Fig. 10 F).

AUTHIGÈNES MINERALS

These authigenic minerals are mainly represented by calcite, siderite, kaolinite and the presence of iron oxide (pyrite) (Fig. 11A, B, C, E).

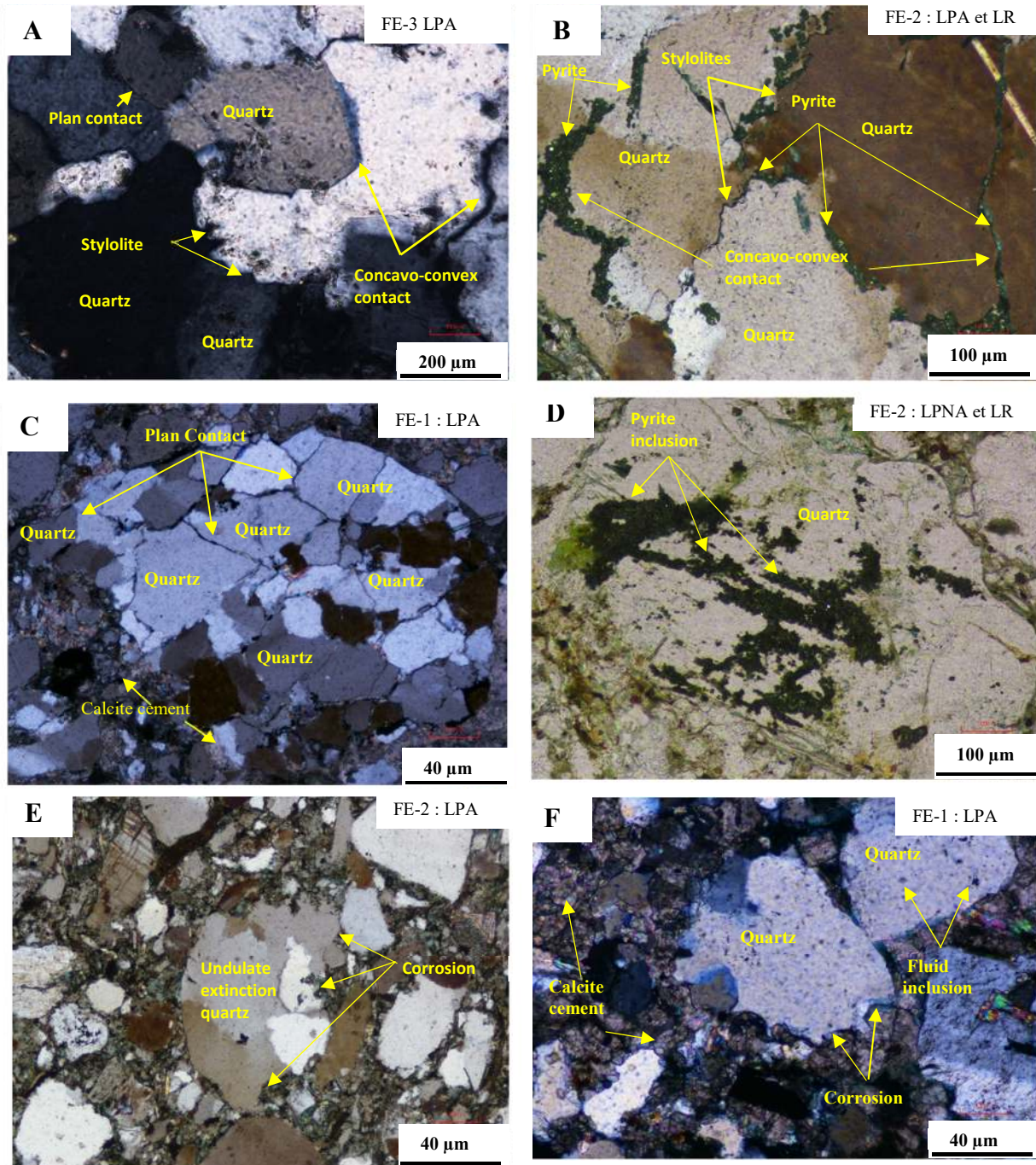


Fig. 8. Photomicrographs of sandstones of FE-1, FE-2, and FE-3 wells showing the enmeshed boundaries marked by the concavo-convex contacts and stylolite surfaces (A, B) and the straight boundaries shown by planar contacts (C). These limits contain iron oxides (pyrite). Corroded quartz grains with undulate extinction (E) and pyrite (D) and fluid (F) inclusions.

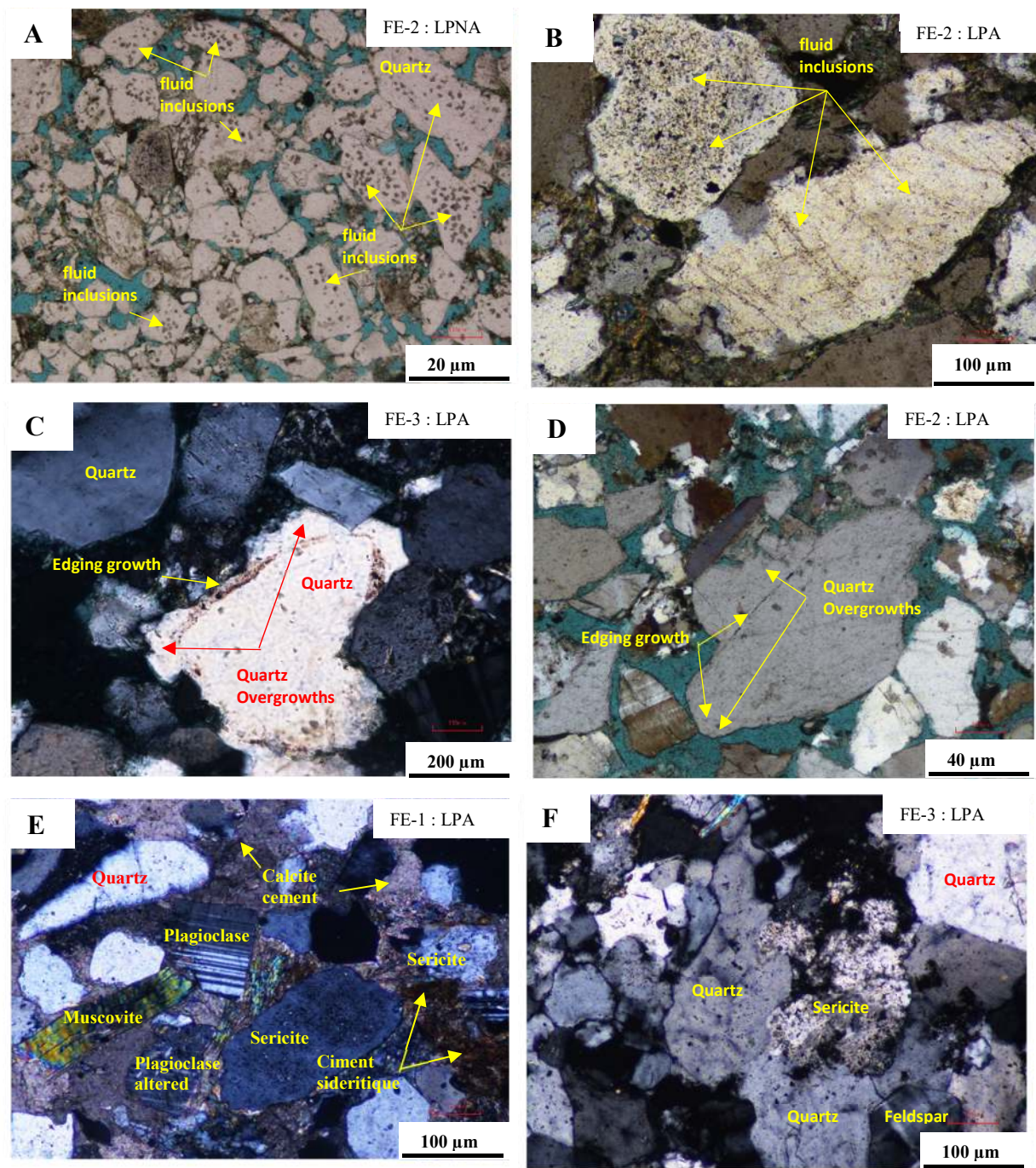


Fig. 9. Photomicrographs of detrital minerals from FE-1, FE-2, and FE-3 wells. Quartz with fluid inclusions (A, B) and overgrowths (C, D). The alteration of feldspar to sericite (E, F).

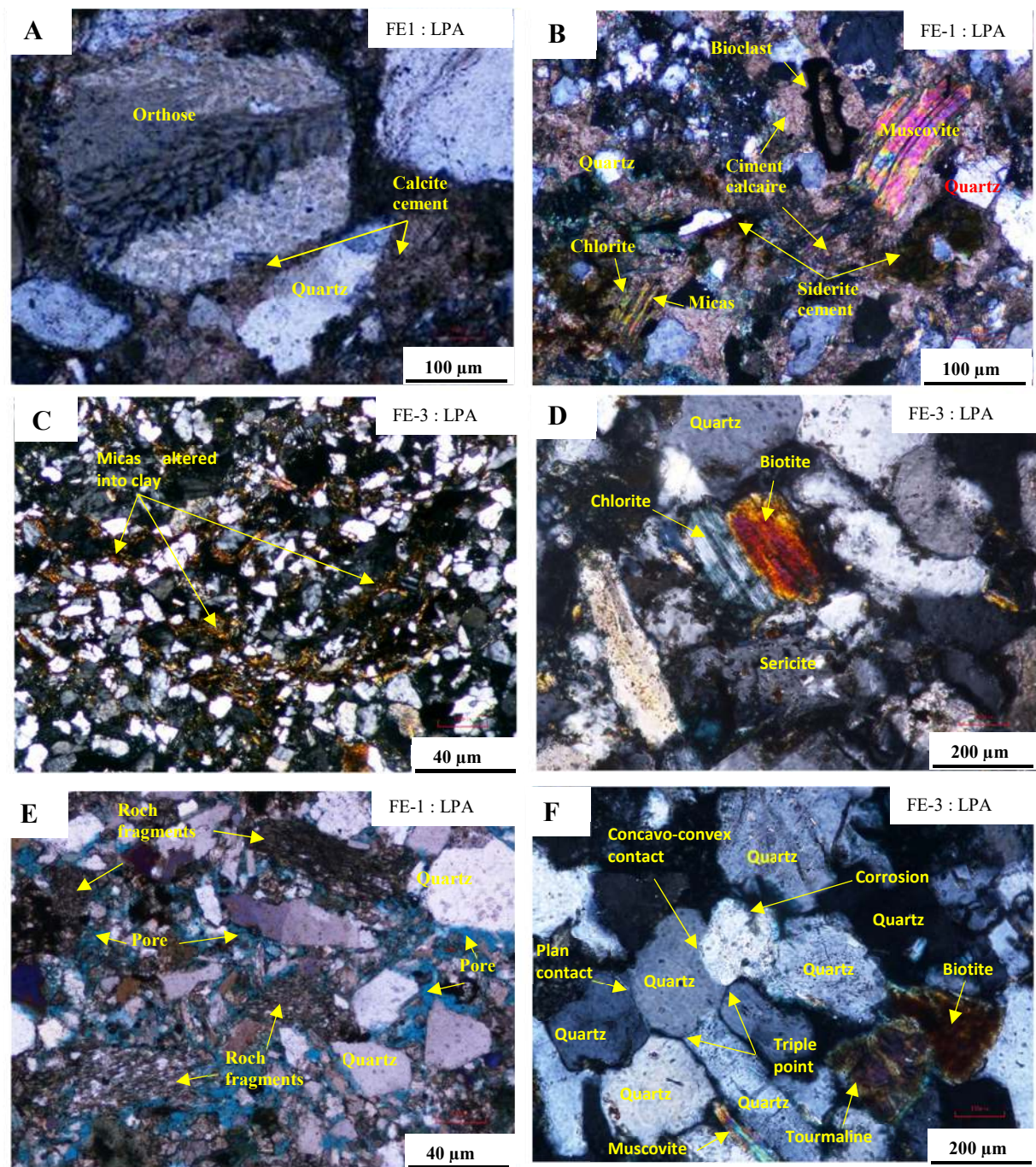


Fig. 10. Photomicrographs of detrital minerals from FE-1, FE-2, and FE-3 wells. Alteration of Orthosis marked by a single macle (A). Alteration of mica in chlorite (B, D) and clay (C). Flattened rock fragments (E), sandstones showing concavo-convex contact, plan contact and triple points (F). Tourmaline and biotite trapped between quartz grains (F).

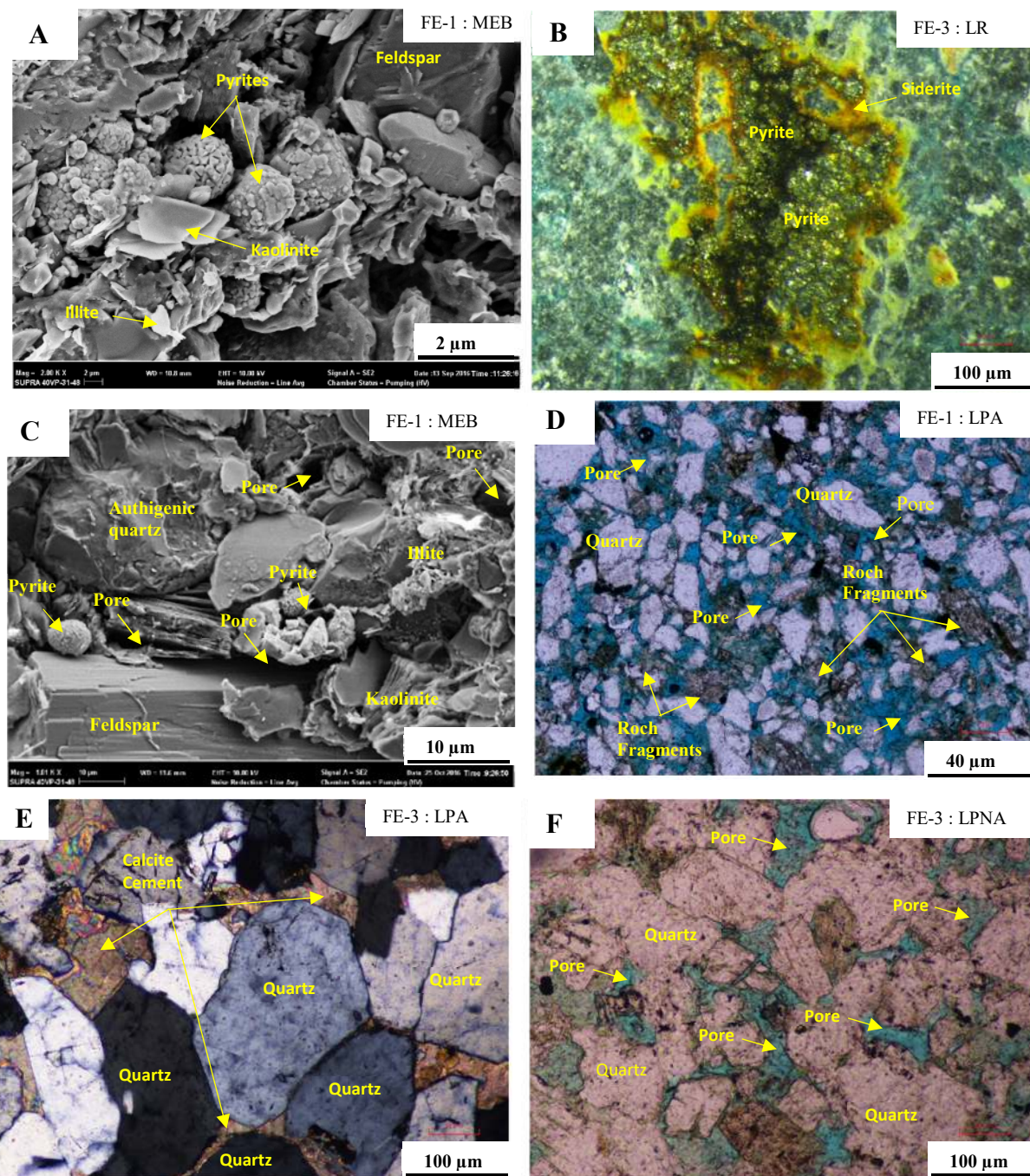


Fig. 11. Photomicrographs of authigenic minerals and pores from wells FE-1, FE-2, and FE-3. Presence of calcite (E), authigenic quartz (F), pyrite between the detrital minerals. Porosity blocked by calcareous cement (E), moderate (C, F) and good (D).

POROSITY

Most of the pores on the thin sections are plugged with calcareous cement, suggesting poor porosity (Fig 11 C). Therefore, the reservoir is poor quality. Nevertheless, some thin sections have a medium porosity (Fig. 11 C, F) to good (Fig 11 B) interconnected (Fig 11 B), so a good reservoir.

3.2.2 DIAGENESIS

COMPACTION

The mechanical compaction is marked by the concavo-convex contacts, plane contacts, and triple points (Figs 8 A, B, C and 10 F). Mica (Figs. 9 E and 10 D, F) and heavy minerals such as tourmaline trapped between quartz grains (Fig. 10F) are also observed. Iron oxides such as pyrite are present at the boundaries between the polycrystalline quartz grains (Fig. 8 B).

Physico-chemical contacts are also well represented with dissolution surfaces. Pressure-dissolution results here in the presence of stylolites represented by sutures and gear surfaces (Figs 8 A, B and 12 A) and also accounts for the formation of quartz overgrowths (Figs 9 C, D). and 12 B)

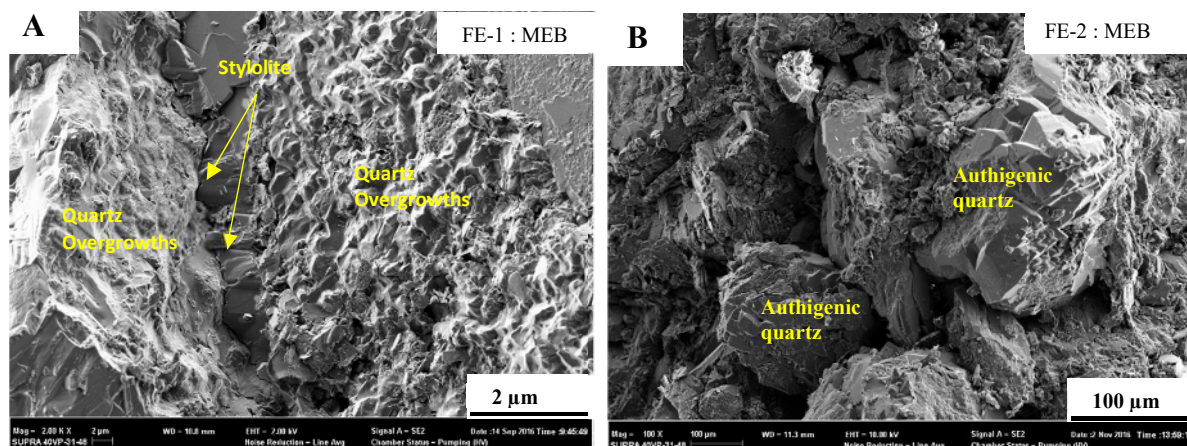


Fig. 12. Photomicrographs of sandstones of FE-1 and FE-2 wells showing dissolution pressure effects between quartz grains (A, B).

DISSOLUTION AND RECRYSTALLIZATION

Dissolution of feldspar grains and micas followed by precipitation of kaolinite and / or silica results in the creation of secondary porosity (Fig. 13 A, B, C, D). The phenomena of dissolution by corrosion of quartz grains are also observed characterizing a pronounced alteration during burying diagenesis (Fig 8 E, F). Silica overgrowths above the detrital quartz grains also mark the presence of silica resulting from the dissolution of feldspars and / or quartz (Fig. 9 C, D).

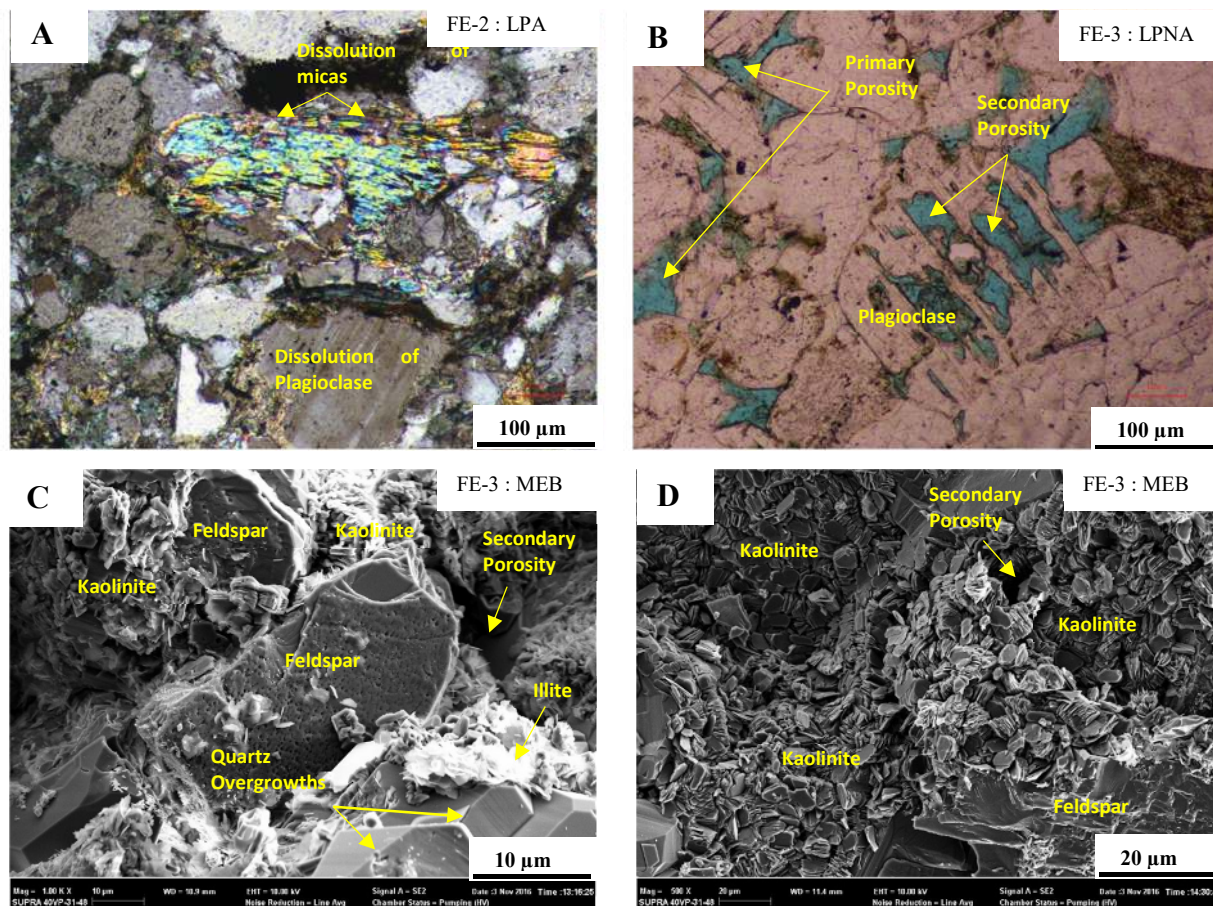


Fig. 13. Photomicrographs of sandstones of FE-2 and FE-3 wells showing secondary porosities due to dissolution of feldspar (B, C, D) and mica (A)

NEOFORMATION AND REPLACEMENT

The disappearance of feldspars and their replacement by clay minerals (kaolinite) is the most important neoformation diagenetic process observed on the studied thin sections (Figs 13 C, D and 14 A).

This process is characterized by relics partially or completely replaced by diagenetic clays. It is discreetly followed by a second clay phase which grows on kaolinite in this case illite (Figs 13 C and 14 A). The micas are sometimes altered, especially at their ends, to give kaolinite and / or illite (Fig. 14 B).

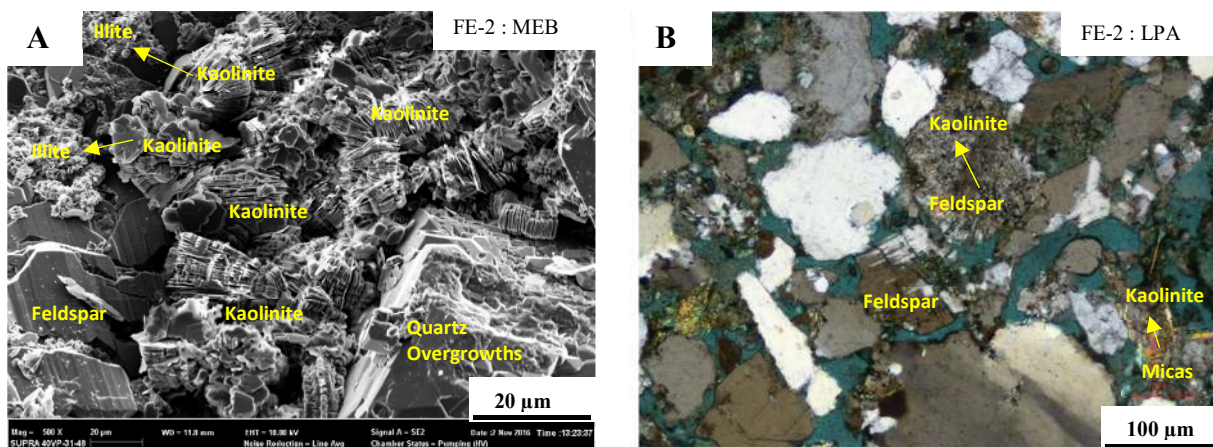


Fig. 14. Photomicrographs of sandstone of FE-2 well with kaolinite formation by alteration of feldspars (plagioclase) (A) and illitic phases growing above kaolinite (B).

CEMENTATION

Occlusion of the intergranular volume is observable on the analyzed thin sections by the presence of calcite, siderite and silica as cement around detrital particles (Figs 8 F, 9 E, 10 B, 11 E and 15 A). It can be seen that the cement takes on the exact shape of the grains which are otherwise compacted (Figs 11 E and 15 A). This mineral phase is also late.

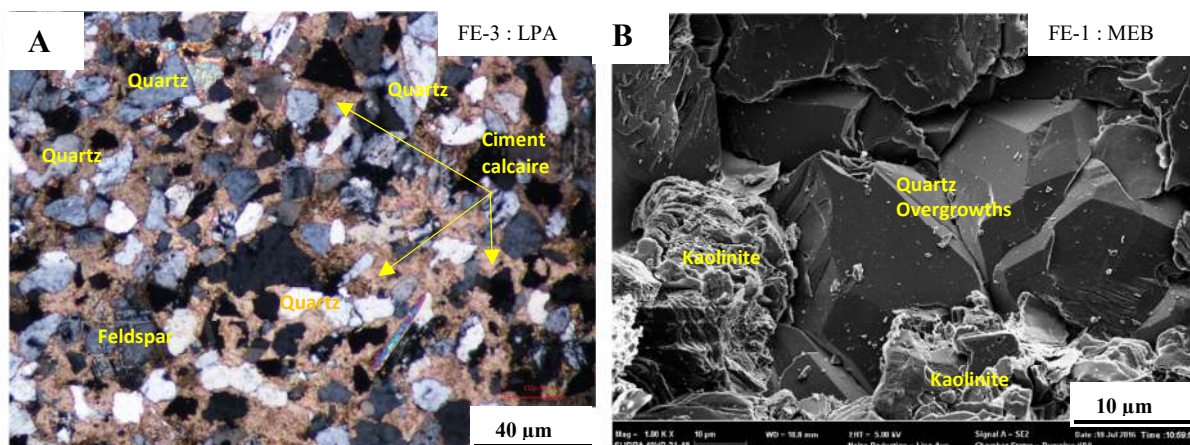


Fig. 15. Photomicrographs of sandstones of the FE-1 and FE-3 wells showing the presence of calcareous cement around the detrital grains (A) and the phenomenon of quartz overgrowth grains (B).

3.3 DIAGENETIC CONTROL ON PETROPHYSICAL PROPERTIES

3.3.1 INFLUENCE OF SILICIFICATION

Silicification is mainly present in the FE-3 well (around 10%) and weaker in the FE-2 and FE-1 wells (<5%). Consequently, its influence on the degradation of the reservoir quality remains negligible in the FE-1 and FE-2 wells. Thin bands of growth around quartz grains reduce pore volume by occupying available space.

However, they usually retain some connectivity between the pores.

In addition, the finer edging growth of early or late quartz allow to solidify the sandstone and can then stop the compaction. This is a dual role to preserve a good quality of the reservoir. This influence is best observed in the FE-3 well, where the sandstones are arkosic and subarkosic arenites in which silicification is the most important diagenetic factor affecting porosity and permeability. In general, most of the silica in the sandstones of the various wells comes from stylolite.

3.3.2 INFLUENCE OF AUTHIGENIC CLAYS

Due to variations in the volume of authigenic clays and in proportion to clay corteges between the three fields, the influence of clays on the reservoir quality is heterogeneous. Indeed, each clays type causes different modifications in the intergranular pores depending on the morphology and the filling way of the crystals of kaolin, chlorite, and illite. Consequently, the permeability decreases correlatively as a function of the mineralogical composition of the dominant clay. The neoformed authigenic clays damage petrophysical properties, especially in sandstones of the FE-3 well, where permeability values are generally average (between 10 and 50 mD), low (between 1 and 10 mD) and negligible (<1 mD). But they do not much degrade those FE-1 and FE-2 wells which have excellent permeability.

3.3.3 INFLUENCE OF CARBONATED CEMENT

The influence of carbonate cement (limestone, siderite) on porosity and permeability is very high in FE-1 well sandstone compared to FE-2 and FE-3 wells. Occlusion of the intergranular volume is observable on the thin sections by the presence of calcite and siderite as cement around the detrital particles. Figures 11 E and 15 A show that the cement takes on the exact shape of the grains.

3.3.4 INFLUENCE OF MINOR DIAGENETIC PHENOMENA

Pyrite precipitation is not significant in terms of volume in FE-1, FE-2 and FE-3 sandstones. Its influence on porosity and permeability is negligible. In addition, the dissolution of feldspars as a diagenetic process creating secondary porosity leads to an increase in the volume of porosity. However, this type of porosity is expressed as isolated pores, and it does not lead to improved connectivity between pores and permeability. For this reason, the impact of feldspar dissolution on reservoir quality is generally low, and the difficulty of quantifying the exact volume of dissolution pores makes its role difficult to determine.

4 DISCUSSION

The porosity and permeability of the studied wells tend to decrease with depth, as for example in the North Sea Brent reservoirs (Ehrenberg, 1997) and the Gulf of Tertiary sandstones (Dutton and Loucks, 2010).

The diagenesis of cenomano-albian marine-deltaic sandstones from the ivorian sedimentary wells studied is comparable to those described in several basins around the world, such as the Westphalian C deltaic sandstones of the Kempen basin in Belgium (Long *et al.*, 2009).), the Lower Cretaceous reservoir of the Nova Scotia Basin in Canada (Karim *et al.*, 2010), the Gulf of Mexico Wilcox Reservoir (Dutton and Loucks 2010), and the South Palmyrid Basin Carboniferous (Wazir 2014).). In these basins a cementation of quartz, kaolinite, pyrite and siderite is dominant.

So, the diagenesis of shallow marine and deltaic hydrocarbon reservoirs is generally characterized by cementation of quartz, siderite, kaolinite, chlorite, and pyrite influenced by formation fluids that are associated with deposition environments marine rich in Fe, Mg and Ca and by the fluids produced because of the maturation of hydrocarbons.

For example, chlorite cement may be related to deltaic and / or fluvial deposition (Sullivan *et al.*, 1999, Salem *et al.*, 2005).

In addition, of the three studied wells in the ivorian sedimentary basin, only the FE-1 well shows an abundance of carbonate cement (66.67%). Alternations of limestone and albian sandstone were observed showing the influence of sequential stratigraphy on the cement source of carbonates in the FE-1 well.

The work of Tucker (1988) points out that the contact between the quartz grains passes flat contacts to stylolite according to the depth and make it possible to say that the sandstones of the three wells of the ivorian basin have experienced a considerable degree of compaction.

The dissolution of detrital feldspars is a very important diagenetic phenomenon since it creates secondary porosity (Schmidt and McDonald, 1979) but it also leads to the precipitation of neoformed clays (kaolinite or illite).

Generally, dissolution of feldspars occurs progressively during burying (Milliken *et al.*, 1989, Glasmann 1992, Harris 1992, Wilkinson *et al.*, 2001). However, partially or totally preserved detrital feldspar grains are only present in the deepest sandstones of the ivorian sedimentary basin (FE-1 > 2000 m, FE-2 > 2500 m, FE-3 > 2300 m) while pores rounded dissolution indicate a complete dissolution of the detrital feldspars in these sandstone reservoirs.

The presence of partially preserved detrital feldspar grains at significant depths has also been observed in other basins around the world, including the North Sea sandstone and Texas sandstone buried at more than 4000m (Wilkinson *et al.*, 2001). This indicates that the progression of feldspar dissolution in the study basins is related to the circulation of external acidic fluids.

These fluids rich in organic acids come from the source rocks to the upper parts of the reservoirs during the expulsion of hydrocarbons. These source rocks generate CO₂ during kerogen transformation (Hunt, 1995).

Pyrite and siderite precipitation in the sandstones of the studied wells is related to the deposition environment, in particular to a reducing environment during early diagenesis. This link with the depositional environment and the sedimentary facies has been demonstrated in several basins, such as the Statfjord Satellite reservoir in the North Sea (Ehrenberg, 1997) where a relationship between siderite and pyrite precipitation and micaceous sandstones has been highlighted.

The SEM mineralogical study revealed the presence of kaolinite, illite and chlorite in the pores of the various sandstone types. Kaolinites are mainly derived from feldspar alteration showing diagenetic origin (Ketzner *et al.*, 2003b). Illite develops on kaolinite. The illite formation that grows on kaolinite sheets occurs in deep diagenesis with temperatures between 100 and 130 ° C (Ehrenberg and Nado, 1989; Mc Aulay *et al.*, 1993, 1994). This transformation takes place at a depth of about 3500 m ((Ehrenberg and Nado 1989, Bjorlykke *et al.*, 1992).

As we can see, several studies highlight the control of diagenesis on the petrophysical properties of sandstones.

These diagenetic processes are mainly represented by mechanical compaction in shallow reservoirs (Berner 1980, Palmer and Barton 1987, McBride et al., 1989, Lundegard 1992, Wilson and Stanton 1994, Dutton and Loucks 2010). In contrast, these phenomena are chemical in muddy sandstones and occur at significant depths (Houseknecht 1984, Dewers and Ortholeva 1991, Ramm 1992, Angevine and Turcotte 1993, Bjørkum *et al.*, 1993, Ramm and Bjørlykke 1994; Lemée and Gueguen, 1996) and quartz cementation (Heald, 1955, Walderhaug, 1994, Worden and Morad, 2000, He *et al.*, 2002, Dutton and Loucks, 2010).

These diagenetic processes are responsible for the destruction of porosity and permeability in some sandstones (Houseknecht 1987, Wilson and McBride 1988, Lundegard 1992, Marfil *et al.*, 1996, Worden and Morad 2000, Girard *et al.*, 2002, Worden and Burley 2003, Chester *et al.*, 2004, Cook *et al.*, 2011).

The impact of compaction is greater on porosity reduction than quartz cementation because of its dual role: by reducing porosity and by forming a silica source that precipitates into adjacent intergranular pores (McBride, 1989; Bjørlykke and Egeberg, 1993).

5 CONCLUSION

Direct petrophysical measurements on sandstone samples generally showed decreases in permeability and porosity versus depth.

Sedimentary petrography on these samples revealed three types of sandstone (subarkosic, arkotic and lithic arenites) in the studied wells.

In these sandstones, the mechanical and chemical compaction, the cementation of carbonates and quartz are the most influential diagenetic processes on the petrophysical properties despite the heterogeneity of their distribution and their importance in the Ivory Coast basin.

Petrography has thus made it possible to estimate the degree of compaction by analyzing the contacts between the different detrital quartz grains in these three wells studied. It was therefore possible to identify planar, concavo-convex, meshed, sutured (stylolitic) contacts and triple points.

A virtual chronology of the diagenetic events occurring in the sandstones of the wells studied in the ivorian sedimentary basin was proposed as follows:

- mechanical and mechano-chemical compaction (planar, concavo-convex and stylolitic contacts),
- dissolution of low stability grains (feldspars and micas) followed by
- neoformation (kaolinite, illite),
- the quartz grains that have remained in contact have begun to undergo pressure-dissolution phenomena by releasing the silica,
- cementation by calcite, silica, iron,
- this remobilized silica enlarges the detrital quartz grains by feeding (overgrowths),
- diagenesis of exhumation marked by the phenomena of meteoric alteration.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dr. Ibrahima DIABY, General manager of PETROCI (National Company of Petroleum Operations of Ivory Coast), whose training policy has allowed us to access the materials of this work. We thank also M. Bakary Fofana, Director of the Center for Analysis and Research for the provision of all work equipment. We appreciate the help of M Losséni SOUMAHORO for the visualization of our samples with scanning Electron Microscopy and M. Oumar Cheick KEITA for the manufacturing of petrographic's thin sections.

REFERENCES

- [1] C.L. Angevine et D.L. Turcotte, "Porosity reduction by pressure solution: A theoretical model for quartz arenites." Bulletin of the Geological Society of America, v. 94, p. 1129-1134, 1993.
- [2] F.Y.P. Assale, "Caractérisation sédimentologique, pétrographique, exoscopique, minéralogique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations de l'Est du bassin onshore de Côte d'Ivoire". Thèse de Doctorat, Univ. Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire. Science de la terre, 244p, 2012.
- [3] R.A. Berner, "Early diagenesis. A Theoretical Approach." Princeton University Press, Princeton, NJ, 241p, 1980.

- [4] M. Besson, "Paleoenvironnements et diagenèse dans un reservoir greseux d'âge cretacé du Fosse de la Benoue au Nord Cameroun : Les grès de Garoua". Thèse de Doctorat. Université de Poitiers, UFR Sciences Fondamentales et Appliquées, 196 p, 2012.
- [5] P.A. Bjørkum, O. Walderhaug, and N.E. Aase, "A model for the effect of illitization on porosity and quartz cementation of sandstones". *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 6, p. 1089-1091, 1993.
- [6] K. Bjørlykke, and P.K. Egeberg, "Quartz Cementation in Sedimentary Basins". *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 77 (9), p. 1538-1548, 1993.
- [7] K. Bjørlykke, T. Nedkvitne, M. Ramm, and G.C. Saigal, "Diagenetic processes in the Brent Group (Middle Jurassic) reservoirs of the North Sea: an overview". In: *Geology of the Brent Group*. (eds Morton, A.C., Haszeldine, R.S., Giles, M.R. & Brown, S.) p. 263-287. Special Publication of the Geological Society of London, v. 61, 1992.
- [8] J.S. Chester, S.C. Lenz, F.M. Chester, and R.A. Lang, "Mechanisms of compaction of quartz sand at diagenetic conditions". *Earth and Planetary Science Letters*, v. 220, p.435-451, 2004.
- [9] P. W. Choquette, and L. C. Pray, "Geologic Nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates". *Bull. of the Am. Ass. of Pet. Geol.* Vol. 54, n°2, pp. 207-250, 1970.
- [10] J.E. Cook, L.B. Goodwin, and D.F. Boutt, "Systematic diagenetic changes in the grain scale morphology and permeability of a quartz-cemented quartz arenite". *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 95, p. 1067-1088, 2011.
- [11] Core Lab, "Côte d'Ivoire Regional Reservoirs and Seals. Unpublished Core Laboratories Regional Study", 2011.
- [12] Core Lab, "Equatorial Basins of Brasil Regional Reservoirs and Seals. Unpublished Core Laboratories Regional Study", 2014.
- [13] T. Dewers, and P. Ortoleva, "Influence of clay minerals on sandstone cementation and pressure solution". *Geology*, v. 19, p. 1045-1048, 1991.
- [14] S.P. Dutton, and R.G. Loucks, "Diagenetic controls on evolution of porosity and permeability in lower Tertiary Wilcox sandstones from shallow to ultradeep (200-6700m) burial, Gulf of Mexico Basin", *U.S.A. Marine and Petroleum Geology*, v. 27, p. 69-81, 2010.
- [15] S.N. Ehrenberg, "Influence of depositional sand quality and diagenesis on porosity and permeability: example from Brent group reservoir, Northern North Sea". *Journal of Sedimentary research*, v. 67 (1), p. 197-211, 1997.
- [16] S. N. Ehrenberg, P. Nadeau, "Formation of diagenetic illite in sandstones of the Garn Formation", Haltenbanken area, mid-Norwegian continental shelf. *Clay Minerals*, 24, 233-253, 1989.
- [17] I. Fea, "characterization of the salinity conditions of cenomanian formations based on sedimentological and ichnological data of selected cores from ivoirian offshore basin (septentrional gulf of guinea)". Unpublished, 2018.
- [18] J.P. Girard, I.A. Munz, H. Johansen, J.C. Lacharpagne, and F. Sommer, "Diagenesis of the Hild Brent Sandstones, Northern North Sea : Isotopic Evidence for the Prevailing Influence of Deep Basinal Water". *Journal of Sedimentary Research*, v. 72, p. 746-759, 2002.
- [19] J.R. Glasmann, "The fate of feldspars in Brent group reservoirs, North Sea: a regional synthesis of diagenesis in shallow, intermediate and deep burial environments". In: *Geology of the Brent Group*. (eds Morton, A.C., Haszeldine, R.S., Giles, M.R. et Brown, S.) p. 329-350. Special Publications of the Geological Society of London 61, 1992.
- [20] N.B. Harris, "Burial diagenesis of Brent Sandstones: a study of Statfjord, Hutton and Lyell fields", in: Morton, A.C., Haszeldine, R.S., Giles, M.R., and Brown, S. (eds), *Geology of the Brent Group*. Geological Society of London, Special Publication, v. 61, p. 351-376, 1992
- [21] W. He, A. Hajash, and D. A. Sparks, "model for porosity evolution during creep compaction of sandstones". *Earth and Planetary Science Letters*, v. 197, p. 237-244, 2002
- [22] M.T. Heald, "Stylolites in sandstones". *Journal of Geology*, v. 63, p. 101-114, 1955.
- [23] D.W. Houseknecht, "Influence of grain size and temperature on intergranular pressure solution, quartz cementation, and porosity in a quartzose sandstone". *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 54, p. 348-361, 1984.
- [24] D.W. Houseknecht, "Assessing the relative importance of compaction processes and cementation to reduction of porosity in sandstones", *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 71, p. 633-642, 1987.
- [25] M.J. Hunt, "Petroleum geochemistry and geology" (Second ed.). 743 p. New York, W. H. Freeman, 1995.
- [26] A. Karim, G. Pe-Piper, and D. J. W. Piper, "Controls on diagenesis of Lower Cretaceous reservoir sandstones in the western Sable Subbasin, offshore Nova Scotia". *Sedimentary Geology*, v. 244, p. 65-83, 2010.
- [27] J.M. Ketzer, M. Holz, S. Morad, and I.S. Al Aasm, "Sequence stratigraphic distribution of diagenetic alterations in coal-bearing, paralic sandstones: evidence from the Rio Bonito Formation (early Permian), southern Brazil". *Sedimentology*, v. 50, p. 855-877, 2003.
- [28] C. Lemée, and Y. Gueguen, "Modeling of porosity loss during compaction and cementation of sandstones", *Geology*, v. 24, p. 875-878, 1996.

- [29] H. Long, R. Swennen, A. Foubert, M. Dierick, and P. Jacobs, "3D quantification of mineral components and porosity distribution in Westphalian C sandstone by microfocus X-ray computed tomography". *Sedimentary Geology*, v. 220, p. 116-125, 2009.
- [30] P.D. Lundegard, "Sandstone porosity loss. A "big picture" view of the importance of Compaction". *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 62, p. 250-260, 1992.
- [31] R. Marfil, M. Scherer, and M.J. Turrero, "Diagenetic processes influencing porosity in sandstones from the Triassic Buntsandstein of the Iberian Range, Spain". *Sedimentary Geology*, v. 105, p. 203-219, 1996.
- [32] E. T. Maurice, "Sedimentary Rocks in the Field". Third EDITION. Department of Geological Sciences University of Durham, UK. John Wiley & Sons Ltd, England, 234p, 2003.
- [33] G.E. McAulay, S.D. Burley, and L.H. Johnes, "Silicate mineral authigenesis in the hutton and NW Hutton fields: implications for sub-surface porosity development". 1377-1394 in: *Petroleum Geology of Northwest Europe* (J.R Parker, editor). *The Geological society, London*, 1993.
- [34] G.E. McAulay, S. D. Burley, A.E. Fallick, N.J. Kusznir, "Palaeohydrodynamic fluid flow regimes during diagenesis of the Brent Group in the Hutton- NW Hutton reservoirs: constraints from oxygen isotope studies of authigenetic kaolin and reverse flexural modelling" *Clay Minerals*, 29, 609-626, 1994.
- [35] E.F. McBride, "Quartz cement in sandstones: a review". *Earth Science Reviews*, v. 26, p.69-112, 1989.
- [36] K.L. Milliken, E.F. McBride, et L.S. Land, "Numerical assessment of dissolution versus replacement in the subsurface destruction of detrital feldspars, Frio Formation, South Texas". *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 59, p. 740-757, 1989.
- [37] M.C. Mobio, "Analyse séquentielle et mécanisme de mise en place des complexes deltaïques de 3^{ème} ordre de la mégasequence cenomano-senonien inférieur du bloc môyo". Thèse de Doctorat, Univ. Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire. Science de la terre, 190p, 2017.
- [38] S.N. Palmer, and M.E. Barton, "Porosity reduction, microfabric and resultant lithification in UK uncemented sands". In: Marshall, J.D. (Ed.), *Diagenesis of Sedimentary Sequences*. Geological Society Special Publication, v. 36, p. 29-40, 1987.
- [39] B. I. Ouattara, P.Y.F. Assalé, N. Y. Coulibaly, L. Atsé, & Z.B. Digbehi,. "Contribution of Organic Geochemistry and Palynofacies to the Characterization of Organic Matter of Black Shales in Côte d'Ivoire Sedimentary Basin (Northern Gulf of Guinea)". *J. Chem. Bio. Phy. Sci. Sec. Vol.8, No.1; 013-025*, 2016.
- [39] F. J. Pettijohn, P. E. Potter, & R. Siever, "Sand and Sandstone". In: *Sedimentology and stratigraphy*. Second edition. GARY N. S. Wiley-Blackwell: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication 111 River Street, Hoboken, USA, pp. 5-86, 1987
- [40] Petroci & F. Beicip, "Ivory Coast petroleum evaluation. Ministry of Mines, Abidjan (Ivory Coast). Promotional report, 99p, 1990.
- [41] M. Ramm, "Porosity-depth trends in reservoir sandstones: theoretical models related to Jurassic sandstones offshore Norway". *Marine and Petroleum Geology*, v. 9, p. 553-567, 1992
- [42] M. Ramm, and K. Bjørlykke, "Porosity/depth trends in reservoir sandstones: assessing the quantitative effects of varying pore-pressure, temperature history and mineralogy, Norwegian shelf data". *Clay minerals*, v. 29, p. 475-490, 1994.
- [43] V. Schmidt, and D.A. McDonald, "The role of secondary porosity in the course of sandstone diagenesis, in: Scholle, P.A., and Schluger, P.R. (eds), *Aspects of Diagenesis*". SEPM Special Publication, v. 26, p. 175-207, 1979.
- [44] M. Sullivan, T. Coombes, P. Imbert, and C. Ahamdach-Demars, "Reservoir quality and petrophysical evaluation of Paleocene sandstones in the West of Shetland area", in A. J. the 5th Conference of the Geological Society, p. 627-633, 1999.
- [45] M. Tucker, "Technics in sedimentology. Blackwell scientific Publication". Oxford. 394, 1988.
- [46] O. Walderhaug, "Precipitation rates for quartz cement in sandstones determined by fluid inclusion microthermometry and temperature-history modeling". *Journal of Sedimentary Research*, v. A64, p. 324-333, 1994.
- [47] I. Wazir, M. Pagel, F. Tournier, E. Portier, and C. Renac, "Role of compressive tectonic on gas charging into the Ordovician sandstone reservoirs in the Sbaa Basin, Algeria: constrained by fluid inclusions and mineralogical data". *Geofluids*, v. 14, p. 106-126, 2014.
- [48] C. K. Wentworth, "A scale of grade and class terms for clastic sediments": *Jour. Geology*, v. 30, no, 5, p. 377-392, 1922.
- [49] M. Wilkinson, K.L. Milliken, and R.S. Haszeldine, "Systematic destruction of K-feldspar in deeply buried rift and passive margin sandstones". *Journal of the Geological Society*, v. 158, p. 675-683, 2001.
- [50] J.C. Wilson, and E.F. McBride, "Compaction and porosity evolution of Pliocene sandstones, Ventura basin, California". *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 72, p. 664-681, 1988.
- [51] M.D. Wilson, and P.T. Stanton, "Diagenetic mechanisms of porosity and permeability reduction and enhancement". *SEPM Short Course*, v. 30, p. 59-118, 1994.
- [52] R.H. Worden, et S.D. Burley, "Sandstone diagenesis: from sand to stone". In: Burley, S.D., Worden, R.H. (Eds.), *Clastic Diagenesis: Recent and Ancient*. International Association of Sedimentologists, v. 4, Blackwells, Oxford, p. 3-44, 2003.

- [53] R.H. Worden, and S. Morad, "Quartz cementation in oil field sandstones: a review of the key controversies", in: Worden, R.H., and Morad, S. (eds), Quartz Cementation in Sandstones. International Association of Sedimentologists, Special Publication, v. 29, p.1-20, 2000.
- [54] N.J.P. Yao, "Caractérisation sédimentologique, minéralogique, géochimique et biostratigraphique des falaises vives de Fresco : Région de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire)". Thèse de Doctorat, Univ. Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire. Science de la terre, 218p, 2012.

Rupture utérine suite à une tumeur trophoblastique gestationnelle: Cas clinique

[Uterine rupture due to invasive gestational trophoblastic neoplasia: Case report]

Mohamed Achraf GROHS¹, Echaymae EDDAOUDI¹, and Zaki EL HANCHI²

¹Centre National de Reproduction, Maternité des Orangers, CHU Rabat, Maroc

²Pole gynéco-mammaire, Institut National d'Oncologie, CHU Rabat, Maroc

Copyright © 2018 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: Gestational trophoblastic disease (GTD) is a complex pathologic entity requiring adequate management and surveillance to prevent and diagnose patients with gestational trophoblastic neoplasia (GTN) early. causing a major myometrial invasion leading in rare cases to uterine rupture, reporting in this article a case of uterine rupture on GTN, this is one of the rare case published, we present the case of 25-year-old patient, followed for GTD moving to GTN, chemotherapy was started according to the FIGO score which classified her at low risk, she consulted in a state of shock, the diagnosis of hemoperitoneum was made, emergency laparotomy revealed uterine rupture requiring haemostatic hysterectomy.

KEYWORDS: uterine rupture, gestational trophoblastic disease, gestational trophoblastic neoplasia, molar pregnancy, haemoperitoneum.

RÉSUMÉ: La maladie trophoblastique gestationnelle (MTG) constitue une entité pathologique complexe, nécessitant prise en charge adéquate et une surveillance étroite, afin de prévenir et de faire un diagnostic précoce en cas d'évolution vers une tumeur trophoblastique gestationnelle (TTG), cette dernière peut être à l'origine d'une invasion myométriale importante conduisant dans des rares cas à une rupture utérine, nous rapportant dans cet article un cas de rupture utérine sur TTG, c'est l'un des rares cas publié, survenue chez une patiente de 25ans, suivie pour MTG évoluant vers une TTG, la chimiothérapie a été démarrée selon le score de FIGO qui l'a classée à bas risque, elle a consulté dans un état de choc, le diagnostic d'hémopéritoine a été fait, la laparotomie d'urgence a objectivé une rupture utérine nécessitant l'hystérectomie d'hémostase.

MOTS-CLEFS: rupture utérine, maladie trophoblastique gestationnelle, tumeur trophoblastique gestationnelle, grossesse molaire, hémopéritoine.

1 INTRODUCTION

La rupture utérine suite à une TTG est très rare, pouvant engager le pronostic vital, la prise en charge codifié par les recommandations de la FIGO améliore le pronostic général de ses tumeurs, sa survenue constitue une urgence chirurgicale dont la morbidité et la mortalité dépendent de la rapidité de prise en charge qui est essentiellement chirurgicale. Nous rapportons l'observation d'une patiente ayant présenté une rupture utérine sur TTG.

2 PATIENT ET OBSERVATION

Il s'agit d'une patiente de 25ans, primigèste, qui n'a pas d'antécédents médico-chirurgicaux particuliers.

Elle était suivie pour maladie trophoblastique gestationnelle dont elle a bénéficiée d'une aspiration utérine avec une étude anatomo-pathologique objectivant une mole hydatiforme complète, l'évolution a été marquée par une ré-ascension du taux de bêta HCG, le taux de beta hCG initiale était à 582.000UI/MI.

Une échographie pelvienne de contrôle a été faite objectivant un utérus augmenté de taille, avec image de rétention de 24mm en intra-utérin.

Une deuxième aspiration a été recommandée avec cette fois évacuation utérine complète à l'échographie mais mise en évidence d'invasion myométriale, du côté biologique : persistance du taux de beta HCG, le diagnostic de TTG a été posé.

Le bilan d'extension comportait la TDM thoraco-abdomino-pelvienne a été fait et n'a pas objectivé de lésion suspecte à distance.

L'indication de chimiothérapie a été posée également avec un score FIGO 2000 à 3 classant la tumeur à bas risque.

Le traitement de tumeur trophoblastique gestationnelle à bas risque à base de Methotrexate a été démarré le 30.01.18.

La patiente a été admise au service des urgences le 12.02.18 dans un tableau d'abdomen chirurgical. L'anamnèse retrouve des douleurs pelviennes d'installation rapide avec des métrorragies. L'examen à l'admission retrouve une patiente en état de collapsus, une tension artérielle à 65-40mmHg, un pouls à 120bpm une polypnée à 30 cpm avec une pâleur cutanéomuqueuse. Le palper abdominale retrouve une défense généralisée, au toucher vaginale on note un cri de Douglas avec un utérus légèrement augmenté de taille sans mise en évidence de masse latéro-utérine, La numération de la formule sanguine que nous avons récupérée ultérieurement est revenue à 6.1g/dl.

Après mise en condition de la patiente, remplissage vasculaire par le sérum salé isotonique et oxygénothérapie, une échographie a été réalisée en urgence objectivant un épanchement de grande abondance avec un utérus de taille normale sans masse latéro-utérine.

Par la suite nous avons acheminé la patiente au bloc opératoire, la laparotomie a objectivé un épanchement de 1.5litre, avec présence de vésicules. L'exploration de la cavité abdomino-pelvienne retrouve une rupture utérine au niveau de la corne gauche de 1 cm qui était à l'origine d'un saignement actif, le myomètre était d'apparence bleuâtre, d'aspect envahit par le produit trophoblastique avec mise en évidence de quelques vésicules au niveau de la lésion (Fig.1).

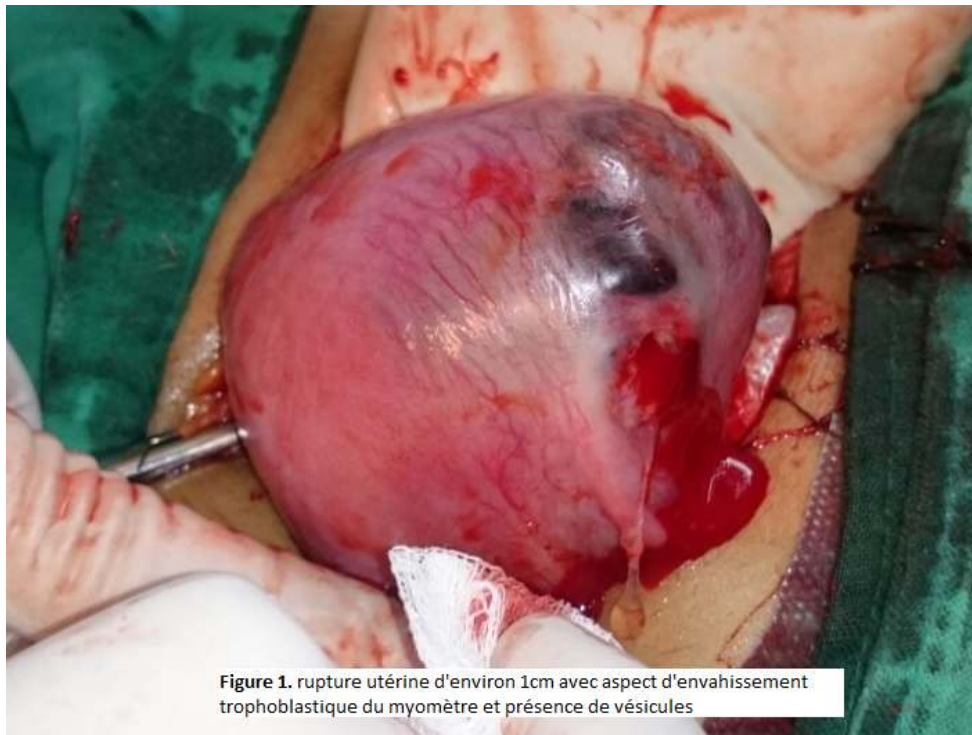


Figure 1. rupture utérine d'environ 1cm avec aspect d'envahissement trophoblastique du myomètre et présence de vésicules

La décision chirurgicale était de réalisée l'hystérectomie, un lavage abondant et une vérification de l'hémostase qui était bien assurée.

A l'ouverture de la pièce opératoire nous avons trouvé des vésicules au sein du myomètre du côté de la lésion (Fig.2).

Les suites opératoires étaient simples.

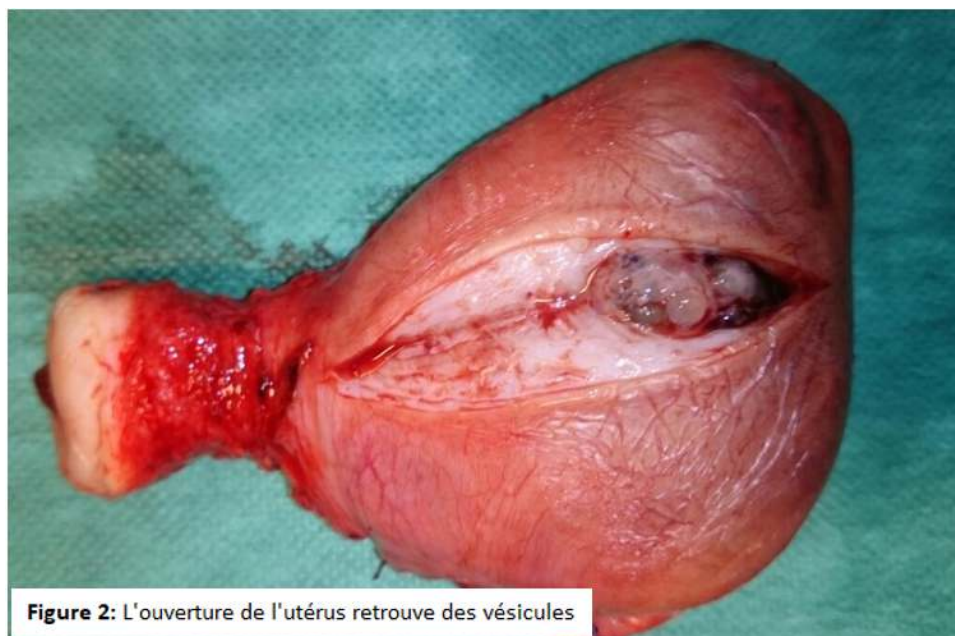


Figure 2: L'ouverture de l'utérus retrouve des vésicules

3 DISCUSSION

Les maladies trophoblastiques gestationnelles (MTG) comprennent un large spectre de pathologies [1] regroupent plusieurs entités distinctes dont le dénominateur commun est une hypersécrétion d'hormone choriogonadotrope., allant des lésions bénignes appelées môles hydatiformes (partielles ou complètes) aux lésions malignes appelées tumeurs trophoblastiques gestationnelles (TTG) comportant les choriocarcinomes, les môles invasives, les tumeurs trophoblastiques du site d'implantation (TTSI) et les tumeurs trophoblastiques épithélioïdes (TTE). Les tumeurs trophoblastiques gestationnelles (TTG) sont de véritables tumeurs malignes d'agressivité forte dans leur forme typique de choriocarcinome. Cependant, ces TTG peuvent survenir après n'importe quel type de grossesse qu'il s'agisse d'une môle, d'une fausse couche spontanée, d'une grossesse extra-utérine ou d'un accouchement [1]

Les TTG surviennent après une MH, les critères nécessaires pour porter le diagnostic positif de TTG sont le plus souvent biologiques et correspondent à une évolution anormale des gonadotrophines chorioniques humaines (hCG). Cependant, toute évolution anormale des hCG dans les suites d'une MH n'est pas synonyme de diagnostic de TTG et, pour éviter l'écueil du diagnostic en excès de TTG, la FIGO a publié en 2002 des critères biologiques minimaux précis de diagnostic d'une TTG post-molaire [2].

Une fois le diagnostic de TTG posé, un bilan d'extension à la recherche de métastases est nécessaire. Il permettra entre autres de calculer le score FIGO, score qui classera les TTG en bas risque ou haut risque et permettra de choisir entre monochimiothérapie ou polychimiothérapie [2,3]

La majorité des cas de TTG surviennent après une grossesse molaire complète, se produit dans 10-28% de même après une évacuation chirurgicale [4]. Le risque de malignité après une grossesse molaire partielle est significativement moins à 3-5% .la TTG invasif envahit le myomètre ou structures adjacentes et peuvent pénétrer dans le myomètre utérin provoquant une rupture utérine et hémopéritoine, comme le cas de notre patiente qui est survenu après évacuation complète, ce qui est de l'ordre de 4% après évacuation utérine complète d'une grossesse molaire [5,6]

Les facteurs de risque pour une telle évolution sont: [7]

- B HCG supérieur à 100000UI/L avant l'évacuation.
- Taille de l'utérus
- Kystes lutéiniques >6 cm.
- Age >40 ans.
- ATCDS de grossesse molaire.
- Problèmes médicaux associés.

Pour les patientes présentant un risque élevé, il est recommandé d'avoir recours à la chimio prophylaxie.

La surveillance biologique régulière selon les recommandations de FIGO permet le diagnostic précoce des TTG [2].

Les critères diagnostiques retenus sont ceux proposés en 2000 par le FIGO Oncology Committee (FIGO, 2002). Ils reposent sur un consensus d'experts [2].

L'imagerie est importante à la recherche de métastases, dont le siège le plus fréquent est les poumons, la radiographie pulmonaire est en principe suffisante pour ce dépistage, mais la TDM peut montrer des nodules pulmonaires non détectés à la radiographie.

Dans notre cas, la patiente ne présentait pas des signes cliniques de métastases pulmonaire à savoir toux dyspnée ou hémoptysie, le scanner a pu confirmer leurs absences au niveau pulmonaire et bien évidemment abdomino-pelvien.

La prise en charge consiste à la chimiothérapie en fonction du score de FIGO, pour notre patiente, ce score classe la tumeur à bas risque, donc une monochimiothérapie a été indiquée est démarrée selon le protocole de la FIGO à base de Methotrexate.

S'il y a une invasion maligne assez importante pour causer des saignements utérins ou une rupture, une hystérectomie peut être nécessaire pour contrôler l'hémorragie potentiellement mortelle [8].

Le traitement à long terme implique la chimiothérapie et possible résection chirurgicale des autres lésions métastatiques comme indiqué [9].

Le pronostic des TTN dépend du type, du stade d'invasion et le degré de métastases.

4 CONCLUSION

La rupture utérine suite à une TTG est une rare, d'autant plus si les recommandations de prise en charge sont bien appliquées, mais le risque reste toujours présent. Elle est grave car elle entraîne un choc hypovolémique pouvant mettre en jeu le pronostic vital. Le délai de prise en charge conditionne le pronostic. La prise en charge d'urgence consiste essentiellement à l'hystérectomie.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Tous les auteurs ont contribué à ce travail.

REFERENCES

- [1] Genest D, Berkowitz RS, Fisher RA, Newlands ES, Fehr M. Gestational trophoblastic disease. Pathology and genetics. Tumours of the breast and female genital organs, ed. Fattaneh A, Tavassoli A, Devilee P. 2003 (5), Lyon: IARC press. 5.
- [2] FIGO. FIGO staging for gestational trophoblastic neoplasia 2000. FIGO Oncology Committee. *Int J Gynaecol Obstet* 2002;77(3): 285-7.
- [3] CNGOF. Maladies trophoblastiques gestationnelles : diagnostic et prise en charge. 2010.
- [4] Soper JT, Mutch DG, Schink JC, American College of Obstetricians and Gynecologists. Diagnosis and treatment of gestational trophoblastic disease: ACOG Practice Bulletin No. 53. *Gynecol Oncol*. 2004 ; 93 (3) :575-585.
- [5] Hancock BW, Nazir K, Everard JE. Persistent gestational trophoblastic neoplasia after partial hydatidiform mole incidence and outcome. *J Reprod Med*. 2006 ; 51 (10) :764-766.
- [6] Berkowitz RS, Goldstein DP. Current management of gestational trophoblastic diseases. *Gynecol Oncol*. 2009 ;112 (2):654-662.
- [7] Berkowitz RS, Goldstein DP, DuBeshter B, et al. Management of complete molar pregnancy. *J Reprod Med*. 1987;32 (3):634-639.
- [8] Chao A, Lin CT, Chang TC, et al. Choriocarcinoma with diffuse intra-abdominal abscess and disseminated intravascular coagulation: A case report. *J Reprod Med*. 2002 ;47 (7) :689-692.
- [9] Lurain JR. Gestational trophoblastic disease II: classification and management of gestational trophoblastic neoplasia. *Am J Obstet Gynecol*. 2011 ; 204(4):11-18.

Validation d'un instrument de mesure : Profil Interactionnel des Enseignants (PIE) à travers la relation maître-élève en sixième année primaire

[Validation of an instrument measuring : Interactional Profile of Teachers (IPT) through teacher-pupil relation in sixth primary year]

Kpiogine Kamiaka Amandine

Chef de Travaux, Université de l'Uélé, RD Congo

Copyright © 2018 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: Carrying on the validation instrument measuring Interactional profile of teachers through the teacher-pupils relation in the classes of sixth years primary of Isiro, this study want propose a tool of measure of the main-pupils relation in our schools. It is while basing us on the Trainee's Profile Interactional (PIS) that we constructed and arranged the structure and the items of the questionnaire. This instrument is composed of 30 items regroup in four measurements.

All main tests for a plausible factorial solution used at the time of two analyses proved to be satisfactory. Is our KMO value of 0.80, is the test of sphericity meaningful (Chi square = 5560.15 to $p = 0.00 < 0.05$). Also, the value of α coefficient (0.68) is acceptable. These results indicate the validity of constructs of our questionnaire.

Taken into consideration these results, we reached our objective, the one to construct a psychometric instrument from our model of the departure to measure the quality of the Teacher-pupils relation in the classes of sixth year's primary of Isiro. The final structure of this instrument (Interactional Profile of the Teacher) is constituted of four factors and 30 items.

KEYWORDS: Validation, Effectiveness, Profile, Interaction, Isiro.

RÉSUMÉ: Portant sur la validation d'un instrument de mesure de profil des enseignants à travers la relation maître-élèves dans les classes de sixième années primaire d'Isiro, le but principal de cette recherche était de proposer un outil de mesure de la relation maître-élèves dans nos écoles. C'est en nous basant sur le Profil Interactionnel du Stagiaire (PIS) que nous avons construit et aménagé la structure et les items du questionnaire. Cet instrument est composé de 30 items regroupés dans quatre dimensions.

Tous les principaux tests pour une solution factorielle plausible utilisés lors de deux analyses se sont révélés satisfaisants. Notre valeur KMO de 0.80 est bon, le test de sphéricité est significatif (Chi carré = 5560.15 à $p = 0.00 \leq 0.05$). Aussi, le coefficient α de 0.68 est acceptable car supérieur à 0.60, seuil minimal. Ces résultats indiquent la validité de construit de notre questionnaire.

Eu égard à ces résultats, nous avons atteint notre objectif, celui de construire un instrument psychométrique à partir de notre modèle du départ pour mesurer la qualité de la relation maître-élèves dans les classes de sixième années primaire d'Isiro. La structure finale de cet instrument (Profil Interactionnel de l'Enseignant) est constituée de quatre facteurs et de 30 items.

MOTS-CLEFS: Validation, Efficacité, Profil, Interaction, Isiro.

1 INTRODUCTION

Le processus "enseigner-apprendre" constitue l'une des grandes préoccupations pédagogiques de l'heure, tant en milieu scolaire qu'à l'université. Cette situation apparaît comme la conséquence d'un dysfonctionnement généralisé de nos écoles. Que des plaintes concernant le nombre élevé d'échecs, les taux alarmants de redoublement, voire l'effondrement des compétences ?

A propos des échecs, Hickel (2009) souligne que l'échec scolaire est devenu un phénomène suffisamment ample pour être considéré comme révélateur d'un processus éducatif fondamentalement en crise : c'est l'institution scolaire en tant que telle, et ceux qui la représentent qui sont remis en cause par les jeunes et les familles.

Les échecs scolaires créent des inégalités entre établissements scolaires et des écarts entre les élèves. Nombreux facteurs faisant partie des causes de ce phénomène ont déjà été signalés par des chercheurs.

Premièrement, concernant l'école et toute son organisation, des études montrent que les dans la formation psychopédagogique des enseignants entraînent parfois des incompétences criantes des systèmes d'enseignement en vigueur (Banque mondiale, 2005; Fortin 2014 ; Martinet et al, 2001; Ontario, 2004; Schleicher 2007). Pour cette raison, plusieurs pays mettent l'accent sur l'amélioration de la formation des enseignants parmi les aspects de la réforme de l'éducation en vue de consolider sa qualité ou son efficacité (Monseur et Demeuse 2004 ; UNESCO 2000).

Deuxièmement, certains auteurs font observer les caractéristiques personnelles de l'élève comme acteur principal de l'éducation. Son inaptitude suite aux difficultés inhérentes à la langue d'enseignement, aux méthodes de travail et à la capacité d'adaptation aux situations de classe est mises en exergue (Bennacer, 2010 ; OCDE 2010).

Et enfin les conditions socio-économiques et politiques du pays avec « la crise à la fois profonde et multiple qui frappe de plein fouet la société congolaise toute entière ainsi que les parents en particulier, n'a pas épargné le système éducatif national » tel que le soulignent le rapport de la Banque mondiale (2005) et l'étude de Ekwa (1996).

Le système éducatif en RDC est inefficace en raison de taux d'abandon élevés et de taux de redoublement élevés à tous les niveaux. La maîtrise du français, la langue d'enseignement à partir de la troisième année est extrêmement faible ; ce qui compromet de surcroît les performances dans les autres disciplines. Seulement 20% des élèves atteignent la sixième année primaire sans redoubler. Dans le secondaire, cette performance n'est atteinte que par la moitié des élèves. Le taux d'échec à l'examen final du secondaire est élevé, de sorte que le taux d'achèvement des études primaires et secondaires n'est que de 13%. Les coefficients d'efficacité interne étaient vers 2001 de 43% dans le primaire et de 36% dans le secondaire. A l'université de Kinshasa, la plus grande université, 50% des étudiants abandonnent en première année et 35%, en deuxième année. L'efficacité interne y est d'environ 50%; et seulement 18% des étudiants obtiennent un diplôme de second cycle sans redoubler (Banque Mondiale 2005, p. 4).

En effet, l'échec scolaire demeure l'un des problèmes qui se posent avec acuité dans le système d'enseignement à travers le monde en général et plus particulièrement en RDC.

Lorsque l'on considère que le métier d'enseignant est composé de trois aspects, à savoir la connaissance de sa discipline, la didactique de cette même discipline et enfin la relation avec les élèves, Triboulet (2004, p. 1) souligne qu'après quelques mois d'enseignement, le troisième aspect du métier est celui qui pose problème. Donc le type de relation maître-élève a de l'influence sur le rendement d'un élève. Cette relation va bien au-delà de la relation pédagogique, car il s'agit d'une relation entre des personnes avec tout ce que cela implique en termes de joies et de difficultés.

Nombreuses recherches ont démontré que la relation enseignant-élève a des répercussions à de multiples niveaux et que, la qualité de cette relation a non seulement un impact sur le rendement scolaire des élèves, mais également sur leur adaptation sociale (Fallu et Janosz 2003 ; Lieury et Fenouillet 2013 ; Olena 2013 Mael 2014 ; Le Bel 2016 ; Renaud 2009).

Ainsi, la relation enseignant-élèves est ressortie unanimement comme une variable prépondérante ayant des répercussions à de multiples niveaux et venant jouer un rôle déterminant sur le lien que l'élève aura avec l'école, sur son rendement scolaire et sur son sentiment de bien-être au plan psychosocial.

La qualité des relations entre l'enseignant et l'apprenant constitue ici notre préoccupation. Car, nous considérons cette interaction comme une opportunité et un moyen d'acquisition pour un bon rendement scolaire des élèves, donc pour une efficacité scolaire. Pour mesurer la qualité de cette relation, il nous faut un instrument psychométrique.

Plusieurs outils sont mis au point par différents auteurs dans le but de mesurer les relations interpersonnelles. Tous représentent ces relations en forme circulaire à travers un circomplexe qui est privilégiée pour l'étude de la qualité de la relation enseignant-élèves en lien avec l'adaptation scolaire et sociale de jeunes (Genoud, 2004, p. 54). Ce modèle possède

deux axes ; un axe de proximité allant de l'opposition à la coopération et un axe d'influence qui va de l'autorité jusqu'à la subordination dans les relations en classe et formant de ce fait quatre quadrants.

Nous reprenons ici trois modèles de ces instruments, notamment : l'Interpersonal Check List (ICL) de Leary, le Questionnaire on Teacher Interaction (QTI) de Wubbel et le Profil Interactionnel du Stagiaire de Genoud.

L'*Interpersonal Check List (ICL)*, a été mis au point par Leary depuis 1957 est utilisé généralement en psychologie clinique pour révéler la personnalité d'une personne. Le *Questionnaire on Teacher Interaction (QTI)* est l'œuvre de Wubbel et all en 1993. Ce modèle permet de décrire le comportement interpersonnel de l'enseignant. Enfin, le *Profil Interactionnel du Stagiaire (PIS)* employé dans le cadre de la formation des enseignants du primaire. Il permet d'obtenir des données quantitatives sur les perceptions des enseignants ou des élèves afin d'aider à la compréhension des mécanismes qui entrent en jeu dans la dynamique de la classe et dans le travail des élèves. Le PIS renferme huit dimensions (Directivité, Soutien, Empathie, Confiance, Incertitude, Insatisfaction, Agressivité, Egocentrisme) et 40 items dont cinq par dimension sur une échelle de Likert à 3 modalités (Rarement, souvent et très souvent).

La présente étude vise à valider le Profil Interactionnel du Stagiaire (PIS) à travers la relation maître-élève auprès des élèves des classes de sixième année primaire d'Isiro. A cet effet, nous avons recouru à l'analyse factorielle afin de vérifier les qualités fondamentales de l'outil pour l'appréciation de la fiabilité, de la validité et de la sensibilité.

2 METHODOLOGIE

2.1 POPULATION D'ÉTUDE

La recherche a porté sur les élèves des classes de sixième année primaire de la ville d'Isiro pour l'année scolaire 2014-2015. L'effectif s'élève à 5.624 élèves répartis dans 132 écoles et cinq régimes de gestion. Nous avons procédé à un échantillonnage occasionnel afin de constituer un échantillon total de 1.103 élèves sexes confondus.

2.2 COLLECTE DES DONNÉES

Pour des raisons d'économie et surtout de disponibilité, nous avons utilisé l'échantillon occasionnel dans les écoles qui ont accepté de nous recevoir le jour prévu pour l'enquête. Nous estimons que cette taille peut compenser la faiblesse de l'échantillonnage occasionnel d'habitude moins représentatif de la population.

Afin de garantir la sincérité dans leurs réponses, les élèves ont répondu dans l'anonymat. Nous avons précisé qu'il n'y avait aucune bonne ou mauvaise réponse, ils devaient indiquer leur degré d'accord sur une échelle de Likert à 3 positions d'accord (de 1 à 3), les différentes possibilités de codage sont respectivement les suivantes: 1 pour Rarement, 2 pour souvent et 3 pour Très souvent. Chaque question devrait être cochée une seule fois par un signe de croix (x). La durée moyenne d'administration par classe était de 40 minutes.

Les données de notre recherche sont constituées de réponses des élèves sur leurs interactions avec les enseignants dans la salle de classe pendant le processus enseignement-apprentissage à travers 40 items. Sur 1.103 questionnaires distribués au départ, 1.016 protocoles dûment remplis ont été récupérés et 87 ont dû être mis de côté parce qu'il y manquait trop de réponses. Notre échantillon final est réduit à 1.016 répondants il y a 8.5% de valeurs manquantes.

2.3 ADAPTATION DE L'INSTRUMENT

Quelques modifications ont porté sur trois points à savoir :

- L'appellation, Profil Interactionnel des Stagiaires (PIS) devient « Profil Interactionnel de l'Enseignant » PIE en sigle. L'instrument est appliqué aux enseignants titulaires des classes et non pour les enseignants en formation ou stagiaires.
- L'échelle originale dans la version de Génoud avait 5 positions, nous l'avons réduit à 3 pour notre cas en vue d'éviter la confusion chez nos enquêtés.
- Une reformulation, « il » est remplacé par « notre enseignant » dans toutes les questions en vue de faciliter la compréhension chez nos sujets.

3 TRAITEMENT DES DONNEES ET ANALYSE DES RESULTATS

Pour le traitement des données nous avons effectué une analyse en composantes principales (ACP) à l'aide du logiciel SPSS 20. Ce type d'analyse est couramment utilisé pour faire ressortir les facteurs et présente des avantages quant à la fiabilité (stabilité) des indicateurs et à la simplicité dans la lecture des résultats (Genoud 2008, p. 39).

Une analyse quantitative est intervenue par le calcul du coefficient alpha de Cronbach (α) et l'indice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) en vue de vérifier la validité et la fiabilité du questionnaire, c'est-à-dire, la précision avec laquelle le questionnaire est capable de mesurer la relation maître-élèves dans les classes de sixième année primaire des écoles de la ville d'Isiro et la stabilité des mesures de la relation maître-élèves.

Deux étapes complémentaires de l'analyse factorielle nous ont permis d'aboutir à une structure factorielle simple du questionnaire composé des questions sensées mesurer de façon adéquate notre construit.

La première analyse a porté sur la totalité des items (40). Nous avons obtenu une mesure KMO égale à 0.80, un coefficient α de Cronbach de 0.70, un test de sphéricité significatif (Chi carré = 5560.15 à $p = 0.00 \leq 0.05$) et une variance totale expliquée équivalent à 39.41%. Dans la deuxième analyse avec 39 items, nous avons également noté une même valeur des mesures KMO et de α de Cronbach (0.80 et 0.70) avec un test de sphéricité significatif (Chi carré = 5405.40 à $p = 0.00 \leq 0.05$) et une variance totale expliquée de 39.90 %. Ce qui a traduit la fidélité du questionnaire.

A la fin de toutes ces démarches, nous avons abouti au résultat tel que la structure factorielle du questionnaire est constituée de 37 items repartis dans les huit facteurs et dont la fidélité correspondante est de $\alpha = 0.68$. Nous constatons que le facteur "Soutien" est fortement corrélé avec 13 items soit 36,1%, suivi du facteur "Directivité" avec 9 items soit 25%, ensuite les facteurs "Confiance", "Insatisfaction" et "Agressivité" avec chacun 3 items soit 8.3%, et puis suivent les "Empathie" et "Egocentrisme" ayant tour à tour 2 items soit 5.6%. Et enfin le facteur "Incertitude" avec un seul item soit 2.8%.

A l'instar de ce qui précède, nous pouvons penser que quatre dimensions (Empathie, incertitude, insatisfaction et égocentrisme) apparaissent moins importantes car ayant un nombre insuffisant d'items (1 ou 2 items). Alors nous étions obligés de les supprimer carrément du modèle pour ne rester qu'avec quatre facteurs. Ce qui a abouti à une structure factorielle composée de facteurs (directivité, soutien, confiance et agressivité) et de 30 items.

Nous présentons ci-dessous les résultats relatifs à la fidélité globale du questionnaire et celui de la fidélité individuelle de chaque item avant la suppression de quatre facteurs.

Tableau 1. Coefficients de corrélation item-test et indices α de Cronbach en cas de suppression de l'item du Questionnaire et avant la suppression des 4 facteurs

	Corrélation complète des éléments corrigés	Alpha de Cronbach en cas de suppression d'élément
Item01	0.19	0.69
Item02	0.21	0.69
Item03	0.14	0.69
Item04	0.23	0.69
Item05	0.16	0.69
Item06	0.25	0.69
Item07	0.27	0.69
Item08	0.16	0.69
Item09	0.27	0.69
Item10	0.29	0.68
Item11	0.18	0.69
Item12	0.26	0.69
Item13	0.09	0.70
Item14	0.17	0.69
Item15	0.21	0.69
Item17	0.20	0.69
Item18	0.15	0.69
Item19	0.14	0.69
Item20	0.28	0.69
Item21	0.18	0.69
Item22	0.23	0.69
Item23	0.20	0.69

Item24	0.13	0.69
Item25	0.27	0.69
Item26	0.10	0.70
Item27	0.12	0.69
Item28	0.24	0.69
Item29	0.10	0.70
Item30	0.22	0.69
Item31	0.30	0.68
Item32	0.16	0.69
Item33	0.20	0.69
Item34	0.14	0.69
Item35	0.15	0.69
Item36	0.26	0.69
Item37	0.13	0.69
Item38	0.07	0.70
Item39	0.31	0.68
Item40	0.09	0.70

Par le calcul de fidélité du questionnaire, nous avons trouvé un coefficient α de Cronbach global satisfaisant (0.70). Ce qui signifie que ce questionnaire jouit d'une très bonne cohérence interne.

Le tableau ci-dessous présente les coefficients de corrélation item-test et les indices α trouvés après la suppression des quatre facteurs du Questionnaire.

Tableau 2. Coefficients de corrélation item-test et indices α de Cronbach après suppression de quatre facteurs du Questionnaire

	Corrélation complète des éléments corrigés	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
Item01	0.20	0.67
Item02	0.18	0.67
Item03	0.09	0.68
Item04	0.24	0.67
Item05	0.14	0.68
Item07	0.30	0.66
Item08	0.10	0.68
Item09	0.30	0.66
Item10	0.29	0.66
Item11	0.14	0.68
Item12	0.29	0.66
Item15	0.25	0.67
Item17	0.22	0.67
Item18	0.15	0.68
Item19	0.07	0.68
Item20	0.33	0.66
Item21	0.14	0.68
Item22	0.29	0.67
Item23	0.24	0.67
Item24	0.05	0.68
Item25	0.31	0.66
Item26	0.08	0.68
Item27	0.04	0.68
Item28	0.30	0.66
Item31	0.33	0.66
Item33	0.22	0.67
Item34	0.06	0.68
Item35	0.07	0.68
Item36	0.33	0.66
Item39	0.33	0.66

La lecture de ce tableau 2 montre que l' α global de 30 items de la forme finale du questionnaire est de 0.68 après suppression de quatre facteurs contenant moins d'items.

Pour Farid (2013, p.15) le seuil d'acceptabilité de l'alpha varie selon l'objectif de la recherche. Selon Durand (2014, p.16), la fidélité est acceptable si le coefficient de fidélité est supérieur ou égal à 0.70 ($\alpha \geq 0.70$). DeVellis (2003) et Nunally (1979) fixent cependant des seuils qui dépendent de la nature de la recherche menée : pour une recherche exploratoire, un coefficient alpha ≥ 0.60 est considéré comme une valeur acceptable.

Ainsi, avec notre α de 0.68 qui est supérieur à ce seuil minimal d'acceptabilité de 0.60, nous pouvons confirmer que nous avons abouti à une solution factorielle simple et plausible de l'instrument.

4 CONCLUSION

Ces dernières années, l'accent a été mis sur l'amélioration de la qualité ou de l'efficacité de l'éducation. Un nombre croissant des pays participent à des évaluations internationales qui classent les systèmes éducatifs en fonction des performances des élèves (Demeuse (2005, p. 440). Abondant dans le même sens, nous pensons que la relation maître-élèves est un des leviers sur lequel il faudra appuyer pour améliorer les performances des apprenants et ainsi assurer l'efficacité de l'éducation dans nos écoles.

Notre étude a porté sur la « validation d'un instrument de mesure de profil des enseignants à travers la relation maître-élèves dans les classes de sixième années primaire d'Isiro ». Le but principal de cette recherche était de proposer un outil de mesure de la relation maître-élèves dans nos écoles. C'est en nous basant sur le Profil Interactionnel du Stagiaire (PIS) que nous avons construit et aménagé la structure et les items du questionnaire. Cet instrument est composé de 30 items regroupés dans quatre dimensions.

Tous les principaux tests pour une solution factorielle plausible utilisés lors de deux analyses se sont révélés satisfaisants.

Notre valeur KMO de 0.80 est bon (Bourque et al. 2006, p. 329), cela indique qu'il existe une solution factorielle statistiquement acceptable qui représente les relations entre les variables. Le test de sphéricité significatif (Chi carré = 5560.15 à $p = 0.00 \leq 0.05$) rejette l'hypothèse nulle (Durand 2005, p. 10). Le coefficient α de Cronbach de 0.68 est acceptable supérieur à 0.60, seuil minimal d'acceptabilité proposé par DeVellis (2003) et Nunally (1979). Ces résultats indiquent la validité de construit de notre questionnaire.

Eu égard à ces résultats, nous avons atteint notre objectif, celui de construire un instrument psychométrique à partir de notre modèle du départ pour mesurer la qualité de la relation maître-élèves dans les classes de sixième années primaire d'Isiro. La structure finale de cet instrument (Profil Interactionnel de l'Enseignant) est constituée de quatre facteurs et 30 items.

Notre souhait de voir d'autres chercheurs réaliser des contre validations avec d'autres échantillons (surtout aléatoire) dans ce domaine en vue d'améliorer l'instrument.

REFERENCES

- [1] Banque mondiale (2005). Le système éducatif de la République Démocratique du Congo : *Priorités et alternatives*. New York : Banque Mondiale.
- [2] Bennacer H. (2010). Performance scolaire, satisfaction envers le professeur et formation de l'amitié en classe. *Actes du congrès Université de Bourgogne, Genève,*
- [3] Bourque, J. et al. (2006). Évaluation de l'utilisation et de la présentation des résultats d'analyses factorielles et d'analyses en composantes principales en éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, vol. 32, n° 2, 2006, p. 325-344.
- [4] Demeuse M. et al. (2005). *Vers une école juste et efficace*. Bruxelles : De Boeck.
- [5] DeVellis, R. F. (2003). *Scale Development Theory and Applications, 2nd ed.* Thousand Oaks, London, New Delhi: SAGE Publications.
- [6] Durand C. (2014). *L'analyse factorielle*. Cours SOL6210 Analyse quantitative avancée. Université de Montréal.
- [7] Ekwa M. (1996). *L'école trahie*. Kinshasa : Éd. Cadice.
- [8] Genoud, P. A. (2004). *Perception des interactions maîtres-élèves. L'apport du regard des apprenants sur le profil interactionnel des enseignants en formation* Imprimerie. St Paul, Fribourg.
- [9] Fallu, J.-S. et Janosz, M. (2003). La qualité des relations « élève-enseignant » à l'adolescence: un facteur de protection de l'échec scolaire. *Revue de psychoéducation*. 32, 7-29.
- [10] Farid A. (2013). *Développement et validation d'un instrument de mesure de E-Learning Readiness dans le contexte universitaire*, Université de Québec, Montréal.

- [11] Fortin J. (2014). Les compétences psychosociales chez l'enfant. In J. Lecomte (ss la dir.) *Introduction à la psychologie positive*. Dunod, Paris.
- [12] Hickel F. (2009). *Échec scolaire : travailler avec les familles, Sociétés et jeunesses en difficulté*, consulté le 17 novembre 2017. URL : <http://sejed.revues.org/2672>
- [13] Le Bel, A. (2016). *Les liens entre la relation enseignant-élève et la motivation scolaire des élèves de deuxième cycle du secondaire*. Mémoire, Université de Laval, Québec, Canada.
- [14] Lieury, A. et Fenouillet, F. (2013). *Motivation et réussite scolaire*. (3ième Ed). Paris: Dunod.
- [15] Leary, T. (1957). *Interpersonal diagnosis of personality: A functional theory and methodology for personality evaluation*. New York: Ronald Press Compagny.
- [16] Mael V. (2014). *Dimension affective de la relation enseignant-élève : et sur l'adaptation psychosociale des adolescents (motivations, empathie, adaptation scolaire et violence) et rôle déterminant de l'amour compassionnel des enseignants*. Thèse, Université Paul Valéry Montpellier
- [17] Martinet et al (2001). *La formation à l'enseignement : les orientations, les compétences professionnelles*. Bibliothèque nationale du Québec.
- [18] Monseur c. et Demeuse M. (2004). *Quelques réflexions méthodologiques à propos des enquêtes internationales dans le domaine de l'éducation*. Paris : OCDE
- [19] Nunnally, J. C. 1979. *Psychometric theory*. New-York: McGraw-Hill.
- [20] OCDE (2010). *Comment en finir avec l'échec scolaire : les mesures efficaces*. Paris : OCDE.
- [21] Olena, P. (2013). *Le lien entre les perceptions des élèves sur la relation élève-enseignant et les problèmes de comportement extériorisés*. Mémoire présenté à la en vue d'obtention du grade de Maitre en arts (M.A.) en Psychopédagogie, Université de Montréal.
- [22] Ontario, (2004). *Vers l'école de la réussite : une démarche continue pour assurer la réussite scolaire de tous les élèves, CSLF*. Canada : Université Laval.
- [23] Schleicher, A. (2007). *Les clés de succès des systèmes scolaires les plus performants*. Paris : OCDE
- [24] Triboulet, C. (2004). *La relation pédagogique. Autorité et communication*. IUFM, Bourgogne.
- [25] UNESCO (2000). *Par l'Afrique et pour l'Afrique, pour une éducation de qualité pour tous*. Paris : UNESCO.
- [26] Venet, M. (2009). *Une bonne relation enseignante-élève : un tremplin pour la réussite scolaire*. Robin Renaud.
- [27] Wubbels, T., et Levy, J. (1993). *Do you know what you look like? Interpersonal relationships in education*. London: Falmer Press.

IMPACT DE LA QUALITE DE L'ENSEIGNEMENT SUR LES PERFORMANCES DES ETUDIANTS DE L'INSTITUT SUPERIEUR PEDAGOGIQUE DE BUKAVU

David MALALA NTAMBUE¹ and Gratien MOKONZI BAMBANOTA²

¹Chef de Travaux, Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu, RD Congo

²Professeur Ordinaire, Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2018 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 quality of higher and university education is currently, in DR Congo and in several countries of the world, a theme addressed in the various educational policies. Due to the attention given to this question by practitioners of education and other partners who are interested in examining and evaluating the efficiency of higher and university education, we have evaluated the impact of the organization and the planning, the delivery, and the evaluation of teaching inputs on the learners' performances by using a pre-experimental approach.

To this end, we used the multiple regression on the results of 2022 students in ten learning form levels. We show here the possibility of predicting students' performance by globally appreciating the contribution of three dimensions (planning and organization, delivery, and evaluation of learning inputs) in the total variation in the students' performance.

The results obtained for the different level forms show that the multiple regression coefficients found are not significant, since the associated probabilities are ≥ 0.01 . Thus, planning and organization, delivery and evaluation are not good predictors of students' performance regardless of the learners' promotion. Their contribution to improving students' performance is minimal.

KEYWORDS: Assessment, quality of teaching, dimensions of teaching, performance, regression, performance, learning input.

RÉSUMÉ: La qualité de l'enseignement supérieur et universitaire est actuellement en RD Congo et dans plusieurs pays du monde un thème abordé dans les différentes politiques éducatives. Du fait de l'attention accordée à cette question par ceux qui recherchent l'efficacité de l'enseignement supérieur et universitaire, nous avons évalué l'impact de l'organisation et la planification, de la prestation et de l'évaluation sur les performances des étudiants en recourant à une approche pré-expérimentale.

A cet effet, nous avons recouru à la régression multiple sur les résultats de 2022 étudiants répartis dans dix promotions. Nous montrons ici la possibilité de prédire les performances des étudiants en appréciant globalement la contribution de trois dimensions (la planification et l'organisation, la prestation et l'évaluation) dans la variation totale des performances des étudiants.

Les résultats obtenus pour les différentes promotions montrent que les coefficients de régression multiple trouvés sont non significatifs, car les probabilités associées sont $\geq 0,01$. Ainsi, la planification et l'organisation, la prestation et l'évaluation ne sont pas de bons prédicteurs des performances des étudiants quelle que soit la promotion. Leur contribution à l'amélioration des performances des étudiants est faible.

MOTS-CLEFS: Evaluation, qualité de l'enseignement, dimensions de l'enseignement, performance, régression, rendement, gain d'apprentissage.

1 INTRODUCTION

L'évaluation est reconnue actuellement comme un des points d'entrée privilégié de l'étude du processus d'enseignement-apprentissage. D'après [1], l'évaluation a pour objectif de guider la prise de décision ou l'établissement d'un jugement.

L'évaluation de l'enseignement est définie [2] comme un processus qui consiste à décrire, à recueillir et fournir des informations utiles pour pouvoir porter un jugement sur la quantité et la qualité du résultat observé.

Les institutions supérieures et universitaires sont encouragées à consolider leurs systèmes internes d'assurance qualité afin de rendre compte de la qualité de leurs formations et favoriser la comparaison et la reconnaissance des programmes. Les systèmes internes sont appelés à être évalués afin de juger de leur pertinence et de leur impact sur la qualité de la formation universitaire.

L'évaluation de l'enseignement par les étudiants est un des instruments de la démarche globale d'assurance qualité et figure en tant que telle dans les critères d'audit des systèmes qualité [3]. Cependant, cette évaluation n'est pas l'unique instrument, elle prend place dans un large éventail de mesures et de stratégies pour soutenir la qualité de l'enseignement.

Evaluer la qualité du système de formation dans les établissements de l'ESU en République Démocratique du Congo, revient à contrôler si les plans des cours élaborés par les enseignants renferment les principaux éléments définis dans le Vade-mecum du gestionnaire d'une institution d'enseignement supérieur et universitaire [4].

Le plan du cours doit expliquer brièvement les objectifs du cours, la structure, les contenus de l'enseignement, les méthodes qui seront exploitées pour transmettre les contenus sélectionnés, les ressources dont l'enseignant et les étudiants auront besoin, les travaux pratiques et les stratégies d'évaluation.

En entreprenant cette étude, nous évaluons la qualité du système de formation des étudiants par la mise en évidence des façons dont les enseignants des institutions supérieures et universitaires en général et ceux de l'Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu en particulier organisent le processus enseignement-apprentissage, prestent et évaluent les acquis des étudiants.

De l'avis de [5], la qualité de l'éducation dépend, de ce qui se passe dans la salle de classe. Les activités d'enseignements se résument dans la capacité de l'enseignant à conduire le groupe-classe, à sélectionner le contenu des matières et les différentes ressources en fonction du profil de l'étudiant à former.

La conduite de la classe est selon [6], l'ensemble des processus permettant d'organiser et de coordonner les efforts volontaires des apprenants pour atteindre les objectifs didactiques, institutionnels et éducatifs.

L'appréciation de la valeur du processus enseignement-apprentissage peut se faire suivant plusieurs modèles.

[7] décrit trois modèles : le modèle de [8], le modèle de diagnostic des impacts et enfin le modèle de l'approche qualité.

Le modèle de Kirkpatrick intègre quatre niveaux d'évaluation à savoir l'évaluation des réactions (satisfaction), des apprentissages (atteinte des objectifs), du transfert des apprentissages et enfin des retombées sur l'organisation.

Cependant, il est préférable de ne pas se limiter à ce niveau, car les réactions peuvent être très bonnes à l'endroit d'un apprentissage inadéquat [9]. De plus, le lien n'est pas toujours évident entre la satisfaction à l'égard d'une activité de formation et l'utilisation des apprentissages [10].

Concernant l'évaluation des retombées, il s'agit d'évaluer jusqu'à quel point la performance au travail des individus contribue à l'efficacité de l'organisation [11].

Le modèle de diagnostic des impacts a été développé en réaction au modèle précédemment exposé. [12] considèrent que le modèle de Kirkpatrick est limitatif car son application ne permet pas de comprendre pourquoi une formation s'avère efficace et comment elle pourrait être améliorée. Cette nouvelle approche d'évaluation met en relief quatre dimensions qui seraient des déterminants potentiels du succès d'un programme de formation à savoir le sentiment d'efficacité personnelle, le contrôle perçu, la motivation et le soutien perçu [12]; [13]; [14].

Pour chacune des activités d'enseignement d'un professeur, [15], montre que les spécialistes et les chercheurs en évaluation de l'enseignement [16]; [17]; [18] [19], [20]; [21], [22], [23], proposent de recueillir des informations relatives à quatre dimensions notamment l'organisation et la planification de l'enseignement, la prestation du professeur en situation d'enseignement, les apprentissages réalisés par les étudiants et la connaissance de la matière.

Dans le contexte d'une recherche de la qualité du système éducatif congolais, il nous a été utile d'évaluer par les étudiants l'efficacité du processus de formation à l'Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu au regard des performances réalisées par les étudiants.

Le problème qui nous préoccupe dans cette étude est celui de la qualité du processus enseignement et son effet sur l'acquisition des performances des étudiants. Ainsi, nous proposons de répondre à la question suivante : « Quels sont les effets de la qualité de l'enseignement sur les performances des étudiants de l'ISP/Bukavu ? ».

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'analyse de l'efficacité du processus d'enseignement à l'Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu. Elle se situe dans une approche pré-expérimentale.

L'objectif poursuivi dans cette recherche est de déterminer les effets de l'enseignement sur les performances des étudiants.

Cette recherche est orientée par l'hypothèse suivante : étant donné que les enseignants organisent, planifient, prestent et évaluent leurs enseignements, l'enseignement dispensé à l'ISP/Bukavu aurait un impact et effet positif sur les performances des étudiants.

Cette étude revêt un intérêt particulier parce qu'elle s'inscrit dans le contexte des recherches visant à évaluer, améliorer et valoriser l'enseignement supérieur et universitaire. Elle s'insère donc dans le cadre global de l'efficacité de l'enseignement dont la problématique se résume sur la question quelles sont les effets de l'organisation et la planification, la prestation et l'évaluation sur les performances des étudiants?

2 DÉMARCHES MÉTHODOLOGIQUES

2.1 POPULATION D'ÉTUDE

La population est l'ensemble de tous les individus qui ont des caractéristiques en relation avec les objectifs de l'étude [24].

Dans cette recherche, la population d'étude est constituée des étudiants du cycle de graduat de toutes les trois sections de l'Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu au cours de l'année académique 2015-2016. Cette population est présentée dans le tableau 2.1. repris ci-dessous :

Tableau 1. Effectifs des étudiants de l'ISP/Bukavu en 2015-2016

Promotions Département	G1		G2		G3		TOTAL /SEXE		
	G	F	G	F	G	F	G	F	TOT
ACA	146	44	105	22	77	16	328	82	410
FLA	80	22	27	11	24	3	131	36	167
HSS	42	4	14	2	15	1	71	7	78
HAT	95	47	55	31	33	19	183	97	280
BIO-CH	32	15	25	7	26	4	83	26	109
CH-PH	28	4	11	0	9	1	48	5	53
GéoGE	39	2	14	2	11	0	64	4	68
MATH- Ph	37	8	34	2	17	2	88	12	100
Physique- Techn	10	0	15	0	5	0	30	0	30
IG	312	195	158	109	137	68	607	372	979
SCA	173	128	118	92	67	46	358	266	624
TOTAL	994	469	576	278	421	160	1991	907	2898
TOTAL GENERAL	1463		854		581		2898		

Source : Rapports du service de scolarité l'ISP/Bukavu pour l'année 2015-2016.

Légende : ACA : Anglais- culture africaine ; FLA : Français- langues africaines ; HSS : Histoire sciences sociales ; HAT : Hôtellerie, accueil et tourisme ; BCH : Biologie- Chimie ; CPH : Chimie- Physique ; GéoGE : Géographie et gestion de l'environnement ; MPH : Mathématique- physique ; Physique-Techno : Physique- technologie ; IG : Informatique de gestion ; SCA : Sciences commerciales et administratives.

De ce tableau, Il ressort que notre population d'étude est de 2898 étudiants dont 1463, soit 50,48 %, en première année de graduat, 854, soit 29,45 % en deuxième année et 581, soit, 20 % en troisième année de graduat.

Par département, les 2898 étudiants se répartissent comme suit : 410 étudiants en Anglais-culture africaine, 167 en Français-Langues africaines, 78 en Histoire sciences sociales, 280 en Hôtellerie, accueil et tourisme ; 109 en Biologie- Chimie,

53 en Chimie-Physique, 68 en Géographie et gestion de l'environnement, 100 en Mathématique- physique, 30 en Physique-technologie, 979 en Informatique de gestion et 624 en Sciences commerciales et administratives.

2.2 ECHANTILLON D'ÉTUDE

Dans cette recherche, notre intention était de travailler avec tous les étudiants de toutes les promotions du cycle de graduat de l'I.S.P/Bukavu, mais plusieurs contraintes ne nous ont pas permis de le faire. Pour certaines promotions, le pré-test n'était pas administré du fait que les enseignants titulaires des cours introduisaient leurs cours sans nous aviser. Ces promotions n'ont pas été sélectionnées dans l'échantillon.

Par ailleurs, le jour de l'administration de l'épreuve, nous constatons que certains étudiants de la promotion concernée n'étaient pas présents. Vu ces difficultés, nous avons décidé de considérer dans l'échantillon les étudiants de première, de deuxième et de troisième années de graduat disponibles au moment de notre enquête. Cet échantillon est réparti par section et par département de la manière ci-après :

Tableau 2. Echantillon d'étude réparti par Section et par Département

Sections Département	Lettres et Sciences Humaines					SCAI			Total général
	ACA	FLA	HSS	HAT	TOT	SCA	IG	TOT	
Promotions									
G1	-	102	46	142	290	301	507	808	1098
G2	127	-	-	-	127	210	267	477	604
G3	-	-	-	-	-	113	207	320	320
Total	127	102	46	142	417	624	981	1605	2022

Source : Rapports du service de scolarité l'ISP/Bukavu pour l'année 2015-2016

Légende: SCAI : Sciences Commerciales et Administratives et Informatique

Il ressort de ce tableau 2. que notre échantillon est constitué de 2022 étudiants dont 1098, soit 54 %, en première année, 604, soit 30 %, en deuxième année et 320, soit 16 %, en troisième année de graduat.

Par section, cet échantillon est constitué de 417 étudiants, soit 21 %, de la section lettres et sciences humaines et 1605 étudiants, soit 79 % des sciences commerciales et administratives et informatique.

Cependant, dans la récolte des données, n'ont été retenus que les étudiants ayant participé tant au pré-test qu'au post-test. A cet effet, notre échantillon a connu une mortalité de 96 sujets pour l'ensemble.

3 COLLECTE DES DONNÉES

Il existe trois types de techniques de collecte de données : les techniques documentaires (analyse de documents et de contenu), les techniques vivantes (les interviews, les tests, les questionnaires et les mesures des attitudes et des changements) et, enfin, les techniques de collectivités et de groupes (enquêtes de terrain, expérimentation sur le terrain ou en laboratoire et recherche-action) [25].

Dans cette recherche, pour évaluer l'impact de la qualité de l'enseignement sur les performances des étudiants, nous avons élaboré un questionnaire d'enquête portant sur les trois dimensions de l'enseignement: la planification et l'organisation des cours, la prestation et l'évaluation des apprentissages. Dans ce questionnaire 12 items portent sur la dimension planification et organisation des cours, 13 items sur la dimension prestation et 12 items sur celle de l'évaluation des apprentissages.

Pour évaluer les performances des étudiants à l'ISP/Bukavu, nous avons élaboré des épreuves que nous avons appliquées avant et après la prestation des enseignants. Ces épreuves ont été élaborées dans dix cours notamment l'informatique générale, la méthode d'analyse informatique, l'atelier de programmation, les techniques de commerce, les mathématiques financières, l'expertise comptable, la littérature africaine, l'éducation à la citoyenneté, la technologie hôtelière et la linguistique africaine.

4 RÉSULTATS

En vue de déterminer l'effet de la qualité de l'enseignement sur les performances des étudiants, nous avons recouru à la régression multiple. Nous montrons ici la possibilité de prédire les performances des étudiants en appréciant globalement la contribution de trois dimensions (la planification et l'organisation, la prestation et l'évaluation) dans la variation totale des performances des étudiants.

4.1 PREMIÈRE ANNÉE DE GRADUAT EN INFORMATIQUE

En G1 informatique, le coefficient de régression et le récapitulatif de modèle sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 3. Coefficient de régression de la qualité sur les performances en première année de graduat informatique

Variables	Coefficients non standardisés		Coefficients Standardisés	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Pré-test	10.533	3.007		3.503	.001
Planification	.051	.065	.043	.785	.433
Prestation	-.016	.059	-.017	-.279	.780
Evaluation	-.133	.070	-.110	-1.899	.058

Il ressort de ce tableau que les probabilités (0.433 ; 0.780 et 0.058) associées aux coefficients Beta (.043 ; -.017 et -.110) sont supérieures au seuil de 0.01. Ceci montre que la planification, la prestation et l'évaluation ne sont pas de bons prédicteurs de la qualité de l'enseignement en première année de graduat en informatique.

Tableau 4. Récapitulatif du modèle de régression des performances des étudiants en G1 informatique au pré-test sur les trois dimensions

R	R-deux	R-deux Ajusté	Erreur Stand. de l'estimation	Variation de R-deux	Changement dans les Statistiques			
					Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
,108 ^a	,012	,005	2,99470	,012	1,661	3	426	,175

Au regard des résultats contenus dans ce tableau 4., les trois dimensions explique 1.2.% de la variance totale des performances des étudiants de première année de graduat en informatique au pré-test.

4.2 DEUXIÈME ANNÉE DE GRADUAT EN INFORMATIQUE

La régression des performances en deuxième année de graduat informatique sur l'ensemble des dimensions considérées a conduit aux résultats présentés dans le tableau 5. ci-dessous.

Tableau 5. Coefficient de régression des performances des étudiants au pré-test sur les trois dimensions

Variables	Coefficients non standardisés		Coefficients Standardisés	t	Sig.
	B	Erreur Std.	Beta		
Pré-test	1.117	3.837		.291	.771
Total planification	-.097	.079	-.086	-1.225	.222
Total prestation	.023	.067	.025	.350	.727
Total Evaluation	.181	.092	.134	1.967	.050

La lecture des résultats contenus dans ce tableau montre que les probabilités (0.222 ; 0.727 et 0.050) associées aux coefficients Beta (-0.086 ; .025 et .134) sont supérieures au seuil de 0.01. Ceci montre que la planification, la prestation et l'évaluation ne sont pas de bons prédicteurs de la qualité de l'enseignement en deuxième année de graduat en informatique au pré-test.

Tableau 6. Récapitulatif du modèle de régression des performances en G2 informatique sur les trois dimensions

R	R-deux	R-deux Ajusté	Erreur Stand. de l'estimation	Variation de R-deux	Changement dans les Statistiques			
					Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
.135 ^a	.018	.007	2.913	.018	1.657	3	269	.177

Partant des résultats contenus de ce tableau 6, nous constatons les trois dimensions expliquent 1.8.% de la variance totale des performances des étudiants de première année de graduat en informatique au prétest.

4.3 TROISIÈME ANNÉE DE GRADUAT EN INFORMATIQUE

Dans cette promotion, l'analyse de régression multiple a conduit aux résultats présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7. Coefficient de régression multiple des performances en troisième année de graduat informatique au pré-test sur les trois dimensions

Variables	Coefficients non standardisés		Coefficients Standardisés	t	Sig.
	B	Erreur Std.			
Pré-test	3.223	1.781		1.810	.072
Total planification	-.008	.039	-.019	-.207	.836
Total prestation	-.055	.048	-.103	-1.130	.260
Total Evaluation	.054	.032	.137	1.698	.091

Comme le montre les résultats du tableau 5.89, les probabilités (0.836 ; 0.260 ; .091) associées aux coefficients Beta (-.019 ; -.103 et .137) sont supérieures au seuil de 0.01. Ceci montre que la planification, la prestation et l'évaluation ne sont pas de bons prédicteurs de la qualité de l'enseignement en troisième année de graduat en informatique.

Tableau 8. Récapitulatif du modèle de régression des performances en troisième informatique graduat sur les trois dimensions

R	R-deux	R-deux Ajusté	Erreur Stand. de l'estimation	Variation de R-deux	Changement dans les Statistiques			
					Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
.132 ^a	.017	.002	1.943	.017	1.168	3	199	.323

Par ailleurs, le résultat de ce tableau récapitulatif 8, montre que les trois dimensions expliquent 1,7.% de la variance totale des performances des étudiants de troisième année de graduat en informatique au prétest.

4.4 PREMIÈRE ANNÉE DE GRADUAT SCIENCES COMMERCIALES

La régression multiple des performances des étudiants de premier graduat sciences commerciales aux au pré-test a conduit aux analyses dont les résultats sont présentés dans le tableau 9.

Tableau 9. Coefficient de régression de la qualité sur les performances en G1 Sciences commerciales

Variables	Coefficients non standardisés		Coefficients Standardisés	t	Sig.
	B	Erreur Std.			
Pré-test	-3.383	3.905		-.866	.387
Total planification	.022	.082	.018	.266	.791
Total prestation	.017	.070	.016	.243	.808
Total évaluation	.174	.083	.130	2.092	.037

Les résultats contenus dans ce tableau montrent que les probabilités (0.791, 0.808 et 0.037) associées aux coefficients Beta (.018 ; .016 ; .130) sont supérieures au seuil de 0.01. Ces résultats montrent que la planification, la prestation et l'évaluation ne sont pas de bons prédicteurs de la qualité de l'enseignement en première année de graduat en sciences commerciales partant des résultats au pré-test.

Tableau 10. Récapitulatif du modèle de régression des performances en G1 sciences commerciales sur les trois dimensions de la qualité

R	R-deux	R-deux Ajusté	Erreur Stand. de l'estimation	Variation de R-deux	Changement dans les Statistiques			
					Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
.144 ^a	.021	.011	3.007	.021	2.119	3	302	.098

La planification, la prestation et l'évaluation expliquent 2,1% de la variance totale des performances des étudiants de première année de graduat en sciences commerciales au prétest.

4.5 DEUXIÈME ANNÉE DE GRADUAT SCIENCES COMMERCIALES

Tableau 11. Coefficient de régression de la qualité sur les performances en G2 Sciences commerciales

Model	Coefficients non standardisés		Coefficients Standardisés Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
(Constant)	.354	4.514		.078	,938
Total planification	-.022	.088	-.020	-.253	,800
Total prestation	-.013	.078	-.013	-.169	,866
Total Evaluation	.163	.085	.138	1.932	.055

Partant des coefficients de régression contenus dans ce tableau, nous pouvons dire que la planification, la prestation et l'évaluation ne nous permettent de prédire les performances des étudiants à partir du pré-test. Les probabilités associées aux coefficients sont supérieures à 0,01. Le récapitulatif des modèles est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 12. Récapitulatif du modèle de régression de la qualité sur les performances en G2 sciences commerciales

R	R-deux	R-deux Ajusté	Erreur Stand. de l'estimation	Variation de R-deux	Changement dans les Statistiques			
					Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
.134 ^a	.018	.004	2.946	.018	1.254	3	207	.291

A partir des résultats contenus de ce tableau 12, nous constatons les trois dimensions expliquent 1.8.% de la variance totale des performances des étudiants de deuxième année de graduat en sciences commerciales au pré-test.

4.6 TROISIÈME ANNÉE DE GRADUAT SCIENCES COMMERCIALES ADMINISTRATIVES

Dans cet auditoire, l'analyse de régression multiple nous donne les résultats contenus dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13. Coefficient de régression de la qualité sur les performances en G3 Sciences commerciales

Variables	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
Pré-test	4.169	4.439		.939	.350
Total planification	-.098	.073	-.138	-1.345	.181
Total prestation	.022	.066	.034	.329	.743
Total Evaluation	.039	.070	.053	.557	.578

La lecture des résultats contenus dans ce tableau montre que les probabilités (.181 ; .743 ; .578) associées aux coefficients B (-.138 ; .034 ; .053) sont supérieures au seuil de 0.01. Ceci dénote que la planification, la prestation et l'évaluation ne permettent de prédire les performances des étudiants en troisième année de graduat sciences commerciales au pré-test. Le récapitulatif du modèle se présente comme suit :

Tableau 14. Récapitulatif du modèle de régression des performances en G3 sciences commerciales au pré-test

R	R-deux	R-deux Ajusté	Erreur Stand. de l'estimation	Variation de R-deux	Changement dans les Statistiques			
					Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
.135 ^a	.018	-.009	1.968	.018	.676	3	110	.569

Le coefficient de détermination présenté dans ce tableau montre que les trois dimensions expliquent 1.8.% de la variance totale des performances des étudiants de première année de graduat en informatique au prétest.

4.7 PREMIÈRE ANNÉE DE GRADUAT EN FRANÇAIS LANGUE AFRICAINE

Tableau 15. Coefficient de régression des performances en G1 français sur les trois dimensions au pré-test

Variables	Coefficients non standardisés		Coefficients Standardisés	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Pré-test	-6.317	6.106		-1.034	.303
Total planification	-.115	.136	-.097	-.849	.398
Total prestation	.164	.122	.168	1.345	.182
Total Evaluation	.223	.146	.174	1.524	.131

Les probabilités (0.398, 0.182, et 0.131) associées aux coefficients de régression Bêta (-.097 ; .168 et .174) contenues dans le présent tableau sont supérieures au seuil de 0.01. Ces coefficients montrent que la planification, la prestation et l'évaluation ne permettent de prédire les performances des étudiants en premier graduat français langue africaine à partir du pré-test. Ci-après est le récapitulatif des modèles qui se présente comme suit :

Tableau 16. Récapitulatif du modèle de régression des performances en français langue africaine sur les trois dimensions au pré-test

R	R-deux	R-deux Ajusté	Erreur Stand. de l'estimation	Variation de R-deux	Changement dans les Statistiques			
					Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
.262 ^a	.069	.041	2.977	.069	2.489	3	101	.065

Ces résultats contenus dans ce tableau 16, montrent que les trois dimensions expliquent 6.9 % de la variance totale des performances des étudiants de première année de graduat en français langue africaine au prétest.

4.8 PREMIÈRE ANNÉE DE GRADUAT EN HISTOIRE SCIENCES SOCIALES

Tableau 17. Coefficient de régression de la qualité sur les performances e G1 histoire sciences sociales

Variables	Coefficients non standardisés		Coefficients Standardisés	t	Sig.
	B	Erreur Std.	Beta		
Pré-test	13.992	12,866		1,088	.283
Total planification	-.406	,246	-.313	-1.648	.107
Total prestation	.171	,170	.149	1.007	.320
Total Evaluation	.041	,223	.035	.185	.854

Les coefficients de régression contenus dans ce tableau montrent que la planification, la prestation et l'évaluation ne sont pas de bons prédicteurs de la qualité de l'enseignement en première année de graduat en histoire. Les probabilités (0.107, 0.320 et 0.854) associées à ces coefficients Beta (-.313 ; .149 et .035) sont supérieures au seuil de 0,01. Voici le récapitulatif des modèles :

Tableau 18. Récapitulatif du modèle de régression des performances en G1 histoire sciences sociales au prétest sur les trois dimensions

R	R-deux	R-deux Ajusté	Erreur Stand. de l'estimation	Changement dans les Statistiques				
				Variation de R-deux	Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
.351 ^a	.123	.060	2.96272	.123	1.964	3	42	.134

Le tableau 18, nous indique les trois dimensions expliquent 12.3 % de la variance totale des performances des étudiants de première année de graduat en histoire au prétest.

4.9 PREMIÈRE ANNÉE DE GRADUAT EN HÔTELLERIE ACCUEIL ET TOURISME

Les résultats de l'analyse de régression dans cette promotion sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 19. Coefficient de régression de la qualité sur les performances en G1 Hôtellerie accueil et tourisme

Variables	Coefficients non standardisés		Coefficients Standardisés Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
Prétest	1.993	4.856		.410	.682
Total planification	.057	.147	.039	.391	.697
Total prestation	-.049	.145	-.037	-.337	.737
Total Evaluation	.127	.075	.157	1.683	.095

En lisant les résultats contenus dans ce tableau 4.101, nous constatons que les probabilités (.697, .737 et .095) associées aux coefficients Beta (-.039, -.037 et .157) sont supérieures au seuil de 0.01. Ces résultats montrent que la planification, la prestation et l'évaluation ne sont pas de bons prédicteurs des étudiants en première année de graduat en hôtellerie, accueil et tourisme.

Tableau 20. Récapitulatif du modèle de régression de la qualité sur les performances en G1 hôtellerie, accueil et tourisme

R	R-deux	R-deux Ajusté	Erreur Stand. de l'estimation	Changement dans les Statistiques				
				Variation de R-deux	Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
.152 ^a	.023	.002	3.082	.023	1.082	3	138	.359

Partant des résultats contenus de ce tableau 20, nous constatons les trois dimensions expliquent 2.3% de la variance totale des performances des étudiants de première année de graduat en hôtellerie, accueil et tourisme au prétest.

4.10 DEUXIÈME ANNÉE DE GRADUAT EN ANGLAIS CULTURE AFRICAINE

Dans cette promotion, les résultats obtenus sont des analyses sont présentés dans le Tableau 5.106 ci-dessous.

Tableau 21. Coefficient de régression de la qualité sur les performances en G2 Anglais

Variables	Coefficients non standardisés		Coefficients Standardisés Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
Pré-test	-9.119	5.576		-1.635	.105
Planification	.005	.114	.004	.046	.964
Prestation	.181	.109	.177	1.656	.100
Evaluation	.144	.130	.116	1.112	.268

Au regard des coefficients de régression contenus dans ce tableau, nous constatons qu'au pré-test, la planification, la prestation et l'évaluation ne permettent pas de prédire la performance des étudiants de deuxième année de graduat en anglais. Les probabilités associées aux coefficients de régression obtenus sont supérieures à 0,01.

Tableau 22. Récapitulatif du modèle de régression de la qualité sur les performances des étudiants en G2 Anglais

R	R-deux	R-deux Ajusté	Erreur Stand. de l'estimation	Variation de R-deux	Changement dans les Statistiques			
					Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F
.260 ^a	.068	.045	2.98574	.068	2.968	3	123	.035

Partant des résultats contenus de ce tableau 22, nous constatons les trois dimensions expliquent 6.8.% de la variance totale des performances des étudiants de deuxième année de graduat en Anglais au prétest. Avec une probabilité de .035 associée à la valeur de F, cette contribution n'est pas significative. Les trois dimensions ne contribuent pas significativement à la variance totale des performances des étudiants de G2 ACA.

En définitive, les résultats contenus dans les différents tableaux montrent que les coefficients de régression multiple trouvés sont non significatifs, car les probabilités associées sont tous ≥ 0.01 . Ainsi, comme pour la régression simple, la planification et l'organisation, la prestation et l'évaluation ne sont pas de bons prédicteurs des performances des étudiants quelle que soit la promotion, leur contribution à l'amélioration des performances des étudiants est non significative.

4.11 EFFET DE LA QUALITÉ SUR LES PERFORMANCES

L'effet de la qualité sur les performances des étudiants fait l'objet de l'analyse dans ce paragraphe. Pour dégager l'effet de l'apprentissage, nous avons comparé les moyennes réalisées avant la prestation à celles réalisées après la prestation pour déterminer le gain d'apprentissage. Nous avons considéré qu'il y a un effet positif d'apprentissage lorsque le gain relatif est supérieur à 30 ou 40%.

Tableau 23. Effet de la qualité

Promotion	Moyenne Prétest	Moyenne Post-test	Gain brut moyen	Gain relatif	Effet
G1 IG	5.96	7.82	1.86	13.24	Pas positif, mais d'équité
G2 IG	5.52	8.83	3.31	22.86	Pas positif, pas d'équité
G3 IG	2.55	10.00	7.45	42.69	Positif, pas d'équité
G1 SCA	5.64	6.82	1.18	8.22	Pas positif, pas d'équité
G2 SCA	5.54	7.21	1.67	11.54	Pas positif, pas d'équité
G3 SCA	2.56	11.29	8.73	50.05	Positif, pas d'équité
G1 FLA	5.66	10.43	4.77	33.26	Positif, pas d'équité
G1 HSS	5.73	10.89	5.16	36.16	Positif, pas d'équité
G1 HAT	6.24	10.61	4.37	31.76	Positif, pas d'équité
G2 ACA	5.58	10.88	5.30	36.75	Positif, pas d'équité

La lecture des résultats de ce tableau 23 montre que dans les promotions de G1 IG, G2 IG, G1 SCA, et G2 SCA les gains relatifs obtenus (1.86, 22.86, 8.22 et 11.54) sont inférieurs à 30 %. L'effet d'apprentissage n'est pas positif. Mais en première année de graduat informatique, bien que le gain relatif n'est pas positif, mais il est d'équité car la formation a permis de réduire la disparité qui existait entre les étudiants au prétest. Autrement dit, les écarts de compétences entre les étudiants se sont réduits et la formation a contribué à un grand partage des compétences dans cette promotion. Cependant, dans les autres promotions où les gains relatifs ne sont pas positifs et ne sont pas d'équité, la formation n'a pas permis de réduire la disparité qui existait entre les étudiants au prétest.

On observe aussi dans le même tableau que pour les promotions de G3 SCA, G1 FLA, G1 HSS ; G1 HTA et G2 ACA, les gains relatifs (50.05, 33.26, 36.16, 31.76 et 36.75) sont supérieurs à 30 %. Ces gains relatifs sont positifs, pas d'équité car la formation n'a pas permis de réduire la disparité qui existait entre les étudiants au prétest.

5 DISCUSSION

L'amélioration des comportements didactiques par les enseignants est une condition nécessaire de l'amélioration de la qualité de l'enseignement. Certains auteurs [26] montrent que la qualité des pratiques pédagogiques semble être un facteur important à ne pas négliger, puisque selon [27], les actions de l'enseignant ne seraient par ailleurs pas « neutres » auprès des étudiants.

D'ailleurs, d'après [28], il est clairement établi que l'enseignant et ses comportements jouent un rôle fondamental sur l'étudiant. Pour [29] en revanche, les pratiques pédagogiques universitaires ont un impact réel sur les apprentissages des étudiants.

D'autres chercheurs anglo-saxons ont pu montrer, tout comme les québécois, que les habiletés pédagogiques des enseignants avaient un impact positif sur l'apprentissage des étudiants, leur réussite académique, leur intégration sociale et leur engagement à poursuivre des études [30].

La présente étude arrive aux mêmes résultats que ceux obtenus par les chercheurs anglo-saxons et québécois. L'organisation et la planification, la prestation et l'évaluation ont un impact positif sur les performances des étudiants, mais elles ne sont pas des bons prédicteurs des performances. Ces résultats impliquent que les performances des étudiants sont en grande partie déterminées par d'autres facteurs que les trois dimensions retenues dans cette étude.

Cette recherche présente des limites. Les étudiants ne devraient pas être les seuls juges de la qualité de l'enseignement universitaire, les pairs du professeur et les professeurs eux-mêmes constituent des sources qui permettent de recueillir en parallèle les informations sur la qualité de l'enseignement.

En outre, l'organisation et la planification, la prestation et l'évaluation ne constituent pas les seules dimensions permettant d'expliquer la qualité de l'enseignement d'un professeur, d'autres aspects comme la maîtrise de la matière et contexte environnemental n'ont pas été pris en compte dans cette étude.

Par ailleurs, les résultats de la recherche de [31], ont montré que plus de 80 % des professeurs interrogés indiquent que tous les professeurs, quels que soient leur statut et leurs rangs (chargé de cours ou permanent) devraient être évalués et tous les cours des 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} cycles devraient aussi être évalués. Ce qui n'a pas été le cas dans cette recherche où la qualité est évaluée uniquement selon les points de vue des étudiants de dix promotions de six départements pour dix cours.

Nous n'avons pas la prétention de remettre en cause les résultats obtenus dans cette étude au regard de ces limites, néanmoins elles nous invitent à adopter une attitude exigée en sciences, celle de modestie.

6 CONCLUSION

Au regard de tous les résultats obtenus dans les différentes promotions, nous avons constaté que les coefficients de régression multiple trouvés sont non significatifs. Les probabilités associées sont $\geq 0,01$. De ce fait, la planification et l'organisation, la prestation et l'évaluation ne sont pas de bons prédicteurs des performances des étudiants quelle que soit la promotion. La contribution ou bien l'impact de ces trois dimensions à l'amélioration des performances des étudiants est minime. Ainsi, les performances des étudiants des étudiants de l'ISP/Bukavu sont moins déterminées par les trois dimensions retenues dans cette recherche que par d'autres facteurs.

Quant à l'effet d'apprentissage, les gains relatifs trouvés dans certaines promotions sont inférieurs à 30 %. Ils ne sont pas positifs et ne sont pas d'équité. Dans d'autres promotions, les gains relatifs sont supérieurs à 30 %. Ces gains relatifs sont positifs, mais pas d'équité. Ainsi, dans l'ensemble, la formation n'a pas permis de réduire la disparité qui existait entre les étudiants au prétest quel que soit le gain.

RÉFÉRENCES

- [1] J.-M. De Ketele, Évaluation des systèmes de formation. Dans A. Jorro (dir.), *Dictionnaire des concepts de la professionnalisation*, Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur, 2014.
- [2] H. Gardner, *The development and education of the mind*, London, Routledge, 1992.
- [3] CUS (2006). *Conseil d'audit des systèmes qualité*. Strasbourg : AFAQ.
- [4] CPE. (2010). *Vade-mecum du gestionnaire d'une institution de l'enseignement supérieur et universitaire*. Kinshasa : Edition de la CPE.

- [5] Carron, G. & Ta Ngoc Châu.(1998). *La qualité de l'école primaire dans les contextes de développement différents*. Paris : UNESCO.
- [6] Bany,M.A et Johnson,L.V.(1974).*Conduite et animation de la classe*. Paris: Bordas.
- [7] Blouin, S. (2012). *L'évaluation de programmes de formation et l'efficacité organisationnelle Université de Sherbrooke*. Québec : CREPUQ.
- [8] Kirkpatrick, D.L. (1998). *Evaluating training programs : the four levels* (2nd edition). San Francisco: Berrrett-Koehler Publishers Inc.
- [9] Laflamme, R. (1999). *La formation en entreprise : nécessité ou contrainte*. Saint-Nicolas : Les Presses de l'Université Laval.
- [10] Archambault.ca <https://www.archambault.ca/>
- [11] Petit, A. et al. (1993). *Gestion stratégique des ressources humaines*. Montréal: Gaëtan Morin Éditeur Ltée.
- [12] Haccoun, R., Jeanrie, R., C et Saks, A.M. (1997). Concepts et pratique contemporaines en évaluation de la formation : vers un modèle de diagnostic des impacts. *Gestion*, 22, p.108-113.
- [13] Kraiger, K.,Ford, J.K. & Salas, E. (1993). Application of cognitive skill-based and affective theories of learning outcomes to new methods of training evaluation. *Journal of applied psychology*,78(2),311-328.
- [14] Tannenbaum,SI et Yukl, G.(1992). Training and development in work organizations. *Annual Review of psychology*, 43,399-441.
- [15] H. Bernard, *Comment évaluer, améliorer, valoriser l'enseignement supérieur*, Bruxelles, De Boeck sa. 2011.
- [16] K. O. Jr. Doyle, *Evaluating teaching*. Toronto, Lexington Books, D.C. Heath and Company, 1983.
- [17] H.W.Marsh, Students' evaluations of university teaching: Research finding methodological issues, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 11(3),pp. 255-388, 1987.
- [18] H.W.Marsh, Students' evaluations of university teaching: A multinational perspective. Dans Perry et Smart (dir.), *the scholarship of teaching and learning in higher education. An Evidence-Based Perspective*,New York, NY: Springer, pp. 319-394, 2007b.
- [19] K. A. Feldman, Effective college teaching from the students' and faculty's view: matched or mismatched priorities? *Research in Higher Education*,28(4),pp.291-344, 1988.
- [20] K. A. Feldman, The Association between student ratings of specific instructional dimensions and student achievement: refining and extending the synthesis of data from multisection validity studies. *Research in Higher Education*, 30(6), pp. 583-645, 1989.
- [21] J. A. Centra, *Reflexive faculty evaluation. Enhancing teaching and determining faculty effectiveness*. San Francisco: Jossey-Bass, 1993.
- [22] P. Seldin, et coll., *Changing practices in evaluation teaching. A practical guide to improved faculty performance and promotion/tenure decisions*. Bolton, MA, Anker publishing, 1999.
- [23] P. Seldin, et coll., *Evaluating Faculty performance. A practical guide to assessing teaching, research, and service*. Bolton, MA, Anker publishing, 2006.
- [24] F. Depelteau, *La démarche d'une recherche en sciences humaines*. Bruxelles, De Boeck Université, 2003.
- [25] M.Grawitz, *Méthodes des sciences sociales*, Paris, Dalloz, 1990.
- [26] A. Duguet et S. Morlaix, «Les pratiques pédagogiques des enseignants universitaires : Quelle variété pour quelle efficacité ? », *Questions Vives* [En ligne], Vol.6 n°18 | 2012, mis en ligne le 15 octobre 2013, consulté le 25 avril 2017. URL : <http://questionsvives.revues.org/1178>. DOI : 10.4000/questionsvives, 1178, 2012
- [27] E. Annot, et M-F. Fave-Bonnet, *Pratiques pédagogiques dans l'enseignement supérieur - Enseigner, apprendre, évaluer*, Paris, L'Harmattan, 2004.
- [28] B. Galinon-Méléneq, L'enseignant chercheur au sein d'une situation complexe et contingente. In J. Donnay et M. Romainville (Dir.) : *Enseigner à l'Université : un métier qui s'apprend ?* pp.11-31,. Bruxelles, De Boeck Université, 1996.
- [29] C. Michaut, (Réussite, échec et abandon des études dans l'enseignement supérieur français : quarante ans de recherche. In M, 2012.
- [30] J. M Braxton, N. J Bray & J. B. Berger, Faculty Teaching Skills and their Influence on the College Student Departure Process. *Journal of College Student Development*, 41(2), pp.215-227, 2000.
- [31] H. Bernard, N. Postiaux, A. Salcin, Les paradoxes de l'évaluation de l'enseignement universitaire. *Revue des sciences de l'éducation*, XXVI, 3, pp. 625-650, 2000.

Sexe et réussite académique : Cas des étudiants du premier cycle à l'Université de Kisangani de 2010-2011 à 2012-2013 (Province de la Tshopo, RD Congo)

Eustache V. MOLE, Joseph B. TSHIMPANGA, and Patrick T.T. WENDA

Faculté de psychologie et de Sciences de l'Éducation de l'Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2018 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 aims to see if student gender can influence academic success in the first cycle of study at Kisangani University.

To verify the existence of an association between the sex of the students and the modalities of the success, we resorted to the test of chi-square of the independence. It allowed us to accept the null hypothesis of the independence between sex and success in the two promotions of the 1st and 2nd graduates with a slight superiority of the students in the modality of receipts. The observation is similar in 3rd graduate with a superiority rather of students.

KEYWORDS: Orientation, Gender, Percentage, Academic Success, Kisangani University.

RÉSUMÉ: Cette étude vise à voir si le sexe des étudiants peut influencer la réussite académique en premier cycle d'études à l'Université de Kisangani.

Pour vérifier l'existence d'une association entre le sexe des étudiants et les modalités de la réussite, nous avons fait appel au test de khi-deux de l'indépendance. Elle nous a permis d'accepter l'hypothèse nulle de l'indépendance entre le sexe et la réussite dans les deux promotions de 1^e et de 2^e graduat avec une légère supériorité des étudiantes dans la modalité de reçus. Le constat est pareil en 3^e graduat avec une supériorité plutôt des étudiants.

MOTS-CLEFS: Orientation, Sexe, Pourcentage, Réussite académique, Université de Kisangani.

1 INTRODUCTION

Dans tout système éducatif, à travers le monde, la réussite des étudiants constitue un chantier sur lequel les chercheurs et les responsables de l'éducation doivent se pencher. Dans cette visée, l'on peut arriver ainsi à éviter le taux toujours aussi élevé d'échecs en premier cycle d'études et mener ainsi tout le monde à la réussite, affirme Proust (2012). Ce qui importe c'est l'orientation des candidats se fasse de manière à montrer une bonne voie vers la réussite.

Dans ce cadre, la littérature montre que les filles évoluent mieux aux études que les garçons. Au fait, une étude menée en Belgique par une équipe des chercheurs (2005) relève que le taux de réussite des étudiants de première génération est de 34,9% pour les hommes et 41,1% pour les femmes. L'écart hommes-femmes est moindre dans l'enseignement supérieur en haute école où le taux de réussite de femmes est de 43,5% contre seulement 29,5% pour les hommes. Dans cet ordre d'idées, Kabambi et al. (1981 p.14) ont examiné les relations entre la réussite académique et les éléments généralement retenus lors de l'inscription à l'Université de Kisangani dont les notes scolaires, la section d'études au secondaire, le choix le diplôme d'Etat et le sexe. Il ressort que les filles s'adaptent mieux aux études universitaires que leurs homologues masculins. Frickey et Primon cités par Morlaix et al. (2012) affirment que filles réalisent une meilleure insertion universitaire que les garçons, en raison de leur plus grande adhésion aux règles et aux normes du travail scolaire et de leur meilleure organisation en termes de travail personnel. De son côté, Gruel (2002) s'est penché sur les conditions pouvant compromettre ou favoriser la réussite académique à l'Université en France. Il s'ensuit que le sexe n'a pas d'influence sur la réussite académique.

Au regard de taux d'échecs constatés dans certaines Universités en Afrique et ailleurs, nous nous posons la question de savoir si les causes de ces échecs ne peuvent pas s'expliquer par la façon dont les candidats sont recrutés dans les différentes filières de formation à l'Université où l'on tient peut-être pas compte d'un certain nombre de critères d'inscription qui militeraient en faveur de la réussite. A ce propos, Mole (2018, p.1) a étudié le rapport éventuel entre les critères d'inscription et la réussite académique à l'Université de Kisangani. Au fait, il s'agissait de voir dans quelle mesure ces critères d'orientation : section d'études, filière d'études poursuivie à l'Université et le pourcentage obtenu par le candidat au diplôme d'Etat influent sur la réussite académique. Nonobstant, l'application de ces conditions d'admission à l'Université de Kisangani, on enregistre habituellement 30% des étudiants qui terminent le premier cycle d'études. Bref, l'Université de Kisangani enregistre annuellement un taux élevé d'échecs. Cette situation crée un état de malaise tant chez les autorités, les parents que chez les étudiants. Cependant pour les familles, le diplôme est conçu comme un moyen de promotion sociale et considéré comme une ascension sociale (Erlach, 1998, p.2).

Ainsi, nous estimons qu'il y aurait un problème d'orientation en termes de choix d'option soit de l'importance de la scolarité antérieure par rapport à l'affectation du candidat dans une filière à l'Université. D'où, chaque système éducatif doit à la disposition des êtres en formation des informations intéressantes susceptibles de leur permettre d'opérer des choix judicieux pour un succès scolaire et professionnel. Sur ce point, Radier (2009 p.70) précise que l'orientation des individus est d'abord le décryptage de l'information sur les filières de formations et de métiers. Ensuite, l'orientation aide à l'élaboration d'un projet personnel de formation et/ou professionnel. Elle est enfin l'affectation d'un apprenant dans une filière de formation.

Dans cette perspective, Ekwa (2004, p.166) émet le vœu de voir les responsables de l'éducation scolaire se montrer particulièrement attentifs à guider et à encadrer les jeunes dans les choix études. Il est évident que pour les familles, le diplôme est conçu comme un moyen de promotion sociale et considéré comme une ascension sociale Erlach, (1998, p.2).

Les travaux qui ont analysé les déterminants de la réussite à l'Université mettent tous en évidence l'importance de la scolarité antérieure et de l'origine sociale. Ainsi, le type de baccalauréat, l'âge auquel il a été obtenu, le genre et l'origine sociale ont une influence déterminante sur l'accès et la réussite dans l'enseignement supérieur notent Beaupère et Boudesseul, cités par Morlaix et Suchaux (2012, P2).

Dans ce contexte, le présent article vise à examiner le rapport entre le genre et la réussite en tenant compte de la section d'études suivie, de la filière d'études sollicitée à l'Université et du pourcentage au diplôme d'Etat. Une question constitue l'essentiel de cette étude. Dans quelle mesure le sexe peut influencer la réussite académique pour chaque postulant à l'Université de Kisangani? Ceci pour voir si la différence entre les deux sexes est significative en ce qui concerne la réussite des étudiants en premier cycle d'études à l'Université de Kisangani.

2 MÉTHODE ET MATÉRIELS

2.1 VARIABLES D'ÉTUDES

Cette recherche comporte deux groupes de variables dont une variable prédictrice (sexe) et une variable prédite (la réussite académique).

Il sied de signaler qu'en analysant les résultats des étudiants selon le sexe, nous avons considéré à cet effet, la section suivie au secondaire et la filière d'études poursuivie à l'Université de Kisangani mais aussi le pourcentage obtenu par chacun de ces étudiants. Ceci nous a permis ainsi de constater globalement le taux de réussite académique à la fin du premier cycle d'études aussi bien pour les garçons que pour les filles.

La section d'études est la formation suivie par les candidats au niveau de l'enseignement secondaire. Les diverses sections peuvent être regroupées en enseignement général, enseignement technique, enseignement normal et enseignement professionnel (Wenda, 2014, pp.41-64). Les sections retenues sont celles qui organisent un cycle long, pendant une durée de six ans et sanctionnées par un diplôme d'Etat. Par rapport à l'étude, 12 sections suivies par les candidats à l'Université de Kisangani ont été identifiées.

La filière d'études concerne les différentes orientations organisées dans les Facultés de l'Université de Kisangani. A l'époque de la présente recherche, l'Université de Kisangani organisait 8 Facultés avec 19 filières.

Le pourcentage est la note moyenne des cotes obtenues par le candidat à la fin des études secondaires à l'examen d'Etat. Cette note est exprimée en pourcentage repris sur le diplôme d'Etat. Le pourcentage au diplôme d'Etat est une variable continue avec comme minimum de 50%.

Le sexe, sur le plan biologique, a été considéré. Chaque candidat admis à l'Université se présente avec l'une ou l'autre de deux modalités qui caractérisent le genre humain. L'on est soit du sexe féminin soit du sexe masculin.

La réussite académique s'exprime sous forme de décision prise par le jury à l'issue de séances de délibérations en première et/ou en deuxième session des examens. Elle se fonde sur les côtes obtenues par les sujets par rapport à la moyenne de 10/20 tant aux différentes matières prévues au programme qu'au total général. Les décisions sont prises selon l'échelle des critères de délibération qui se rapportent au nombre de cours et aux échecs. Pour ces derniers, on tient compte du nombre, de la valeur et des catégories de cours. Le tableau 1 résume les différentes mentions proposées à un jury (Vademecum, 2014,159).

Tableau 1. Modalités de réussite en fonction de la décision du jury

Pourcentage	Mention	Modalités
≥ 90%	Plus grande distinction (PDG)	Reçu
89 – 80%	Grande Distinction (GD)	
79 – 70%	Distinction (D)	
69 – 50%	Satisfaction (S)	
49 – 40%	Ajourné (A)	Ajourné
≤ 39%	non admissible dans la filière (NAF)	NAF

Les différentes mentions ont été condensées en trois modalités : reçu, ajourné et non admissible dans la filière. Ces modalités sont exposées dans le tableau 1 à la troisième colonne. La modalité « Reçu » concerne tout étudiant qui a, au moins, la mention satisfaction, plus grande distinction, grande distinction, distinction et satisfaction. La modalité « Ajourné » s'attribue soit à tout étudiant qui n'est pas dans les critères soit à celui qui a obtenu un pourcentage entre 49 et 40%. Les non admissibles dans la filière (NAF) sont des candidats qui ont eu moins de 40% dans le total général.

2.2 POPULATION D'ÉTUDE

Les sujets d'étude sont constitués de 2683 étudiants inscrits à l'Université de Kisangani pour l'année académique 2010-2011. Ils sont répartis inégalement dans les huit Facultés. Ces étudiants ont été suivis durant les trois années successives du premier graduat au troisième graduat. Ainsi, la recherche s'est réalisée sur une cohorte suivie représentant le premier cycle d'études à l'Université. Le tableau 2 reprend la distribution des individus de la population selon leur sexe. Signalons qu'il s'agit d'un effectif de 2682 sujets.

Tableau 2. Répartition des sujets selon le sexe

Sexe	Effectifs	Pourcentage
Masculin	1907	71,1
Féminin	775	28,9
Total	2682	100,0

Ce tableau montre que sept étudiants sur dix sont des garçons. Ces effectifs prouvent que l'on est loin de la parité entre homme et femme à l'Université de Kisangani.

2.3 TECHNIQUES DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES DONNÉES

Cette recherche est rétrospective, la technique documentaire s'est avérée appropriée. Les données ont été récoltées à partir des archives de l'Université de Kisangani localisées aux services des inscriptions et de scolarité. Pour ce faire, deux documents ont été exploités. Le premier document est constitué des tableaux synthétiques d'inscription pour l'année académique 2010-2011. Ce sont des listes nominatives et exhaustives reprenant les noms des étudiants, la date de naissance, section d'études suivie au secondaire, pourcentage au diplôme d'Etat, année d'obtention du diplôme et filière de formation choisie. Le second document est le palmarès ou les grilles de délibération des résultats des examens de trois années académiques 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013. Ces palmarès en version physique ou électronique incluent les résultats de première et de deuxième session. Ainsi, nous avons considéré les noms, les pourcentages que sur les décisions prises par le jury pour chaque étudiant. Le recours aux grilles de délibération a permis de bien reconstituer la situation de certains sujets dont on ne retrouvait pas de trace dans le palmarès.

Les données ainsi colligées ont été codifiées et saisies avec le progiciel Excel. pour le traitement des données, le progiciel SPSS a été mis à profit.

3 RESULTATS

Cette partie se rapporte aux résultats académiques des étudiants ainsi admis à l'Université de Kisangani. Ces résultats s'étendent sur le premier cycle d'études à l'Enseignement Supérieur Ils concernent trois années académiques successives : première, deuxième et troisième années de graduat

Sur les 2683 étudiants admis à l'Université de Kisangani, 1991 ont été réguliers au cours et ont présenté l'une ou l'autre session des examens, soit un taux de décrochages de 25,79, un peu plus d'un quart des inscrits. C'est énorme. Cependant, dans l'ensemble des étudiants inscrits, 74% parviennent à passer les examens.

Pour rappel, au cours de l'année académique 2010-2011, l'Université de Kisangani a recruté 2683 étudiants pour toutes les filières organisées en son sein. De cet effectif des inscrits en premier graduat, nous avons noté que 1991 d'entre eux ont participé aux épreuves organisées.

3.1 RÉPARTITION DES ÉTUDIANTS PAR FACULTÉ ET PAR SEXE

Nous exposons dans le tableau 3 la répartition des étudiants tels qu'ils ont été admis dans les différentes Facultés organisées par l'Université de Kisangani. Nous avons enregistré un cas de donnée manquante en rapport avec le sexe. Sur les 2683 étudiants inscrits, un seul individu n'a pas précisé son sexe. Ainsi, les données sont fondées sur un effectif total de 2682.

Tableau 3. Répartition des étudiants inscrits dans les Facultés en fonction de leur sexe

FACULTE	Total		Garçons		Filles	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
FSSAP	763	28,45	535	28,05	228	29,42
FD	602	22,45	457	23,96	145	18,71
FM	468	17,45	373	19,56	95	12,26
FSEG	352	13,12	225	11,80	127	16,39
FLSH	179	6,67	92	4,82	87	11,23
FPSE	150	5,59	105	5,51	45	5,81
FS	87	3,24	53	2,78	34	4,39
FSA	81	3,02	67	3,51	14	1,81
TOTAL	2682	100,00	1907	71,10	775	28,90

La lecture de ce tableau révèle que la répartition des inscrits dans les Facultés varie énormément. Cette variation est dans le rapport de 1 à 10. Ces Facultés forment deux groupes. Nous avons dans le premier groupe : quatre Facultés avec une proportion de plus de 10%. En tête, vient la Faculté des Sciences Sociales, Administratives et Politiques avec près d'un tiers des inscrits. Elle est suivie de la Faculté de Droit, de la Faculté de Médecine et de la Faculté des Sciences Economique et de Gestion. Ces Facultés représentent à elles seules 81% des étudiants inscrits au cours de l'année académique 2010-2011.

Les 19% restants constituent un second groupe rassemblant aussi quatre autres Facultés. La Faculté des Lettres et Sciences Humaines s'en sort avec environ 7%, suivie de la Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education avec plus d'un étudiant sur 20. Au bas de l'échelle, presque ex-æquo, les Facultés des Sciences et des Sciences Agronomiques. Il ressort de ces données que l'attention des étudiants est tournée beaucoup plus vers les sciences humaines tandis que les sciences exactes sont apparemment négligées.

3.2 RÉUSSITE SELON LE SEXE DES ÉTUDIANTS

Nous exposons des résultats en fonction du sexe des étudiants. Nous voulons voir comment la réussite évolue selon le genre des apprenants. Nous présentons dans le tableau suivant l'évolution de la réussite selon le sexe qui reprend les résultats globaux et cela en fonction des années d'études. Par la suite, suivent trois autres tableaux exposant les résultats selon le sexe en fonction de trois années d'études de graduat.

Il s'agit de la proportion de réussite des étudiants et étudiantes à l'entrée et au cours du cycle de graduat. Rappelons que nous avons relevé comme effectifs des étudiants inscrits en premier graduat et ayant présenté les deux sessions d'examen : 1371 hommes contre 634 femmes. Le tableau 4 reprend l'évolution de la réussite selon le sexe.

Tableau 4. Evolution de la réussite selon le sexe

Promotion	Etudiants	Etudiantes
Graduat 1	698 (50,91%)	354 (55,84%)
Graduat 2	420 (30,63%)	212 (33,14%)
Graduat 3	369 (26,91%)	185 (29,18%)
Total des inscrits	1371	634

L'observation des données du tableau 4 montre que d'une année à l'autre, l'évolution va diminuendo. Il y a près de 27% et de 29% respectivement des étudiants et des étudiantes inscrits à l'Université qui terminent le premier cycle d'études.

Dans cette rubrique, nous examinons la réussite académique selon les années d'études en fonction du sexe des étudiants. Les résultats sont exposés pour chaque année du premier cycle d'études à l'Université de Kisangani. Ici, nous considérons la réussite en tenant compte des principales modalités issues de la délibération des deux sessions ordinaires des examens.

3.2.1 PREMIER GRADUAT

Le tableau 5 croise les modalités de réussite à l'Université de Kisangani en premier graduat en fonction du sexe des étudiants. La lecture des données consignées dans ce tableau de contingence montre que les proportions établies d'une case à l'autre varie faiblement d'un sexe à l'autre. Les étudiants se caractérisent par des fréquences relativement élevées dans les modalités « ajournés » (35,40% vs 32,50%) et « NAF » (13,70% vs 11,70%). Par contre pour les reçus, les étudiantes sont relativement plus nombreuses que les étudiants ((55,80 vs 50,90%).

Tableau 5. Réussite en premier graduat selon le sexe

Modalités	Sexe		Total
	Masculin	Féminin	
Ajournés	485 (35,40%)	206 (32,50%)	691 (34,50%)
Reçus	698 (50,90%)	354 (55,80%)	1052 (52,50%)
NAF	188 (13,70%)	74 (11,70%)	262 (13,10%)
Total	1371 (100%)	634 (100%)	2005 (100%)

Pour vérifier l'existence d'une association entre le sexe des étudiants et les modalités de la réussite, nous avons fait appel au test de khi-deux de l'indépendance. Ce dernier a donné une valeur de 4,431 avec une probabilité associée de $p=0,109$ pour un nombre de degrés de liberté de 2. Cette valeur n'est pas significative ($p>0,05$). Elle nous permet d'accepter l'hypothèse nulle de l'indépendance entre le sexe et la réussite en premier graduat à l'Université de Kisangani malgré une légère supériorité des étudiantes.

3.2.2 DEUXIÈME GRADUAT

Nous consignons dans le tableau 6 les modalités de réussite à l'Université de Kisangani en deuxième graduat en fonction du sexe des étudiants. L'observation des données du tableau 6 ne permet pas de dégager clairement certaines constances selon le sexe. On constate que le pourcentage des « ajournés » est plus élevé pour les hommes que pour les femmes tandis que ces dernières sont relativement plus remarquables chez les « reçus » et les « Non admissibles dans la même filière ».

Tableau 6. Réussite en deuxième graduat selon le sexe

Modalités	Sexe		Total
	Masculin	Féminin	
Ajournés	170 (27,70%)	77 (25,10%)	247 (26,80%)
Reçus	420 (68,50%)	212 (69,10%)	632 (68,70%)
NAF	23 (3,80%)	18 (5,90%)	41 (4,50%)
Total	613 (100%)	307 (100%)	920 (100%)

Le calcul du test de khi-deux appliqué à ce tableau 4.28 a donné lieu à une valeur 2,59 avec une probabilité associée de $p=0,274$ pour un nombre de degrés de liberté égale à 2. Cette probabilité étant supérieure au seuil de signification ($p>0,05$), nous acceptons l'hypothèse nulle de l'indépendance entre le sexe et les modalités de la réussite en deuxième graduat.

3.2.3 TROISIÈME GRADUAT

En troisième graduat, les modalités de réussite sont de deux ordres : ajournés et reçus. Aucun non admissible dans la filière n'a été enregistré à l'Université de Kisangani en G3. Le tableau 7 reprend les deux modalités de réussite en fonction du sexe des étudiants. La lecture des données de ce tableau révèle une légère supériorité des étudiants sur les étudiantes quelle que soit la modalité. On enregistre en effet, pour les étudiants, moins d'ajournés (5,60% vs 8%) et plus de reçus (94,4% vs 92%).

Tableau 7. Réussite en troisième graduat selon le sexe

Modalités	Sexe		Total
	Masculin	Féminin	
Ajournés	22 (5,60%)	16 (8,0%)	38 (34,50%)
Reçus	369 (94,40%)	185 (92,0%)	554 (93,60%)
NAF	-	-	-
Total	391 (100%)	201 (100%)	592 (100%)

Malgré cette constance, le test de khi-deux de l'indépendance calculé n'a pas permis de rejeter l'hypothèse. La valeur observée est de 1,204 avec une probabilité associée de $p=0,273$ pour un nombre de degrés de liberté de 1. Cette valeur n'est pas significative ($p>0,05$). Elle nous permet d'accepter l'hypothèse nulle de l'indépendance entre le sexe et la réussite en troisième graduat à l'UNIKIS malgré une légère supériorité des étudiants.

4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

L'observation des données de cette investigation, au plan global, montre que d'une année à l'autre, l'évolution des taux de réussite va diminuendo. Il y a près de 27% et de 29% respectivement des étudiants et des étudiantes inscrits à l'Université qui terminent le premier cycle d'études. De manière générale, on croit que les études à l'Université de Kisangani sont très sélectives. En outre, en analysant la réussite d'une année à l'autre, on constate que les taux de réussite s'améliorent progressivement. Il y a lieu de penser qu'en premier graduat, le système accueille des candidats dont près de la moitié est destinée à la purge.

Les étudiants de premier graduat se caractérisent par des fréquences relativement élevées dans les modalités « ajournés » (35,40% vs 32,50%) et « NAF » (13,70% vs 11,70%). Par contre pour les reçus, les étudiantes sont relativement plus nombreuses que les étudiants ((55,80 vs 50,90%) en considérant la proportion du taux de la réussite. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les filles ont généralement plus le sens de responsabilité études que les garçons.

En deuxième graduat, les données ne permettent pas de dégager clairement certaines constances selon le sexe. On constate que le pourcentage des « ajournés » est plus élevé pour les hommes que pour les femmes tandis ces dernières sont relativement plus remarquables chez les « reçus » et les « Non admissibles dans la même filière ».

A la fin de cycle, malgré cette constance observée au niveau des résultats, le test de khi-deux de l'indépendance calculé n'a pas permis de rejeter l'hypothèse. La valeur observée est de 1,204 avec une probabilité associée de $p=0,273$ pour un

nombre de degrés de liberté de 1. Cette valeur n'est pas significative ($p > 0,05$). Elle nous permet d'accepter l'hypothèse nulle de l'indépendance entre le sexe et la réussite en troisième graduat à l'UNIKIS malgré une légère supériorité des étudiants.

5 CONCLUSION

Cet article a pour préoccupation majeure d'apprécier la réussite académique selon le sexe des candidats inscrits à l'Université de Kisangani. Signalons que cette analyse s'est faite en tenant compte de critères habituellement observés à l'université de Kisangani: section d'études au secondaire, filière d'études à l'Université et le pourcentage au diplôme d'Etat.

La recherche a porté sur une cohorte des étudiants inscrits au niveau du premier cycle d'études. La question générale de l'étude est de savoir dans quelle mesure le sexe des étudiants peut influencer sur la réussite académique.

Dans la collecte des données, nous avons recouru à la technique documentaire. Cette dernière a consisté à exploiter les fiches des inscriptions, les palmarès des résultats académiques et les grilles de délibération. Ces données proviennent d'un effectif de 2683 inscrits en première année de graduat au cours de l'année académique 2010-2011. Ces étudiants ont été observés durant trois ans.

De cette observation, nous avons constaté que 75% des étudiants inscrits sont parvenus à la fin de la première année des études, soit une déperdition d'un étudiant sur quatre. Globalement, nous avons observé un taux réel de réussite au premier cycle de l'ordre de 27,5%. Ces résultats ont permis d'accepter l'hypothèse nulle de l'indépendance entre le sexe et les modalités de la réussite en troisième graduat à l'Université de Kisangani, malgré une légère supériorité des étudiants. Par contre pour les reçus, les étudiantes sont relativement plus nombreuses que les étudiants. Dans les promotions de G1 et de G2, les filles réussissent mieux que les garçons.

Au-delà, de l'opinion qui fait croire la supériorité de l'homme sur la femme dans les différentes activités de la vie, il importe de considérer plutôt certaines données comme l'insertion en milieu universitaire, l'engagement académique, la motivation et la détermination de l'étudiant qui sont nécessaires à la réussite. En plus de ces variables individuelles de l'étudiant, on pourrait s'intéresser au contexte universitaire dans lequel l'étudiant évolue et qui doit être pris avec attention : le site universitaire, les pratiques pédagogiques, les dispositifs d'accompagnement des étudiants.

REFERENCES

- [1] Ekwa, M. (2004). L'école qui trahie, Kinshasa : Ed. MEDIASPAUL.
- [2] Erlich, V. (1998). Les « nouveaux » étudiants. Un groupe social en mutation. www.persée.fr/docrfp_0556-7807 (Consulté le 08/03/2018)
- [3] Gruel, L. (2002). Conditions de réussite dans l'enseignement supérieur. www.ove-national.education.net (Consulté le 14/11/2017)
- [4] Kabambi, N. et al. (1981). « Les choix d'option et la réussite académique, cas du premier graduat Campus de Kisangani » in Les Cahiers du CRIDE, n°53, série. I n°15.
- [5] Mole, V. (2018). Critères d'inscription et réussite académique : Cas du premier cycle d'études à l'Université de Kisangani de 2011 à 2013.
- [6] Morlaix, S. et Suchaut. B. (2012, p.1). Analyse de réussite en première année universitaire : effet des facteurs sociaux, scolaires et cognitifs <http://ired.u-bourgogne.fr> (consulté 12/03/2015)
- [7] Radier, (2009 p.70).
- [8] Proust, C. (2012). Taux de réussite en première année. <http://etudiantaujourd'hui.fr/etudiant/info/5-conseilpourrussirenfac.html> (consulté le 11/03/2015)
- [9] Prouteau, (2009). Analyse de la réussite en première.
- [10] Vade-mecum (2014). Pour le gestionnaire d'une institution d'enseignement supérieur et universitaire, 3^e édition, de la C.P.E. Kinshasa.
- [11] Wenda, T.T. (2014.). L'orientation scolaire et professionnelle : Guide pratique. Paris : L'Harmattan.

Building a Smart education in developing countries: Case of Chad

MBAIOSSOUM Bery Leouro, MAHAMAT Atteib Doutoum, and DIONLAR Lang

Computer Science Department, University of N'Djamena N'Djamena, Chad

Copyright © 2018 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: ICTs are gaining more and more areas. Education will not be the rest. But introducing ICT into a college or high school in a developing country like Chad is a complicated process because the operating conditions of ICT components are not always met. In this work, we will examine different possibilities and difficulties faced by these secondary schools in the process of introducing ICT into educational activities in Chad. We propose some ways to address these situations; and finally we provide some advices to the main actors of the education system.

KEYWORDS: ICT, computer science, high school, hardware, software and education.

1 INTRODUCTION

Information and communication technologies (ICTs) are now indispensable tools without which humanity would have difficulty keeping its bearings and its balance. ICTs are true vectors of communication but also of blooming at different levels. ICTs impose themselves in all disciplinary fields: health, industry, videoconferences.

If the highways of communication occupy a place of choice in our society, it goes without saying that they are involved in places of formation of public opinion, including colleges and high schools.

In 2017, we conducted a survey relative to ICTs in about 30 secondary schools in Chad [1]. Indeed, we collected data in 10 institutions in N'Djaména (Capital of Chad) and 18 institutions in secondary cities including Abéché, Bongor and Moundou. Only volunteers participated in our survey. 104 teachers and 300 students actually participated. On 650 questionnaires sent (500 to students and 150 to teachers), 404 came back to us, a rate of 62.15%. Table 1 gives the participation statistics by city.

Table 1. Participation statistics by city

Town	Institutions			Pupils	Teachers
	public	private	total		
NDjamena	4	6	10	89	37
Abeché	3	4	7	56	23
Bongor	3	5	8	88	28
Moundou	3	0	3	67	16

This survey aimed to make an inventory of the use of ICT in secondary education and the wish to introduce ICTs into secondary schools. It focused on the following main aspects:

- knowledge of ICTs by students and teachers;
- use of ICTs both in the classroom and outside school;
- the use of some common hardware and software;
- ICT preference in learning (for students) and in teaching (for teachers).

We found that 82.67% of pupils and 93.07% of surveyed teachers expressed the wish that ICT be introduced in schools and used to deliver courses. This shows the willingness of teachers and students to have SMART schools.

With the new vision of the Chadian government oriented to a policy of development which integrates information and communication technologies, it is essential to educate children, early in ICT tools. This vision is evidenced by the organization of the first international exhibition of ITC in September 2014 in N'Djamena and the launch of the project of construction of the African Telecommunication and Information Center (ATIC).

Early in 2011, the Economic, Social and Cultural Council of Chad, in its policy letter on education system, proposed a gradual introduction of ICT in secondary education to improve learning. Already in 1996, UNESCO (United Nations for Education, Science and Culture Organization) encouraged States to teach computer science at the high school [2]. The computerization of certain public sectors (Ministry of Finance and Budget, the Ministry of Public Service, etc.) is a precursor sign that the future will have digital sciatic nerve. We will have smart administrations, smart economics, smart agriculture, smart education, etc. Here we will focus on SMART education.

We call smart education, a learning process which uses modern technologies mainly ICT to help pupils to learn and facilitate teachers' tasks. It includes education process and school administration. In this work, we will focus more on computer science at schools.

The goal of SMART education in middle and high schools is to introduce to students the main functions of ICT, in a perspective of struggling against "technological illiteracy, the use of the ICTs and to develop critical thinking skills, abilities in technology, social behavior and ability to act and work individually and in a team [3], [4].

At secondary schools, ICTs will serve as a working tool; that means they will facilitate the organization of the school's activities: management of teachers, students, student grades, timetables, writing notes and correspondence, etc. They will also be disciplines to teach: they will give to students the knowledge they need to master ICTs. We note that ICTs also have virtues for teaching other disciplines: we can use them for simulating concepts presented in classes [5].

In Chad, some secondary or even primary schools have introduced computers in their schools either as a working tool or as a discipline for transmitting computer skills to students. In our survey, 43% schools use computer for the management and less than 4% teach computer science to their pupils.

The introduction of ICT in secondary schools requires contribution of all and ability of everyone. First, it requires the clear will of each other to make this policy a success. All the actors of the establishment must be informed of this innovation and all important details, in particular, hardware and software that the institution will acquire, computer training that will be necessary for its personnel as well as systemic approach to management that will result. It's not just about getting computers into classrooms without upsetting the habits of parents, students, and teaching practices. This introduction is synonymous of appropriation of these technologies to improve educational practices. It is translated by:

- ICT education;
- computer use and learning ;
- use of ICT in the realization of courses;
- computers maintenance,
- application of ICTs on adopted pedagogical approaches (skills approach, pedagogy by objective and pedagogy of large groups)
- the use of ICT for the management of human resources and materials of the establishment;
- etc.

In this work, we will examine different possibilities and difficulties that secondary schools face in the process of setting up a smart education in Chad. First we will introduce the importance of ICT in middle and high school. Then, we will talk about their impact on the school curriculum. We will discuss what it takes to succeed in smart education at a secondary school. Then we will expose some technological approaches that may interest high schools. Finally, we will present some suggestions to the main actors of the Chadian education system.

1 ICTS IN MIDDLE SCHOOL AND HIGH SCHOOL

Information and communication technologies (ICT) have their place in secondary schools both as a working tool and as a discipline to teach [5]. Since all digitized information is processed by computer, we will be more interested in computer in the rest of our work. The goal of smart education is to provide to students general knowledge and a coherent idea of essential functions of computer, in order to introduce them to information and communication technologies. Students will find in ICT

classes an opportunity to use ICT tools, to experiment, to discover and to create digital knowledge. At high school, ICT can be used as working tool, as discipline to teach as well as means to teach other disciplines. Let us examine these kinds of use.

1.1 ICT AS A WORKING TOOL IN MIDDLE SCHOOL AND HIGH SCHOOL

As working tool, ITCs are used to facilitate the organization of the institution's activities. They can serve as a tool for administrative management and student management. In fact, computerizing the tasks of an institution is an excellent way to simplify its work, to manage a large amount of data and information in a precise and consistent manner. ITCs save time and increase productivity.

Activities related to administrative management in middle and high schools range from day-to-day management (notes and correspondences) to careers management. Human resources and time managements are also important tasks that a computer can help to achieve in an educational institution. All repetitive aspects of these tasks are eliminated by the use of a computer which allows storage and restitution of the documents and gives the possibility to make copies which one can modify as he needs. Calculations can be automatic if an appropriate program is available. Several tools in this direction are available. Word processing software and spreadsheets are examples. With the help of an experienced person or a computer scientist, a good expression of needs and good design can transform this software into specific tools for the institution. The use of a database is also an ideal solution for the management of educative institutions. All materials constituting the heritage of an institution are to be referenced in a database or in a specific document.

Activities related to student management starting by enrollments can be managed with the computer tool. All information about students can be recorded on a computer. That facilitates student search or classification operations. Spreadsheet software or a database can be used for this purpose. Time management, class notes and exams notes are lightened by these tools. It will be easy to follow the curriculum of a student. As a working tool, computer science makes an impeccable service to the school administration in general. Some middle and high schools in large urban centers are starting to use of computer in this way. In our survey, we note that 46.15% of public institutions and 26.66% of private institutions use computers for their administrative tasks.

Central administration must strive to provide all schools with computer tools that can enable them to benefit from the facilities offered by ICT.

1.2 ICT AS A DISCIPLINE

The second consideration of ICTs in middle and high schools is to insert them into the curriculum as a discipline to teach. This way holds more our attention. It is to see how to teach computer science to young pupils. Given the benefits of ICTs, it would be wise to initiate children early to the use of these tools. Information and communication technologies have become unavoidable in almost every field. School is a crucible of knowledge. It must offer ICT knowledge to its pupils. If it is been the lack of resources (human, hardware, software, etc.), it is desirable to begin ITC training in primary school. Some private institutions advocate teaching ITC in the nursery. This vision is very commendable if it is not just for marketing issue. Techniques and tools to achieve this vision exist today. Only the means will constitute the brakes.

In this work, we will reflect on this aspect. We will make an inventory and will analyze the different possibilities to teach computer course in middle and high schools. We will make proposals of approaches and programs to teach computer science to students for well equipping them at the end of their school curriculum.

1.3 ICT AS MEANS OF TEACHING OTHERS DISCIPLINES

Another way to promote ICTs is to use them as means for teaching others disciplines in middle and high schools. The goal is to get the pupils to acquire knowledge through ICTs rather than teaching pupils the use of ICTs. This requires teachers who can use ICTs. That option will start with the training of all teachers. This training will certainly focus on computer science in general, but also on computer science applied to each discipline. The goal is to equip teachers with knowledge, techniques and applications that can help them to implement computer science to deliver their courses. There is software to simulate concepts presented in a given course. For example in chemistry, there are tools to represent atoms and their combinations in molecules. Ongoing reaction simulations are also well shown.

If this option is considered, the government must integrate in the initial training of the future teachers all the recipes to equip them with useful knowledge and tools.

1.4 IMPACT OF ICT ON THE SCHOOL CURRICULUM

There is a legitimate need to ask questions about ICTs curricula in middle and high schools. As no formal ICT education program is available in Chad now, each precursor of institution has developed its ICT curriculum. Each curriculum comes down to the goodwill and competence of the teacher in charge of this course. The only plausible measure of these ICT courses will be the result (what students could have learned as ICT skills). The fact that some private general education institutions are embarking on ICT education is already laudable, and it is to be hoped that the other general education institutions - especially the public ones - will follow them.

It is time for the responsible of the training in middle and high schools to study the programs of computer science courses to be taught in these institutions. National education experts, in collaboration with IT experts and other resource persons, can define a national curriculum for computer science. Until we are there, we propose in the following a framework which one can follow for the computer science classes in the middle and high schools.

It should be mentioned that the introduction of computer classes will have a real impact on the organization of teaching including the timetable of the different classes. It will be necessary to insert hours for ITC course and its practical works, since the computer sciences requires implementations on the machine (computer). To respect hour quotas set by the Ministry of National Education, it is necessary to increase the number of hours per day either by starting early classes in the morning (instead of 7:30 start at 7:00) or by delaying the exit classes at the end of day (instead of 12:30 end at 13:00 for example). For older pupils, classes can be considered in afternoons. The days of Saturday must be as fulfilled as the others. A profound reorganization of the school calendar with long days from 7 am to 5 pm is also worth exploring.

It would not be excluded to nibble a few minutes of teaching on other disciplines to make hours of ICT courses. But, that will not fail to create impacts on these disciplines.

Computer science must be a compulsory discipline, taught in all levels of middle schools and high schools. We propose at least two hours per week to be devoted to it. The course should have a title relative to its content and will focus on the fundamentals of computer science, computer systems, programming tools, computer networks, key network services, computer maintenance, software, specific applications (multimedia, graphics, etc.), etc.

1.5 DIFFICULTIES FOR SMART EDUCATION

First, human and financial resources of secondary schools are rare. These resources must be shared among several tasks according to priorities. It will take extra money to hire ICT teachers or to buy ICT equipment. ITCs introduction has a real impact on the school's budget. Then, we note the attitude of certain educational actors to resist change. In fact, some school executives and disconcerted teachers no longer want to be jostled or disturbed in their way of working. Even using ICT as a tool does not please to everyone, some administrators prefer to stay in their manual or mechanical system. Some teachers are not ready to immerse themselves in a bath of ICT, to integrate the ICT in their courses, even as a tool of presentation of courses. This can hinder the introduction of ICT in their institution. Fortunately, according to our survey, only 7% of teachers do not wish to introduce ITC in school. We noted that those teachers declared not knowing how to use computer science tools. We wonder if they are afraid of some ITC investment they have to do that they think it is expensive? They can be sensitized to the benefits of ICT in education and the benefits that students will gain during and after school.

It should be noted that there are other fears in the mind of pedagogues and national education professionals. First of all, it is the fear that the introduction of ICTs will be similar to the different tools introduced in secondary education that, it is difficult to assess their impact on teaching. These tools include laboratories in physics, chemistry, biology, geology, languages, etc. Many hopes have been placed in these tools but the results remain mediocre if not null. In most secondary schools, laboratories have never seen the days. The few institutions that have managed to dispose of these laboratories cannot operate properly. The various machines and the different products necessary for practical work are absent from these laboratories. Many institutions end up ignoring the practical work.

Then, in a practical way, the introduction of ICT presents much more requirements compared to those of the laboratories of physics, chemistry and biology. These requirements begin with the availability of rooms, ITC equipment (computers, tablets, printers, scanners, and other peripherals), software (basic and educational) and end up with the presence of electrical energy passing by air conditioning and cleanliness (dust control).

It is clear that ICT requires more consistent loads than those of conventional laboratories. However, across the country, institutions cannot set up and run these traditional laboratories. We are entitled to question the capacity of these institutions

to introduce and teach ICT in their breasts. Therefore, there is a real risk that ICT education will be purely theoretical and will present the wonders of ICT without teaching pupils how to use and draw better parts of these ICT tools.

One aspect that puzzles us is the misuse of ICT tools by learners. We focused more on the teacher-led use aspect with a particular focus on computer sciences. However some ICT tools like mobile phone, MP3 players, digital recorders, photos, etc. are used directly by many pupils. Moreover, these tools have infiltrated institutions without great realization. We saw in our survey that 72.67% of surveyed pupils say they use MP3 and only 10.70% of them do not use phone. Many students wear helmets with music players in the school yard and even in the classroom. They spend most of their time following music to the point of hurting their study time. This is very bad. However, when used wisely, these tools can bring added value to pupils training. For example, MP3 recorder and player can be used by students for note taking and revisions of courses. It can allow readings of audio books (which can be downloaded from Internet). For course recording, this must be done in agreement with the teachers and other pupils, at the risk of undermining the sensitivity of others. Some institutions try to limit the use of phone and MP3 in their area. But it's a fight that is not won in advance.

1.6 ICT RISKS

The introduction of ICT in the education system as the development of any new technology is not without risk for teachers and pupils. We can already see that it is easy for everyone to take pictures or to make some video recordings without that targeted people knows. This can pose serious problems. We can mention the attacks on personalities by the communication of personal data, the risk of humiliation, blackmail, the violation of secrets or even cyber-harassment, identity and title theft.

Teaching staff and pupils can deal with Internet and social networks use that can affect their personalities. Pupils are increasingly experts in use of Internet and social networks as evinced our survey where we note pupils who do not use the computer declare making use of the internet. But pupils do not always control the scope of their actions. They do not always protect their personal information. Many of them may be victims of the scam and several baits offered on the Internet. An example can better illustrate. It is the case of a girl student who met on Internet someone who said being European and seeking an African wife. The young student had discussions about two weeks with this user. The latter make that he was too interested in the girl and made several proposals among which to "get married her" and "bring her in Europe". Stunned, the girl had trusted this stranger user who, in this euphoria of illusions, asked her to have her best photos. The girl had sent him simple pictures, then pictures where she was filmed semi-nude with "bare-bones" and pictures where she was naked. Once in possession of these pictures, this Internet user changed his attitude and became kidnapper. He had blackmailed the girl for ransom against publishing of the theses photos. Having no means, the girl did not know what to do and, saw her intimate photos on the Internet. Unable to bear, she gave herself death.

This illustrative example shows the unsafe situation to which young people face on the internet and social networks. With nowadays technological advances, one must be vigilant about the use of these tools for professional and personal purposes. Teachers should engage pupils in good practices that can prevent and mitigate these digital risks.

2 PROPOSALS TO BUILD A SMART EDUCATION IN MIDDLE AND HIGH SCHOOL

Successful ICT education in middle and high schools with added-value requires careful preparation before starting. This preparation must begin with the training of trainers in sufficient numbers and quality. The design of ICT didactic textbooks will follow. Thirdly, the acquisition of ICT educational tools comes. Finally the preparation of classes and the launch of ICT education itself end the building. We will examine these different stages.

2.1 ITC TEACHER TRAINING

Like teaching any discipline, teaching ICT requires qualified teachers so it is necessary to train ITC teachers in information technologies. Teaching staff can benefit from initial ICT training during their training in teacher training schools (Advanced Normal Schools). This is the case of the Advanced Normal Schools of N'Djamena and Bongor. Teaching staff can also benefit from an ICT impregnation in the form of training on demand in an ICT training center. This option concerns teachers who are already active in the institutions. Depending on the school's ICT teaching approach, teachers who can use ICT in their courses or ICT teachers can participate in this training requested by the school. A compromise must be found between the training center and the institution regarding the program of this training. Because it is good to give to the staff the resources they need to carry out their work.

As far as regarding the initial training, the Advanced Normal Schools of N'Djamena and Bongor started with mathematics teachers. This is already a step and must be considered for all future teachers. For ICTs are found everywhere and provide

services in all disciplines and not in mathematics alone. This choice may be motivated by the fact that in mathematics, it is easy to translate into computer science language everything that is done (the concepts taught). We note that this approach of the Advanced Normal Schools of N'Djamena and Bongor considers computer science as a sub-discipline of mathematics and not a discipline apart. It can also handicap the teaching of ICT in middle and high schools. Mathematics teachers cannot absolutely teach ICT courses, especially since the mathematics programs themselves are very broad. An ideal solution is to train computer science teachers who will be responsible for providing computer science courses in middle and high schools. This amounts to consider computer science as a discipline in its own right.

So is not an ITC teacher supposed to know the different aspects of his discipline? Computer science alone (not to mention ICT as a whole) is a world where there are many courses to teach. Among these courses are those relating to computer hardware and their designs, others are related to software and processes of their construction, others still relate to techniques and computer tools. An IT teacher must know the different approaches to solve a problem in a computerized way. He must therefore be able to present the analysis, design, development and implementation of a chosen computer solution. Already, deep knowledge of his main working tool (computer) will allow him to quickly solve the various implementation problems that will arise during the practical phases. So, it is wise for achieving successful ITC training, to have teachers dedicated to teaching ICT and to consider ICTs as autonomous discipline with clearly defined schedules in timetables.

2.2 PREPARATION OF CLASSES

Teaching ICT in an institution requires a secure place where the various tools for practical work and experiments will be placed. We are talking of machines room or ICT laboratories. This kind of premises must meet a number of standards. Among these standards, there is the space needed to contain the equipment, good floor condition to avoid dust, good ventilation, good air conditioning, clean electrical installation and good cabling system (network). Modern laboratories also have access management systems for filtering users. With the increased use of laptops, practical ICT work can be done in ordinary classrooms with acceptable comforts such as electricity, proper electrical wiring, air conditioning and others. Laptops are increasingly used in classrooms for taking notes in some higher institutions.

2.3 ESSENTIAL MATERIALS

Having rooms to implement ICT, schools need ICT materials for the training. For basic training, the focus is more on the IT component. Thus, the acquisition of computers or tablets becomes an imperative if one does not wish a purely theoretical ITC training. Desktop computers are well suited for machine rooms but one can also consider laptops or even digital tablets. Laptops are envied for their small size and small weight. But in a machine room, they require in dragons (safety cables) to fix them to prevent users from moving them as they want but also to limit their still. We note that there are XO laptops which are intended for the education of young children. These machines are at the heart of any computer system. They are essential for any introduction to the use of ICT. They allow data acquisition, processing, storage, publication and transfer. For a good use of ICT in education, we must bring pupils up to adapt quickly the manipulation of these machines including the manipulation of keyboards, the mouse, sliders, screens, etc.

Alongside computers, one must acquire other accessory machines that are useful for any computer system but also for the training offered. These are, for example, printers, scanners, CD-ROM or DVD drives, CD or DVD burner, digital tablets, etc.

- Printers: devices that allow you to print out data from the computer. There are several printer technologies, but nowadays, inkjet and laser printers are the most used. Some multifunction printers offer scanner functionality. These machines will be used to print some documents.
- Scanners: devices that allow us to get digital documents from paper version. This is the case of photos and diagrams that could illustrate some courses. Thanks to the scanners, they can be easily reproduced on a computer. There are several types of scanners.
- CD-ROM / DVD players: these devices are present on most computers. But they can be absent on some machines. We often note their absence on laptops too much miniaturized. They allow reading CD-ROM or DVD storage media. In addition to this type of machine-integrated drives, there are external CD-ROM or DVD drives that can easily be worn and used on any computer that provides an option for connection.
- CD-ROM / DVD burners: these devices allow you to reproduce CD-ROMs and DVDs. They look like CD-ROM or DVD drives but they give the ability to write on CD-ROMs and DVDs. They make sure the data backups. Nowadays, CD-ROM or DVD drives also play the role of scanners. These devices can be used by learners to store their documents on removable disks.

- **Multimedia Equipment:** Multimedia is becoming more and more important in the computer system. Broadcasting audio files or video files would allow some illustrations during classes. Among this equipment, there is the projector that is used to project documents (text or videos), headphones or speakers that amplify sounds, microphones to create sounds, and so on. These elements are accompanied by software that ensures smooth operation.
- **Digital tablet:** A digital tablet also known as electronic tablet is a slim laptop that comes in the form of a touch screen without a keyboard and offers same functionality as a personal computer. It provides access to multimedia content such as television, web browsing, agenda, calendar, simple office automation and consultation and sending e-mails, etc. Tablets also offer great educational opportunities in both ICT and other disciplines. Several educational mobile applications are available on online Internet stores (Google play store, Apple store ...). They can be downloaded and installed on tablets. Some are free and others are paying. Among these applications, there are those that simulate the role of trainer and can facilitate training or self-training. A teacher can use them to stimulate to his students some interesting concepts useful for his classes. Tablets will be very useful for pupils for revisions of their courses and exercises. Pupils can use them for their self-assessments. There are several types of tablets (depending on manufacturers, versions and sizes). Tablets use different operating systems (Android, Windows mobile, Apple's IOS, etc.).
- **TBI (Interactive Whiteboard):** whiteboard is an interactive device designed for schools. It permits to use collectively a computer. A teacher or a student can write and erase on it as on a classic board. He can also view and edit any type of document (text, images, sounds, videos) using a stylus that plays the role of the mouse and can save files. The whiteboard does not require an internet connection. There are resources prepared in advance for the whiteboard. These resources are enriched with interactive exercises and varied multimedia activities. Whiteboard is a better way for computer-assisted teaching. Institutions which succeeded implementing this system will take great advantage.

The quantity of materials depends on the size of the machine room but must take into account the size of the institutions.

By side of hardware, textbooks are needed for a good smart education. Experienced teachers in this area, in collaboration with the National Curricula Center (NCC), should make effort to make ICT training manuals available. In some countries, such as Israel [6], Greece [7], France [8], the United States, Canada, Germany, associations or interest groups bringing together researchers, scientists and Education experts have offered comprehensive computer science education curricula for schools. The NCC can call the Chadian associations evolving in the field of ICT (Tchad-Linux, ADIL, etc.) to the rescue, for the design of manuals. The existence of such textbooks can contribute to the creation of ICT lessons and their implementation in institutions. Digital course materials must also be offered. It is desirable to have these supports in two formats: a short format (e.g. PowerPoint) and a long format as a text document (Word or PDF). Indeed, the short format is indicated for presentation in the classroom, it includes only the main points to highlight. It is commented and illustrated by examples presented orally during the presentation of classes. It does not have many details and there are fewer illustrative explanations. These aspects will be putted into the long format where one can expose more widely all that is necessary for understanding presented concepts. In other words, it is the format of classical text documents.

2.4 ESSENTIAL SOFTWARE

Hardware without software is not useful. Basic software and specific software must be provided for the training that institution plans to offer. The basic software, also known as the operating system, is the one that generates the use of any computer. Several basic software exist but the most used on PC and laptops are in the order MS Windows and Linux. These two systems alone account for 94% of the PC operating systems market part. Linux exists under several distributions (Mandriva, Ubuntu, Debian, Red Hat, Opensuse, etc.) and is free. That is to say, we are free to use, modify, share and distribute it. MS Windows is a proprietary operating system of Microsoft and requires a license for its use. Application software are those that must meet the needs of the training defined by the institution. They run on basic software. Therefore, they are dependent on operating system. There are at least three types of application software: paid software, open source software, and freeware software. Paid software is proprietary applications that require money to pay for it. They require an alphanumeric code (a license) when they are installed. It is strictly forbidden to share this software and the number of copies allowed to install are agreed upon purchase. Open source software is developed by volunteers and some companies and is available to public freely. They are usually free but they can also be object of a commercial transaction. Educational institutions can benefit from the open source software. Freeware software is variant of free software but with some conditions of use. Indeed, they are proprietary software but are distributed freely. The owner may limit some rights such as software distribution, copying or printing. Freeware software can run for free for an unlimited period of time. This software is accompanied by paid versions. Examples of freeware include anti-virus AVG Anti-Virus and Avast. There is also software called sharewares which are software

that can be used for free for a period or with limited functionality. You must pay to continue using the software after the trial period, or to have access to the full version. It is the case of Winrar and Winzip compression software.

Institutions have the choice between these different types of software. We should know that each type of software has its advantages and limitations. Someone is much more feature-rich. Others are ease of use thanks to intuitive graphical interfaces. The choice can be guided either by the requirements of the market (software widely used in the world of employment), this is the case of expensive software (Autocad for example); either by the beauty of its graphical interface; either its ease of use; either by technical constraints related to the operating system or hardware (CPU, memory ...).

The current trend is to use free software. Most paid software has free equivalents with similar features. Table 1 presents the software commonly used in education, develops equivalence between those who are paid and those who are free [10].

Table 2. Commonly used software [10]

Type of software	Paid software	Free equivalent software
Office	iWork, Microsoft Office StarOffice	OpenOffice, LibreOffice Onlyoffice et KOffice
Text processing	Microsoft Word, Lotus Symphony Documents	Writer, Abiword
spreadsheets	Microsoft Excel, Lotus Symphony Spreadsheets	OpenOffice Calc, KSpread, , LibO Calc, Onlyoffice et Siag
Presentation	Microsoft Office PowerPoint, Lotus Symphony Presentations	Impress KPresenter
Drawing tools	3D Turbo, AutoCAD, Bocad Adobe Illustratorm, CorelDraw Adobe Flash et Maya	LibreCAD, SagCAD, python-CAD, LibO Draw OOo Draw, DrawSWF, Blender
Image tools	Photoshop, Corel Photo-Paint PhotoFiltre, Paint.NET, Autocad	GIMP, Mypaint, Pinta Krita, blender ou Gimp
PDF reader	Adobe Acrobat, Foxit Reader Aperçu (Mac OS X)	Foxit reader, Ghostscript/Ghostview Xpdf, Sumatra PDF
PDF printer	Nuance PDF Professionnal Adobe Acrobat	PDF Creator, ScanSoft PDF Creator
Scientific calculation	Matlab	Scilab
Website Creation	Adobe Dreamweaver Microsoft FrontPage Netscape Composer	Joomla, Bluefish, BlueGriffon, Komodo
Web browser	Internet Explorer, Opera Safari	Google Chrome, Firefox Lynx, Links
Database Management System	FileMaker Pro, IBM DB2, Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server	MySQL, Ingres, MariaDB, MySQL, PostgreSQL
Compression and archiving	WinRAR, WinZip	7-Zip, Gzip and PeaZip
Programming languages	MICROSOFT Visual Basic MICROSOFT Visual C++ MICROSOFT Visual J++ Borland Pascal, Turbo Pascal Borland Cpp et Delphi	Dev-Cpp NetBeans Eclipse Free Pascal Virtual Pascal

2.5 LAUNCH OF ICT EDUCATION

The introduction of ICTs into youth training should normally begin with sensitizing students about the added value of ICT. Students should be informed on the well-being of the computer science code, encouraged to respect it and sign it by themselves. The practical conditions of access to the machine rooms must be presented and discussed with the students at the first classes.

First practical works will be an opportunity to present the different tools of the machine room with an emphasis on their usefulness. Tools that will be used can be announced and those which will be the subject of other courses can be indicated. It

is not uncommon to be surprised by indelicate connections damaging some equipment especially if one uses materials of different voltages. The first meeting in the machine room should also be used to explain the mechanism of starting the various tools and to clearly say what not to do and the risks that we incur. For a good use of the machine rooms, one will put more emphasis on the respect of the schedules in particular the schedules of occupying machines rooms conceived by the manager in collaboration with the schooling service or the studies direction. This measure will make it possible to avoid coincidences in the machines rooms by some teachers and the inconvenience that may entail.

2.6 MACHINES ROOM MAINTENANCE

The big problem with computer systems in Chad is maintenance. It is common to see that dust is easily dropped on tables and chairs in offices. However dust and computer equipment do not mix. It is therefore necessary to provide a maintenance service which will deal first with the cleanness of the machine rooms and then with the proactive and curative maintenance of the machines. When there is new hardware or software, the maintenance team must test to ensure compatibility with the existing system before integrating them into the system. In other words, it must make general diagnoses to ensure that the equipment is operating at a satisfactory level. Some tasks that can be allocated to this team are:

- Installation of new hardware and software;
- services maintenance for hardware and software;
- services support for the use of machines room hardware and software;
- check the functionality of the backup device on the server ;
- ensure the preventive maintenance of machines;
- maintenance of file system (defragmentation and disk analysis tools) by verifying the integrity of the data on the hard drives of the workstations;
- hard disk integrity tests and check the cooling system of the machine rooms;
- detection of system failures ;
- etc.

In addition to these tasks, the maintenance team can help users in machines rooms to gain control over available resources. Written reports from the maintenance team on the system can help to make improvements.

These different activities can be entrusted to a maintenance company on the basis of a maintenance contract. But, in order to ensure the sustainability of the computer system, it would be good to recommend to institutions to have their own maintenance team and to negotiate support from a maintenance company for some tasks where competence lacks.

3 CONCLUSION

Computer science is ubiquitous in other sciences. Gearing up pupils with computer science will allow them to be more productive in the field they are considering for their career. In other words, early computer science education would give to pupils a mastery of digital age tools and enable them to participate effectively in the changing world and avoid them to be eternal consumers of the technological products [8], [9]. Moreover, it should be mentioned that ICTs are constantly creating new jobs. ICT mastery will provide the opportunity to take advantage of these new job opportunities [3].

However, computer science does not consist simply of using some applications (software such as Word, Excel, etc.) that students can learn in class at school. It is something much more important. Indeed, computer science is both a science and a technique. It aims to build knowledge but also to build objects (concrete for example computer hardware or abstract for example programs). The construction of computer knowledge can result in the manipulation of computer. The construction of objects can begin with the introduction of abstract objects including programs. Writing programs is indeed an essential step in becoming an ICT actor. It is also an important step in understanding programs and mastering key concepts in computer science. Examples from North Korea, China, South Africa or Nigeria can show that getting into digital is a factor in emergence. Let ICTs be appropriate by secondary or even primary schools [7].

Successful ICT education requires revisiting teaching and learning resources, reviewing educational projects, updating pedagogical scenarios and learning activities. While ICTs can be used in all disciplines, educational content needs to be reviewed. Online services can help teachers in their educational investments. Finally, it is important to provide schools with examples of good educational practices with ICTs, good ICT learning scenarios, courses and activities. It is also necessary to support initial and in-service training of future teachers and practicing teachers. Through our survey conducted in 2017, we saw that there are needs to have ICT in secondary school. Here, we have provided to main education actors some advices and proposals to succeed in implementing ICT in secondary schools.

ACKNOWLEDGMENT

We wish to acknowledge all pupils and teachers who accepted to participate to our survey.

REFERENCES

- [1] MBAIOSSOUM Bery Leouro, Mahamat Atteib Doutoum, Dionlar Lang "Smart education in Chad". International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT) V55(1):17-21, January 2018. ISSN:2231-2803. www.ijcttjournal.org. Published by Seventh Sense Research Group.
- [2] IFIP, Informatique pour l'enseignement secondaire, *Programme scolaire, élaboré par un groupe de travail de l'IFIP (International Federation for Information Processing)*, sous l'égide de l'UNESCO, Paris, 1996
- [3] Gilles Dowek, Jean-Pierre Archambault, Emmanuel Baccelli, Claudio Cimelli, Albert Cohen, Christine Eisenbeis, Thierry Viéville, Benjamin Wack, *Informatique et Sciences du numérique*, Groupe Eyrolles, 2012, ISBN 978-2-212-13543-5
- [4] Baron, G.-L., Bruillard, E., & Komis, V., Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) en milieu éducatif: Analyse de pratiques et enjeux didactiques, *Actes du quatrième colloque international DIDAPRO 4 - Dida&STIC*, 24-26 octobre 2011, Université de Patras. Athènes : New Technologies Editions, 2011. ISBN 978-960-6759-75-8
- [5] CERI-OCDE. *L'enseignement de l'informatique à l'école secondaire*. Paris, OCDE, 1971.
- [6] Ragonis, N., Hazzan, O., & Gal-Ezer, J., A survey of computer science teacher preparation programs in Israel tells us: computer science deserves a designated high school teacher preparation! *In Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 401–405), 2010.
- [7] M. Kalogiannakis, *L'enseignement de l'informatique à l'école primaire, au collège, au lycée général et au lycée professionnel dans la Grèce en crise*.
[Online, Accessed: on March 2017] Available: <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article295>
- [8] Académie de sciences, *L'enseignement de l'informatique en France - Il est urgent de ne plus attendre*. Rapport de l'Académie des sciences- Mai 2013. [Online, Accessed: on March 2017] Available: http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/rads_0513.pdf
- [9] Jean-Pierre Archambault. *Un enseignement de la discipline informatique en Terminale scientifique*. Archives ouvertes, [Online, Accessed: on March 2017] Available : <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00676177>
- [10] Wikipedia, *Correspondance entre les logiciels libres et les logiciels propriétaires*, [Online, Accessed: on March 2017] Available: https://fr.wikipedia.org/wiki/Correspondance_entre_logiciels_libres_et_logiciels_propri%C3%A9taires

Comparative study of physicochemical parameters and dissolved heavy metal dynamics in tropical waters (Bété, Mé, Djibi Rivers and Aghien lagoon) in south of Ivory Coast, West Africa

Jean Thierry Koffi KOFFI¹, Jean Louis PERRIN², Luc SEGUI², Bamory KAMAGATE¹, and Lanciné Droh GONE¹

¹Science and management of Environment, Nangui Abrogoua University, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Institut de Recherche pour le Développement - HydroSciences Montpellier, UMR 5569 (IRD, UM, CNRS), Montpellier, France

Copyright © 2018 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 study investigates the spatial and temporal variation in water quality parameters at nine different locations in Mé, Bété and Djibi Rivers as well as Aghien Lagoon near Abidjan city for twelve consecutive months. Physicochemical parameters concerned are pH, temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen, chlorophyll-*a*, total phosphorus and total nitrogen. Dissolved heavy metals analyzed are Ni, Cu, Zn, Pb, Cd and As. The assessment of physicochemical parameters shown the deteriorate of water quality with significant changes particularly in the Djibi River with high mean concentrations of total phosphorus (0.51 mgP.L⁻¹) and total nitrogen (7.60 mgN.L⁻¹). Nevertheless, the overall mean concentrations of heavy metals in water Cu (1.43 µg.L⁻¹), Cd (0.06 µg.L⁻¹), Pb (0.2 µg.L⁻¹), Zn (9.16 µg.L⁻¹), As (0.3 µg.L⁻¹), Ni (2.77 µg.L⁻¹) were lower than WHO Standard for Drinking Water Quality. Dissolved heavy metal percentage indicates that the order of concentrations was Zn>Ni>Cu>Pb>As>Cd. Multivariate analysis of variance (ANOVA) was used to group the different sampling sites on the basis of spatial similarities and classification, based on contamination sources and origin of pollutants in rivers and lagoon. In conclusion, this study clearly infers the fact that the cause of pollution in this region is mainly due to domestic and industrial effluents, agriculture and finally natural source

KEYWORDS: water quality, physicochemical parameters, nutrients, dissolved heavy metal, Aghien lagoon and its tributaries, Water quality guidelines.

1 INTRODUCTION

Surface waters such as rivers and lakes constitute important sources of water for treatment works, as well as serve for industrial, agricultural and recreational purposes. However, the vulnerability of such water resources to pollution presents serious public health, economic and ecological issues of global concerns [1],[2],[3]. Therefore, monitoring of physico-chemical parameters to evaluate water quality and identify impairments of water resources is important for protection of both the environment and public health [4].

Côte d'Ivoire, a West African state, possesses a vast hydrographic network, mainly in the southern part. This network is threatened by serious pollutions mainly due to the waste generated by the various human activities and rejected into environment. In 1994, a national monitoring network for water quality was established in order to characterise physico-chemical and ecological quality of waterbodies. The monitoring program has covered 55 fixed stations of waterbody withdrawal, sediments and living organisms. 28 stations were counted in inland hydrographic system, 18 stations in Ebrié Lagoon of Abidjan Central Basin and nine stations along the coast from East to West. Actually, this network was focused on three major rivers (Comoé, Bandama, Sassandra) and did not take into account other rivers and water resources which play a key role in economic, social and cultural activities of population's life [5]. This situation explains the lack of long data series and scientific investigations.

In shallow coastal lagoons with deficient connection to the sea, waters contain often various types of pollutants whose nature and amount vary with environmental conditions. Vulnerability of coastal and estuarine systems to natural and anthropic forcing is increasing as a consequence of direct and indirect human interventions in these environments. The anarchic occupation of areas in hydrographic basins has resulted in eutrophication of several waterbodies. The lack of resources to the implementation of domestic and industrial sewage treatment results in the release of the effluents in receptor water bodies (rivers and lakes) [6]. Such discharges are known to contribute to nutrient and heavy metal loading of waterbodies and may introduce pathogenic agents that constitute serious public health risks [7]. After entering the water, many heavy metals are taken up by fauna and flora and eventually, accumulated in marine organisms that are used by human consumption [8]. In addition, agricultural activity has been implicated in several environmental impacts [1]. The rapid and uncontrolled development of agriculture has caused discharge of high levels of nutrient into coastal waters [9]. For lakes, excess of nutrients often generates a biological response with the increase of algae biomass. The Aghien Lagoon and its tributaries (Mé, Bété and Djibi Rivers) are waterbodies of strategic importance for domestic, industrial and agricultural purposes. These aquatic resources of multiple uses are impacted by several pollution sources due to a large number of anthropogenic activities directly link with the population increase. It is worth noting that domestic and industrial effluents are generally rejected in the environment without any treatment. With its varying degree of urbanization as well as industrial and commercial development in the catchments [10], [11], the region provides an excellent laboratory to examine the spatial variations of water quality as a function of surface land use. However, no study has examined physicochemical dynamics by comparing the main lagoon and its tributaries. The present work reports the spatial and seasonal variation of nutrient and heavy metal concentrations in the Aghien Lagoon and its tributaries.

2 MATERIEL AND METHODS

2.1 STUDY AREA AND SAMPLING SITES STUDY AREA

The sites were selected based on a number of factors including geographical location, anthropogenic activities/major water uses and access. A detailed description of the sites is shown in Fig.1.

2.2 STUDY AREA

The study area is located in the Southeast of Côte d'Ivoire between latitudes 5° 21'N and 5° 28'N and longitudes 3° 49'W and 3° 58'W (Fig. 1). Aghien Lagoon is located between the latitudes 5° 22'N and 5° 26'N and the Longitudes 3° 49'W and 3° 55'W. Aghien Lagoon is located at the North of the Ebrié Lagoon from which it is separated by the Potou lagoon. The total area of the lagoon is about 20 km² and its depth varies from 1 to 14 m. The lagoons Aghien and Potou communicate via a natural channel. The climate is typically equatorial, characterized by four seasons including a large dry season from December to March, a major rainy season from April to July, a small dry season from August to September and a small rainy season From October to November. Fresh water enters from the Northern end of the lagoon through the Bété and Djibi Rivers and in the south by the channel connecting Aghien and Potou Lagoons. The catchment of the Aghien Lagoon is located in a covered area by dense evergreen and rain forest. Mé catchment (3958 km²) is essentially rural, the Bété and the Djibi catchments are partially urbanized (10 and 38 % of the catchments, respectively). According to [12], the main crops grown by these farmers are those of market gardeners, Oil palms, coffee, cocoa, hevea, and banana trees (plantain). Activities related to the lagoon environment are mainly fisheries, fish farming, transportation and exploitation of sand quarries.

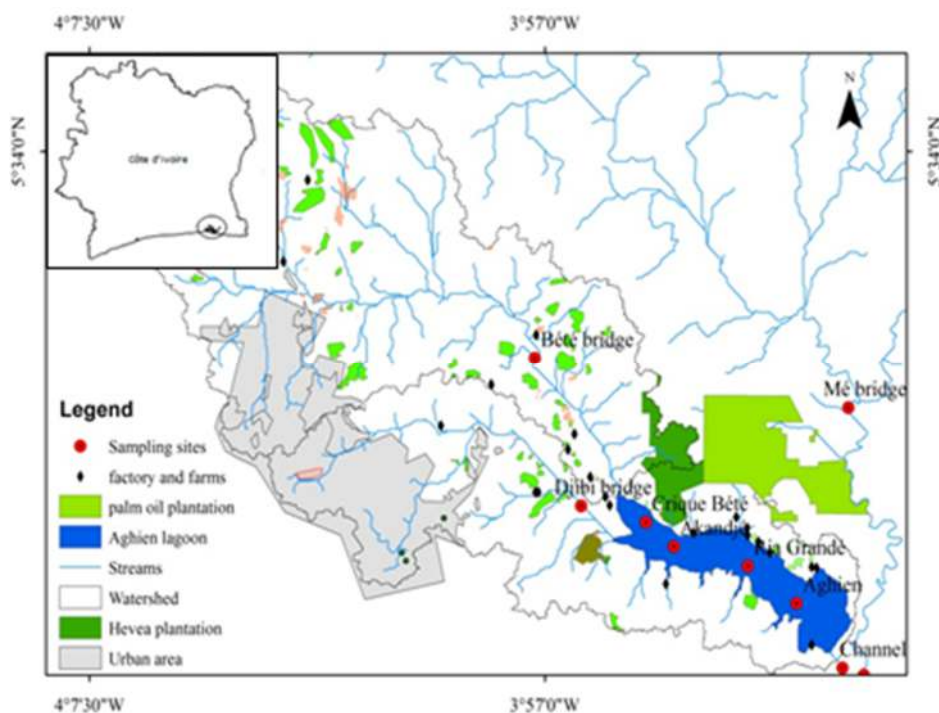


Fig. 1. Aghien lagoon catchment: hydrographic system, land uses and sampling network.

A sampling network of 9 sites was designed for the project: 4 sites located at the 4 gauging stations (Bété bridge (site 1), Djibi bridge (site 2), Mé bridge (site 3) and Aghien/Potou channel (site 9)). 4 sites are also located at the center of the Aghien Lagoon (site 5, 6, 7 and 8) from its upstream zone to its downstream zone. Finally, the last station is located at the Mé River just upstream from its confluence with the Aghien/Potou channel (site 4).

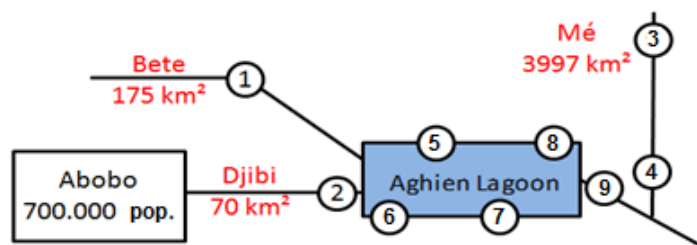


Fig. 2. Situation scheme of the 9 sampling sites

2.3 METHODS

2.3.1 SAMPLE COLLECTION AND ANALYTICAL PROCEDURES

From June 2015 to December 2016, during ten sampling campaigns, water samples were collected at the nine sites. According to the climatology of this area, sampling period has been divided into two seasons: wet season (June, November 2015 and October 2016) and dry season (September 2015 and January, March, May, August, December 2016). Samples were collected to 0.5 meter of depth and put in precleaned polyethylene bottles and preserved in cold box. A total of 6 physicochemical parameters were measured to evaluate water. Dissolved oxygen, electrical conductivity (EC), temperature and pH were determined *in situ* using HACH LANGE specific probes and HQ 40d multimeter. Total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) were analysed using HACH LANGE LCK338 LATON and LCK348 cuvette tests respectively and a double beam UV Visible Spectrophotometer (HACH LANGE, DR 6000). To determine Metallic Trace Elements (MTE), water samples were filtered and preserved by adding very few drops of concentrated HNC_3 (10% v/v). Concentrations of MTE such as Zn, Cu, Cr,

As, Ni and Pb were estimated by using inductively coupled mass spectroscopy method. Water samples were also filtered with Whatman GF/F membranes for chlorophyll *a* determination.

2.3.2 DATA PROCESSING TOOLS AND STATISTICAL ANALYSIS

Statistical analyses such as correlation matrix, principal component analysis (PCA) were carried out by using XLStat 2014 and STATISTICA (Version 7.1) softwares. The Kruskal–Wallis test in ANOVA analysis was used to determine the significant differences at different sampling sites and on seasonal campaigns. Differences between means were considered significant when $p < 0.05$. Correlation coefficient amongst the physicochemical parameters were calculated by the Pearson correlations test.

3 RESULTS

Mean values, standard deviations, minimum and maximum values of the measured physical and chemical parameters are given for each sites of the sampling network in Table 2 and Table 3. The greatest contrast in variables was observed between wet and dry seasons as well as between rivers sites and lagoon ones. ANOVA test was conducted to determine whether the differences among concentrations could be significant between sites on the one hand and season. Seasonal values were grouped for analysis. The same analysis was performed to determine possible differences in metal concentrations in water

3.1 PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS AND NUTRIENT CONCENTRATIONS

Mean temperature values, in the different Aghien Lagoon sites (5, 6, 7 and 8) ranged from $28.7 \pm 2.2^\circ\text{C}$ to $30.2 \pm 1.5^\circ\text{C}$ and did not present important variations from one season to the others ($28.5 \pm 1.5^\circ\text{C}$ to $29.4 \pm 2.3^\circ\text{C}$) (Table. 2). In the rivers sites (1, 2 and 3), temperature are significantly colder ($p < 0.05$) with mean values ranging from $25.7 \pm 2.6^\circ\text{C}$ to $28.2 \pm 2.5^\circ\text{C}$ and are no significantly different from one season to the other.

Mé (sites 3 and 4) and Bété (site 1) presented low mean electrical conductivity (EC) values ranging from 83 ± 14 to $74 \pm 35 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ respectively, with the exception of Djibi bridge (site 2) which showed significant difference (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$), with mean EC exceeding $200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Low EC were also found in Aghien Lagoon and channel with mean values from $109 \pm 54 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ and $117 \pm 88 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ respectively. Although, no clear seasonal trend was observed for EC in rivers, EC values recorded in wet season in the Aghien Lagoon were significantly lower than the mean values of dry season. It is important to note that exceptionally high values of conductivity were recorded on Aghien Lagoon and channel during March 2016 (lagoon: $221 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; channel: $339 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) and May 2016 (lagoon: $209 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; $197 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). What induces great standard deviation observed in table 1. With the exception of these peaks, the values of EC observed at the other sampling month in lagoon and channel were relatively low (mean values lagoon: $83 \pm 11 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; channel: $79 \pm 19 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

pH measurements at sites 5 to 8 in Aghien Lagoon were alkaline with mean values of 8.1 ± 1.1 while it was slightly acidic in the different river sites (1, 2, 3, 4) and in the channel (site 9) with mean values from 6.7 ± 0.2 to 6.8 ± 0.3 respectively. ANOVA analysis showed that there was significant difference (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$) between rivers sites and between lagoon sites. The same analyses showed no significant difference between seasons.

Dissolved oxygen (DO) recorded in rivers are significantly lesser than in the Aghien Lagoon. In the Djibi River (site 2) mean DO saturation was about 10%. At the others sites, in Mé River (sites 3 and 4), in Bété River (site 1) and in the channel (site 9), the mean DO saturation were 71, 78 and 71 % respectively. At the lagoon sites (sites 5 to 8), the mean values of dissolved oxygen saturation do not exceed 100% and not significantly variable from one season to the other (Table 3).

The mean values of total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) concentrations recorded in the Aghien Lagoon (sites 5 to 8) were $2.3 \pm 1.0 \text{ mgN}\cdot\text{L}^{-1}$ for total nitrogen and $0.23 \pm 0.27 \text{ mgP}\cdot\text{L}^{-1}$ for total phosphorus (TP). The mean concentrations of TP and TN were slightly higher in the Mé (sites 3 and 4: $0.25 \text{ mgP}\cdot\text{L}^{-1}$; $2.5 \text{ mgN}\cdot\text{L}^{-1}$) and the Bété Rivers (sites 1: $0.30 \text{ mgP}\cdot\text{L}^{-1}$; $3.7 \text{ mgN}\cdot\text{L}^{-1}$) and were significantly higher (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$) in the Djibi Rivers (site 2: $0.59 \text{ mgP}\cdot\text{L}^{-1}$; $7.3 \text{ mgN}\cdot\text{L}^{-1}$). Furthermore, the mean values of dry and wet seasons were not significantly different ($p > 0.05$) for TN but significant differences were observed between dry and wet seasons for TP values ($p < 0.05$) (Table 2), at all sampling sites.

Table 1. Spatial variation of physicochemical parameters (For each parameter and site mean values with different lowercase letters a, b and c (superscripts) indicate significant differences between the mean values (P<0.05))

Rivers

Parameters	Unity		Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Temperature	C°	mean ±SD	25.86 ^a ± 2.63	26.51 ^a ± 1.25	28.2 ^{ab} ± 2.45	27.79 ^{ab} ± 1.91
		range	25.2 – 32.2	25 - 28.9	26.4 - 31.7	26 - 30.7
pH		mean ±SD	6.83 ^{ab} ± 0.27	6.68 ^a ± 0.22	6.79 ^{ab} ± 0.07	6.79 ^{ab} ± 0.24
		range	6.51 – 7.24	6.29 – 6.98	6.71 – 6.89	6.48 – 7.1
%DO		mean ±SD	78.31 ^a ± 8.50	10.30 ^b ± 6.61	70.63 ^{bc} ± 10.64	56.46 ^c ± 16.68
		range	64.80 - 86.30	3.60 – 22.10	52.20 – 78.30	33.30 - 77.7
EC	µS.cm ⁻¹	mean ±SD	83 ^a ± 13.73	215 ^b ± 50.51	62 ^a ± 10.51	85 ^a ± 47.64
		range	58 – 104	117 – 285	47 – 98	45.3-203
TP	mg-P.L ⁻¹	mean ±SD	0.32 ^{ab} ± 0.33	0.52 ^b ± 0.12	0.14 ^a ± 0.08	0.24 ^{ab} ± 0.27
		range	0.039 - 0.82	0.32 - 0.67	0.066 - 0.23	0.049 - 0.71
NT	mg-N.L ⁻¹	mean ±SD	3.54 ^a ± 1.4	7.91 ^b ± 0.68	3.96 ^{cd} ± 0.68	1.87 ^a ± 0.37
		range	1.99 - 5.79	6.16 - 10.80	3.37 - 4.91	1.5 – 2.4
Chl- <i>a</i>	µg.L ⁻¹	mean ±SD	4.25 ^{ab} ± 2.24	3.47 ^a ± 0.97	5.3 ^{ab} ± 1.72	6.55 ^{ab} ± 3.96
		range	1.22 – 7.47	1.78 - 4.78	3.05 – 7.07	3.01 - 13.46

Aghien Lagoon

Parameters	Unity		Site 5	Site 6	Site 7	Site 8	Site 9
Temperature	C°	mean ± SD	29.45 ^b ± 2.03	29.86 ^b ± 1.97	29.89 ^b ± 1.98	29.62 ^b ± 1.88	28.86 ^{ab} ± 1.49
		range	26.4 - 31.5	26.5 - 31.4	26.7-31.9	26.7 - 31.8	26.7 - 30.7
pH		mean ± SD	7.92 ^{bc} ± 1.25	7.98 ^{bc} ± 1.21	8.21 ^c ± 0.83	8.26 ^c ± 1.03	6.62 ^a ± 0.34
		range	6.7 – 9.8	6.7 – 9.6	7.2 – 8.9	7.0 – 9.7	6.02 – 6.9
%DO		mean ± SD	135.52 ^b ± 35.82	135.53 ^b ± 38.03	136.54 ^b ± 26.76	128.97 ^b ± 21.01	71.13 ^a ± 21.01
		range	85.40-197.20	92.8 - 195.70	108 – 189.8	101.5 – 168.9	43.90 – 112.2
EC	µS.cm ⁻¹	mean ±SD	108 ^a ± 49.48	106 ^a ± 50.76	113 ^a ± 59.01	113 ^a ± 73.56	117 ^a ± 88.23
		range	70 – 205	68 – 283	69 – 230	65-277	51-339
TP	mg-P.L ⁻¹	mean ± SD	0.219 ^a ± 0.26	0.2 ^a ± 0.25	0.21 ^a ± 0.21	0.27 ^a ± 0.32	0.24 ^a ± 0.22
		range	0.028 - 0.89	0.021 - 0.84	0.02 - 0.65	0.025-0.87	0.051-0.80
TN	mg-N.L ⁻¹	mean ± SD	2.30 ^{abc} ± 0.40	2.89 ^{abc} ± 2.34	1.92 ^{ab} ± 0.52	1.79 ^a ± 0.52	2.2 ^{abc} ± 1.12
		range	1.82 - 2.95	1.42 - 7.07	1.07 - 2.31	1.12 - 2.53	1.02 - 4.01
Chl- <i>a</i>	µg.L ⁻¹	mean ± SD	47.23 ^c ± 15.92	47.00 ^c ± 21.24	49.57 ^c ± 17.5	38.67 ^c ± 14.42	20.41 ^{bc} ± 9.8
		range	29.68-70.08	19.42 - 78.43	26.31 - 75.86	10.15 - 48.20	6.17 - 30.7

Values of chlorophyll-*a* for the Aghien Lagoon (sites 5 to 8) were relatively high (42.46 ± 17 µg/L) compared to those of the channel (site 9) 21.08 ± 10 µg/L and those of the rivers (sites 1 to 4) 5 ± 2 µg/L (Tables 2 and 3). In addition, for all sampling sites, relatively high values were observed in dry season (53 ± 13µg/L in lagoon and 5 ± 3 µg/L in rivers) compared to those of wet season (31±12 µg/L in lagoon and 4±1 µg/L in rivers). The observed values clearly indicated that there were significant differences between the sampling sites and seasons (Kruskal-Wallis, p<0,05).

Table 2. Temporal variation in physicochemical parameters. (For each parameter and site mean values with different lowercase letters a, b and c (superscripts) indicate significant differences between the mean values according to ANOVA test ($P < 0.05$)).

Rivers

Parameters	Unity	Season	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Temperature	(C°)	Wet season	25.95 ^a ± 0.36	26.1 ^a ± 0.25	26.6 ^a ± 1.22	26.8 ^a ± 1.32
		Dry season	25.77 ^b ± 1.63	26.8 ^a ± 1.68	28.73 ^a ± 2.7	28.2 ^a ± 1.64
pH		Wet season	6.89 ^a ± 0.4	6.59 ^a ± 0.12	6.78 ^a ± 0.1	6.7 ^a ± 0.21
		Dry season	6.77 ^a ± 0.12	6.72 ^a ± 0.3	6.79 ^a ± 0.09	6.81 ^a ± 0.27
%DO		Dry season	84 ^a ± 1.45	13 ^a ± 7.20	68 ^a ± 14.10	51 ^a ± 18.88
		Wet season	74 ^b ± 8.56	9 ^a ± 6.38	72 ^a ± 8.36	62 ^a ± 14.25
EC	μS.cm ⁻¹	Dry season	77 ^a ± 20.52	214 ^a ± 50.74	54 ^a ± 11.79	55 ^a ± 9.96
		Wet season	85 ^a ± 10.96	216 ^a ± 54.48	66 ^a ± 8.54	101 ^b ± 52.26
TP	mg-P.L ⁻¹	Dry season	0.07 ^a ± 0.058	0.42 ^a ± 0.08	0.118 ^a ± 0.06	0.25 ^a ± 0.31
		Wet season	0.56 ^b ± 0.29	0.64 ^b ± 0.031	0.23 ^a ± 0.2	0.21 ^a ± 0.26
TN	mg-N.L ⁻¹	Wet season	4.16 ^a ± 1.71	9.15 ^a ± 1.43	4.09 ^a ± 0.77	2.0 ^a ± 1.18
		Dry season	2.92 ^a ± 0.92	7.06 ^b ± 0.63	3.52 ^a ± 1.31	1.84 ^a ± 0.38
Chl- <i>a</i>	μg.L ⁻¹	Wet season	1.42 ^a ± 0.69	3.08 ^a ± 1.23	4.04 ^a ± 0.46	3.49 ^a ± 0.45
		Dry season	4.57 ^a ± 2.08	4.30 ^a ± 0.96	6.31 ^a ± 1.78	6.96 ^a ± 3.77

Aghien Lagoon

Parameters	Unity	Season	Site 5	Site 6	Site 7	Site 8	Site 9
Temperature	(C°)	Wet season	29.44 ^a ± 2.35	29.80 ^a ± 1.37	31.1 ^a ± 1.5	29.2 ^a ± 1.31	29.7 ^a ± 2.22
		Dry season	29.44 ^a ± 1.18	29.88 ^a ± 2.26	29.59 ^a ± 2.15	29.7 ^a ± 2.16	28.65 ^a ± 1.47
pH		Wet season	7.67 ^a ± 2.01	7.93 ^a ± 0.2	8.56 ^a ± 1.75	7.95 ^a ± 0.24	6.9 ^a ± 1.22
		Dry season	7.98 ^a ± 1.44	8.00 ^a ± 1.4	8.13 ^a ± 0.94	8.34 ^a ± 1.17	6.5 ^a ± 0.35
%DO		Wet season	140.97 ^a ± 37.7	140.43 ^a ± 41.38	123.83 ^a ± 13.75	118.93 ^a ± 6.65	74.90 ^a ± 34.58
		Dry season	126.43 ^a ± 38.1	132.59 ^a ± 40.57	144.16 ^a ± 31.07	134.99 ^a ± 25.21	68.88 ^a ± 12.57
EC	μS.cm ⁻¹	Dry season	81 ^a ± 15.61	80 ^a ± 17.56	80 ^a ± 11.39	76 ^a ± 16.58	68 ^a ± 17.71
		Wet season	120 ^b ± 10.96	117 ^b ± 57.44	127 ^b ± 66.19	130 ^b ± 83.68	138 ^b ± 99.19
TP	mg-P.L ⁻¹	Wet season	0.12 ^a ± 0.06	0.12 ^a ± 0.34	0.11 ^a ± 0.24	0.13 ^b ± 0.31	0.15 ^a ± 0.28
		Dry season	0.09 ^a ± 0.075	0.11 ^a ± 0.1	0.17 ^a ± 0.20	0.27 ^a ± 0.36	0.14 ^a ± 0.062
TN	mg-N.L ⁻¹	Wet season	2.95 ^a ± 0.47	2.04 ^a ± 0.42	2.21 ^a ± 0.56	1.12 ^a ± 0.64	4.01 ^a ± 1.04
		Dry season	2.14 ^a ± 0.21	3.11 ^a ± 2.65	1.85 ^a ± 0.58	1.96 ^a ± 0.40	1.74 ^b ± 0.56
Chl- <i>a</i>	μg.L ⁻¹	Wet season	39.33 ^a ± 5.44	35.52 ^a ± 6.04	37.48 ^a ± 15.79	37.34 ^a ± 22.55	20.46 ^b ± 5.07
		Dry season	46.28 ^b ± 15.51	47.6 ^b ± 20.77	46.57 ^a ± 17.24	56.12 ^b ± 13.41	21.35 ^a ± 10.86

3.2 DISSOLVED HEAVY METALS

The results of spatial variations of the 6 heavy metals in surface waters were illustrated by box-plots (Fig. 2). Higher value of Zn was recorded in Bété River (site 1: 36.73 ± 68.27 μg.L⁻¹) (Fig. 2a). Furthermore, Aghien Lagoon (site 5 to 8) presented low mean values of Zn (5.40 ± 3.12 μg.L⁻¹). Ni values were relatively homogeny at all sampling sites and the statistical tests do not reveal any significant difference between the sampling sites (Fig. 2b). The mean concentration of Cu in Mé (site 3: 1,90 ± 0,43 μg.L⁻¹) was almost double than in the Aghien Lagoon (site 5: 1,0 ± 0,39 μg.L⁻¹) and site 6 (1,06 ± 0,95 μg.L⁻¹) (Fig. 2c) indicating significant spatial variation ($p < 0,05$) in Cu. The highest mean concentration of Pb was found in the lagoon (site 8: 0,28 ± 0,1 μg.L⁻¹) and the lowest concentration in site 5 (0,11 ± 0,29 μg.L⁻¹) (Fig. 2d). From ANOVA analysis, the results indicate no significant difference ($p > 0,05$) amongst the sampling locations.

Between the rivers, Djibi (site 2) exhibited highest values of As with mean values of 0.75 ± 0,4 μg.L⁻¹. Bété and Mé Rivers (sites 1 and 3 respectively) presented mean values from 0.24 ± 0.05 and 0.22 ± 0.02 μg.L⁻¹ respectively (Fig. 2e). Furthermore, As values were uniform in the Aghien lagoon (sites 5 to 8) with mean concentration about 0.28 ± 0.03 μg.L⁻¹. The results also indicate that significant differences ($p < 0.05$) appeared between Djibi and Mé Rivers (sites 2 and site 3) for this element. As

regards to Cd, there exists a uniform distribution prevailing over Aghien lagoon site ($0.044 \pm 0.07 \mu\text{g.L}^{-1}$) (Fig. 2f). Mé River (site 3) recorded high mean value for Cd ($0.13 \pm 0.28 \mu\text{g.L}^{-1}$).

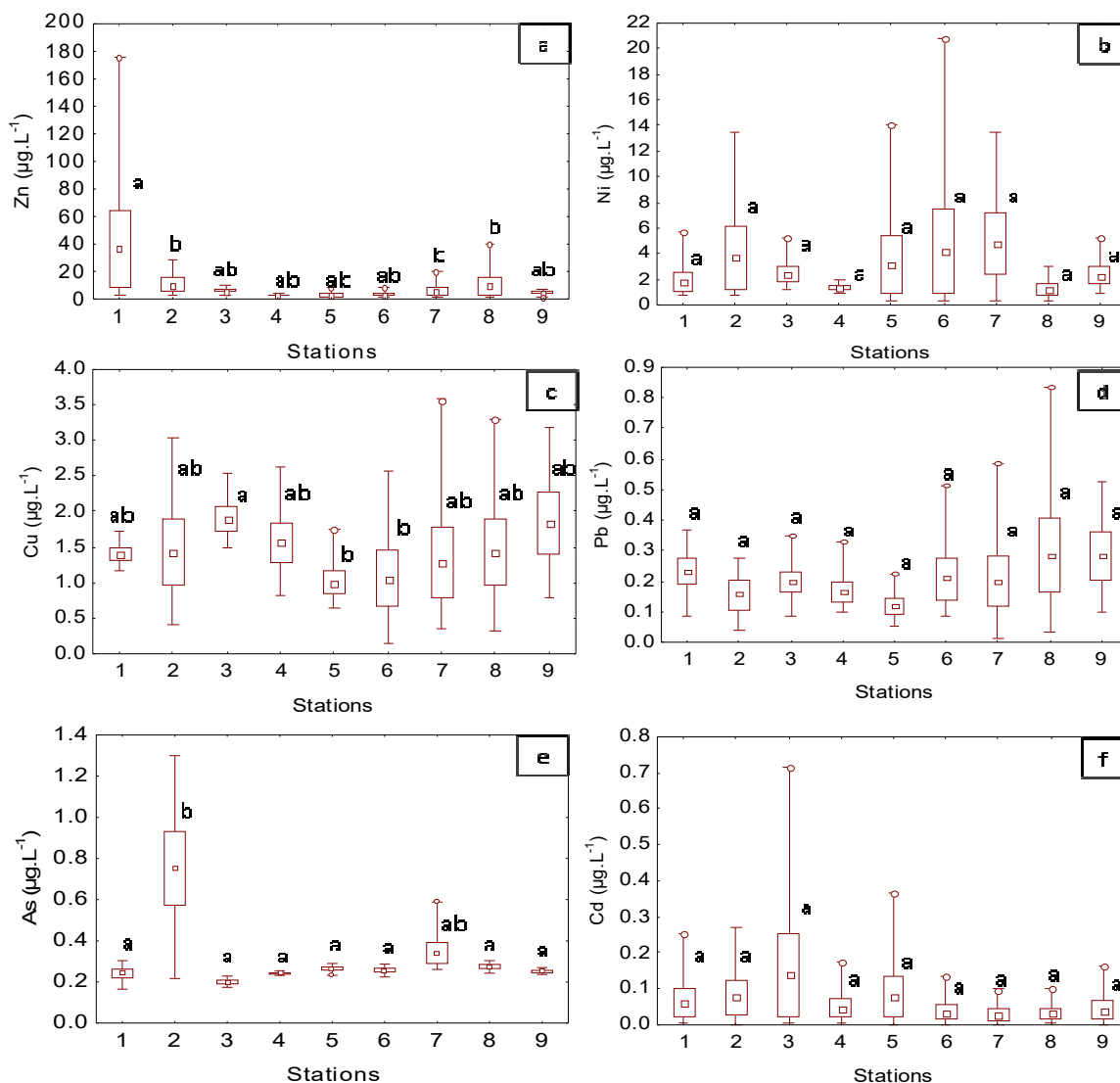


Fig. 3. Cr, Zn, Pb, As, Ni and Cd content in sampling sites of Bété, Mé, Djibi Rivers and Aghien lagoon. Means with different lowercase letters a, b and c are significantly different from one to another according to ANOVA test ($P < 0.05$).

□ Mean □ Mean±SD I Min-Max

A well-defined spatial heterogeneity in distribution of different dissolved metal was observed between the lagoon and the rivers (Fig.3). The relative dominance of the heavy metals in water was observed in the following sequence: $\text{Zn} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{As} > \text{Cd}$.

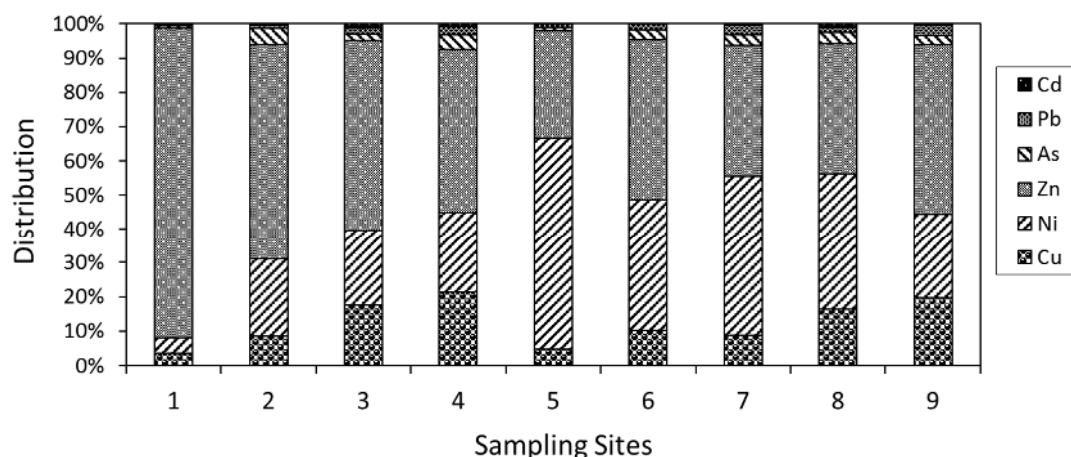


Fig. 4. Distribution of heavy metals in water samples from 9 sampling stations at Bété, Mé, Djibi Rivers and Aghien Lagoon.

Compared with other dissolved heavy metals, Zn possessed high distributions in tributaries (Sites 1, 2, 3 and 4) and channel (Site 9) than those of lagoon (Sites 5, 6, 7, 8). Zn percentage ranged from 52% to 91% in tributaries and 56% in channel. In lagoon the percentage ranged from 38% to 47%. Ni exhibited the highest distribution in lagoon (> 35%) from sampling sites. The percentages of Ni accounted 16%, and 25% for the tributaries and channel, respectively. Cu exposed highest similar distribution in Mé creek (21%) (Site 4) and channel (20%). Pb, As, Cd presented lower distribution (<5%) in the all sampling sites.

3.3 RELATIONSHIP BETWEEN PARAMETERS

The study of different water quality parameters necessitates the correlation analysis of the parameters to discern possible relationships. Table 3 shows the correlation coefficients of physicochemical and chemical parameters in waters.

In lagoon and rivers (Table 3), significant positive correlation were observed TP and TN ($r=0,734$, $p<0.01$; $r=0.876$, $p<0.01$ respectively). There was low inverse relationship ($r=-0.718$) between DO and TP in lagoon, DO and TP ($r=-0.709$), DO and TN ($r=-0.690$) in rivers. Parameters relation reveals also high ($r=0.835$, $p<0.05$) positive correlations between Chl-*a* and DO saturation in lagoon. However, there was high ($p>0.01$) relationships existed between Chl-*a* and with TP ($r=0,801$) and with TN ($r=0,538$, $p>0.05$) in lagoon. There was low ($p>0.05$) inverse relationships existed between temperature and TP ($r=-0.224$ in lagoon), $r=-0.245$ in rivers)) and with TN ($r=-0.359$) in rivers.

We can also observe that certain heavy metals show correlations between them. There was a significant positive correlation ($p<0.05$) between Zn and Ni ($r=0,714$) in lagoon. Low correlation ($p>0.05$) correlation existed between As and Ni ($r=0,826$) in rivers.

The inter-relationship of different parameters is useful in revealing some association of heavy metals with the physicochemical conditions in the rivers and in the lagoon.

Table 3 reveal low relationship ($p>0.05$) between DO and Pb ($r=0.814$) in lagoon. However, significant ($p<0.05$) correlation existed between TP and Cd ($r=0.866$) in lagoon and TP and As ($r=0.860$) in rivers. pH also low correlated negatively ($p>0,05$) with Cu ($r=-0.420$), Pb ($r=-0.064$) in lagoon and As ($r=-0.218$), Pb ($r=-0.264$) in rivers. The correlation between temperature and heavy metal is relatively low and negative in rivers and lagoon excepted with Zn ($r=0.657$) in rivers.

Table 3. Correlation half-matrix of physicochemical parameters and dissolved heavy metal

Rivers													
Variables	DO	pH	TN	TP	T°C	Chl- <i>a</i>	EC	Cu	Zn	As	Pb	Cd	Ni
DO	1												
pH	0.012	1											
TN	-0.690	0.369	1										
TP	-0.709	0.261	0.876**	1									
T°C	0.009	-0.751	-0.359	-0.245	1								
Chl- <i>a</i>	-0.250	-0.005	0.269	0.078	0.004	1							
EC	0.858	0.227	0.434	0.278	0.214	0.175	1						
Cu	0.081	-0.030	-0.015	0.198	-0.023	0.473	-0.098	1					
Zn	0.218	0.649*	0.062	0.001	0.657	-0.264	-0.012	-0.032	1				
As	-0.862	-0.218	0.648*	0.860*	0.206	0.218	0.697	-0.068	-0.016	1			
Pb	0.586	-0.264	-0.077	-0.221	0.282	-0.070	-0.231	0.121	0.690	-0.227	1		
Cd	0.021	-0.037	-0.012	-0.114	0.030	0.615	-0.039	0.479	-0.078	-0.021	0.051	1	
Ni	-0.591	0.211	0.459	0.605	0.209	0.605	0.734	0.047	-0.018	0.779	-0.060	0.105	1

Aghien Lagoon													
Variables	DO	pH	TN	TP	T°C	Chl- <i>a</i>	EC	Cu	Zn	As	Pb	Cd	Ni
DO	1												
pH	0.396	1											
TN	0.194	-0.007	1										
TP	-0.718	-0.257	0.734**	1									
T°C	0.152	0.538	0.001	-0.224	1								
Chl- <i>a</i>	0.835*	0.159	0.587	0.821**	0.073	1							
EC	-0.051	0.050	-0.948*	-0.435	0.002	-0.361	1						
Cu	-0.270	-0.420	0.139	0.065	-0.631	-0.037	-0.265	1					
Zn	0.121	-0.246	0.517	-0.178	-0.357	0.345	-0.445	0.372	1				
As	0.013	0.009*	0.642	-0.389	0.154	0.188	-0.738	0.046	0.038	1			
Pb	0.814	-0.064*	0.219	-0.488	-0.002	0.748	-0.071	-0.036	0.433	-0.003	1		
Cd	-0.864	-0.149	-0.686	0.866*	-0.097	-0.782	0.467	0.022	-0.326	-0.304	-0.628	1	
Ni	0.107	-0.269	0.202	-0.049	-0.530	0.206	-0.139	0.277	0.714*	-0.023	0.483	-0.157	1

Legend: (Pearson rank correlations, the asterisk indicates significant correlations at $p < 0.05$).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

4 DISCUSSION

4.1 PHYSICAL CHEMICAL PARAMETERS IN RIVERS AND LAGOON

The mean values of water temperature obtained are within the limit established by World Health Organization for drinking water, which was between 25 and 30°C [13] and Water quality evaluation system on biological aptitude [14]. Temperature conditions in coastal zones depending upon their insolation, local atmospheric variation, [15]. Lagoon water temperature was comparatively higher than river water temperature. Differences in temperature could be due to low hydraulicity in lagoon which promotes their greater heat storage capacity. Vegetation along the river bank could also play a significant role in influencing the temperature of aquatic ecosystem. Also, similar report was obtained by [11] when they observed that the lagoon temperature ranged between 27,57 and 31,59 °C while rivers Me temperature was between 26.08 and 28,98°C.

Seasonal variations showed higher value of EC in dry season and lower value in wet season due to dilution of the water by the contribution of the waters storm. Among all three rivers, an EC value of Djibi River (200 $\mu\text{S cm}^{-1}$) is much higher and would be explained by the permanent wastewater contributions coming from the commune of Abobo. These values of conductivity remain however in the same range of variation as those obtained by [16] on the rivers of the south-east of Ivory Coast.

The pH of an aquatic system is an indicator of water quality and the extent of pollution in the watershed area. Water normally shows a pH ranging from 6.5 to 8.5 [13] and (pH 9) for Water quality evaluation system [14]. Rivers Me, Djibi and Bete presented low acid mean pH of 6.8. These values compared well with those generally measured in Ivorian coastal rivers (between 6.4 and 7.5). This slight acidity of the waters was coherent with the regional geological basement. Higher pH in lagoon was directly linked to photosynthetic assimilation of dissolved inorganic carbon by plankton [17].

The high dissolved oxygen concentration in lagoon can be attributed to the abundance of phytoplankton that increased photosynthetic activity leading to production of large amount of dissolved oxygen [18]. Compared to previous records from the Aghien lagoon, oxygen concentrations of the present study (7.5-10.18 mg.L⁻¹) were in good agreement with concentrations (7.34-8.52 mg.L⁻¹) reported by [11]. DO saturation was significantly lowest in Djibi River compared to Bété and Mé Rivers. DO reduction observed in the Djibi River (more anthropised) was indicative of poor water quality caused by sewage effluent discharges. Similar results (0.7–3.21 mg.L⁻¹) were also reported by [19] in Banco River Basin in Ivory Coast.

Relatively high Chl-*a* values were observed in Aghien lagoon during dry season due to high phytoplankton productivity during this period as also shown by [20] controlled by bacterial action in the process of denitrification-nitrification. The primary productivity that is a photo-chemical reaction that cannot proceed unless suitable substrate (light), nutrients and bacterial community activity are available [20].

High concentration of TN and TP, in conjunction with other factors, is often associated with discharge of effluents from human activities [21]. This can lead to a considerable alternation in the water quality and will have an impact on the aquatic life ultimately. TN and TP concentrations in Djibi River were very high compared to concentrations recorded at the other sites. This is attributed to effluent discharge from urban zones. [22] suggested that TN and TP concentrations in eutrophic rivers and streams are higher than 1,5 mgN.L⁻¹ and 0,075 mgP.L⁻¹, respectively. In the present study, TN and TP concentrations at all sites, were higher than the suggested values. Overall, the rivers showed a marked increase of TP during the long wet season. Land use around riverine areas in Abidjan is predominantly for farmland and could be a possible explanation for the high levels of TP due to runoff and leaching during rainy season as observed in this study. This corroborated with the results of [23]. The highest concentration of Cu was found in Me River, but all of the sampling locations were below the WHO standard (2000 µg.L⁻¹). This suggests that these metals may come from natural input [24], [25].

4.2 METAL CONCENTRATION IN WATER

During the study period, the average values of As in the Djibi was significantly high. In the lagoon, As concentrations are relatively homogeny. [26] indicated that As could have diverse origins: crustal materials and natural processes, as well as they suggested that the sources were more likely anthropogenic. The highest As concentrations measured in Djibi River could be associated with human activities such as wastewater effluents from the Abobo, discharged without any treatment in the river. As is widely distributed in the environment because of its natural and anthropogenic sources [27]. The lower concentration of As in water could be interpreted as a consequence by various processes like adsorption and desorption of organic matter. This heavy metal show strong interaction with humic acids in forming metal-dissolved organic matter complexes, leading to formation of covalent bonds with the radicals of humic acids [28]. Comparing the average concentrations of studied metals with the limit for drinking [3] (Table 5), it was found that all metals have an average concentration lower than the standard (10 µg/L).

Pb was found to be low in all locations. The recommended safe levels of dissolved Pb should be less than 10 µg.L⁻¹ [3]. Pb normally exists in undissolved forms and its concentration in aquatic systems is normally low except when pollution is indicated [29]. Pb in sampling station demonstrated the influence of untreated domestic sewage discharge from Abobo and/or agricultural runoff.

Ni, Cd and Zn concentrations were below the WHO standard (70, 3 and 5000 µg/L respectively) and Water quality evaluation system (20, 5 and 3000 µg/L respectively) [14] (Table 5) indicating that the source of these dissolved heavy metal is not necessarily as a result of the anthropic activities but may result from natural geological sources [30].

In this study, the elevated content of Cu at certain station is more likely to originate from anthropogenic sources. The difference in the metal levels in the water of the Aghien Lagoon with other lagoon may be due to differences in urban contamination sources or the number of parameters such as clay content, nutrient, Chl-*a* and environmental factors, which control the solubility and, therefore, the availability of metals [31]. Concentrations of the six metals (As, Zn, Cu, Pb, Ni and Cd) in surface waters of the Aghien Lagoon, Mé, Bété and Djibi Rivers were much lower or comparable to the results obtained in others lagoons and rivers references (Table 5). Globally, concentrations are largely under the WHO level recommendations [3] and Water quality evaluation system on biological aptitude [14]. Under environmental conditions, metals are relatively insoluble in water and remain predominantly associated with suspended solids and sediment. When compared with the

previous study conducted in the same area by [11], concentrations carried out on the sediments give us higher mean values for the heavy metal studied (314 $\mu\text{g.g}^{-1}$ for Zn, 100.35 $\mu\text{g.g}^{-1}$ for Cu, 66.43 $\mu\text{g.g}^{-1}$ for Pb, 46.37 $\mu\text{g.g}^{-1}$ for the As, 0.70 $\mu\text{g.g}^{-1}$ for Cd and 226.89 $\mu\text{g.g}^{-1}$ for Cr).

Table 4. Comparison of heavy metal concentrations in Aghien Lagoon and tributaries with those of other water in the world.

Study areas or standard for drinking water and biology	Maximum concentrations ($\mu\text{g.L}^{-1}$)						References
	Cu	Cd	Pb	Ni	Zn	As	
Aghien lagoon	3.57	0.36	0.83	20.81	39.44	0.58	Present study
Tributaries	3.03	0.717	0.368	13.48	175.3	1.3	Present study
Cocody Bay	85	42	27	-	94	-	[32]
WHO (2011)	2000	3	10	70	-	10	[3]
WQES	10	18	52	62	43	100	[14]
Shanomi Creek in the Niger Delta (Nigeria)	811	366	278	-	1383	606	[17]
Tigris River (Turkey)	165	1.368	0.342	72.0	37.0	2.354	[33]

4.3 CORRELATION BETWEEN PARAMETERS

The correlation analysis applied to assess the relationship between physicochemical and chemical parameters showed positive correlations between Chl-*a* and DO saturation in lagoon and rivers. The positive correlation between chl-*a* concentration and dissolved oxygen is due to necessity of the latter for phytoplankton biogeochemical processes. Dissolved oxygen is one of the most important water quality parameters for phytoplankton health because of its influence in a number of biogeochemical processes such as respiration and metabolism that affect their life [34].

Water temperature is most important among various physical factor affecting the distribution and seasonal variation of nutrients [35]. In the present study we have found significant negative correlation with nutrients indicating the influence of the temperature on the biological reactions.

TP was strongly and positively correlated with Chl-*a* in lagoon. The TN and TP are major contributors to eutrophication, which causes an excessive growth of algae that depletes DO through the decomposition process [36]. The showed that DO values usually remain lower when the rates of respiration and organic decomposition are high [37]. When water receives an excessive contribution of nutriments, a lot of dissolved oxygen is rapidly consumed by the biological aerobic processes and may affect the water quality [37]. Positive relationship between chl-*a* and phosphorus suggest thus that TP play a more important role in regulating phytoplankton. Furthermore, in their studies on the Florida Lake, [38],[39] have formerly affirmed that phosphorus is the primary limiting nutrient of the growth of phytoplankton.

The inter-relationship of different parameters is useful in revealing some association of heavy metals with the physico-chemical conditions in the river water and lagoon. The inverse relationship between pH and Cu, Pb and As in lagoon and rivers reveal that pH effect therefore plays a very significant role in metal behavior in water. Among these roles we can note the complexation phenomenon. Indeed, the results of the experiments of adsorption carried out by [40] with various values of pH (pH=5, 6, 7 and 8) showed that in the case of Cu, Cd and Zn, we observed a systematic increase in the rate of adsorption when the pH increases (Cu, 70 to 90 %; Cd, 75 to 90%; Zn, 75 to 95%). For same experiment, the evolution of the adsorption of Pd is not very significant (99 to 97 %).

Zn, As and Cd were negatively correlated to oxygen saturation indicated that heavy metals in water were influenced by DO [18]. Changes in redox conditions that are partly controlled by the oxygen content in the water can strongly affect the mobility of heavy metals in water [41]. Except for DO, some other factors such as temperature can also affect the distributions of heavy metal in water [42]. Significant and non-significant positive correlations were detected between heavy metal content in water and temperature. The adsorption content of heavy metals often decreases gradually with increasing temperature [42].

Based on the correlation matrices obtained for association of heavy metals, Zn strongly correlates with Ni in lagoon suggesting similar sources of input (human or natural) for these two metals in waters. High correlations between heavy metals in water may reflect similar levels of contamination and/or release from the same sources of pollution, mutual dependence and identical behavior during their transport in the river system [43],[44]. These correlations were interpreted as a confirmation of the presence of various anthropogenic or fixed sources of Zn and Cu pollution in the study area. A first source already identified for these dissolved metals is the wastewater discharge from the municipality of Abobo, but earlier studies

[45],[11] suggest that other stationary or diffuse sources such as runoff or leaching of acidic agricultural soils with high pesticide and mineral fertilizer contents. Moreover, in the absence of the industrial activity rejecting heavy metals in Mé basin area, the strong correlation between Zn/Ni and Cu/As raise the assumption of a source (normal) geogenic for these dissolved metals [46].

5 CONCLUSION

This study identifies distinct spatial variations of water quality between the Aghien Lagoon and its tributaries. In the Djibi River, upstream from the Aghien Lagoon, water exhibits poor quality attributed to local pollutant inputs from Abobo. The average concentration of studied dissolved metals (As, Cd, Zn, Cu, Ni, and Pb) for all sites was lower than WHO Standard for Drinking Water Quality and Water quality evaluation system on biological aptitude. Nevertheless, presence of these dissolved metals in water induces a probable contamination of anthropic and in some cases (Mé) of natural origin. Significant relationships between studied variables (PT NT, pH and DO) and heavy metal concentrations were assessed. This suggests that different physicochemical parameters influence the concentrations of some dissolved heavy metals in the water. This research provides a basis for the knowledge of water quality characteristics in the Bété, Djibi and Me Rivers and a reference for pollution control of the Aghien lagoon in the future.

REFERENCES

- [1] M. B. Arain, T. G. Kazi, M. K. Jamali, N. Jalbani, H. I. Afridi, A. Shah, "Total dissolved and bioavailable elements in water and sediment samples and their accumulation in *Oreochromis mossambicus* of polluted Manchar Lake," *Chemosphere* 70, pp. 1845–1856, 2008.
- [2] Kannel P. R., Lee S., Lee Y. S., "Assessment of spatial–temporal patterns of surface and ground water qualities and factors influencing management strategy of groundwater system in an urban river corridor of Nepal," *Journal Environment Management*. 86, pp. 595–604, 2008.
- [3] WHO (World Health Organization) Guidelines to Drinking-water Quality (fourth edition). ISBN 978 92 4 154815 1 (NLM classification: WA 675, 564 p, 2011.
- [4] G. A. Best, T. Bogacka, E. Niemirycz, "International River Water Quality: Pollution and Restoration," 1st Ed., Taylor and Francis, London UK, 1998.
- [5] K S. Ouffoué, M. Salla, D. Y. Kicho, D. Soro, P. Kouhété, Z. F. Tonzibo, "Physicochemical Analysis of Eutrophication's Parameters in a Coastal River (Ivory Coast)," *Journal of Environmental Protection*, 5, pp. 1285-1293, 2014
- [6] Panigrahi S., Wikner J., Panigrahy R. C., Satapathy K. K., Acharya B. C. Variability of nutrients and phytoplankton biomass in a shallow brackish water ecosystem (Chilika Lagoon, India). *Limnology* (10):73–85, 2009.
- [7] Barbosa, F. A. R., and Garcia F. C., "Eutrofização: um problema (antigo) de difícil solução! In: Andreoli, C. V. & Carneiro, C. (eds.) IV Seminário do projeto interdisciplinar de pesquisa em eutrofização de águas de abastecimento público. UFPR, Imprensa Universitária, "Curitiba. pp. 126-140, 2003.
- [8] V. N. Chigor, T. Sibanda, A. I. Okoh, "Variations in the physicochemical characteristics of the Buffalo River in the Eastern Cape Province of South Africa," *Environment Monitoring Assessment* 185, pp. 8733–8747, 2013.
- [9] N. Su, J. Z. Du, W. S. Moore, S. M. Liu, J. Zhang, "An examination of groundwater discharge and the associated nutrient fluxes into the estuaries of eastern Hainan Island, China," *Science Total Environment*, Vol. 409, pp. 3909–3918, 2011.
- [10] Y. A. N'guessan, S. Monde, T. E. Wango, V. Wognin, K. Aka, "Récents analyses morphologiques et sédimentologiques du système lagunaire Adjin-Potou en zone littorale de la côte d'Ivoire," *Revision Ivory Science Technology*, Vol. 14, pp. 217-229, 2009.
- [11] K. M. Yéo, D. L. Goné, B. Kamagaté, G. A. Douagui, A. Dembélé, "Seasonal and Spatial Variations in Water Physicochemical Quality of Coastal Potou Lagoon (Côte d'Ivoire, Western Africa)," *Journal of Water Resource and Protection*, n°7, pp. 741-748, 2015.
- [12] K. J.-P. Koffi, Y. A. N'Go, K. M. Yéo, D. Koné, I. Savané, "Détermination des périmètres de protection de la lagune Aghien par le calcul du temps de transfert de l'eau jusqu'à la lagune," *Larhyss Journal*, Vol. 19, pp. 19-35, 2014.
- [13] WHO (World Health Organization), "Guidelines for drinking-water quality - Volume 1: Recommendations Third edition, incorporating first and second addenda," 1, Geneva. 668p, 2008.
- [14] Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau), "Rapport de présentation SEQ-Eau, classes d'aptitude à la biologie," *Agence de l'eau*, n° 2, pp. 2-5, 2003.
- [15] Alvarez-Borrego, J. and Alvarez-Borrego S., "Temporal and spatial variability of temperature in two coastal lagoons," *CalCOFI Reports* 23, pp. 188-197, 1982.

- [16] Edia O. E., "Diversité taxonomique et structure des peuplements de l'entomofaune des rivières côtières Soumié, Eholié, Ehania, Noé (Sud-Est, Côte d'Ivoire)," *Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire*, 152 p, 2008.
- [17] E. O. Igbiosa, O. O. Uyi, E. E. Odjadjare, C. U. Ajuzie, P. O. Orhue, E. M. Adewole, "Assessment of physicochemical qualities, heavy metal concentrations and bacterial pathogens in Shanomi Creek in the Niger Delta, Nigeria. *African Journal of Environmental Science and Technology*," n°6, Vol. 11, pp. 419-424, 2012.
- [18] K. M. Koffi, S. Coulibaly, B. C. Atse, E. P. Kouamelan, "Survey of Heavy Metals Concentrations in Water and Sediments of the estuary Bietri Bay, Ebrie Lagoon, Côte d'Ivoire," *International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences*, n°3, pp. 1-10, 2014.
- [19] I. A. Camara, M. K. Konan, D. Diomandé, E. O. Edia, G. Gourène, "Ecology and diversity of freshwater shrimps in Banco National Park, Côte d'Ivoire (Banco River Basin)," *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, Vol. 39, n°5, pp. 1-10, 2009.
- [20] Lai, P. C. C. and Lam, P. K. S., Major pathways for nitrogen removal in wastewater stabilization ponds. *Water Air Soil and Pollution*, 94, pp. 125-36, 1997.
- [21] Lytle, C. M. and Smith, B. N., "Seasonal nutrient cycling in Potamogeton pectinatus of the lower prove river," *Great Basin Naturalist*, Vol. 55, N° 2, pp.164-168, 1995.
- [22] W. K. Dodds, J. R. Jones, E. B. Welch, "Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus," *Water Research*, Vol.32, pp. 1455-1462, 1998.
- [23] J. C. Nnaji, A. Uzairu, G. F. S. Harrison, M. L. Balarabe, "Effect of Pollution on the Physico-Chemical Parameters of Water and Sediments of River Galma, Zaria, Nigeria," *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 3, pp. 314-320, 2011.
- [24] K. M. Yao, B. S. Métongo, A. Trokourey, Y. Bokra, "Assessment of Sediments Contamination by Heavy Metals in a Tropical Lagoon Urban Area (Ébrié Lagoon, Côte d'Ivoire)," *European Journal of Scientific Research*, Vol. 34, n°2, pp. 280-289, 2009.
- [25] A. D. Tuo, K. M. Yéo, M. B. Soro, A. Trokourey, Y. Bokra, "Contamination of Surface Sediment by Heavy Metals in Ébrié Lagoon (Abidjan, Ivory Coast)," *International Journal of Chemical Technology*, pp. 1-12, 2013.
- [26] M. A. H. Bhuiyan, N. I. Suruvi, S. B. Dampare, M. A. Islam, S. B. Quraishi, S. Ganyaglo, S. Suzuki, "Investigation of the possible sources of heavy metal contamination in lagoon and canal water in the tannery industrial area in Dhaka, Bangladesh," *Environment Monitoring Assessment*, 175, pp. 633-649, 2011.
- [27] J. A. Baig, T. G. Kazi, A. Q. Shah, G. A. Kandhro, H. I. Afridi, M. B. Arain, M. K. Jamali, N. Jalbani, "Speciation and evaluation of arsenic in surface and ground water: a multivariate case study," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol. 73, pp. 914-923, 2010.
- [28] K. C. Christoforidis, S. Un, Y. Deligiannakis, "Effect of metal ions on the indigenous radicals of humic acids: high field electron paramagnetic resonance study" *Environ Science and Technology*, n°44, pp. 7011-7016, 2010.
- [29] M. B. Mokhtar, A. B. Awaluddin, L. Y. Guan, "Water quality of Inanam River estuary and the Ko-Nelayan tiger prawn aquaculture ponds in Sabah, Malaysia. *Hydrobiologia*, n°285, pp. 227-235, 1994.
- [30] G. Y. Hadzi, D. K. Essumang, J. K. Adjei, "Distribution and Risk Assessment of Heavy Metals in Surface Water from Pristine Environments and Major Mining Areas in Ghana," *Journal of Health and Pollution*, Vol. 9, n° 5, pp. 86-99, 2015.
- [31] Ebrahimpour M., and Mushrifah I., "Heavy metal concentrations in water and sediments in tasik Chini, a freshwater lake, Malaysia," *Environment Monitoring Assessment*, n°141, pp. 297-307, 2008.
- [32] H. Li, A. Shi, M. Li, X. Zhang, "Effect of pH, Temperature, Dissolved Oxygen, and Flow Rate of Overlying Water on Heavy Metals Release from Storm Sewer Sediments," *Journal of Chemistry*, pp. 173-184, 2013.
- [33] M. Varol, B. Gökot, A. Bekleyen, B. C. Şen, in press. "Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Tigris River (Turkey) using multivariate statistical techniques - A case study," *River Research and Applications*. DOI:10.1002/rra.1533
- [34] A. Iriarte, F. Villate, I. Uriarte, L. Alberdi, L. Intxausti, "Dissolved oxygen in a temperate estuary: the Influence of hydroclimatic factors and eutrophication at seasonal and inter-annual time scales," *Estuary Coasts*, Vol. 38, n°3, pp. 1000-1015, 2015.
- [35] J. Deng, B. Qin, H. W. Paerl, Y. Zhang, P. Wu, J. Ma, Y. Chen, "Effects of Nutrients, Temperature and Their Interactions on Spring Phytoplankton Community Succession in Lake Taihu, China," *Plosive*, n°9, Vol. 12, pp. 1-19, 2014.
- [36] A. Moreira-González, M. Seisdedo-Losa, A. Muñoz-Caravaca, A. Comas-González, C. Alonso-Hernández Spatial and temporal distribution of phytoplankton as indicator of eutrophication status in the Cienfuegos Bay, Cuba. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, Vol. 14, n°4, pp. 597-609, 2014.
- [37] Limbu, S. M. and Kyewalyanga, M. S., Spatial and temporal variations in environmental variables in relation to phytoplankton composition and biomass in coral reef areas around Unguja, Zanzibar, Tanzania. *Limbu and Kyewalyanga, Springer plus*, Vol. 4, pp. 1-18, 2015.

- [38] Canfield D. E., Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida lakes: the importance of phosphorus and nitrogen. *Journal American Water Resource Association*, 19: 255-262, 1983.
- [39] C. D. Brown, M. V. Hoyer, R. W. Bachmann, D. E. Canfield, Nutrient– Florida and northern temperate lake data. *Canadian Journal Fish Aquatic Science*, Vol. 57, pp. 1574-1583, 2000.
- [40] B. Serpaud, R. Al-Shukry, M. Casteignau, G. Matejka, Heavy metal adsorption (Cu, Zn, Cd and Pb) by superficial stream sediments: effects of pH, temperature and sediment composition. *Revue of water sciences*, Vol. 7, pp. 343-365, 1994.
- [41] Hayzoun H. Caractérisation et quantification de la charge polluante anthropique et industrielle dans le bassin du Sebou. Thèse de Doctorat, École doctorale mer et sciences- Toulon (France) centre d'études doctorales « sciences et technologie » - Fès (Maroc), 175, 2014.
- [42] Hacisalihoğlu S. and Karaer F. Relationships of Heavy Metals in Water and Surface Sediment with Different Chemical Fractions in Lake Uluabat, Turkey. *Pollution Journal Environnement*. Vol. 25, No. 5, 1937-1946, 2016.
- [43] Suresh G., Sutharsan P., Ramasamy V., Venkatachalapathy R. Assessment of spatial distribution and potential ecological risk of the heavy metals in relation to granulometric contents of Veeranam lake sediments, India. *Ecotoxicology Environment*, Vol. 84, pp. 117–124, 2012.
- [44] X. Jiang, A. Teng, W. Xu, X. Liu, "Distribution and pollution assessment of heavy metals in surface sediments in the Yellow Sea," *Mar. Pollut. Bull.*, 2014. [Online] Available: <http://dx.doi.org/> (Marsh 3 1018).

Problème foncier et agriculture urbaine : Cas de la vallée de la Funa à Kinshasa

[Land issues and urban agriculture : Case of the Funa Valley in Kinshasa]

Désiré BISIMWA BYAMUNGU¹, Affermi KUFINU DIA MATONDO², and Mireille KIMANDA ASHA³

¹Département d'Economie Agricole, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa,
B.P 117 Kinshasa XI, RD Congo

²Département de Géostratégie, Géopolitique et Environnement : Centre de Recherche Sciences Humaines,
B.P 3474 Kinshasa, RD Congo

³Département d'Economie Agricole : Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa,
B.P 117 Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2018 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 demographic evolution of the megalopolis of Kinshasa leads to an occupation of lands subject to agricultural uses. The subdivision on agricultural land causes conflicts between developers, new land occupants and farmers on these lands. A spatial analysis and a socio-economic survey on land occupation, land conflicts and their management in the Funa Valley in Kinshasa were carried out with the aim of highlighting the level of occupation of the Funa Valley and the different issues related to this occupation. The results of the analyzes show that:

- The spatial analysis of the occupation of the valley shows a strong evolution of the anthropic presence on its slopes as in the valley bottom.
- 61% of occupants in the valley own the land;
- 52% of occupants of the valley, in one of its slopes, Block A, have a time of installation in the valley of 5 years and that this time of installation in the valley is strongly linked to its blocks;
- The majority of occupants in the valley have permission to build and the types of documents in their possession are strongly related to the blocks of the valley;
- 50% of occupants in Block A do not practice farming and 50% of occupants in block C practice of agricultural activity. The practice of activity in the valley is not linked at all to its blocks.

Several land conflicts are cited in the valley such as: the illegal sale of parcels by customary chiefs, illegal occupation of agricultural land by non-market gardeners, etc. Of these conflicts, the most concerned are the customary chiefs. The management of these conflicts is often referred to the district chief and the justice ministry.

KEYWORDS: Land, conflict, agriculture, Kinshasa.

RESUME: L'évolution démographique de la mégapole de Kinshasa entraîne une occupation des terres assujetties aux usages agricole. Le lotissement sur des terres à vocation agricole occasionne des conflits entre les lotisseurs, les nouveaux occupants des terres et les agriculteurs sur ces terres.

Une analyse spatiale et une enquête socioéconomique sur l'occupation des terres, les conflits fonciers et leurs gestions dans la vallée de la Funa à Kinshasa ont été réalisé dans le but de ressortir le niveau d'occupation de la vallée de la Funa et les différentes questions liées à cette occupation. Les résultats qui découlent des analyses montrent que :

- L'analyse spatiale de l'occupation de la vallée présente une forte évolution de la pression anthropique sur ses versants comme au bas-fond de la vallée.

- 61% d'occupants de la vallée sont propriétaires des terres;
- 52% d'occupants de la vallée, dans un de ses versants, Bloc A, ont un temps d'installation dans la vallée de 5 ans et que ce temps d'installation dans la vallée est fortement lié à ses blocs;
- La majorité d'occupants de la vallée possèdent l'autorisation de bâtir et les types de documents en leur possession sont fortement liés aux blocs de la vallée ;
- 50% d'occupants dans le Bloc A ne pratiquent pas d'activité agricole et 50% d'occupants dans le bloc C pratique d'activité agricole. La pratique d'activité dans la vallée n'est pas du tout liée à ses blocs.
Plusieurs conflits fonciers sont cités au sein de la vallée tels que : la vente illégale des parcelles par les chefs coutumiers, l'occupation illégale des espaces agricoles par les non maraîchers, etc. De ces conflits, les plus concernés sont les chefs coutumiers. La gestion de ces conflits est quand elle est souvent transmise au chef du quartier et au ministère de justice.

MOTS-CLEFS: Foncier, conflit, agriculture, Kinshasa.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLÉMATIQUE

Plusieurs études, prédictives, se réalisent sur la croissance de la population dans le monde. Les conclusions convergent toutes à une expansion de la population mondiale.

La référence [1], estime que les villes avec plus de 100 000 habitants contenaient 1,7 milliard personnes en 2000, et avec une zone bâtie totale de l'ordre de 200 000 Km² à cette même époque, on a des densités moyennes de 8000 personnes par Km². Avec une possible baisse continue des densités moyennes au taux annuel de 1,7% au cours de la dernière décennie, l'agglomération des villes des pays en développement passera à plus de 600.000 Km² en 2030. Pour dire autrement que d'ici 2030, ces villes pourraient tripler leur zone bâtie, avec chaque nouveau résident de conversion, en moyenne, de quelques 160 mètres carrés du périurbain au foncier urbain au cours des années à venir. La référence [1], révèle aussi qu'un doublement de la population urbaine est généralement corollaire à une augmentation de la zone bâtie des terres urbaines d'environ 66%.

En 2014, la République Démocratique du Congo comptait 77 443 744 habitants avec un taux annuel de croissance de 2,5% [2] tandis qu'en 2010 la population de sa capitale, Kinshasa, est estimée à 8,7 millions [3], elle est en 2015 évaluée à 12 millions d'habitants [4]. L'explosion démographique dans la ville de Kinshasa a des conséquences sur l'urbanisation de la ville depuis l'époque coloniale. A cette époque, l'organisation urbaine de la ville de Kinshasa était ségrégative assurait une très nette séparation entre la population blanche et les populations africaines, actuellement la ségrégation n'est plus réellement basée sur une différence culturelle mais bien sur le niveau social des citoyens [5]. Les plus démunis sont indirectement rejetés à la périphérie de Kinshasa suite à l'augmentation du prix de la terre et/ou des loyers, devenus hors de portée de la plupart des citadins [6].

Après l'indépendance de la RDC, les chefs coutumiers ont repris possession des terres et les ont revendues sous la forme de petits lopins, quelle que soit leur localisation [7]. Selon les pentes des collines, considérées à l'époque coloniale comme impropres à la construction ont été divisées suivant une trame orthogonale comme pendant la colonisation. Les pentes les plus fortes sont pour la plupart aménagées en terrasse et donc logiquement soumises à des phénomènes de ravinement important [7].

L'accroissement démographique dans le monde n'a pas seulement comme conséquence une augmentation de besoin en terres d'habitation mais aussi une augmentation des bouches à nourrir. En Afrique subsaharienne, 65 % de la main-d'œuvre travaille dans le secteur de l'agriculture [8], avec un taux de croissance de 2,7% par an [9], cette main d'œuvre n'est pas jusqu'alors à mesure de nourrir toute sa population.

Dans son rapport sur les agricultures africaines [10], présente une agriculture en Afrique qui compte 33 millions d'exploitations de moins de 2 hectares et qui représentent 80 % de l'ensemble des exploitations. Vue sur cette évolution, la production agricole Africaine ne rejoint pas le besoin alimentaire de sa population croissante.

La ville province de Kinshasa est plus particulièrement approvisionnée en produits agro-alimentaires de ses périphéries et de deux provinces le Congo Central et l'ancienne Bandundu. Son offre en légumes provient principalement d'un grand nombre de petites fermes de subsistance de la région du Congo Central, des exploitants de la ceinture verte de la ville. La production du groupe de légumes-feuilles, notamment les feuilles d'*Ipomea*, l'oseille, les amarantes, etc., est surtout située dans la ceinture verte de Kinshasa [11].

A ce tableau de l'urbanisation des villes et plus encore de la ville de Kinshasa et de ses pratiques des activités agricoles, s'ajoute les convoitises de terres non bâties. Ces terres sont plus particulièrement les ceintures vertes et les vallées présidentielles créées en 1972 dans le but d'aménager les espaces horticoles et des zones de production agricole afin de ravitailler la ville de Kinshasa devenue millionnaire.

En 1975 le Schéma Directeur d'Aménagement Urbain propose un nouveau périmètre maraîcher. Il comprend plusieurs communes dont les vallées y incluses constituent ce périmètre. De ces communes nous avons celui de Mont Ngafula dont la vallée de Funa qui comptée à ce temps 1650 maraîchers.

Des questions surgissent après une telle croissance démographique de la population couplée actuellement au besoin d'espace en milieu urbain pour bâtir : Combien sont-ils des détenteurs de terres dans la vallée de Funa qui pratique les activités agricoles? Le plan d'aménagement est-il toujours respecté ? Quels sont les statuts fonciers qui régissent les détenteurs des terres dans cette vallée ? Existe-il des conflits fonciers ? De quelles natures sont-ils ?

1.2 OBJECTIFS

L'objectif principal de cette étude est de faire une évaluation spatiale et temporelle de l'exploitation et de l'occupation de la vallée de Funa à Kinshasa.

De manière spécifique il s'agira de :

- Identifier les exploitants et les non exploitants de la vallée ;
- Déterminer les statuts d'occupation des terres des occupants de la vallée ;
- Ressortir le niveau de sécurisation foncière des exploitants et les conflits fonciers les plus récurrents ;
- Evaluer la nature des principaux conflits et les moyens de résolution.

1.3 HYPOTHÈSE DE L'ÉTUDE

Le problème foncier généré par un fort accroissement de la population de Kinshasa engendre la disparition de sa ceinture verte. La disparition des espaces agricoles conduirait à un faible approvisionnement de marchés des produits agro-alimentaires. Cette situation occasionnerait une aggravation de l'insécurité alimentaire des ménages à Kinshasa.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Milieu qui fait l'objet de notre étude est la vallée de la Funa. Cette vallée est située dans commune de Mont Ngafula. La commune de Mont Ngafula a une superficie de 358,90 km² [3] avec une population, en 2016 de 354178 habitants [12]. Elle est limitée limitée : Au Nord par les communes de Makala, Selembao, Lemba et Kisenso; Au Sud par le Kongo Cental; A l'Est par les communes de N'djili, Kimbanseke et N'sele ; A l'Ouest par la commune de Ngaliema et la République du Congo [3].

Son climat est de type AW4, selon la classification de Köppen. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1483,5mm. Le plus grand volume de précipitation est observé en novembre avec une moyenne de 268,1mm. La température annuelle est inférieure ou égale à 25°C avec le mois de mars comme le plus chaud (24,74°C) et de juillet comme le plus frais (22,06°C).

La moyenne annuelle de l'humidité relative de l'air est de 79%. La moyenne maximale observée est de 84% enregistrée en novembre et mai. La moyenne minimale est de 71% observée essentiellement en septembre [13].

Ville Province de Kinshasa
Localisation de la zone d'étude dans la commune de Mont-Ngafula

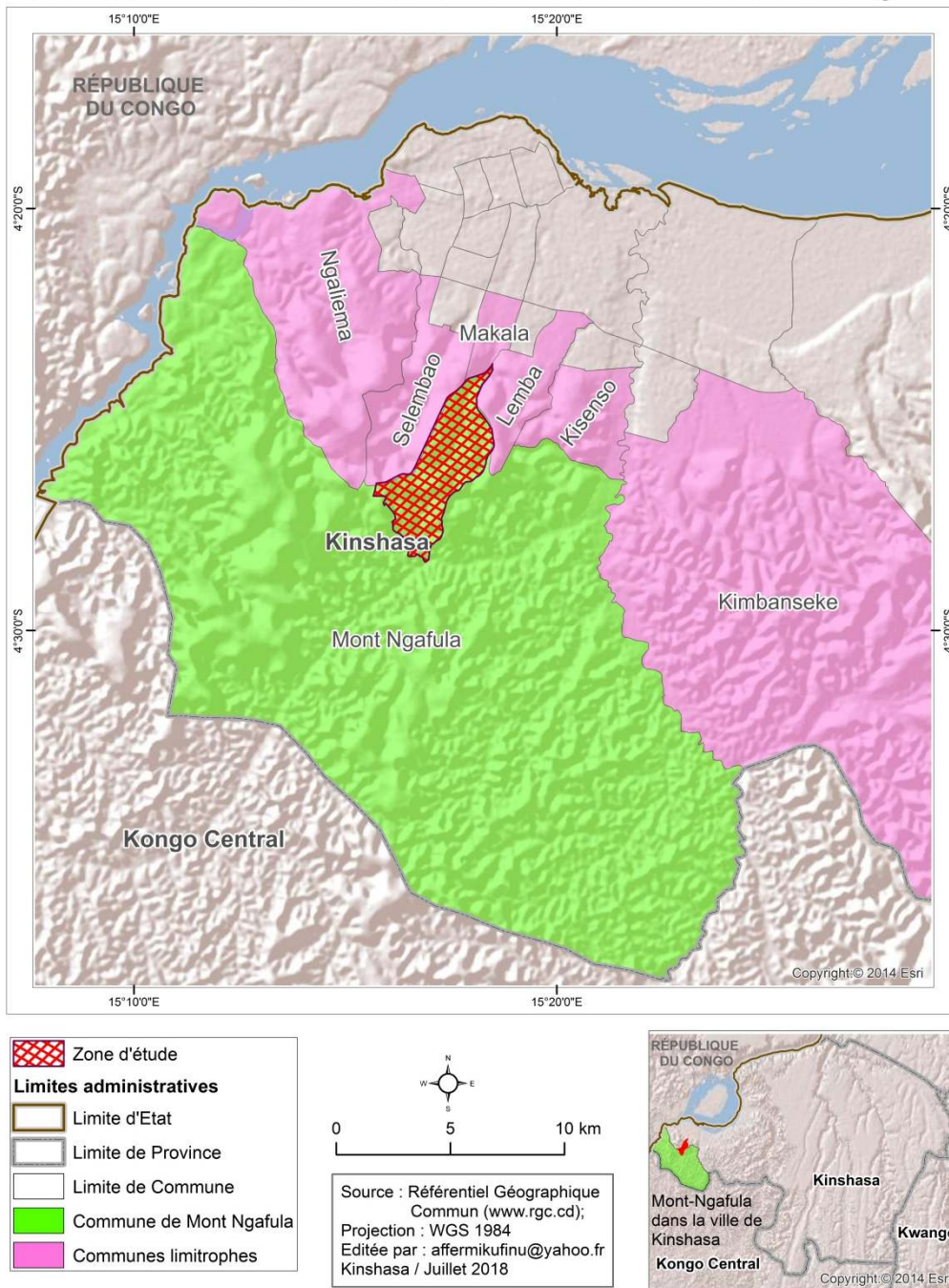


Fig. 1. Zone d'étude

2.2 MÉTHODE DE COLLECTE DES DONNÉES

Pour recueillir des données relatives aux problèmes fonciers et aux différentes pratiques agricoles dans la vallée de la Funa, nous avons procédé à une enquête par échantillonnage. Il était question de collecter des informations relatives au statut d'occupation des terres, au statut foncier, aux conflits fonciers et leurs gestions ; aux types d'activités pratiquées par les différents habitants de la vallée.

L'échantillonnage par quotas est l'une des formes courantes d'échantillonnage non probabiliste [14]. Ainsi, l'enquête ciblait des ménages ayant des activités agricoles et/ou installés dans la vallée il y a 5 ans ou plus. La vallée de la Funa a été par conséquent subdivisée en trois blocs en raison de 30 ménages enquêtés par bloc soit un échantillon 90 ménage: le premier « Bloc A » était celui du versant à l'Est vers l'Université de Kinshasa, le second « Bloc B », le bas fond, constituait le bloc du milieu, et le dernier « Bloc C » le versant à l'Ouest limité par la route by-pass. Dans ces trois Blocs Pour les interviews une approche individuelle « par ménage » a complété notre plan d'enquête.

Des images sur l'évolution de l'occupation et de l'exploitation de la vallée ont été complétées à la documentation. Ces images ont permis de faire une analyse spatiale de l'évolution de l'occupation de la vallée de la Funa.

2.3 TECHNIQUES

Entre fin janvier et mi-février 2016 des interviews structurés et semi-structurés ont été réalisés. En plus de ces deux techniques l'observation des faits comme décrit Sandelowski [15], et la technique documentaire ont été aussi utilisés comme techniques de collecte des données. Les trois premières techniques ont permis de rencontrer les ménages et/ou exploitants dans la vallée de la Funa, dans le but de la collecté d'informations. La dernière technique, par contre, a permis de consulter différents documents en rapport avec l'objet de notre étude « ouvrages, publications et autres travaux scientifiques ».

2.4 ANALYSE DES DONNÉES

La saisie des données de l'enquête a été faite à l'aide du logiciel épi-data. Les données ont été exportées sur logiciel SPSS20 pour des analyses descriptives. L'approche qualitative descriptive a été ainsi choisie comme Sandelowski [15], la décrit. Elle est une approche qui produit de résultats très proches des données telles que collecter [15], [16].

3 RESULTATS

3.1 RÉSULTATS

L'actuel point ressort les différents résultats, d'enquête faite dans la vallée de la Funa, sous forme de tableaux et graphiques en relevant le profil des répondants, l'occupation des terres, l'installation ou pas dans la vallée, l'évolution du lotissement de la vallée, les documents d'occupation de terre, la pratique des activités agricoles, conflits et acteurs impliqués ainsi que le mode de gestion des conflits.

Ce premier tableau nous donne le profil des répondants.

3.1.1 PROFIL DES RÉPONDANTS

Tableau 1. Statut socio-économique des répondants

Variabes	Modalités	Effectif	%	Moyenne Ecart-type
Age				44 ± 12
Taille du ménage				7 ± 3
Genre	Homme	64	71,11	
	Femme	26	28,89	
Niveau d'instruction	Aucun	4	4,44	
	Primaire	20	22,22	
	Secondaire	42	46,67	
	Universitaire	24	26,67	
Statut marital	Union libre	12	13,33	
	Marié(e)	60	66,67	
	Célibataire	12	13,33	
	Veuf(e)	6	6,67	

Il ressort de ce tableau que notre échantillon est constitué plus d'hommes soit 71,11%. Le niveau d'instruction le plus fréquent est l'étude secondaire avec 46,67% de proportion. Les répondants sont plus mariés avec 66,67% de proportion. L'âge moyen des répondants est de 44 ans et la taille moyenne de ménages est de 7 personnes.

3.1.2 OCCUPATION DES TERRES

Tableau 2. Statut d'occupation des demeures par bloc

Statut d'occupation des demeures	Blocs							
	Bloc A		Bloc B		Bloc C		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Location	8	26,67	9	30	2	6,67	19	21
Propriétaire	21	70	16	53,33	18	60	55	61
Pas de demeure	0	0	2	6,67	6	20	8	9
Usufruitier	1	3,33	3	10	2	6,67	6	7
Garde	0	0	0	0	2	6,7	2	2

De ce tableau il découle que dans tous les blocs de la vallée la plupart d'exploitants sont propriétaires des demeures qu'ils occupent. Dans l'ensemble de la vallée les propriétaires représentent 61% propriétaires qui ont une proportion de 70% dans le Bloc A. Le test de Chi-deux (p-value) = 17,22(0,03), montre qu'il y a une liaison entre le statut d'occupation et les Blocs.

Tableau 3. Temps d'installation dans la vallée par bloc et non installation dans la vallée

	Bloc A		Bloc B		Bloc C	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Aucun	0	0	2	25	6	75
5 ans	25	52,08	17	35,42	6	12,5
6 - 15 ans	5	19,23	8	30,77	13	50
16 - 25 ans	0	0	1	25	3	75
≥ 25 ans	2	50	0	0	2	50

Ce tableau révèle que le temps d'installation dans la vallée est fortement lié au bloc Chi-deux (p-value) = 32,64 (0,000). L'on remarque que 83,33% d'exploitants dans le Bloc A se sont installés il y a moins de ou 5 ans de temps déjà écoulé.

Ville Province de Kinshasa, commune de Mont-Ngafula Pression anthropique dans la zone d'étude

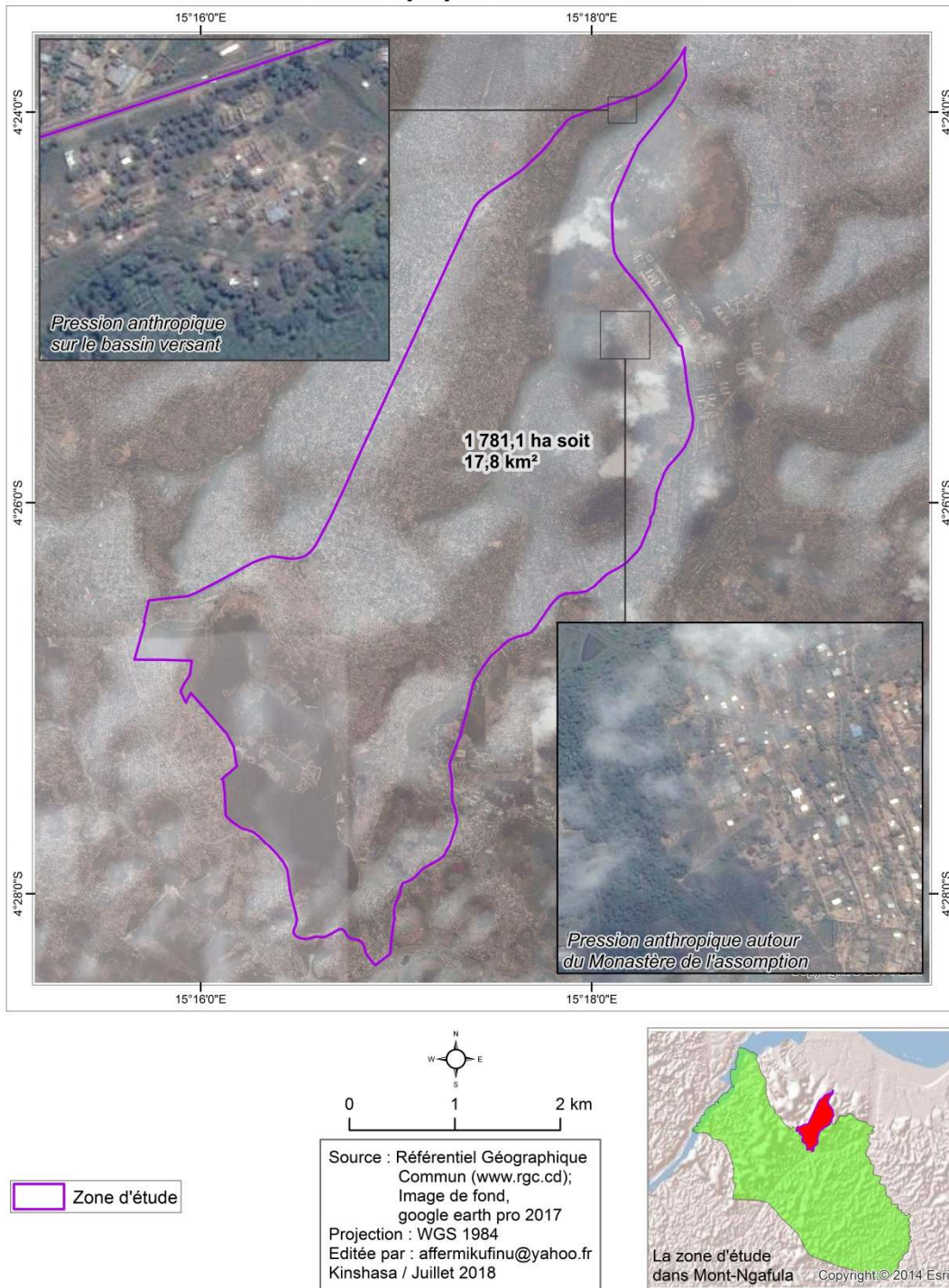
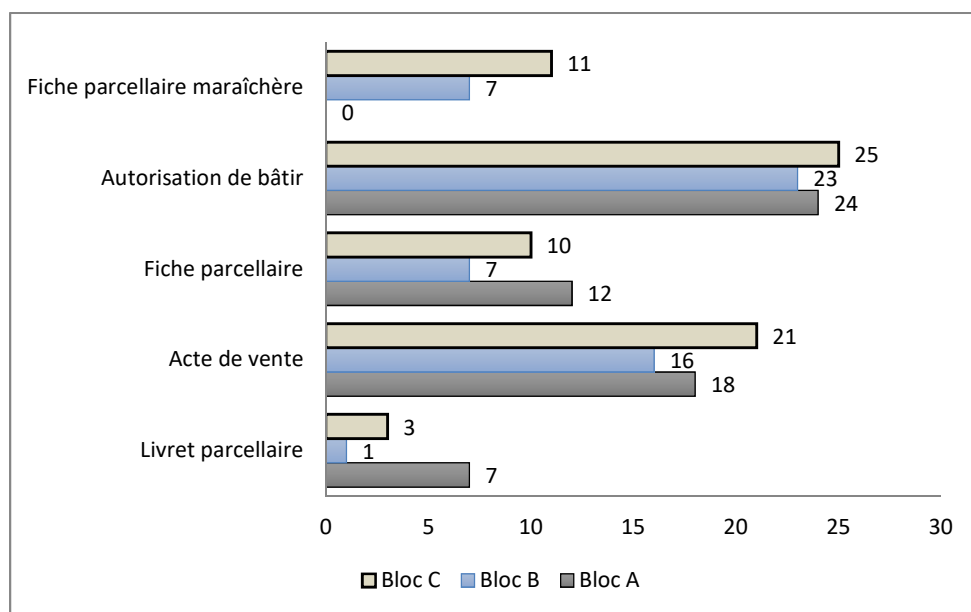


Fig. 2. Evolution du lotissement de la vallée de la Funa

Cette figure montre l'évolution de la pression anthropique exercée dans la vallée. Autre fois couvertes des végétaux, actuellement on y observe un fort lotissement. Le versant vers l'université présente une évolution de lotissement et le versant vers bypass présente une évolution de lotissement jusque même dans le bas fond.



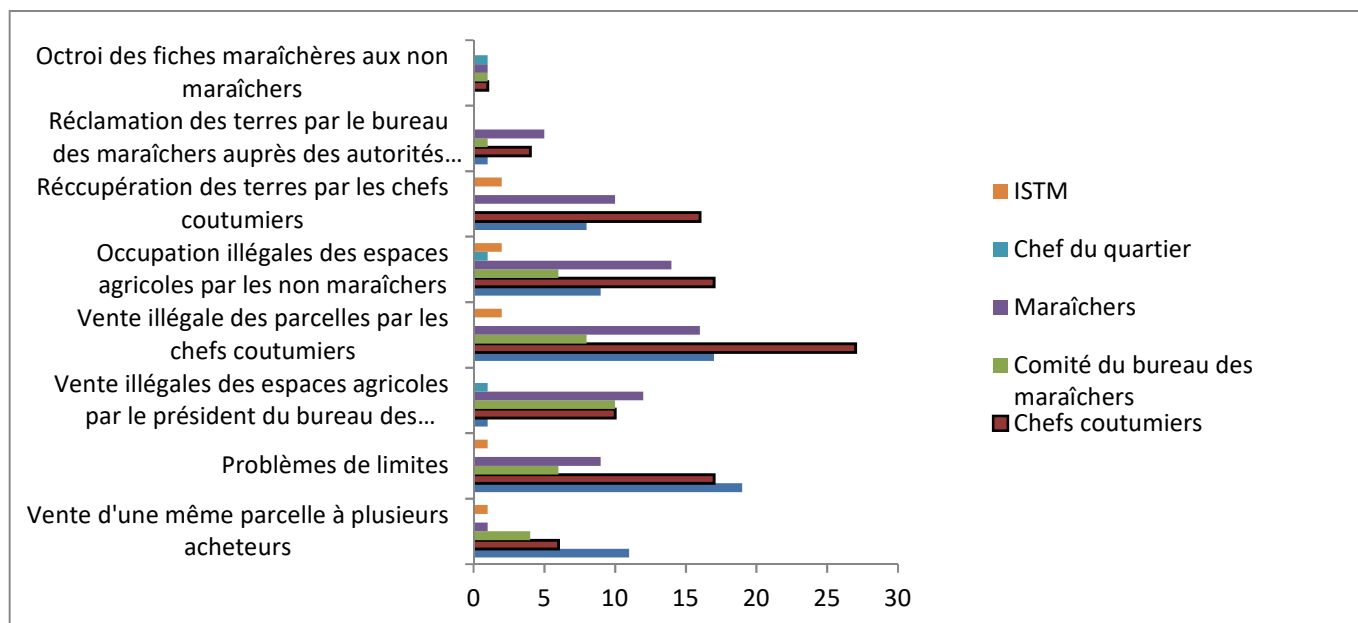
Graphique 1. Documents fonciers en possession d'exploitants par Bloc.

Ce graphique montre que l'autorisation de bâtir est le document que possèdent plusieurs occupants dans tous les blocs. Il s'agit de 23, 24 et 25 occupants respectivement dans le bloc B, bloc A puis bloc C. La possession des documents est lié aux blocs avec un test de Chi-deux = 27,581 (0,002) fortement significatif au seuil de 0,05%.

Tableau 4. Pratiques des activités agricoles de la vallée par bloc

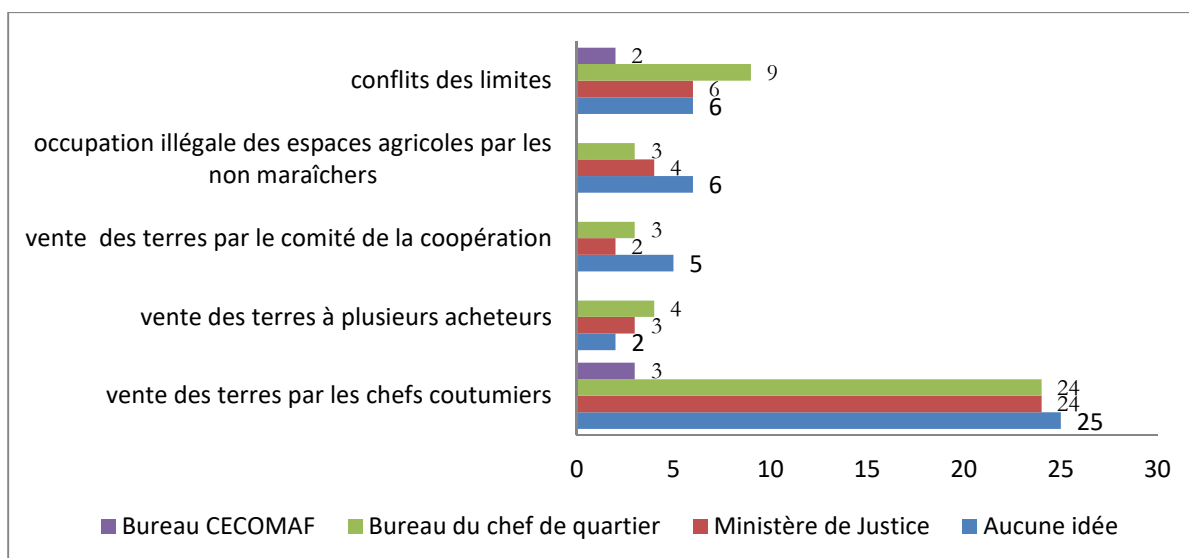
Pratique des activités agricoles	Blocs			Sum
	Bloc B	Bloc A	Bloc C	
Non	15	24	9	48
	31,25%	50,00%	18,75%	100%
Oui	15	6	21	42
	35,71%	14,29%	50,00%	100%
Sum	30	30	30	90
	33%	33%	33%	100%

Nous constatons qu'une proportion égale à 50% de ménages dans le bloc A ne pratique pas des activités agricoles, tandis que de 50% de ménages pratique des activités agricoles dans le bloc C. Il existe une forte liaison très significative ($p < 0,05$) entre la pratique des activités agricoles dans la vallée aux différents blocs avec un Test de Chi - deux (p -value) = 15,27 (0,0005).



Graphique 2. Conflits et les concernés dans les conflits

Dans ce graphique on remarque que les chefs coutumiers sont les plus cités dans tous les conflits. Après les chefs coutumiers ce sont les maraîchers qui sont cités en deuxième position. Bien que pas assez cités, le comité des maraîchers est cité pour presque tous les conflits. Le test de liaison des variables montre que les différents conflits sont fortement liés aux concernés aux conflits Chi-deux (p-value) = 77,45 (0,000).



Graphique 3. Gestion des conflits

Il est remarqué dans ce tableau que le problème le plus cité par les exploitants dans la vallée de Funa est la vente des terres par les chefs coutumiers. La gestion de ces problèmes se fait souvent par le recours au chef du quartier et/ou au ministère de la justice. Il faudrait aussi signaler que pour tous les conflits cités la majorité d'exploitants ne savent comment ils sont gérés. Mais il n'existe aucune liaison entre les instances de gestion de conflits et les types de conflits rencontrés dans la vallée Chi-deux (p-value)= 11,993 (0,916).

4 DISCUSSION

OCCUPATION DE LA VALLÉE

La vallée est principalement occupée par des propriétaires 61% (Tableau2). Le temps d'occupation des terres dans la vallée est fortement lié aux blocs et il est remarqué une forte occupation d'espaces du versant de l'Université dans une période de moins de 5 ans (Tableau 3). Trop peu d'occupants de la vallée ont un temps d'installation de plus de quinze ans (Tableau3) ceci s'expliquerait par des cessions et des ventes de terres sur toute l'étendue de la vallée. D'après l'article 2, de l'arrêté départemental N°1440/000133/78, qui définit les différents secteurs d'aménagement, la vallée n'aurait qu'un seul secteur d'habitation [17]. L'inapplication de l'arrêté a par conséquence occasionnée une occupation de la vallée par des habitations même à des endroits à forte pente (Figure2). Cette forte expansion de l'occupation de la vallée s'expliquerait par ce qu'est qualifié de lotissements coutumiers caractérisés par des parcelles de terre de superficies généreuses et moins onéreuses [18].

Pour ce qui est des documents sécurisant leurs propriétés, les enquêtés en ont ressorti cinq. Celui repris par tous est l'autorisation de bâtir (Graphique 1). Pourtant Ferrari et Tshimbalanga [20], dans une étude sur les modes de résolution formels et informels des conflits fonciers, relèvent le fait qu'il est difficile de distinguer avec exactitude les documents qui disent détenir les enquêtés, d'en évaluer la valeur et d'identifier le livreur du document, car les possesseurs n'en donnent pas toujours la même version. A ce point de vue, la question de la légalité des propriétaires des terres demeure d'autant plus que le certificat d'enregistrement qui assure la sécurisation foncière de la propriété [19] n'est nullement cité comme document détenu par les occupants de la vallée.

PRATIQUE D'ACTIVITÉS AGRICOLES

La pratique des activités agricoles est liée au bloc. Du bloc A au bloc C on remarque une pratique d'activités agricoles croissante (Tableau 4) qui serait la cause du lotissement des blocs. Il y a par conséquence une décroissance d'activités d'agricoles dans vallée. Les activités agricoles pourraient cesser au fil de temps suite au lotissement qui a comme corollaire des érosions. Ces dernières rendent les terres non exploitables. L'occupation de l'espace devrait aussi être liée à la pratique d'activités agricoles dans la vallée. Ce qui n'est pas du tout le cas par ce que le tableau nous montre qu'il n'y a aucun lien entre les statuts d'occupation et la pratique d'activités agricoles.

LES CONFLITS DE LOGEMENTS

Plusieurs types de conflits sont cités dans la vallée et les plus concernés, dans tous ces conflits, sont les chefs coutumiers (Graphique2). Les chefs coutumiers se comportent toujours comme gestionnaire des terres dans la vallée, tandis que l'arrêté départemental N°1440/000133/78, découlant de la mise en valeur de la vallée par le ministère de l'agriculture en ce temps, ne leur en donne pas les prérogatives. Il est nécessaire de relever que le bureau de qui gère les exploitants de la vallée pourraient être aussi à la base de plusieurs conflits dans à cause de la présence des non exploitants même dans des zones exclusivement dédiées aux activités agricoles (Tableau4). Le ministère de la justice et le bureau de CECOMAF sont les plus cités comme entités qui gèrent ces conflits. Pourtant, il s'avère aussi que cette gestion est incomprise par d'autres occupants de la vallée qu'ils soient exploitants ou non exploitants..

5 CONCLUSION

Cette étude avait comme objectif faire une évaluation de l'occupation de la vallée de la Funa cherchant particulièrement à : déterminer les exploitants et non exploitants dans la vallée, déterminer les statuts d'occupation des terres, ressortir le niveau de sécurisation foncière des occupants de la vallée ainsi que ressortir les différents conflits et leur gestion.

Les résultats des investigations montrent qu'actuellement la vallée de la Funa est occupée par des exploitants et non exploitants et qu'aucune distinction n'est faite entre les différents secteurs définis dans l'arrêté départemental n°144/000133/78 du 02 août 1978. La plupart d'occupants des terres sont propriétaires et l'on trouve dans tous les secteurs des habitations et aucune également séparation claire n'est faite en lieu de production unique et lieu d'habitation.

Les conflits sont grands entre les occupants de la vallée et les coutumiers qui vendent anarchiquement les terres sans tenir compte des limites de chaque secteur telles que définies dans l'arrêté qui régit la vallée.

Le niveau de gestion des conflits opposant tous les occupants de la vallée (exploitants agricoles et non exploitants) n'a jamais atteint la satisfaction des différentes parties impliquées puisqu'ils perdurent.

REFERENCES

- [1] Shlomo Angel, Stephen C. Sheppard, and Daniel L. Civco, *The Dynamics of Global Urban Expansion*, World Bank, Washington DC, 207p, 2005.
- [2] [http://www.populationdata.net/index2.php?option=pays&pid=176&nom=republique démocratique du Congo](http://www.populationdata.net/index2.php?option=pays&pid=176&nom=republique+democratique+du+Congo) Consulté le 18.10.2015.
- [3] Katalayi Mutombo H., *Urbanisation et fabrique urbaine à Kinshasa : Défis et opportunités d'aménagement*. Geography. Université Michel de Montaigne -Bordeaux III, 2014.
- [4] <http://7sur7.cd/new/lalerte-dadolphe-muzito-a-travers-une-etude-prospective-sur-la-capitale-rd-congo-kinshasa-danger-a-l'horizon-2025> Consulté le 18.10.2015 à 21h 13min.
- [5] Antoine P., *L'urbanisation en Afrique et ses perspectives*, *Aliments dans les villes*, DT, p.12-97, 1997.
- [6] Wouters T. et Wolff E., *Contribution à l'analyse de l'érosion intra-urbaine à Kinshasa (R.D.C.)*, *Belgeo*, 3, p.293-314, 2010.
- [7] Delis P., Girard C., *L'immobilisation privée du sol à Kinshasa*, *Les Annales de la recherche urbaine*, 25, 20p. 1985.
- [8] CTA, *Accroître les emplois ruraux en Afrique subsaharienne*. Le Secrétariat du Groupe des Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP) et Concord, 2011. URL : <http://brusselsbriefings.net>
- [9] http://www.alternatives-economiques.fr/afrique---la-croissance+demographique_fr_art_107_10547.html consulté le 15.10.2015 à 01h 39min
- [10] NEPAD, *Les agricultures africaines, transformations et perspectives*, NEPAD, 72p., 2013.
- [11] Goossens, F., *Aliments dans les Villes: Rôle de la SADA dans la sécurité alimentaire de Kinshasa*, FAO, 75p., 1997.
- [12] Commune de Mont Ngafula, *Rapport annuel 2016*, 2016.
- [13] PNUD/UNOPS, *Plan d'action triennal (1998-2000)*, Province urbaine de Kinshasa, programme national de relance du secteur agricole et rural, Kinshasa, 247p. 1998.
- [14] Godard V., *Réflexion sur le plan d'échantillonnage l'espace Géographique : Exemples d'évaluation des dégâts tempétueux observés dans deux forêts françaises (Conches-Breteuil, Eure, et Fontainebleau, Seine-et-Marne)*, Centre de Biogéographie Écologie (CNRS FRE 2545), Université de Paris 8 – Maison des Sciences de l'Homme Paris Nord 4, rue de la Croix Faron, 93210 La Plaine Saint-Denis, 20p. 2006.
- [15] Sandelowski M., *Whatever happened to qualitative description?*, *Research in Nursing & Health*, 23, p.334 – 340, 2000.
- [16] Sandelowski M., 2010. *What's in a Name? Qualitative description revisited*, *Research in Nursing & Health*, 33, p.77 - 84.
- [17] *L'arrêté départemental N°1440/000133/78 du 02 août 1978, fixant les limites et l'utilisation des terres dans les périmètres d'aménagement de la « vallée de la Funa » à Kinshasa.*
- [18] Lusamba K. M., *Portrait des quartiers populaires à Kinshasa (RDC): Un territoire, une identité*, SPED3 Institut d'études du développement (UCL), 15p., 2008.
- [19] Mugangu M., S., *La crise foncière à l'est de la RDC, l'Afrique des grands lacs*. *Annuaire 2007-2008*, 30p, 385 – 414, 2008.

De la technique de la réflexion parlée dans l'enseignement de l'arithmétique Nord-Kivu, RD Congo

[The spoken reflexion : Efficient technique for the teaching of mathematics]

KAYUMBA MUGOYI OSEE

Faculté de Psychologie et Sciences de l'éducation, Université de Goma, RD Congo

Copyright © 2018 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 differential psychology shows us that people are different from one another. Confronted to the theories developed by Legrand and Garanderie and to the reality of the teaching land in teachers of schools the situation of this theory becomes the contrary. Thus, having assessed that the mental procedures of the child can be original and different from their teachers, the author wants to impregnate himself if really teachers are informed of the existence of this mental and procedural difference at some as for their pupils. How do they proceed to discover this originality of thought? Does he exploit which technique of teaching? What teaching techniques does he exploit? The spoken reflection or he teaches in the total ignorance of this? The results of the study indicate that in general teachers accuse a notorious ignorance in this domain of the pedagogy of the mental management and the differed pedagogy.

KEYWORDS: spoken reflexion, teaching, mathematics, North-Kivu, DR Congo.

RÉSUMÉ: La psychologie différentielle nous apprend que les individus sont différents les uns les autres. Cette conception, confrontée aux théories développées par Legrand et Garanderie et à la réalité du terrain chez les maîtres d'écoles, la situation devient confuse. Ainsi, ayant estimé que la connaissance de la technique de la réflexion parlée, connue actuellement sous le concept du dialogue, conduirait à des avantages, non seulement pour les enseignants, mais aussi pour les élèves lors du processus enseignement-action. L'auteur veut savoir si les enseignants l'exploitent avec profit et s'imprégner des avantages qu'elle présente dans son application. Les résultats de l'étude indiquent que la majorité d'enseignants accuse une ignorance notoire de cette technique d'enseignement. Pour ceux qui la connaissent et l'appliquent, ils estiment qu'elle présente des avantages non moins importants.

MOTS-CLEFS: réflexion parlée, enseignement, arithmétique, Nord-Kivu, RD Congo.

1 INTRODUCTION

Comme le confirme Garanderie (1984, p.11), l'institutrice a le plus grand souci de la réussite de ses élèves. Elle a la réputation d'être sévère et juste. Il y a une bonne ambiance de classe et l'on sent que cette institutrice est aimée de tous ses élèves, même si les jugements d'appréciation qu'elle porte ne sont pas toujours agréables à entendre. Le grand point, l'essentiel, c'est que cette institutrice n'espère jamais du succès, pour chacun.

Cernant au plus près la fonction pédagogique, cet auteur propose dans son ouvrage un moyen fondamental pour vaincre l'échec scolaire : le dialogue pédagogique. Il soutient que les situations de formation se multiplient : scolarité, université, formation permanente, recyclage, université du troisième âge ; les milieux concernés s'élargissent. Avec cet auteur nous disons que la relation pédagogique est riche de possibilités d'ouverture au monde et d'épanouissement personnel.

Ainsi, la pédagogie de la gestion mentale, issue des travaux d'Antoine de la Garanderie attire notre attention du fait que les situations qu'il présente sont méconnues par la communauté enseignante en particulier, les maîtres d'écoles primaires en général et ceux de la ville de Goma en particulier.

Le parcours personnel de ce philosophe et pédagogue humaniste l'a convaincu que chaque enfant a en lui les moyens de sa réussite. Par un dialogue pédagogique, le pédagogue accompagne l'enfant dans une découverte de lui-même. Il interroge sur la façon dont cet enfant procède dans sa tête afin de lui permettre de prendre conscience des moyens mentaux qu'il utilise pour réussir une tâche (évoqueries visuelles, auditives, par de l'espace, du temps ou du mouvement dans les évoqueries, projets de sens).

L'enfant pourra ensuite réutiliser ses moyens dans le domaine où il a des difficultés. La pédagogie de la gestion mentale est donc une pédagogie de la réussite. Il s'agit de transférer les moyens de la réussite sur l'échec. Les échecs, selon Kazadi (1988, p.42), pouvant provenir de plusieurs sources, notamment : l'élève lui-même, la famille, l'école, et le pouvoir organisateur ; à notre avis, nous avons estimé que la mauvaise exploitation de la technique de la réflexion parlée par l'enseignant peut également constituer une autre source d'échec. Pour ce faire, la pédagogie de la gestion mentale vise éliminer cet échec causé par l'ignorance procédurale de l'élève par l'enseignant.

Eu égard à ce qui précède, notre tâche a été celle d'identifier les difficultés que rencontrent les maîtres dans les séquences didactiques. Certains, par l'ignorance de la démarche mentale des enfants, leurs donnent de zéro à des copies d'interrogations, de devoirs ou d'exams, les qualifiant de tricheurs parce qu'ils n'ont pas suivi la démarche tracée par l'enseignant au tableau noir lors des explications de leçons. Ces enseignants deviennent donc la base des échecs des enfants parce qu'ils ne comprennent pas leurs démarches mentales. Ils oublient que l'enfant peut avoir en lui une procédure mentale qui lui est propre permettant de trouver la réponse juste sans passer par la procédure de l'enseignant. Ces maîtres restent donc des conformistes et croient que tous les enfants doivent raisonner parfaitement selon leur logique.

Et pourtant la pédagogie différenciée insiste sur les capacités individuelles pour permettre et faciliter l'atteinte des objectifs de la pédagogie de maîtrise.

Sur ce, ce constat nous a permis de présenter notre problématique comme de la manière suivante : les enseignants d'écoles primaires sont-ils informés et appliquent-ils la technique de la réflexion parlée dans leurs séquences de leçons de l'arithmétique? Quels seraient les avantages et les inconvénients de cette technique pour la formation intellectuelle des élèves ?

Ces deux questions ont constitué le point de départ de notre étude. Dans ce cadre, nous envisageons atteindre les objectifs ci-après : (i) identifier le degré d'information et d'application chez les enseignants de la technique de la réflexion parlée et (ii) déceler ses avantages et ses inconvénients de cette technique pour la formation intellectuelle des élèves. Pour atteindre ces objectifs, nous sommes partis des hypothèses ci-après : les enseignants de l'école primaire seraient sous informés de la technique de la réflexion parlée dans leurs séquences de leçons d'arithmétiques. Ils accuseraient des lacunes dans son application. Cette technique favoriserait cependant l'expression, et éviterait la timidité chez les élèves, mais le découragement des élèves faibles constituerait un grand danger.

2 CADRE THÉORIQUE

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il est important d'explicitier sommairement quelques concepts clés relatifs à la présente étude. Il s'agit des notions connexes à l'expression « réflexion parlée » à savoir : pédagogie de l'attention, pédagogie de la réflexion, pédagogie de la gestion mentale, pédagogie de la maîtrise, la pédagogie PNL, la pédagogie différenciée, et enfin, enseignement de l'arithmétique.

RÉFLEXION PARLÉE

La technique de la réflexion parlée peut être considérée comme une forme d'interview. Pour De landsheere (1970, p.61), en procédant par cette technique, l'élève est invité à formuler à haute voix les démarches de sa pensée pendant qu'il résout un problème, ce qui permet d'étudier les processus mentaux dans leur déroulement et donc d'identifier les causes de succès et des erreurs. Avant d'écrire, l'élève doit donc parler. Cette pour cette raison que Bunzigiyé (2005, p.27), affirme que l'écrit permet de penser deux fois. Il permet de formuler sa pensée pour ensuite l'écrire en établissant une certaine distance entre, d'une part, la pensée et la décision de la transmettre. D'autre part, entre celui qui exprime sa pensée et celui qui l'accueille.

PEDAGOGIE DE L'ATTENTION

Pour Garanderie (1982, p.13), sans le geste d'attention de l'élève aucune pédagogie n'est possible. C'est par ce geste que s'ouvre la porte de la pédagogie. L'attention est le geste mental, dont la bonne exécution est l'origine pédagogique de la pédagogie. Selon cet auteur, enseigner à l'élève comment le faire constitue un préalable apparemment paradoxal puisqu' on l'enseigne comment s'y prendre pour tirer bénéfice de tout enseignement. Il s'agit d'un paradoxe apparent car tout être vivant est pratiquement toujours en situation de tirer parti de l'expérience pour modifier ses actes. En d'autres termes, à défaut d'être enseigné, l'expérience le renseigne implicitement. La pédagogie de l'attention serait communiquée à l'élève afin de le renseigner sur la meilleure manière de faire pour bénéficier d'un enseignement.

Ainsi, sur base de cette attention, il pourra parvenir petit à petit à la pédagogie de l'interprétation ; pédagogie non figée sur la pensée convergente, mais plutôt sur la pensée divergente. Cette pédagogie fait donc appel à la créativité : capacité à imaginer rapidement différentes solutions originales, si l'on est confronté à une situation problème. Selon Raynal et Rieunier (2012, p. 160), c'est dans cet optique que Guilford et Lowenfeld, deux chercheurs américains, travaillant séparément, l'un sur la créativité scientifique, l'autre sur la créativité artistique, ont mis en évidence en 1958, huit critères caractérisant la créativité : «sensibilité au monde, fluidité et mobilité de la pensée, originalité personnelle, aptitude à transformer les choses, esprit d'analyse et de synthèse, capacité d'organisation. »

PEDAGOGIE DE LA REFLEXION

Selon Garanderie (1982, p.47), la pédagogie de l'attention qui est le geste mental est déjà une pédagogie de la réflexion puisqu'on demande à l'élève dans son monde mental l'image visuelle ou auditive de ce qui lui est donné en objet de réflexion. Lorsqu'on emploie le terme de réflexion, pour cet auteur, on est plus ambitieux ; on vise l'accomplissement d'un geste mental plus complexe. Il s'agit seulement d'évoquer, par une image mentale visuelle ou auditive, un objet perçu ; il est question dans la perspective qui est la nôtre, à partir d'une donnée concrète ou abstraite proposée posant un problème, de faire retour à une loi, à une règle pour apporter la solution à la donnée présente.

Pour Minder (1999, 2007, p.294), les techniques de la « réflexion parlée » et de l'interview permettent souvent d'identifier le point critique à partir duquel l'élève a cessé de progresser correctement.

PEDAGOGIE DE LA GESTION MENTALE

Cette pédagogie a été initiée par Garandérie vers les années 1980. Garandérie (1982, p.138), a pu montrer comment fonctionnent les images mentales – visuelles et / ou auditives – de chacun. Pour ce chercheur, cette démonstration a permis à des meilleurs enseignants de discerner les aptitudes scolaires des élèves.

En leur donnant les possibilités de comprendre le processus d'apprentissage de l'enfant, il les a libérés du spectre de l'échec scolaire. Dès lors, ils ont pu s'engager dans une démarche optimiste qui exploite les chances de succès scolaire de chaque enfant.

De fois, nous qualifions nos élèves des cancrès, par ce que nous ne les comprenons pas et nous ne les accompagnons pas dans leurs démarches de penser, de raisonner, et croyons qu'ils peuvent procéder comme nous. Il s'agit donc d'une utopie.

PEDAGOGIE DE LA MAITRISE

Née aux Etas Unis, la pédagogie de la maîtrise a été initiée par un article de Caroll, « A model of school learning », paru en 1963. Dans cet article, comme le confirme Raynal et Rieunier (2012, p.370), l'auteur, prenant le contre – pied des postulats de la pédagogie traditionnelle affirme que :

- « l'aptitude est la quantité de temps nécessaire à un apprenant pour maîtriser une tâche d'apprentissage déterminé,
- La plupart des élèves (90%) peuvent apprendre ce que l'école se propose de leur enseigner, à condition de leur laisser le temps nécessaire à leur apprentissage ».

LA PEDAGOGIE PNL

Thiry (2014, p. 27), présente la pédagogie PNL (Programmation Neuro-Linguistique) comme une discipline qui s'est développée, surtout à ses débuts, dans le domaine de la psychothérapie. Lorsqu'ensuite elle a été utilisée dans le domaine de

l'entreprise, puis de la pédagogie, elle a développé des techniques spécifiques à ces domaines qui n'ont rien à avoir avec des techniques de psychopédagogie. Les quatre présupposés de cette pédagogie qui utilise des techniques verbales à l'occurrence la réflexion parlée ou la stratégie de prononciation, donne une orientation à la manière d'être en relation avec l'enfant et favoriser l'émergence d'une conception particulière de l'enseignement et de l'éducation.

- Le premier principe « la carte n'est pas le territoire » rappelle que la conception de l'adulte n'est pas forcément meilleure que celle de l'enfant. Il entraîne l'enseignant dans l'écoute et le respect du vécu de l'enfant.
- Le second principe « derrière tout comportement, il y a une intention positive » invite les adultes à chercher dans les comportements inadéquats d'enfants le sens de ces comportements.
- Le troisième principe « il n'a pas d'échec, il y a que du feed-back » oriente toute conception d'évaluation. S'il n'y a plus d'échec, alors le redoublement de classe perd sa pertinence. Constaté un échec ne crée que démotivation et fatalisme.
- Un quatrième principe se formule ainsi : « Si quelqu'un a appris quelque chose je peux l'apprendre aussi si j'ai décidé de l'apprendre ». Ce principe suppose la possibilité d'apprendre des autres.

LA METACOGNITION

La métacognition est une réflexion sur la cognition. C'est chercher à la cerner. En pédagogie, c'est chercher à explorer ce qu'un jeune fait dans sa pensée pour parvenir à apprendre. Le but, à terme, étant d'apprendre aux jeunes à apprendre. Lorsque l'élève se regarde lui-même travailler, il fait ce qu'on pourrait appeler de « l'observation formative », mais on dira plutôt, pour désigner cette situation où il analyse son propre fonctionnement intellectuel, qu'il fait de « l'introspection métacognitive », ou qu'il développe une démarche de métacognition (Minder, 1999, 2007, p. 282).

Selon Thiry (2014, p. 97), quatre démarches coexistent dans cette recherche des actions cognitives qui permettent ou non à un jeune d'atteindre ses objectifs d'apprentissage :

- La métacognition à l'école ;
- La gestion mentale ;
- La programmation neurolinguistique,
- La psycho-phénoménologie (étude des actes cognitifs en s'informant directement auprès du sujet de son vécu subjectif).

Bien qu'elles aient le même objectif, cet auteur estime que ces quatre démarches sont quatre manières différentes d'approcher l'activité cognitive. Elles donnent des conseils quelques fois proches, souvent complémentaires, parfois divergentes.

PEDAGOGIE DIFFERENCIEE

Version européenne et cognitiviste de la pédagogie de la maîtrise dont elle est issue, à qui elle emprunte son organisation et dont elle utilise toutes les techniques, Raynal et Rieunier (2012, p.372), estiment que la pédagogie différenciée cherche à évaluer non seulement le produit de l'apprentissage, mais également les processus d'apprentissage mis en œuvre par les individus.

Les adeptes de cette pédagogie savent que chaque élève apprend à sa manière, selon des « styles d'apprentissages » différents, et que chacun présente tout à la fois de compétences et des difficultés spécifiques.

Le terme pédagogie différenciée a été créé par Legrand, au début des années 1970 pour signifier ce qu'on avait l'habitude d'appeler individualisation de l'enseignement qui tient également compte des aptitudes des élèves chacun en particulier.

A ce sujet, Burns cité par Hameline (1979), repris par Pelpel (2005, p.117), disent :

- « il n'y a pas deux apprenants qui progressent à la même vitesse,
- Il n'y a pas deux apprenants qui sont prêts à apprendre en même temps,
- Il n'y a pas deux apprenants qui utilisent les mêmes techniques d'étude
- Il n'y a pas deux apprenants qui résolvent les problèmes exactement de la même manière
- Il n'a pas deux apprenants qui possèdent le même répertoire de comportements
- Il n'y a pas deux apprenants qui possèdent le même profil d'intérêt
- Il n'y a pas deux apprenants qui sont motivés pour atteindre les mêmes buts. » C'est donc une grosse erreur pour l'enseignant de comparer les apprenants lors de son action éducative.

ENSEIGNEMENT DE L'ARITHMETIQUE

Pour Freinet cité par Pagès (2010, p.118), enseigner signifie « faire émerger les questions et accompagner les élèves dans la recherche des réponses » et c'est pour l'élève, éprouver du plaisir et pouvoir agir.

Raynal et Rieunier (2012, p.209), se sont emprunté la définition de Gagné qui stipule que « enseigner, c'est organiser des situations d'apprentissage. »

Cette organisation des situations d'apprentissage doit tenir compte, bien sûr des dimensions affectives, sociales, pédagogiques, psychologiques, didactiques ..., mises en jeu dans l'acte d'enseignement / apprentissage.

Pour ces auteurs, enseigner, c'est proposer à l'apprenant un certain nombre de situations qui visent à provoquer l'apprentissage visé. Pour Skinner (1988, pp.6-9), « enseigner, c'est nourrir ou cultiver l'enfant en croissance, c'est lui donner de l'exercice intellectuel, le guider à la façon de l'horticulteur qui dirige la croissance d'une plante. Enseigner, ajoute-t-il, c'est construire. » On pourra toujours dire, que l'éducateur construit des précurseurs des comportements, connaissances, aptitudes ou intérêts, mais on peut voir dans la tâche de l'éducateur un travail de construction portant directement sur les comportements et non sur quelque entité qui les précède.

En parlant de la créativité et de l'originalité, il précise qu'un très bon enseignement semble aussi menacer l'individualité en réduisant les comportements originaux.

Dans cette optique, Blaye et Lemaire (2007, p.159), estiment que les nombres font partie intégrante de notre vie. Selon ces auteurs, Bian Butterworth (1999), un 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 ! 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. On peut sans crainte affirmer qu'au niveau de l'école primaire la résolution d'un problème par un enfant est souvent le reflet de sa personnalité, de ses habitudes antérieures. Piaget (1990, p.83), est absolument d'accord avec De Moraes quand elle écrit : « Nous avons pu d'ailleurs constater aussi que la façon de procéder mentalement est particulière à chaque élève, même lorsqu'ils choisissent une marche à suivre identique. Ces faits devront être pris en considération au moment d'élaborer une sérieuse méthodologie de la solution des problèmes d'arithmétique ». L'intérêt pour le développement de cette sphère cognitive dans cet article est donc évident. Ainsi, les enseignants sont appelés à mettre plus d'accent sur cette discipline et exploiter plus la réflexion parlée en vue de développer de plus en le raisonnement et la créativité chez les élèves.

Dans sa théorie appelée « constructivisme », Piaget montre que les connaissances ne sont pas transmises par quelqu'un « qui sait » vers quelqu'un « qui ne sait pas », elles ne viennent pas des sensations comme le prétendent les associationnistes, elles sont construites par l'individu par l'intermédiaire des actions qu'il accomplit sur les objets.

Dolle (1999, pp. 90-92), affirme que c'est dans cette optique que Piaget a pu retenir quatre facteurs généraux du développement mental, mais dont la stabilité est variable. Ces facteurs sont : la maturation nerveuse, l'exercice et l'expérience acquise, les interactions et les transmissions sociales et enfin, l'équilibration. A tous les niveaux, le sujet construit des théories pour donner un sens à ses expériences. C'est ce que Piaget appelle l'équilibration majorante. C'est par ce mécanisme de l'équilibration majorante que les connaissances augmentent et se complexifient.

Partant de **PEDAGOGIE DIFFERENCIEE**, Mialaret (1967, p.83), pense qu'il est difficile d'utiliser les qualificatifs soit de « logique », soit « d'illogique » pour caractériser la résolution des problèmes faits par les enfants. Pour lui on peut sans crainte affirmer qu'au niveau de l'école primaire la résolution d'un problème par un enfant est souvent le reflet de sa personnalité, de ses habitudes antérieures. En finissant, rappelons avec cet auteur que le domaine des problèmes d'arithmétique peut en fournir des données très riches pour l'étude des caractéristiques individuelles en psychologie différentielle.

3 CADRE METHODOLOGIQUE

Dans le but d'atteindre les objectifs fixés et de vérifier nos hypothèses, nous avons fait recours à la méthode descriptive qui consiste à décrire une situation soit d'une façon générale soit d'une façon analytique. Pour la récolte des données, un questionnaire nous a permis de réaliser cette tâche. Pour le dépouillement de ces données, l'analyse de contenu nous a permis d'y arriver. Berelson cité par Bardin (2003, p.39), décrit celle-ci comme « une technique de recherche pour la description objective, systématique et quantitative du contenu manifeste des communications ayant pour but de les interpréter ». Enfin, le khi carré nous a permis d'analyser les données collectées.

Pour ce qui concerne l'univers (population) d'étude, celle-ci étaient constituée de 1481 enseignants dont 916 hommes et 565 femmes d'écoles primaires de la sous division de Goma.

Quant à l'échantillon, nous avons pris 50 enseignants d'écoles primaires venant de toutes les conventions (catholique, protestante, adventiste, musulman, kimbanguiste) lors d'un séminaire de formation pédagogique organisé à leur intention en avril 2014. C'est-à-dire que chaque convention avait dix représentants comme repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1. Répartition de l'échantillon selon les réseaux

Réseaux	f	%
Catholique	10	20
Protestant	10	20
Adventiste	10	20
Musulman	10	20
Kimbanguiste	10	20
Total	50	100

Nous avons estimé que cette représentativité nous donnerait des informations nécessaires et suffisantes pour analyser le degré de connaissance et les avantages de la technique de la réflexion parlée comme technique d'enseignement.

4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

A l'issue du dépouillement des protocoles, nous avons pu synthétiser les données recueillies auprès des enseignants à travers les tableaux statistiques ci-après :

Tableau 2. Connaissance de la technique de la réflexion parlée

Opinion f %	
Oui	16 32
Non	31 62
Neutre	3 6
Total	50 100

$$\chi^2_{\text{Cal}} = 23,5 ; p < .01 (S)$$

L'examen du tableau ci-haut atteste que sur 50 sujets enquêtés ,16 soit 32 % connaissent la technique de la réflexion parlée. 31 soit 62% ignorent cette technique. 3 enquêtés soit 6% n'ont rien fournis comme information à ce sujet. Le chi- carre étant très significatif, nous confirmons donc l'indépendance de chacune de ces trois catégories d'opinions.

Quant à la définition de l'expression « réflexion parlée » les 16 enquêtés qui la connaissent ont fournis les explications suivantes :

Tableau 3. Définition de la réflexion parlée

Définition	f	%
Expression orale basée sur la réflexion	3	19
Expression libre	3	19
Emission des réflexions	2	12,5
Feed - back	2	12,5
Observation critique	2	12,5
Méthode de raisonnement	2	12,5
Emission des réflexions	1	6
Méthode d'investigation	1	6
Total	16	100

$$\chi^2_{\text{Cal}} = 156,30 ; p < .01 (S)$$

Il ressort de ce tableau que les enseignants qui connaissent l'expression « réflexion parlée », c'est –à-dire, ceux qui ont oui, sont tous incapables de donner une définition commune cette expression. Pour les 34 enseignants qui ne connaissent pas cette expression, ils ont essayé de donner le sens de cette expression en ces termes :

Tableau 4. sens de l'expression « réflexion parlée »

Sens de la « réflexion parlée »	f	%
Bien parlé, bien réfléchir	1	2,9
Schéma utilisé pour le raccourci	1	2,9
Réfléchir avant de répondre	4	11,8
Travaux oraux	1	2,9
Méthode active - participative	19	56
Parler ce qu'on s'imagine	2	5,9
Enseigner en parlant	2	5,9
Méthode ex positive	2	5,9
Méthode favorisant le développement scientifique	1	2,9
Sans idée	1	2,9
Total	34	100

$\chi^2_{\text{Cal}} = 118,52 ; p < .01 (S)$

Le sens du concept l'expression « réflexion parlée » pour les 34 enseignants qui ont dit non, diffère d'un enseignant à l'autre. 2 enseignants soit 2,9% n'ont aucune idée sur cette expression. 19 soit 56%, estiment que son synonyme est l'expression « méthode active – participative ». 4 soit 11,8% donnent comme synonyme « réfléchir avant de répondre ». 2 soit 5,9% confirment que cette expression signifie « parler ce qu'on s'imagine, enseigner en parlant, méthode ex positive, bien parler, bien réfléchir, schéma raccourci, travaux oraux, méthode favorisant le développement scientifique.

Tableau 5. Branches où l'on exploite la réflexion parlée.

Branches	f	%
Mathématiques	17	25,4
Français	16	23,9
Sciences d'observation	15	22,5
Histoire, ECM, Education à la santé et env.	10	14,9
Toutes les disciplines	6	8,9
Enseignement des langues	1	1,5
Swahili (Usemi)	1	1,5
Traduction	1	1,5
Aucune discipline	1	1,5
Total	67	100

$\chi^2_{\text{Cal}} = 59,2 ; p < .01 (S)$

En lisant les données de ce tableau, nous constatons que les branches où l'on exploite la technique de la réflexion parlée sont les suivantes :

Mathématique (25,4 %) ; français (23,9%) ; sciences d'observation (22,4%) ; Education civique et morale, éducation à la santé et environnement (14,9%) ; toutes les disciplines (8,9%). Enseignement des langues, Kiswahili Usemi, traduction, aucune discipline (1,5%). Comme on le constate, les fréquences s'élèvent à 67, c'est-à-dire, supérieures à l'échantillon (50). Cette situation est dû au fait que un enseignant pouvait donner plusieurs blanches ou' la réflexion parlée pourrait être exploité.

Tableau 6. Procédure d'exploitation de la réflexion parlée

Variables	f	%
Réfléchir puis parler aux élèves	1	2
Confusion	49	98
Total	50	100

$\chi^2_{\text{Cal}} = 46 ; p < .01 (S)$

Les enseignants ont exprimé des avis purement confusionnistes au sujet de la procédure d'exploitation de la technique de la réflexion parlée. Ils ne comprennent rien de cette technique d'enseignement et d'évaluation. Presque tous ne s'imprègnent pas de l'usage correct de cette technique (98). Quant au 2%, ils affirment que cette technique permet aux élèves de réfléchir et de parler sous la direction de l'enseignant. Cette confusion est exprimée par le résultat du khi-carré Calculé = 46 ; $p < .01$ sensiblement significatif. Il sied de souligner donc qu'en dépit des différentes opinions exprimées par les enseignants, la confusion les caractérise tous.

Tableau 7. Avantages de la réflexion parlée

Variables	f	%
Faciliter l'expression, éviter la timidité	15	30
Création de situation d'échange	6	12
Emulation et participation	5	10
Assimilation facile	5	10
Réflexion personnelle	4	8
Connaître le degré de connaissance des élèves	3	6
Moins de fatigue chez l'enseignant	3	6
Favoriser l'attention et l'imagination	1	2
Sans idée	8	16
Total	50	100

$\chi^2_{\text{Cal}} = 23,6 ; p < .01 (S)$

A la lumière des résultats de ce tableau, nous constatons que les enquêtés estiment que les avantages de la réflexion parlée comme technique d'enseignement et d'évaluation sont les suivants : Faciliter l'expression et éviter la timidité (30%). Création de situation d'échange (12%). Emulation et participation, assimilation (10%). Réflexion personnelle (8%). Connaître le degré de connaissance des élèves, moins de fatigue chez l'enseignant (6%). Favoriser l'attention et l'imagination (2%). Sans idée (16%). Le résultat de khi-carré calculé est égal à 23,6, $p < .01$ étant significatif.

Tableau 8. Inconvénients de la réflexion parlée.

Variables	f	%
Découragement des élèves faibles	15	30
Incompréhension enseignant –élève	8	16
Perte du temps	6	12
Psittacisme	5	10
Individualisme	1	2
Dérangement	2	4
Absence de correction orthographique	2	4
Orgueil chez l'élève	1	2
Sans inconvénient	1	2
Sans idée	9	18
Total	50	100

$\chi^2_{\text{Cal}} = 38,4 ; p < .01 (S)$

Les enseignants ont émis des avis différents au sujet des .découragement des élèves faibles (30%). Incompréhension enseignant – élève (16%). Perte de temps (12%). Psittacisme (10%). Individualisme, orgueil chez l'élève, sans inconvénient (2%). Dérangement, absence de correction orthographique (4%). Sans idée (18%). Le Khi-carré confirme ces avis. (Khi Calculé= 38,4 ; $p < .01$).

5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

A l'issu de traitement et analyse des données, il s'est avéré que les enseignants d'écoles primaires accusent une ignorance notoire de la technique de la réflexion parlée (khi-carré calculé est égal à 23,5 ; probabilité associée $< .01$.) étant significatif. Cette conclusion corrobore celle de Garanderie (1982) selon laquelle « il existe des gestes mentaux pédagogiques dont le bon usage procure à l'élève le succès : le geste d'attention, le geste de réflexion, le geste de mémoire ». Ces gestes sont souvent ignorés par la plupart des enseignants. Elle corrobore également la pensée de Thiry (2014), portant sur l'exploitation de la pédagogie PNL. Ce dernier pense que lorsqu'un jeune a compris l'essentiel d'une notion, qu'il s'en souvient et qu'il a pris le temps de réfléchir sur les liens qu'il peut faire avec d'autres éléments, il peut enfin s'exprimer sur le sujet, oralement ou par écrit.

Pour De Landsheere (1992, p.8), les élèves n'accroissent pas leur capacité en accumulant simplement des habiletés et des faits nouveaux, mais en donnant une forme nouvelle à leurs structures de connaissances, en automatisant les procédures, en comprenant l'information pour réduire la charge de la mémoire, et en développant des stratégies et des modèles qui leur disent quand et comment les faits sont appropriés. Cet auteur (1992, p.35), condamne le professeur qui fait un cours où il impose les informations, les opinions et les jugements puis, à l'examen, il pose des questions dites d'intelligence qui mettent en œuvre les capacités qui n'ont précisément pas été installées pendant les leçons. A travers les méthodes actives et participatives, découvrir plus vite son élève. Il doit donc apprendre à exploiter ces nouvelles méthodes ; car dit-t-on, un enseignant qui n'apprend pas, il doit cesser d'enseigner.

Pour ce qui concerne la définition que chaque enseignant donne à cette expression, le constat est que tous, semblent ignorer la vraie signification de celle-ci. Le khi carré atteste cette situation ($X^2_{cal}=1,93$, $p > .01$). Cependant, le sens fourni par chacun selon sa compréhension diffère d'un enseignant à l'autre ($X^2_{cal}=118,52$ $p < .01$) étant significatif.

Quant aux branches où la réflexion parlée est plus exploitée, nous citons : mathématique (25,5%) ; français (23,9), Sciences d'observation (22,4), histoire, éducation civique et morale, éducation à la santé et environnement (14,9), etc. ($X^2_{cal}=59,2$; $p > .01$).

Au sujet de la procédure d'exploitation de la réflexion parlée, les résultats attestent une ignorance notoire de la part de tous les enseignants (98%). Ceci confirme la première et la deuxième hypothèse ($X^2_{cal}= 46$; $p > .01$).

Ainsi, les résultats du tableau 4.1, 4.2, 4.3 et 4.5 confirment ces deux hypothèses.

Pour les avantages de cette technique, les plus cités sont : faciliter l'expression et éviter la timidité (30%) ; création des situations d'échange (12%) ; émulation et participation, assimilation facile (10%), réflexion personnelle (8%) connaître le degré de connaissance des élèves, moins de fatigue chez l'enseignant (6%). Enfin favoriser l'attention et l'imagination (2%). 16% des enquêtés sont sans idée.

Pour les inconvénients, les enquêtés dans leur confusion ont soulevé les variables ci-après : découragement des élèves faibles (30%). Incompréhension entre enseignant et élève (16%). Perte du temps (12%). Psittacisme (10%). Dérangement et absence de corrections orthographiques (4%). Individualisme, orgueil chez les élèves (2%). Sans inconvénients (2%).

Le khi carré ($X^2_{cal}= 38$; $p > .01$) confirme cette diversité d'inconvénients selon les enseignants enquêtés. Les résultats du tableau 4.6 et 4.7 confirment les deux dernières hypothèses.

6 CONCLUSION

Notre étude a porté sur la réflexion parlée comme technique d'enseignement efficace. Technique appelée par Thiry (2014, p.53), stratégie de prononciation. La préoccupation majeure a été d'apprécier le degré de connaissance de celle-ci, de suggérer les pistes de sortie en cas où la technique est méconnue en vue d'éviter les échecs chez les élèves dont la source proviendrait des enseignants eux-mêmes.

Notre problématique était formulée de la manière suivante : les enseignants d'écoles primaires sont-ils informés de la technique de la réflexion parlée comme technique d'enseignement efficace dans leurs séquences de leçons de

mathématiques ou autres leçons qui font appel au raisonnement? Quels seraient les avantages et les inconvénients de cette technique pour la formation intellectuelle des élèves ?

- Les objectifs poursuivis étaient Identifier le degré d'information des enseignants sur la technique de la réflexion parlée ;
- Déceler le sens qu'elle revêt et ses avantages pour la formation intellectuelle des élèves ;
- Renseigner à tout enseignant l'emploi de cette technique et leur montre qu'il n'y a pas un seul modèle à suivre qui doit être calquée dans ses grandes lignes pour la résolution de problème.

Ainsi, nos hypothèses étaient formulées de la façon suivante : Les enseignants de l'école primaire de la ville de Goma seraient moins informés de la technique de la réflexion parlée. Ils accuseraient une confusion notoire de son emploi, de sa définition et de son sens exacte. Cette technique offre des avantages parmi lesquels nous citons : faciliter l'expression et éviter la timidité chez les élèves ainsi que comme inconvénient : découragement chez les élèves faibles.

Pour atteindre les objectifs fixés et vérifier nos hypothèses, nous avons fait recours à la méthode descriptive, à l'analyse documentaire, au questionnaire, à l'analyse de contenu et au test khi carré.

A l'issue de nos analyses nous avons constaté que les enseignants de l'école primaire dans la ville de Goma sont sous informés au sujet de la technique de la réflexion parlée (62%). Pour l'exploitation de cette technique, les résultats ont montré que chaque enseignant définissait et donnait le sens de cette expression avec confusion. Il était de même pour la procédure qu'il proposait (98%). Cela étant, nos deux hypothèses ont été vérifiées et affirmons que les enseignants de l'école primaire dans la ville de Goma accusent une ignorance notoire dans l'usage de la technique de réflexion parlée et estimons qu'ils seraient à la base des échecs des élèves surtout en mathématique où les enfants sont condamnés à suivre le modèle tracé par ces enseignants. C'est-à-dire que les enfants créatifs qui procéderaient d'une autre manière lors de la résolution d'un problème seraient mal cotés croyant qu'ils ont triché la dernière réponse chez leurs amis.

Cette hypothèse sera vérifiée dans nos investigations ultérieures. Une fois maîtrisée, à notre avis, la technique a moins d'inconvénients, ses avantages primeraient sur ce dernier car selon De Lansheere (1992, p.78), estime-t-il, l'amélioration de tests de performance scolaire à l'instar de la réflexion parlée devrait permettre aux enseignants d'atteindre les objectifs suivants :

- Diagnostiquer la source et types des erreurs chez les élèves ;
- Identifier les stratégies de résolutions de problèmes généralement spécifiques à un domaine ;
- Observer dans quelle mesure l'élève est capable de varier ses stratégies de résolution de problèmes lorsqu'il ne trouve pas directement les solutions ;
- Identifier les stratégies métacognitives utilisées par l'élève, repérer celles qui l'aide et celles qui ne l'aident pas.

Enfin disons que la technique de la réflexion parlée fait partie des techniques non seulement de formation mais aussi d'évaluation permettant de connaître les processus cognitifs de l'élève.

Pour ce faire, nous disons que la présente étude n'est qu'un début d'analyse de cette technique tout à fait importante pour la pédagogie de la maîtrise et de la gestion mentale. Ainsi comme le confirme Berger cité par Mialaret (1981, p.7), « pour agir il faut accepter l'imperfection » mais nous estimons avoir éclairci tant soit peu l'incompréhension de cette importante technique d'enseignement et d'évaluation.

REFERENCES

- [1] Anderson, D.R. et al. (2011). Statistiques pour l'économie et la gestion.
- [2] Paris : Nouveaux Horizons.
- [3] Bardin, L. (2003). L'analyse de contenu. Paris : Puf.
- [4] Blaye, A. et Lemaire, P. (2007). Psychologie du développement cognitif de l'enfant. Paris : de Boeck.
- [5] Bunzigiye, D. (2005). Alphabétisation, un tremplin pour le développement. Kigali : Paillotte.
- [6] Château, J. (1980). Les grands pédagogues. Paris : Puf
- [7] De landsheere, G. (1970). Introduction à la recherche en éducation. Liège : Georges Thone.
- [8] De Landsheere, G. (1992). Evaluation continue et examens, précis de docimologie. Bruxelles : Labor.
- [9] Depelteau, F. (2011). La démarche d'une recherche en sciences humaines, de la question de départ à la communication des résultats. Canada : De Boeck.
- [10] Dolle, J.M. (1999). Pour comprendre Jean Piaget. Paris : Dunod.
- [11] Garanderie (de la), (1982). Les profils pédagogiques, discerner les aptitudes scolaires. Paris : Centurion.

-
- [12] Garanderie (de la), (1982). Pédagogie des moyens d'apprendre. Paris : Centurion.
- [13] Garanderie (de la), (1984). Le dialogue pédagogique avec l'élève. Paris : Centurion.
- [14] Grawitz, M. (2005). Méthodes des sciences sociales. France : Dalloz.
- [15] Kazadi, N. M. (1988). « Les échecs scolaires », in Educateur, Kinshasa : EDIDEPS, n0 18, pp, 42-43.
- [16] Mialaret, G. (1981). Histoire mondiale de l'éducation. Paris : Puf.
- [17] Mialaret, G. (1990). L'apprentissage des mathématiques. Bruxelles : Dessart.
- [18] Minder, M. (1999, 2007). Didactique fonctionnelle. Objectifs, stratégies, évaluation. Paris : De Boeck.
- [19] Pagès, V. (2011). Je prépare le DEME, Diplôme d'Etat de Moniteur éducateur. Paris : Dunod.
- [20] Pelpel, P. (1993, 2013). Se former pour enseigner. Paris : Dunod.
- [21] Raynal, F. Rieunier, A. (2012). Pédagogie, dictionnaire des concepts clés : apprentissage, formation, psychologie cognitive. Paris : ESF.
- [22] Skinner, B.F. (1988). La révolution scientifique de l'enseignement. Bruxelles : Pierre Mardaga.
- [23] Thiry, A. (2014). La pédagogie PNL. Lecture comparée à différentes approches en pédagogie et en sciences cognitives. Bruxelles : De Boeck.

La franchise : Concepts et théories

[Franchise : Concepts and theories]

Jalila AIT SOUDANE and Mounia AMAZIAN

Research Laboratory in Management Sciences, Mohamed V University, Rabat, Morocco

Copyright © 2018 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 franchise remains one of the most effective privileged ways to develop even in a national and international territory. It has been in the long-term since its appearance in the 1970s in America, then in Europe, and has spread to emerging and even developing countries. Its persistent character and the success of its formula known as "win-win" push a most of companies that operating in different sectors to integrate.

This article provides a general overview of franchise, notably its definitions and its theoretical foundations, by presenting the different theories that explain this phenomenon. So the objective is to discuss the literature in this context and identify the different forms of franchises.

KEYWORDS: franchise, franchisor, franchisee, theories, forms.

RÉSUMÉ: La franchise demeure un des moyens privilégiés pour se développer dans un territoire national et même international. Elle s'est inscrite durablement depuis son apparition dans les années 70 en Amérique suivie par l'Europe, et s'est étalée jusqu'aux pays émergents et même aux pays en voie de développement. Son caractère de persistance et le succès de sa formule connue par « formule gagnant-gagnant » pousse un nombre croissant d'entreprises exerçant dans des différents secteurs d'y intégrer.

Cet article donne une vue générale sur la franchise, notamment sur ses définitions et ses fondement théoriques en présentant les différentes théories qui expliquent ce phénomène. Donc l'objectif est de faire l'état de la littérature dans ce domaine et d'identifier les différentes formes de franchises.

MOTS-CLEFS: franchise, franchiseur, franchisé, théories, formes.

1 INTRODUCTION

Depuis une trentaine d'années, la franchise a fait l'objet de plusieurs recherches dans les domaines de droit, d'économie et de gestion vu le succès qu'elle remporte dans les territoires nationaux et même quand l'enseigne décide de s'internationaliser. Les années 80 ont connu un fort développement des réseaux de distribution organisés en franchise (Chanut, 2004).

Ce mode de commerce a déjà fait ses preuves dans les pays développés en Europe et en Amérique dès les années soixante, et à multiplier dans les pays émergents comme dans les pays en voie de développement. Dans ces pays, la franchise a transféré du savoir-faire, et de la technologie notamment en management et a incité les entrepreneurs locaux à se lancer en franchise étant encouragés par le succès remporté par les enseignes américaines et européennes installées dans leurs pays.

L'option franchise est largement explorée théoriquement et empiriquement par les auteurs, principalement dans la perspective de la rareté des ressources (Oxenfeldt & Kelly, 1968-1969), des coûts de transaction (Williamson, 1975, 1981) et de la théorie de l'agence (Jensen & Meckling, 1976),

Cet article est consacré aux définitions des concepts et théories expliquant la franchise et donne un aperçu sur les types de franchises.

2 EXPLICATIONS CONCEPTUELS DE LA FRANCHISE

Plusieurs travaux de recherche ainsi que des exemples de réussite dans la vie économique permettent actuellement d'affirmer que la franchise est une méthode d'implantation rapide (Oxenfeldt et Kelly 1969, Minkler 1990, Hoffmann et Preble 1991, etc.) et à risques de défaillance moindres (Shane 1996). Elle conjugue les avantages du dynamisme de l'entreprise individuelle et la puissance économique de la grande organisation (Nguyen et Cliquet ,2004).

La franchise est largement explorée théoriquement et empiriquement par les auteurs, notamment dans la perspective de la rareté des ressources, des couts de transaction et d'agence¹.

2.1 FRANCHISE : ESSAI DE DEFINITION

Le premier sens du mot franchise fait référence à la liberté, l'indépendance « *état de celui qui est de condition libre, qui n'est assujetti à aucun maître* »².

Le franchisage se définit comme « *une méthode de collaboration entre une entreprise franchiseur, d'une part, et une ou plusieurs entreprises franchisées, d'autre part. Cette collaboration a pour but un développement accéléré des entreprises contractantes par l'action commune résultant de la conjoncture des hommes et des capitaux, tout en maintenant leur indépendance respective, dans le cadre d'accords d'exclusivité réciproque* ». (Mendez et Lehnish .J.P, 1984) cité dans (Rochdane et Ayegou, 2009) [8] [9].

D'après Leloup (2004), la franchise est un contrat par lequel une entreprise, « franchiseur », confère à d'autres entreprises « franchisés », le droit de réitérer, un système expérimenté par le franchiseur, permettant au franchisé de réaliser des affaires profitables.

La franchise est définie par la fédération française de la franchise³ comme : « *un mode de collaboration entre deux entreprises indépendantes juridiquement et financièrement (le franchisé et le franchiseur). C'est une méthode qui permet à un indépendant d'entreprendre plus rapidement en optimisant ses chances de succès et à un franchiseur d'asseoir son développement commercial sur un réseau de chefs d'entreprise impliqués sur leur marché local* ».

Pour la fédération française de franchise, la franchise se distingue par trois principes fondamentaux :

- Les signes de ralliement de la clientèle
- Le franchiseur garantit à son franchisé la jouissance de la marque et de l'enseigne, le concept architectural, le système d'identité visuelle , et veille à ce que le franchisé respecte des prescriptions d'utilisation de cette marque ou enseigne et des autres signes de ralliement mis contractuellement à sa disposition.

A l'issue du contrat, le franchiseur s'assurera de la non-utilisation des signes de ralliement de la clientèle par l'ancien franchisé. En cas d'exclusivité de l'utilisation de la marque sur un territoire donné, le franchiseur en précise les modalités : objet, portée.

¹ Oxenfeldt A.R. et Kelly A.O. (1969), Will successful franchise systems eventually become wholly owned chains ?, Journal of Retailing, 44, 69-

² « Au pluriel, le mot fait référence aussi aux « droits, privilèges et libertés que possédaient par charte ou concession, des villes des pays et leurs habitants, des corps constitués, limitant ainsi le pouvoir de l'autorité souveraine, notamment entre le moyen âge et la XVIIIème siècle, et fait référence ainsi aux zones d'exclusivité territoriale concédées par le franchiseur aux franchisés dans de nombreux contrats de franchise » cité par (Chanut, 2004)

³ La FFF est la fédération représentative de la franchise en France qui, depuis sa création en 1971, met son expertise et son professionnalisme au service de cette stratégie de développement des entreprises.

Site web : <https://www.franchise-fff.com/>, consulté le 02/02/2018.

- Le savoir-faire

Le savoir-faire est un ensemble de méthodes commerciales, techniques, logistiques, informatiques, de gestion.....testées et expérimentées par le franchiseur, qui, le transmet au franchisé et en contrôle l'application et le respect.

Par le biais du contrat, Le franchisé s'engage à ne pas divulguer le savoir-faire, Surtout que ce savoir-faire est difficilement accessible par une personne extérieure au réseau.

- L'assistance technique et commerciale

Elle comprend le montage du projet, l'ouverture du point de vente...etc, et assure au franchisé un transfert quasi permanent du savoir-faire et de ses évolutions.

Krista Duniach (2003), propose une synthèse des approches juridiques et commerciales et définit la franchise comme suit :

« *La franchise est un système inter organisationnel par lequel un franchiseur transfère à des franchisés son savoir-faire, met à leur disposition un ensemble de produits, de services et de signes distinctifs et leur offre une assistance commerciale et technique permanente en échange d'une rémunération. Le but essentiel de la franchise est la réitération d'une réussite commerciale.* »

En 2009, Michel KAHN⁴ définit la franchise comme étant un accord de coopération commerciale, économique et humaine constatée dans un contrat. Le franchiseur donne en licence sa marque, transmet son savoir-faire et assiste le franchisé dans son exploitation, le tout contre rétribution

D'après toutes ces définitions, il s'avère que la franchise met en relation deux parties au contrat : le franchiseur et le franchisé. Quoique complémentaires, chacun possède des motivations spécifiques.

2.2 ACTEURS DE LA FRANCHISE

2.2.1 FRANCHISEUR

C'est un entrepreneur indépendant, un chef d'entreprise souhaitant lancer une activité ou en élargir le développement. Ce peut être un industriel, un producteur, un commerçant ou un prestataire de services. Il dispose d'un savoir-faire qui présente un succès potentiel qu'il entend étendre. Bien intégré sur son marché, il dispose d'un concept original et offre un contrat de collaboration à des candidats désirant développer ce concept à leur compte. La franchise permet au franchiseur la diffusion de sa marque et l'optimisation de son image avec un faible investissement initial (Nguyen et Cliquet, 2004).

2.2.2 FRANCHISE

C'est, lui aussi, un entrepreneur indépendant, une personne physique ou morale, sélectionné par un franchiseur. Il dispose d'un capital et recherche une entreprise dynamique pour l'y investir. Une fois le contrat signé avec le franchiseur, il devient juridiquement responsable de sa propre exploitation, et verse un droit d'entrée et des redevances tout au long de l'activité concernée. Il bénéficie exclusivement de l'image de marque du franchiseur. Donc, la franchise est, pour lui, une formule intéressante, car elle peut réduire les risques financiers et économiques qui résident dans tout lancement d'entreprise (Nguyen et Cliquet, 2004).

2.2.3 RESSOURCES DU FRANCHISEUR/FRANCHISE

On distingue un certain nombre de ressources apportées par les deux contractants. Pour Chanut (2004) ; le franchisé doit disposer :

- Des ressources commerciales, financières avec la propriété d'un emplacement, d'un fonds de commerce et d'une clientèle, la connaissance du marché local, d'un savoir-faire relationnel avec la clientèle, une capacité d'investissement.

⁴ MICHEL KAHN, grand consultant et expert en Franchise, président de la fédération des réseaux européens de franchise et de partenariats et auteur de l'ouvrage « Franchise et partenariat ».

- Des ressources managériales ; le franchisé doit détenir de la capacité de gestion d’une équipe de vente.
- Des qualités entrepreneuriales : entrepreneur indépendant, propriétaire de son fonds de commerce.

Quant au franchiseur, les ressources de celui-ci reposent sur un concept distinctif, d’une marque, d’un savoir-faire et d’une assistance continue.

- Un concept distinctif : les clients portent le développement des points de vente par leurs actes d’achat. Les magasins pilotes, ont pour objet de tester et de stabiliser le concept avant duplication. Le concept distinctif peut être défini par l’idée du point de vente associée à sa mise en scène (Chanut 2004). Pour le consommateur, la franchise (les chaînes dans le langage courant) est une garantie de qualité constante (ex: hôtellerie, restauration, services en général, mais aussi produits...) ; la notion de standardisation de l’offre et d’homogénéité du réseau semble d’ailleurs être reconnue comme d’une « importance indiscutable » dans l’analyse juridique de la franchise (Duniach -Smith, 2003).
- La marque : Toute marque est la conséquence d’une innovation qui a réussi (Kapferer, 2002). Ceci dit, la valeur de la franchise dépend de la capacité du franchiseur à créer et maintenir de la valeur pour le client (grâce au concept distinctif) et donc de sa capacité à innover, à assurer une qualité constante, à contrôler aussi chaque franchisé car il est ambassadeur de la marque (Chanut, 2004).
- Le savoir- faire : l’objet central de la franchise, c’est une ressource « produite » par le franchiseur et « transmise » (à titre onéreux donc « vendue ») à des franchisés (fonction pédagogique), qui doivent se l’approprier (fonction d’apprentissage), pour le mettre en œuvre de manière conforme au concept distinctif du franchiseur (fonction d’application ou de duplication) (Lio, 1998).

Il est défini par les textes communautaires comme « *un ensemble secret, substantiel et identifié d’informations pratiques non brevetées, résultant de l’expérience du fournisseur et testées par celui - ci* »⁵.

Appliqué à la franchise, il doit être original et substantiel économiquement ou technologiquement c’est à dire ne pas résulter de la simple accumulation de connaissances d’un homme de l’art, mais être le fruit de l’expérience et de la valeur ajoutée particulière du franchiseur dans l’assemblage, dans la mise en œuvre (chanut, 2004).

La franchise est basée sur des rapports de «synergie» et doit se développer normalement sous le couvert d’obligations réciproques ; c’est à dire des obligations à la charge de chacune des parties. (Onana, bikay bi batoum et wanda, 2013).

Le tableau qui suit présenté par Chanut (2004) détaille les obligations réciproques habituellement prévues dans le partenariat de franchise.

Tableau 1. Les obligations obligatoires réciproques habituellement prévues dans le contrat de franchise

Les obligations du franchiseur	Les obligations du franchisé
-Définition /amélioration du concept du produit ou service. -Développement de la marque/de l’enseigne et sa défense -Transmission d’un savoir-faire substantiel et d’outils d’aide, assistance commerciale et/technique -Exclusivité territoriale (non systématique)	-Obligations financières (droit d’entrée, redevances, participation aux frais de publicité) -Respect des signes de ralliement de clientèle et du savoir-faire : clause de non concurrence, clause d’agrément, retour de tous les éléments de savoir-faire et documents commerciaux à l’issue de la relation contractuelle, respect de l’identité visuelle. -Exclusivité d’approvisionnement (totale ou partielle)

Source: Chanut (2004), p:6

⁵ La Cour de Justice de la Communauté Européenne estime qu’il est « indispensable que le client trouve exactement le même produit, et plus généralement la même offre dans chaque point de vente » (Cité par Duniach-Smith, 2003 : 51)

3 FONDEMENTS THEORIQUES DE LA FRANCHISE

3.1 THÉORIE DE LA RARETÉ DES RESSOURCES ET L'EXPLICATION FINANCIÈRE DE LA FRANCHISE

Selon la théorie de la rareté des ressources (Oxenfeldt et Kelly, 1969 ; Daniel, Dumoulin. et Gauzente, 2011), la franchise est perçue comme un moyen de lever la contrainte de capital pesant sur le réseau nouvellement créé qui rencontre, en raison de sa faible taille et d'un manque de réputation, des difficultés pour accéder au marché des capitaux (Onana , Bi Batoum et Wanda, 2013).

Shane(1996) ajoute que le recours à la franchise permet alors d'accéder aux capitaux, aux compétences managériales et à la connaissance des marchés locaux des franchisés.

Ces auteurs ont soulevé trois types de ressources rares :

- les ressources financières : fonds nécessaires au franchiseur pour dupliquer une idée rentable ;
- la connaissance des marchés locaux par le franchisé;
- le talent et la disponibilité managériale des opérateurs locaux (franchisés).

Il en résulte que la franchise se présente comme une source de capital et d'expertise managériale pour accélérer la croissance, c'est-à-dire que le franchiseur a des limites au niveau des ressources financières (capital) et des ressources managériales. Comme elle permet un rapide retour sur investissement pour le franchiseur grâce à l'investissement réalisé par son franchisé.

De ce fait, les franchiseurs créent ces systèmes parce qu'ils n'ont pas suffisamment de capitaux pour exploiter une chaîne d'activités qu'ils détiendront à 100% (Oxenfeldt et Thomson 1968, 1969).

Cette approche financière de la franchise est complétée par une approche psychosociologique des organisations qui fournit une explication orientée vers les comportements des membres du réseau; une approche qualifiée d'agencielle (Jensen et Meckling, 1976).

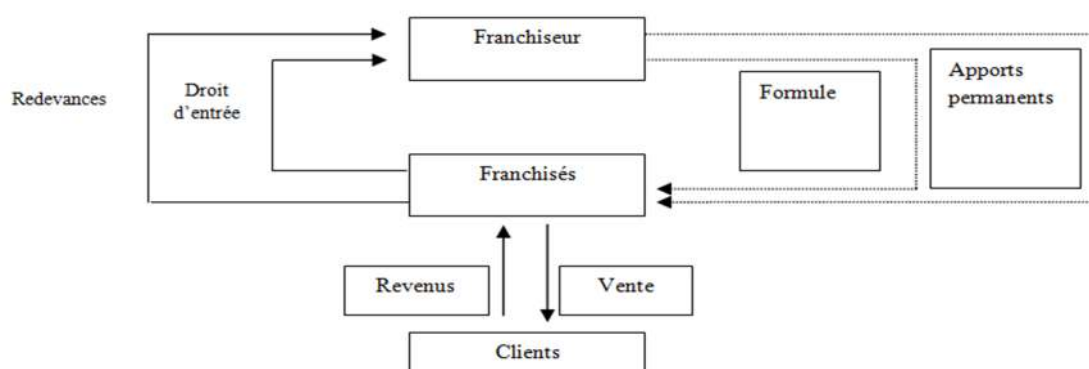


Fig. 1. Le mécanisme financier de la franchise

Source : (Sallenave, 1984) vu dans (Aissi, 2007, p : 10)

3.2 LA FRANCHISE COMME RÉPONSE AUX PROBLÈMES D'AGENCE

Jensen et Meckling (1976) ont défini la relation d'agence comme « un contrat par lequel une ou plusieurs personnes (le principal) engage(nt) une autre personne (l'agent) pour exécuter en son nom une tâche quelconque qui implique une délégation d'un certain pouvoir de décision à l'agent. »[3].

Selon Raimbourg (1997), une relation d'agence apparaît dès lors qu'un particulier ou une entreprise confie plus ou moins partiellement la gestion de ses propres intérêts à autrui.

Nguyen et Cliquet (2004), résument ce problème d'agence en un mot, c'est qu'il est de nature opportuniste du côté du principal et même du côté de l'agent.

Dans le cadre du contrat, il est impossible pour le principal de diriger ou d'animer complètement l'agent, en raison des caractéristiques des parties, de l'incertitude environnementale et du coût d'obtention de l'information (Nègre 2000).

Pour Alix Desfautaux (1998), la franchise permet de minimiser les risques d'opportunisme vu que la relation franchiseur/franchisé est propice à la réduction du besoin de supervision. En effet, les franchisés sont motivés par le profit, ce qui réduirait leur propension à tricher et donc le besoin de contrôle.

Dans la mesure où il existe une asymétrie informationnelle entre le franchiseur et le franchisé, il s'agit alors pour le franchiseur de s'assurer que le détaillant ne va pas se comporter de façon opportuniste (Nègre 2000).

La franchise engage la responsabilité patrimoniale des deux parties. Ainsi, la profitabilité de l'activité du franchisé est observable et appropriable. Assumant ses pertes comme ses gains, il supporte directement les implications économiques de son comportement.

De ce fait, on peut dire que le système de franchise repose sur l'intérêt patrimonial des franchisés, et son mécanisme qualifié d'autodiscipline permet de répondre à ce problème entre principal (franchiseur) et agent (franchisé). Grâce à ce mécanisme d'autodiscipline, le franchiseur n'est pas dans l'obligation de surveiller son franchisé, ce dernier est responsable financièrement de ces pertes. Donc la franchise est la solution la plus fiable pour limiter les coûts de surveillance et réduire ainsi les problèmes de contrôle.

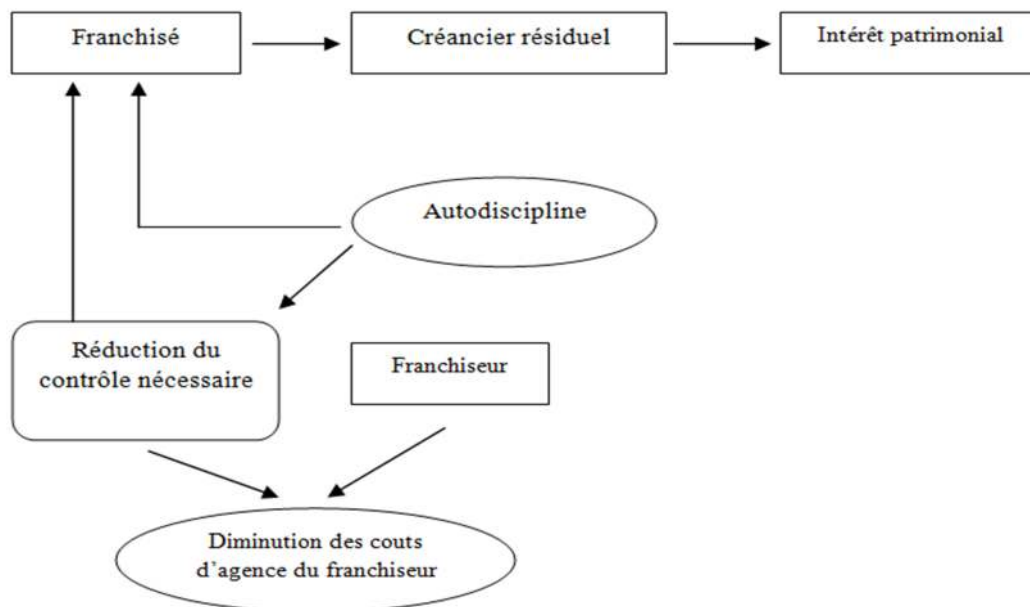


Fig. 2. La franchise : mécanisme de réduction des coûts d'agence

Source : (Desfautaux, 1992) cité dans (Aissi, 2007, p : 16)

3.3 LA FRANCHISE COMME SOLUTION AUX PROBLÈMES DES DROITS DE PROPRIÉTÉ

Toute relation entre les individus est un échange à propos de choses, la théorie des droits de propriété se veut une théorie des relations sociales et des institutions (Demsetz, 1967 ; Coriat et Weinstein, 1995 et Amann, 1999).

Selon Onana, Bikay Bi Batoum et Wanda (2013), les droits de propriété sont donc des instruments de la société et n'ont de signification que dans la société. Ils permettent aux individus de savoir à priori ce qu'ils peuvent raisonnablement espérer de leurs rapports avec les autres membres de la communauté.

En clair, la franchise est appréciée comme un transfert de droits d'usage entre le franchiseur et le franchisé (Penard, Saussier et Raynaud, 2004). La caractéristique de la franchise est donc la délégation d'un des droits que possède le franchiseur (propriétaire de la marque), le droit d'usage de son actif spécifique.

3.4 LA FRANCHISE COMME MOYEN DE RÉDUCTION DES COÛTS DE TRANSACTION

Pour Onana, Bikay Bi Batoum et Wanda (2013), La théorie des transactions informelles vient apporter des éléments complémentaires à la théorie de l'agence pour expliquer le phénomène de la franchise.

Il est reconnu que chaque fois que les coûts de transaction qui sont des coûts relatifs au recours au marché sont supérieurs aux coûts d'internalisation de la transaction au sein de l'entreprise, il faut organiser l'activité à l'intérieur de la firme (Williamson, 1975). La franchise apparaît ainsi à juste titre comme une forme d'organisation des activités remplissant la condition pour que la transaction soit externalisée (Onana, Bikay Bi Batoum et Wanda, 2013).

La franchise met en jeu des transactions informelles ; donc, il paraît nécessaire de mettre l'accent sur l'importance de la structure informelle au sein des échanges entre franchiseur et franchisé. La franchise est un mécanisme qui met en œuvre les réseaux de confiance verticaux (entre franchiseur et franchisés) et qui minimise les réseaux horizontaux (Onana, Bikay Bi Batoum et Wanda, 2013).

Ainsi, il paraît que la dispersion géographique des franchisés minimise les relations pouvant se nouer entre membres d'un même réseau.

Tableau 2. Les coûts de transaction en franchise

	Franchiseur	Franchisé
Les coûts ex ante : -Recherche du partenaire -Négociation -Rédaction des documents contractuels -Coûts de sélection adverse	-Coûts de prospection, d'annonces, de salons -Visite de sites	-Coûts de prospection
	-Coûts salariaux de développement	-Coûts de diagnostic des offres de franchise
	-Coûts internes et externes de rédaction du contrat de franchise	-Coûts de consultation juridique
	-Dissimulation d'informations du candidat (solvabilité, concurrent déguisé.	-Dissimulation d'informations du franchiseur, concept sous performant
Les coûts ex post : -Contrôle -Adaptation et renégociation	- Coûts de mise en œuvre des procédures de contrôle	
	- Coûts salariaux et juridiques	-Coûts d'adaptation aux évolutions du concept ; -Coûts de consultation juridique.

Source : (Nègre, 2004) cité dans (El Miloudi, 2008, p : 32)

3.5 LA FRANCHISE, UNE JUSTIFICATION DE LA THÉORIE DU CAPITAL

La théorie classique du capital préconise d'investir les capitaux à l'endroit où ils sont le mieux rémunérés (Sraffa, 1926).

Une entreprise d'origine chinoise a par exemple intérêt à investir au Cameroun, si la rémunération des moyens engagés (dans les facteurs travail et/ou capital) y est plus élevée qu'en Chine. L'entreprise étrangère est plus performante si elle dispose d'un savoir-faire technologique et/ou de gestion supérieure, d'une image positive, de marques connues et d'un effet de taille permettant de réaliser des économies d'échelle (Onana, Bikay Bi Batoum et Wanda, 2013).

3.6 LA FRANCHISE COMME MOYEN ET RAISON DE L'INTERNATIONALISATION DES ACTIVITÉS

La théorie de l'internationalisation de Buckley et Casson (1976) stipule que les processus internes ayant lieu au sein des entreprises multinationales sont parfois plus efficaces en terme de coûts de transaction que les transactions sur le marché.

Pour Onana, Bikay Bi Batoum et Wanda (2013) ; la franchise peut être perçue comme un moyen d'améliorer l'image des relations asymétriques internationales entre les pays. Ces auteurs expliquent que parmi les raisons clés de l'explication de l'expansion des entreprises via les franchises internationales est que celles-ci se comportent aujourd'hui comme les nations impérialistes d'hier. Elles sont motivées à s'installer dans d'autres pays, afin de leur apporter les « bienfaits » occidentaux et/ou afin d'y contrôler et extraire les richesses naturelles locales.

Plusieurs des idées exprimées auparavant sont toutefois réunies dans la théorie éclectique de Dunning (1995)⁶ ; une théorie qui prend en considération la localisation des ressources, la disponibilité des facteurs et du savoir-faire dans les multinationales et la possibilité de transférer ces facteurs à l'étranger.

On résume cette partie consacrée au corpus théorique par le modèle que Chanut (2004) a donné pour définir le système de franchise, pour elle; un système⁷ de franchise est composé :

- d'un but (objectif) : répétition d'une réussite commerciale
- de ressources complémentaires apportées
- d'un cadre institutionnel favorable
- de relations interactives entre les acteurs.

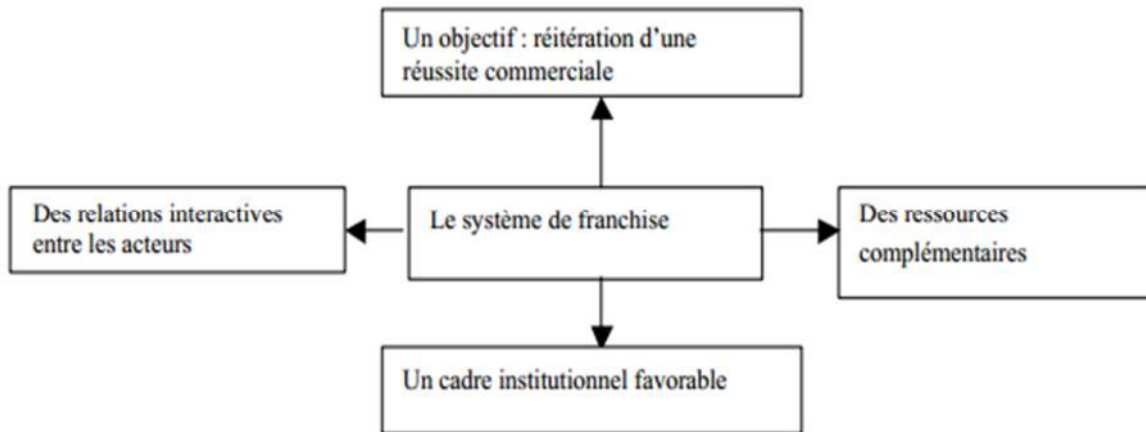


Fig. 3. Le système de franchise

Source: (Odile Chanut, 2004)

Chanut (2004) résume les concepts clés qui permettent de comprendre la relation de franchise. La figure ci-dessous les présente.

⁶ Cette théorie stipule que l'internationalisation est motivée par un meilleur accès à des ressources étrangères, et qu'en général, les entreprises multinationales préfèrent un transfert interne de leurs actifs (notamment leur technologie) afin de garder un meilleur contrôle des activités.

⁷ Un système consiste en un ensemble d'éléments, en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but (De Rosnay, 1994)

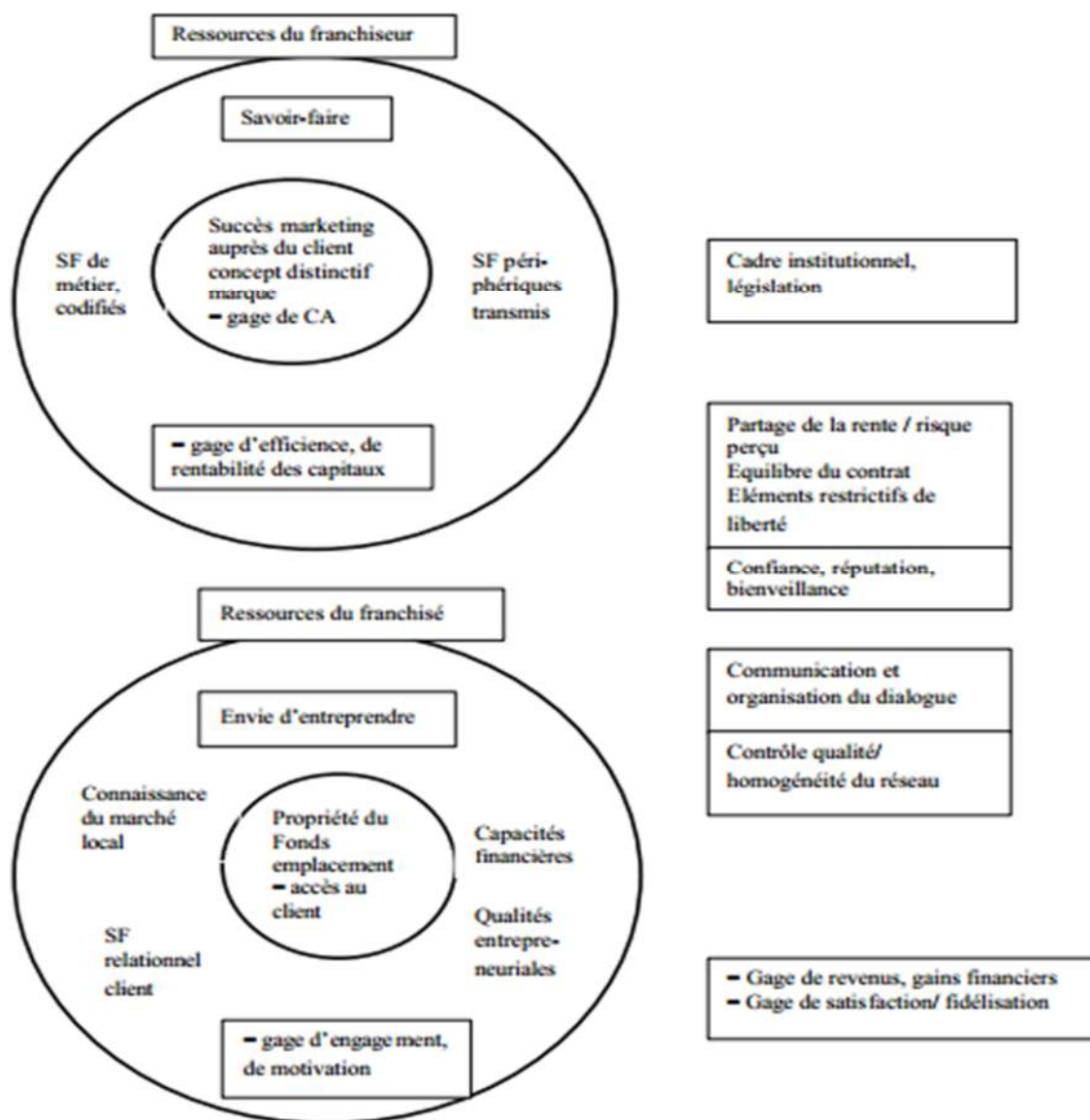


Fig. 4. Le cadre conceptuel de la relation de franchise

Source: Chanut (2004)

4 DIFFERENTES FORMES DE FRANCHISE

Selon Michael KAHN (2009) ; La franchise est une formule susceptible d'être appliquée dans de nombreux secteurs d'intégration d'autre part.

4.1 TYPOLOGIE DÉTERMINÉE PAR LA FONCTION DU RÉSEAU

Le type de réseau de franchise est, dans cette classification, dépendant des rôles respectifs du franchiseur et du franchiseé dans le réseau.

4.1.1 FRANCHISES INDUSTRIELLES OU DE PRODUCTION

Ce type de franchises ont été définies par la Cour de justice des communautés européennes comme « un contrat en vertu duquel le franchisé fabrique lui-même, selon les indications du franchiseur, des produits qu'il vend sous la marque de celui-ci »⁸ (ex. : fabrication de boissons gazeuses, de produits laitiers, etc.).

Le franchiseur dans ce cas est généralement propriétaire d'un système de fabrication original ou de brevets qu'il met à disposition d'un autre fabricant.

4.1.2 FRANCHISES DE DISTRIBUTION

Dans le cas des franchises de distribution, le franchiseur est soit :

- Un distributeur des produits vendus dans le réseau : c'est-à-dire une centrale d'achat pour ses franchisés, un intermédiaire entre les producteurs et les franchisés.
- Un producteur des biens vendus : Le franchiseur trouvera par le biais de la franchise un mode de distribution de ses produits où le franchisé à la charge de les commercialiser.

4.1.3 FRANCHISES DE SERVICES

Comme leurs noms l'indiquent, ce concept repose sur la fourniture de prestations à des professionnels ou à des consommateurs, c'est le cas de l'immobilier, du pressing, de l'esthétique, de la coiffure, de location de véhicules, de l'hôtellerie...

Les connaissances managériales et les capacités personnelles du franchisé sont primordiales. En effet, si on prend l'exemple de la coiffure, il est évident que le franchisé doit lui-même être coiffeur ou avoir parmi ses salariés un coiffeur.

4.2 TYPOLOGIE DÉTERMINÉE PAR LES MODALITÉS D'INTÉGRATION

La typologie est ici fonction des modalités contractuelles régissant les relations entre le franchiseur et ses franchisés.

4.2.1 FRANCHISE FINANCIÈRE

Pour (Cliquet et Nguyen, 2004) et (Kahn, 2009) ; c'est un format de franchise managée ou encore mandat de gestion; où le franchisé se borne à apporter les capitaux nécessaires pour ouvrir le point de vente, tandis que le franchiseur se charge de chercher un emplacement, de le négocier, d'aménager le point de vente, etc.

Les relations entre franchiseur et franchisés investisseurs sont purement financières et le franchisé aura tendance à se comporter comme un « *sleeping partner* » à l'égard de l'enseigne. La gestion du point de vente est déléguée au franchiseur, qui verse des recettes d'exploitation sur le compte du franchisé, en contrepartie le franchisé lui verse des honoraires de gestion, tandis que le franchiseur, lui, regardera son unité franchisée un peu comme un succursaliste et il a la qualité de propriétaire du fonds de commerce.

En général, ce type de recrutement n'est pas du tout privilégié par les franchiseurs qui ont besoin de la motivation de leurs franchisés pour faire vivre leur réseau et faire évoluer leur savoir-faire.

Ce type de franchise est très répandu dans l'hôtellerie, où les niveaux d'investissement sont très élevés.

4.2.2 FRANCHISE ASSOCIATIVE

Elle permet un contrôle de franchiseur sur son franchisé. Le franchiseur prend une participation (jusqu'à 50%) dans le capital de ses franchisés, et parfois c'est le contraire, c'est-à-dire que ce sont les franchisés qui détiennent une participation dans le capital du franchiseur.

⁸ Arrêt de la CJCE du 28 janvier 1986, « Pronuptia ».

Bien maîtrisée, cette formule peut renforcer le réseau. Mal utilisée, elle peut l'affaiblir.

4.2.3 MASTER FRANCHISE

L'IFA⁹, International Franchise Association, définit le master franchise (Master franchising) comme étant : « *une technique utilisée en vue de faciliter le développement d'un programme de franchise en permettant au franchiseur d'accorder à une entité intermédiaire ou à un franchisé, pour une période donnée, certains droits relatifs à la multiplication d'unités franchisées dans les limites d'un territoire spécifié* ».

Cette méthode se caractérise, à la différence du franchisage direct, par une relation tripartite, franchiseur, master franchisé, franchisés, faisant appel à deux liens contractuels distincts (Nègre, 2004).

4.2.4 FRANCHISE CORNER

S'adressant principalement à des commerçants qui exploitent déjà un fonds de commerce, cette formule de franchise partielle permet de vendre sur une surface réduite du magasin (d'où l'appellation de franchise corner) les produits du franchiseur.

Cette méthode présente l'avantage de pouvoir développer rapidement un réseau très étendu, et ce, sans recours à l'ouverture ou à l'aménagement d'un magasin entier.

Les relations ici entre franchiseurs/ franchisés tendent à un accord de distribution d'intégration mineure.

4.2.5 MULTI-FRANCHISE

Si un franchisé connaît un grand succès, il a le droit d'ouvrir plusieurs unités de la même enseigne avec la bénédiction de son franchiseur ; Cela a un intérêt managérial, et permet de générer des économies d'échelle, notamment en frais de gestion, stocks et publicité.

La présence de multi-franchisés peut être un signe favorable pour un candidat à la franchise, mais dans certaines limites.

4.2.6 PLURI-FRANCHISE

Elle consiste pour un même entrepreneur franchisé à rallier différentes enseignes. Ce type de franchise est notamment répandu dans le prêt-à-porter.

5 CONCLUSION

La franchise apparaît comme l'un des moyens les plus efficaces pour développer avec succès une entreprise. Cette forme de commerce conjugue les avantages du dynamisme de l'entreprise individuelle. Grâce à sa nature fondée sur la motivation des deux parties contractantes, elle s'inscrit parmi les formes organisationnelles empruntant la voie de la croissance contractuelle (Desfautaux, 1998).

Théoriquement, plusieurs corpus ont donné des explications à ce format de commerce, qui varient entre financières, agenciées...etc

Ainsi, on peut constater que le système de franchise repose sur une méthode de collaboration étroite entre un franchiseur, créateur de concept, et un franchiseur qui exploite ce concept en contrepartie de royalties et de redevances.

La réussite de cette forme de commerce dépend de plusieurs éléments :

- Le pouvoir de contrôle du franchiseur, avoir un savoir-faire substantiel, éprouvé et identifié, transmettre du savoir-faire accompagné d'une assistance technique : formations aux franchisés, aide à la recherche du financement, aide à l'aménagement du point de vente, et une assistance commerciale : mise en place des campagnes publicitaires,

⁹ IFA, International Franchise Association, 1350 New York Avenue, Suite 900, Washington DC 200

- Le gout d'affaires et de risques du franchisé, sa capacité de gérer, des qualités entrepreneuriales, une Connaissance de marché local, la propriété du fonds de commerce / des points de vente.

REFERENCES

- [1] Chanut Odile (2004). « Etude exploratoire sur les enjeux de l'arrivée à maturité d'un réseau de franchise : pouvoir, confiance et contrat ». 9ème Journées de Recherche en Marketing de Bourgogne (JRMB) Dijon.
- [2] Oxenfeldt A.R. et Kelly A.O. (1969), "Will successful franchise systems eventually become wholly owned chains ?", *Journal of Retailing*, 44, 69
- [3] Williamson O.E. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism : Firms, Markets, Relational Contracting*, New York, The Free Press
- [4] Jensen, M., & Meckling, W. (1976), "Theory of the Firm: Managerial Behaviour, Agency Cost and Ownership Structure", *Journal of Financial Economics*, 3, 4, 305-360
- [5] Minkler Lanse (1990), "An empirical analysis of a firm's decision to franchise", *Economics Letters*, vol. 34, issue 1, 77-82
- [6] Hoffman RC, Preble JF (1991), "Franchising: Selecting a strategy for rapid growth", *Long Range Planning* 24 (4), 74-85
- [7] Shane, S. (1996), "Explaining variation in rates of entrepreneurship in the United States: 1899-1988", *Journal of Management*, 22: 747-781.
- [8] Cliquet Gérard, Nguyen Minh-Ngoc (2004), « La franchise, une méthode d'implantation dans le commerce de détail : le cas du Vietnam », *Revue francophone de gestion*.
- [9] De Mendez, M. et J.P. Lehnish (1984), *La franchise commerciale*, Presses universitaires de France, Paris, Collections Q.S.J ? n° 2170, p. 10.
- [10] Rochdane Hanane, Ayegou Jamila (2009), « PME marocaines face à la mondialisation : quelles opportunités du système de franchise », *La vulnérabilité des TPE et des PME dans un environnement mondialisé », 11^{es} Journées scientifiques du Réseau Entrepreneuriat, INRPME, Trois-Rivières, Canada.*
- [11] Leloup J.M. (2004), *La franchise, droit et pratique*, 4e édition, Delmas, Paris.
- [12] Duniach Krista (2003), « La franchise internationale : une contribution à l'étude des modes d'entrée à l'étranger », thèse de doctorat en Administration et gestion, Université de Montpellier 1.
- [13] Kapferer (2002), "Is there really no hope for local brands?", *Journal of Brand Management*, January 2002, Volume 9, Issue 3, pp 163-170.
- [14] Anaclet Ananga Onana et al. (2013), « Les déterminants de la compétitivité des franchises internationales : une analyse empirique du cas du Cameroun », *Revue Congolaise de Gestion (Numéro 18)*, p. 9-44.
- [15] Daniel, C., Dumoulin, R., & Gauzente, C. (2011), « Conformisme à la norme et performance : la franchise dans le mix organisationnel », *Workingpaper*
- [16] Desfautaux Alix (1998), « Le choix de la franchise », *Revue française de Gestion*, 118, 59-65.
- [17] Desfautaux Alix (1992), « Le choix de la franchise en tant que mode de développement de l'entreprise », thèse de doctorat, Université de Caen.
- [18] Aissi Nezha (2007), « la franchise au Maroc : Enquête sur quelques entreprises franchisés », mémoire de DESA en économie des organisations, Université Mohamed V Rabat.
- [19] Harold Demsetz (1967), "Toward a Theory of Property Rights", *The American Economic Review*, Vol. 57, No. 2, *Papers and Proceedings of the Seventy-ninth Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1967)*, pp. 347-359
- [20] Penard, T., Raynaud, E. & Saussier, S. (2004), « La mixité des réseaux de franchise : logique économique et influence sur la nature de la relation franchiseur-franchisé », *Centre d'Analyse Théorique des Organisations et des Marchés (ATOM), ATOM/CEDAS, Revue Française d'Economie mai 2004*, 139p.
- [21] Penard, T., Raynaud, E. & Saussier, S. (2004), « Théories des contrats et réseaux de franchise : Revue et enseignements », *Revue Française d'Economie*, Avril 2004, p. 151-193
- [22] Williamson O.E. (1975), "Market and Hierarchie s, Analysis and Anti-Trust Implications", New York, The Free Press.
- [23] Sraffa Piero (1926), "The Laws of Returns under Competitive Conditions", *The Economic Journal*, Vol. 36, No. 144, pp. 535-550.
- [24] El Miloudi Fatima Zohra (2008), « L'organisation de la franchise au Maroc : Cas du secteur de l'habillement », mémoire de DESA en économie des organisations, Université Mohamed V.
- [25] Buckley, P. J. and Casson, M. C. (1976) *The Future of the Multinational Enterprise*. London: Macmillan.
- [26] KAHN Michel. (1993) « Franchise et partenariat » DALLOZ.

Habiter la ville à tout prix ? Regards croisés sur les mal-logés dans les villes de Lomé et Kara au Togo

[Living in the city by hook or by crook ? Perspectives on the poorly housed in the cities of Lomé and Kara in Togo]

OURO BITASSE Eralakaza

Assistant, Département de Sociologie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Pôle de Recherche et d'Expertise sur la Dynamique des Espaces et des Sociétés (PREDES), Université de Kara, Kara, Togo

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present research aims at showing the residential logics of the inhabitants of the precarious settlements in Lomé and Kara and to try to propose perspectives to get out of the indecency of the precarious dwellings in the Togolese cities. To achieve this, she combined three approaches: document analysis, direct observation and in-depth individual interviews with 33 inhabitants of precarious settlements. The research has highlighted the rise of precarious habitats caused by the rapid growth of Togolese cities; then, it identified three main types of perceptions of precarious habitats: precarious housing as a shelter, precarious housing as a symbol of urbanity and finally as a transplantation of rurality in the city, thus reflecting the unfinished nature of Togolese cities. The precarious habitat option is a strategy of keeping in the city. In addition, by questioning private housing on the one hand, and rental housing on the other, notably through the case study of the Katanga slum in Lomé, the article shows the system's failures. Before concluding that, in Togolese cities as in other African cities, residential occupancy responds to forms of urban transactions oscillating between indigenous traditions and modern import. Finally, the research proposes to address three main challenges to get out of indecency, including the strengthening of the regulation of land and rental lease and the promotion of social housing.

KEYWORDS: Housing, living, Kara, Lomé, Togo, precarious habitats.

RESUME: La présente recherche vise à montrer les logiques résidentielles des habitants des logements précaires à Lomé et à Kara et à tenter de proposer des perspectives pour sortir de l'indécence de ces logements dans les villes togolaises. Pour y arriver, elle a combiné trois approches : l'analyse documentaire, l'observation directe et les entretiens individuels approfondis avec 33 habitants des habitats précaires. La recherche a pu mettre en évidence, la recrudescence des habitats précaires engendrée par la croissance rapide des villes togolaises; ensuite, elle a dégagé trois principaux types de perceptions des habitats précaires : l'habitat précaire comme abri tout court, l'habitat précaire comme symbole d'urbanité et enfin comme une transplantation de la ruralité en ville, traduisant ainsi le caractère inachevé des villes Togolaises. L'option de l'habitat précaire est une stratégie de maintien en ville. Par ailleurs, en questionnant d'une part, l'habitat privé et, d'autre part, l'habitat de location, notamment à travers l'étude de cas du bidonville de Katanga à Lomé, l'article montre les défaillances du système de logement avant de conclure que, dans les villes togolaises comme dans d'autres villes africaines, l'occupation résidentielle répond aux formes de transactions urbaines oscillant entre traditions autochtones et modernités d'importation. Enfin, la recherche propose de relever trois principaux défis pour sortir de l'indécence, notamment le renforcement de la réglementation du foncier et du bail locatif ainsi que la promotion des logements sociaux.

MOTS-CLEFS: L'habitat, l'habiter, Kara, Lomé, Togo, habitats précaires.

1 INTRODUCTION

Depuis les travaux des précurseurs de la sociologie urbaine à l'instar de Halbwachs Maurice [1], la ville est désormais perçue et étudiée sous ses formes aussi bien matérielles que sociales. Ainsi, à la suite de la parution du premier ouvrage d'Henri Lefebvre [2] consacré à la ville, *Le droit à la ville*, les questions liées au logement des citoyens sont devenues une préoccupation centrale aussi bien pour les politiques que pour les analystes de l'urbain.

Le droit international relatif aux droits de l'homme reconnaît le droit de chacun à un niveau de vie suffisant, et notamment à un logement convenable. Ce droit à un logement convenable a été reconnu comme faisant partie intégrante du droit à un niveau de vie suffisant dans la Déclaration universelle des droits de l'homme de 1948 et dans le Pacte international relatif aux droits économiques, sociaux et culturels de 1966. D'autres instruments internationaux relatifs aux droits de l'homme ont depuis reconnu ou rappelé le droit à un logement convenable ou certains éléments de ce droit, comme la protection du logement de chacun et de sa vie privée.

Le Togo comme d'autres Etats en Afrique et dans le monde, est concerné par ce droit à un logement convenable pour ses citoyens, car ayant ratifié plusieurs instruments internationaux y faisant référence et s'étant engagé à les protéger à travers sa Constitution, sa ratification de plusieurs déclarations, plans d'action ou documents finaux de conférences internationales.

Lorsque l'on aborde du point de vue sociologique, les questions liées au logement, singulièrement dans les centres urbains, il se dégage implicitement un débat sur, d'une part, *l'habitat* qui est une sorte d'approche techniciste axée sur la qualité du logement censée garantir une vie décente aux citoyens, d'autre part, *l'habiter* qui est la matérialisation effective de l'occupation effective de l'espace urbain indépendamment d'une rationalité techniciste. En effet, contrairement au concept de *l'habitat* qui résulte de l'adoption d'une pensée rationnelle par les responsables des politiques concernant les espaces habités, les logements comme les villes, Henri Lefebvre [2] lui oppose celui de *l'habiter* qui est un fait anthropologique, associant le désir d'une demeure, les manières multiples d'habiter un lieu, et le rêve de s'approprier le monde à partir de ce lieu [3].

Les villes sont comme des aimants qui attirent les hommes et les femmes d'horizons divers, leur font miroiter richesse et qualité de vie qui bien souvent sont très loin d'être à la hauteur de leur espérance. Pourtant, ils y restent. L'observation de la production de l'espace d'habitation dans les villes togolaises, plus spécifiquement, dans la capitale du pays, Lomé, d'une part, et à Kara, une ville secondaire, dans un contexte de forte spéculation foncière due à la pression démographique et à l'absence d'une politique de logements sociaux, amène à se poser les questions suivantes : faut-il habiter la ville à tout prix, voire en sacrifiant la dignité humaine sensée être offerte par le droit à la ville ? Quelles perceptions les citoyens mal-logés ont de leurs habitats ? Face aux conditions de vie et de logements difficiles, qu'est-ce qui les maintient en ville ? Telles sont les questions sur lesquelles se fonde la présente contribution. Notre hypothèse est que, les mal-logés de Lomé et de Kara sont confrontés à la dichotomie *partir* de la ville en raison des conditions de vie et de logements difficiles et *y rester* malgré tout, mais ils s'y maintiennent, tout calcul fait, en raison du caractère valorisant perçu de l'urbanité et des stratégies d'adaptation qu'ils arrivent à improviser. L'objectif de notre recherche est de montrer les logiques résidentielles des habitants des habitats précaires à Lomé et à Kara et de proposer des perspectives pour sortir de l'indécence des logements précaires dans les villes togolaises.

Pour mener à bien notre démonstration, la recherche combine l'approche de l'analyse documentaire, l'observation directe et les entretiens individuels approfondis.

La présente recherche part d'une mise au point sur les caractéristiques de l'habitat décent avant de procéder à une analyse de la dichotomie entre la dynamique urbaine et la recrudescence de l'habitat précaire ; ensuite, elle établit la typologie des perceptions des habitats précaires par leurs habitants, puis, elle montre les dimensions du logement dans les deux villes avant de terminer en abordant les défis qui s'imposent pour contribuer à sortir de la situation inconfortable de l'habitat indécence dans les villes togolaises.

¹ Le présent article est le fruit de l'approfondissement d'une communication scientifique faite au cours de la table ronde organisée à l'Université de Lomé le 12 mai 2017 par le département de sociologie de l'Université de Lomé et le Réseau Bénino-Togolais des Chercheurs en Sciences Sociales et Humaines (Rebetosch) sur le thème « *Droit à la ville comme droit à rester* ».

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude porte sur deux villes togolaises : Lomé et Kara. Le choix de Lomé s'est imposée à nous en tant que capitale du pays et la plus grande ville du pays regorgeant à elle seule, plus du tiers (1/3) de la population urbaine du Togo avec pour conséquence, entre autres, la multiplication des habitats précaires. S'agissant de la ville de Kara, son choix s'explique, d'une part, par le fait qu'elle est l'une des villes connaissant une croissance démographique spectaculaire parmi les villes secondaires du pays, et d'autre part, la seconde ville du pays connaissant une spéculation exacerbée du foncier et du logement, induisant par ricochet, le développement du phénomène des habitats précaires.

2.1 POPULATION D'ÉTUDE

La recherche a essentiellement concerné les habitants des taudis de Katanga et d'Abové à Lomé et ceux des habitats précaires des quartiers Zongo yeye et Kofac à Kara.

2.2 MÉTHODES DE LA RECHERCHE ET PRÉSENTATION SOCIODÉMOGRAPHIQUE DES INTERVIEWÉS

La recherche a combiné trois approches : l'analyse documentaire, l'observation directe à l'aide d'une grille d'observation et les entretiens individuels approfondis à l'aide d'un guide d'entretien.

Les documents ayant fait l'objet d'analyse de contenu sont principalement les articles et ouvrages spécifiques portant sur l'urbanisation et la situation du logement dans les deux villes en étude, puis les ouvrages généraux portant sur les analyses théoriques sur la sociologie du logement. Pour ce qui concerne l'observation directe, une grille d'observation visant à renseigner l'état de l'habitat, la nature des matériaux, l'hygiène de l'habitat, a été préalablement conçu et utilisé durant nos passages pour la collecte des données qualitatives. Ces informations ont ensuite fait l'objet d'une analyse de contenu afin de dégager les caractéristiques des habitats précaires ayant fait l'objet d'étude.

S'agissant des entretiens individuels approfondis, ils ont été réalisés en deux étapes à Lomé (en novembre 2016, puis en juillet 2018). A Kara, les entretiens ont été effectués en mars 2017 et en juillet et début août 2018. Au total, 33 personnes ont été interviewées (soit 18 à Lomé et 15 à Kara) comme détaillé dans le tableau ci-dessous :

Types de personnes interviewées	Effectif interviewé à Lomé			Effectif interviewé à Kara			Total
	H	F	T	H	F	T	
Togolais autochtones	2	1	3	4	2	6	9
Togolais immigrés dans la ville	4	2	6	2	3	5	11
Non Togolais (Etrangers)	1	8	9	1	3	4	13
Total	7	11	18	7	8	15	33

2.3 COLLECTE ET MÉTHODE DE TRAITEMENT DES DONNÉES QUALITATIVES

Les entretiens en tête à tête ont été réalisés pour certains en français, pour d'autres en langues locales (Mina, Kabyè, Kotokoli). Les informations ont été préalablement enregistrées sur le téléphone portable, puis transcrites en français en utilisant une analyse thématique de contenu à l'aide du processus de codage déductif conformément à la méthode de traitement des informations qualitatives de Raymond Henri [4].

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 MIS AU POINT SUR LES CARACTÉRISTIQUES DE L'HABITAT DÉCENT

Interroger la situation de *l'habiter* au regard de *l'habitat* dans son sens techniciste dans les villes de Lomé et Kara, présuppose que l'on présente les caractéristiques de ce que l'on appelle « habitat décent » ou encore « logement convenable ».

Ainsi, selon le rapport de l'ONU HABITAT [5] intitulé *Le droit à un logement convenable*, « un logement convenable doit offrir davantage que quatre murs et un toit ». Un certain nombre de conditions doivent être remplies pour que différentes formes d'abris puissent être considérées comme étant des « logements convenables ». Il s'agit d'éléments tout aussi

fondamentaux que la simple fourniture et la disponibilité d'un logement. Pour qu'un logement soit convenable, il doit répondre, au minimum, aux critères suivants:

- **La sécurité d'occupation;**
- **L'existence de services, matériels, installations et infrastructures:** possibilité pour ses occupants ne disposent pas d'eau potable, d'installations d'assainissement suffisantes, d'une source d'énergie pour faire la cuisine, de chauffage, d'éclairage, d'un lieu de stockage pour la nourriture ou de dispositifs d'évacuation des ordures ménagères;
- **La capacité de paiement:** un logement n'est pas convenable si son coût menace ou compromet l'exercice, par ses occupants, d'autres droits fondamentaux;
- **L'habitabilité:** un logement n'est pas convenable s'il ne garantit pas la sécurité physique des occupants ou n'offre pas suffisamment d'espace ainsi qu'une protection contre le froid, l'humidité, la chaleur, la pluie, le vent ou d'autres dangers pour la santé et les risques structurels;
- **L'accessibilité:** un logement n'est pas convenable si les besoins particuliers des groupes défavorisés et marginalisés ne sont pas pris en compte;
- **L'emplacement:** un logement n'est pas convenable s'il n'y a pas à proximité des possibilités d'emploi, des services de soins de santé, des écoles, des services de garde d'enfants et d'autres équipements sociaux, ou s'il est situé dans une zone polluée ou dangereuse;
- **Le respect du milieu culturel:** le logement n'est pas convenable si l'expression de l'identité culturelle des occupants n'est pas respectée et prise en compte.

Selon la Stratégie Nationale du Logement (2009) du Togo, un logement décent est un logement d'un coût abordable répondant à des normes minimales de sécurité, d'occupation et de stabilité structurelle et temporelle, convenablement desservi par les infrastructures et, si possible, proche du lieu de travail et des équipements collectifs.

L'analyse de ces caractéristiques, permet de noter que, dans une logique fonctionnaliste, elles répondent à un idéaltype dans la définition d'un habitat décent. L'habitat, au sens large, a pour fonction de se loger, de s'abriter, voire de « détenir un certain espace pour organiser sa vie "privée", individuelle et familiale » [6]. Mais au-delà de sa dimension fonctionnelle largement étudiée, se pose la question de l'« habiter ».

L'« habiter » qui « dépend de la capacité de chacun d'être présent au monde » [7] est un concept plus récent. Le sens qui s'exprime dans l'habiter est également essentiel dans l'approche de Heidegger. Selon lui il y a un lien entre bâtir, habiter et penser qu'il évoque à travers la reprise des vers de Hölderlin, « L'homme habite en poète² ». Cela signifie que l'habitat est perçu bien au-delà de sa capacité à abriter, voire à protéger et ne peut se réduire à sa dimension fonctionnelle. Il implique tout autant un rapport à son lieu et son milieu, une relation des personnes à leur lieu de vie : « *le rapport de « l'être humain » avec la nature et sa propre nature, avec « l'être » et son propre être, se situe dans l'habiter, s'y réalise et s'y lit* » [8]. L'habiter inhérent à la condition humaine est dès lors indissociable d'une dimension sociétale, « *c'est un fait anthropologique* » [6]. Cela renvoie à la dimension spatiale de la vie sociale, au rapport de l'homme à l'espace.

Cette mise au point fait, il convient d'examiner la situation sociodémographique en lien avec celle de l'habitat dans les deux villes choisies pour l'analyse.

3.2 CROISSANCE URBAINE À LOMÉ ET À KARA VERSUS RECRUESCENCE DE L'HABITAT NON DÉCENT

Fait social aujourd'hui universel et irréversible, l'urbanisation est le fait contemporain le plus marquant de l'humanité depuis la seconde moitié du XX^e siècle. La poussée urbaine qui voit de plus en plus, une part importante de la population habiter en ville, qui en grande partie est alimentée par l'exode rural et les migrations inter-Etats, constitue un phénomène décisif dans la plupart des pays d'Afrique notamment au Togo. Selon les prévisions de l'INSEED, de 37,7% au 1er janvier 2011 au Togo, le taux d'urbanisation passera à 43,5% en fin 2019 [9].

² Titre tiré d'un poème de Hölderlin prononcé par Martin Heidegger le 5 août 1951 dans le cadre du colloque « L'Homme et l'espace » où il fait une conférence intitulée « Bâtir, habiter, penser ».

La croissance urbaine rapide s'est traduite par une dynamique démographique suivie d'une extension spatiale sans précédente, surtout à Lomé. La capitale du Togo qui n'avait que 73 000 habitants en 1960 est aujourd'hui une métropole millionnaire avec ses périphéries plus ou moins urbanisées. Mais, c'est la ville de Kara qui a connu la croissance la plus spectaculaire. En effet, modeste chef-lieu de circonscription administrative avec une population de 2 875 habitants au 1er Recensement de la Population et de l'Habitat en 1960, le double chef-lieu actuel de la Région de la Kara et de la Préfecture de la Kozah a atteint 9 000 habitants au 2^e Recensement de 1970, puis près de 29 000 selon les résultats du 3^e Recensement en 1981 devenant ainsi la quatrième ville du Togo après Lomé, Sokodé et Atakpamé, alors qu'elle occupait le onzième rang en 1960 [10]. Entre 1970 et 1981, son taux d'accroissement annuel est de 8 %, le plus élevé de toutes les villes du Togo, contre 7,1 % pour Lomé. Par contre, durant la même période, la ville de Bafilo a connu un taux négatif, Aného un taux stationnaire, tandis que des villes comme Sokodé, Atakpamé, Kpalimé, Badou, etc. ont eu des taux faibles [10].

A l'image des autres villes africaines, Lomé a connu une très forte croissance démographique depuis la fin des années cinquante. La capitale du Togo est passée, en effet, de 90.000 habitants en 1900 à environ 375.499 en 1981 [11]. Avec 837437 habitants et un taux de croissance annuel moyen de 2,77%, la Commune de Lomé est de loin la plus grande cité du pays, soit un peu plus du tiers (35,87%) de la population urbaine du pays en 2010 qui s'élève à 2.334.495 habitants. Avec un taux d'accroissement urbain d'environ 4 % par an, la population togolaise deviendra majoritairement urbaine à l'horizon 2025 [9].

Les prix élevés des terrains au centre-ville de Lomé font qu'il est difficile aux pauvres d'y être logés décemment, comparativement aux riches qui peuvent s'offrir ce luxe. Les couches moins aisées sont donc obligées de se replier vers les périphéries où les prix de terrains sont à la portée de leurs bourses. L'extension de la ville de Lomé s'est faite du centre vers les périphéries, ce qui est d'ailleurs caractéristiques de presque toutes les villes du monde [12].

Les propriétaires, à Lomé, se trouvent principalement parmi les classes aisées. Les augmentations du prix des terrains, de la construction et des matériaux, ainsi que le manque de crédit pour les groupes non-salariés, rendent la possession d'un logement ou l'auto-construction d'une maison faite de matériaux permanents de plus en plus difficile pour les groupes économiquement faibles.

La ville de Kara reste la plus importante de la région qui l'abrite, suivie de celles de Bafilo et de Niamtougou. La macrocéphalie de la ville de Kara lui vient de son statut de « métropole d'équilibre ». Les métropoles d'équilibre étant les centres urbains qui, par leurs fonctions et l'importance de leurs populations et équipements, jouent un rôle moteur de développement dans leurs régions et préfectures [13]. A ce titre, la ville de Kara a connu une croissance anarchique de ses effectifs de population qui sont passés de 28 902 habitants en 1981 à 94 878 habitants en 2010, soit un taux de croissance de plus de 4% l'an. Poussée par le double effet de l'exode rural et de la crise économique, la population, en majorité jeune de la région, s'est dirigée vers ce pôle de développement régional. Un autre facteur de l'augmentation de la population de la région de la Kara est dans une moindre mesure l'apport migratoire. D'après les données du dernier recensement de 2010 [28], la région de la Kara abrite quelques 11 853 étrangers, soit 1,5% des 769 940 habitants de la région. En 2004, la création de l'Université de Kara, second établissement du genre dans le pays, a engendré un autre courant migratoire d'importance qui est venu accroître sa population.

Contrairement à la capitale du pays qui attire par la diversité des activités économiques qu'elle offre (activités portuaires, commerce, services, etc.), la ville de Kara, qui est une moyenne ville, tout comme les autres chefs-lieux de région, se caractérise par la faiblesse des revenus monétaires des populations liée à la faiblesse qualitative et quantitative du marché d'emplois. Les quelques emplois administratifs minoritaires qui y existent influencent peu le monde rural dans la mesure où ces capitales régionales non seulement ne créent pas d'emplois, mais aussi ne possèdent pas d'infrastructures économiques viables capables de polariser l'espace et d'attirer les jeunes ruraux obligés de se diriger parfois vers Lomé ou vers d'autres grandes villes de la sous-région [15]. A part les fonctionnaires, la seule possibilité salariale est le secteur informel (l'artisanat, le commerce) qui de par sa qualité et par le niveau de vie des populations, a peu de chance d'attirer les clients. Les activités économiques sont donc largement dominées par le secteur primaire à plus de 60% à 80% [15].

L'extension des villes est liée le plus souvent à l'augmentation de la population urbaine, c'est-à-dire au phénomène d'urbanisation, singulièrement celles des villes de Lomé et Kara au Togo, interpelle sur l'importance des besoins sociaux à satisfaire dont ceux liés au logement. En effet, dans les deux villes, l'urbanisation s'accompagne d'un étalement urbain qui échappe au contrôle des pouvoirs publics sensés mettre en place, en amont, une politique de l'habitat.

En s'inspirant de l'étude effectuée sur la ville de Lomé par [16], on peut noter aujourd'hui que Lomé tout comme Kara n'ont jamais été et ne sont toujours pas façonnées par une politique volontariste. Elles semblent se développer par les initiatives non coordonnées de leurs habitants face aux défaillances des cadres institutionnels existants et de l'appareil normatif sur le foncier et sur l'habitat. En conséquence, on note en général, dans les deux villes, une cohabitation des couches sociales nanties

à côté de celles moins nanties. Autrement dit, à côté des habitats modernes qui répondent plus ou moins aux normes de l'habitat convenable décrites par [5], coexistent d'énormes habitats précaires où logent les populations les plus défavorisées.

Ces dernières, cherchant à satisfaire à la fois leur besoin de logement se trouvent confrontés à d'autres opérateurs dans une partie complexe et, le plus souvent, inégale. Ces opérateurs sont très divers: il s'agit bien sûr de la puissance publique mais aussi des promoteurs privés (même s'ils sont peu nombreux à Lomé et à Kara) et des communautés autochtones détentrices des terrains. Dans cette partie aux règles du jeu incertaines, s'élabore la dynamique du front d'urbanisation que les modèles spatiaux habituels sont impuissants à expliquer [16]. Par ailleurs, il en découle souvent des conflits interpersonnels, des déguerpissements, des violences de plusieurs ordres et biens d'autres phénomènes sociaux qui contrastent avec le mieux vivre que la ville a souvent miroité à ses habitants.

3.3 LES REPRÉSENTATIONS SOCIALES DES LOGEMENTS PRÉCAIRES PAR LEURS HABITANTS

L'examen des opinions des habitants des logements précaires à Lomé et à Kara, recueillies à travers les entretiens individuels approfondis, permet de dégager trois types essentiels de représentations des logements indécents par leurs occupants. Ils se représentent leur logements soit comme un abri tout court, soit comme un symbole d'urbanité, soit comme une manière pour les ruraux désormais néo-citadins de transplanter leurs logements du village d'origine en ville.

3.3.1 LE LOGEMENT PRÉCAIRE PERÇU COMME UN ABRIS

Pour une première catégorie de nos interviewés, à Lomé comme à Kara, leur habitat constitue pour eux, un abri, entendu comme, un refuge, le lieu où l'on préserve son intimité et sa dignité en situation migratoire ou de vie en ville, indépendamment de la qualité ou du confort. C'est dans ce sens qu'une femme originaire du Ghana, interviewée dans le quartier Katanga à Lomé, 29 ans, nous confiait:

« Pour moi, à mon arrivée au Togo, ma première préoccupation était de trouver un abri où me cacher avec mes deux enfants afin d'exercer mon activité de fumage de poisson qui nous nourrit jusqu'aujourd'hui. Dieu merci, par l'intermédiaire d'une de mes compatriotes déjà installée à Katanga, j'ai pu trouver une portion de terre que voici [elle m'indique sa case d'environ trois mètres sur trois, construite en matériaux de fortune (tôles rouillées, contre-plaqués de récupération et des claies) sans toilettes ni point d'eau]. Depuis lors, nous nous sommes adaptés et ça nous épargne le paiement des loyers trop chers en ville. »

A l'analyse, ce témoignage nous montre que l'arrivée d'un migrant en ville, qu'il vienne d'un village ou d'un pays étranger, lui impose un premier défi qui est celui de trouver un toit où s'abriter, autrement dit, un « cachot » où se loger avant d'opérer une insertion progressive au tissu urbain. Ce défi, pour être relevé, passe généralement par le recours aux réseaux sociaux allant du réseau ethnique au réseau d'origine géographique en passant par le réseau religieux ou le réseau d'amis. Dans la recherche de solution au défis de logement en ville, le néo-citadin finit souvent par se résoudre à la moindre opportunité qui s'offre à lui en ville sans se soucier ni de la qualité, ni du confort.

Par ailleurs, certains citadins, face aux contraintes financières dues à la spéculation du logement et à la cherté inconséquente de la vie en ville, finissent par se retrouver en situation de mal-logement. C'est ce qui ressort du récit de vie d'un Togolais immigrant à Kara, résident dans le quartier Zongo Yéyé, venu d'un village de la préfecture de Tchaoudjo, Chauffeur de profession, 48 ans :

« Nous savons tous que la vie à Kara coûte très chère, le loyer est aussi très cher. Il y a de cela onze ans lorsque je suis arrivé à Kara ici. En ce moment, j'étais encore célibataire. J'avais loué une chambre-salon que je payais à 8 000F le mois. Aujourd'hui, je suis marié et père de 3 enfants, la même chambre-salon que je payais à 8000F coûte maintenant plus de 15000F ; combien moi en tant que simple chauffeur de taxi, je gagne pour faire face à ce coût ? C'est pourquoi, je me suis décidé à venir me cacher avec ma famille ici dans une pièce de 8000F. Même si ce n'est pas confortable, nous nous adaptons bien, incha Allah ! »

En somme, l'on retient de l'analyse des témoignages des habitants des logements précaires à Lomé et à Kara que, la mise en situation de précarité dans leur logement est liée à leur désir de s'abriter malgré les difficultés de la vie et du coût du logement en ville et pouvoir vaquer librement à leurs activités. Cette perception du logement précaire s'inscrit dans la logique de l'anonymat qui est l'une des principales caractéristiques de l'urbanité. Ce résultat corrobore la théorie de l'intégration sociale par l'habitat de Fijalkow Yankel [17].

3.3.2 LE LOGEMENT PRÉCAIRE, UN SUPPORT D'URBANITÉ MALGRÉ L'INDÉCENCE

L'urbanité en tant que valeur consubstantielle à l'habitant de la ville, constitue également le point d'achoppement de l'expansion des habitats précaires dans les villes togolaises comme Lomé et Kara. En effet, la domiciliation ou la possession d'un logement quelle que soient sa nature ou sa qualité, apparaît comme un élément constitutif du droit de cité dans ces deux villes. Cette perception du logement en ville permet de comprendre l'obsession de posséder un « chez-soi » par les habitants de Lomé et de Kara, un phénomène très répandu dans la conscience collective des Togolais [26]. Par ricochet, les populations de la classe moyenne ou parfois, les néo-citadins, pour se distinguer socialement en ville, sont amenés à se construire des habitats précaires avec leurs moyens dérisoires. D'autres néo-citadins issus de l'exode rural, à défaut de pouvoir construire eux-mêmes leur habitat en ville, n'ont d'autres choix que de se loger à vil prix dans des logements locatifs de fortune, construits à l'aide des matériaux de récupération sans la prise en compte des mesures sécuritaires et sanitaires. C'est ce qui ressort du témoignage d'une Togolaise ressortissante d'un village de la préfecture de Vo, résidant dans le quartier Abové à Lomé, 33 ans, Portefaix :

« Vous savez, même si je vis entre les tôles rouillées ici à Lomé, ce n'est pas la même chose que de vivre au village [...] C'est vrai que la vie coûte très chère ici, mais quand je sors de ma maison tôt pour aller à Assigamè (Grand marché de Lomé) pour exercer mon travail de portefaix, personne ne sais où je vis, tout le monde me respecte pour ce que je fais [...] Personne ne s'occupe ici des affaires de l'autre, mais si c'était chez nous au village, les commérages vont t'assaillir. Aujourd'hui, quand je quitte Lomé pour aller dans mon village, tout le monde au village me respecte en tant que Loméenne [...] Le fait de vivre à Lomé, même dans des conditions difficiles contribue à me garantir ma dignité. »

La ville attire par les avantages qu'elle offre à ses habitants, mais l'incorporation des néo-citadins économiquement défavorisés passe également par le recours aux logements précaires, financièrement et socialement accessibles aux couches sociales démunies. Les habitants des logements précaires, au-delà de l'indécence de leur logis, s'efforcent de s'y adapter, tant cet inconfort semble être compensé, du moins psychologiquement, par le statut de « citoyen ». Du point de vue sociologique, ces habitats précaires ont également pour fonction de constituer des espaces d'accueil indispensables aux processus d'insertion en ville. Cette situation traduit bien le caractère hétérogène de la ville tel que décrit par Louis Wirth [18] où riches et pauvres cohabitent la ville, habitations bourgeoises à côté des taudis, un véritable paradoxe entre l'habitat « conçu » et l'habitat réellement « vécu », bref un melting-pot urbain qui s'observe dans les villes togolaises.

3.3.3 LE LOGEMENT PRÉCAIRE, UNE TRANSPLANTATION DE LA RURALITÉ EN VILLE

Une troisième typologie de la perception des habitats précaires par leurs habitants tient en une transposition morphologique en ville, de l'habitat des villages d'origine des néo-citadins. La plupart des paysans en quittant leurs villages d'origine pour la ville, se déplacent avec leur ruralité, c'est-à-dire, leurs manières de penser, de sentir, de faire, bref, leur mode de vie incluant leur savoir-faire concernant leur mode de logement. Une fois en ville, le désormais néo-citadin de Lomé ou de Kara opère un choix rationnel en habitant un logement simplifié, semblable à celui qu'il habitait au village, quitte à aller déféquer en dehors de sa maison ou chercher l'eau courante un peu loin de sa maison. C'est ce qui ressort du témoignage suivant d'un villageois de 43 ans, originaire de la Préfecture de la Binah, installé à Kara dans le quartier Kofac, un quartier insalubre au centre de la ville : *« J'ai construit ma petite maison avec trois cases semblables à celle dans laquelle je vivais dans mon village. Pour moi, je vis à Kara tout comme si j'étais dans mon village... »*.

Les habitats précaires, pour emprunter la métaphore théâtrale³, seraient une scène propice au premier acte du cheminement du migrant vers la ville. Ils sont donc conçus comme un « village transplanté », organisé par un ensemble de relations intra-communautaires [19]. Le « village transplanté » est donc le lieu de formes de dérèglement social en raison de la confrontation de l'étranger à des règles économiques et de vie jusqu'alors inconnues. L'habitat transplanté, le chez-soi, est doté de caractéristiques symboliques et identitaires : il affirme une position sociale, un rôle à tenir, un statut [17].

³ La sémantique théâtrale fait implicitement référence aux travaux d' Erving, Goffman (1973).

3.4 LA QUESTION DU LOGEMENT À LOMÉ ET À KARA : UNE RÉALITÉ AUX DIMENSIONS ASYMÉTRIQUES

Si la citoyenneté implique, dans un sens restrictif, le droit à résider de façon permanente dans la ville et renvoie, de façon plus générale, au "droit à la ville" défendu par [2] qui n'est pas un simple droit de visite, elle implique donc, entre autres, l'accès au logement des citoyens à Lomé comme à Kara.

Cependant, il faut souligner que la législation en matière d'habitat et de protection des locataires au Togo, n'a pas évolué depuis 1960, année de l'indépendance du pays. Les rares textes spécifiques qui existent en la matière datent de 1948. Toutefois, la Constitution togolaise du 14 Octobre 1992, modifiée par la loi du 31 décembre 2002, consacre le droit de loger comme un droit fondamental de la personne humaine. Il convient donc d'examiner la situation d'une part, de l'habitat privé et, d'autre part, l'habitat de location.

3.4.1 L'HABITAT PRIVÉ

À l'évidence, au Togo, on note un manque de mise en œuvre de la politique de l'habitat (2014) ainsi que de la stratégie de logement (2009) dont l'Etat s'est doté. Du coup, la disponibilité d'habitats à coûts modérés sensés résorber tant soit peu les besoins en logement des moins nantis pose problème.

En l'absence d'application d'une politique d'habitat social à coût modéré, à Lomé comme à Kara, c'est à chacun de se loger comme il peut. Cette situation a engendré comme conséquence immédiate, une multiplication d'habitats précaires dans l'occupation spatiale afin de faire face, pour les populations démunies, à la nécessité de se loger à tout prix en ville.

Ainsi, s'offrir une maison à soi, représente pour le citoyen togolais de toutes conditions sociales, le plus grand rêve à réaliser. Il y consacre l'essentiel de son énergie et de ses ressources. Malheureusement, cette détermination n'est pas suffisamment accompagnée ni soutenue par les pouvoirs publics dont la carence en la matière se traduit par la faiblesse de l'encadrement juridique et institutionnel du droit au logement des citoyens.

L'inexistence de l'offre par l'Etat de logements à caractère social a favorisé l'occupation anarchique de l'espace dans les zones urbaines, surtout à Lomé, où le phénomène des bidonvilles s'accroît à un rythme exponentiel. Le flux ininterrompu de migrants en provenance des campagnes et d'autres pays, vient grossir la masse des sans-logis ou des mal-logés qui s'installent vaillamment dans des habitations précaires. Ayant rarement accès à l'eau potable, à l'électricité et encore moins aux services sanitaires, ces personnes vivent dans des conditions d'insalubrité qui les exposent à toutes sortes de maladies. À titre illustratif, le bidonville le plus connu de Lomé s'appelle Katanga. La photo ci-dessous est une prise de vue partielle de Katanga, un bidonville qui est en réalité un village de pêche au bord de la mer, en pleine ville de Lomé.



Photo : Vue partielle du quartier Katanga

L'encadré ci-dessous décrit, à titre illustratif la vie des habitants du bidonville.

Encadré : Etude de cas d'un quartier à habitats précaires à Lomé: Katanga

Katanga est un village des pêcheurs situé dans la zone portuaire à Lomé. C'est un site bidonville qui s'étend sur un périmètre d'environ 2,90 Km, une superficie de 18,1 ha; plus de 1060 ménages avec une population de 5649 dont 2622 hommes et 3027 femmes [20]. En termes d'activités occupant les habitants de Katanga, on y dénombre 188 postes de transformation de poissons, 75 ateliers d'apprentissage (menuiserie, soudure, coiffure, couture..), 357 kiosques de vente/petites boutiques.

Les rues de sables identiques entre elles sont bordées d'un habitat précaire et homogène à l'échelle du quartier composé de construction en claies (feuilles de palmiers séchées) qui donnent un aspect provisoire au bâti [21].

Dans la communauté de Katanga, il existe 6 latrines publiques dont 3 seulement sont opérationnels. L'accès individuel est à 25 FCFA. Il existe également 8 kiosques à eau mais aucun n'est fonctionnel. On remarque un château d'eau dont les travaux de construction n'ont pas été achevés. Par conséquent ce château n'a jamais servi.

Il n'existe aucune canalisation reliant les différentes concessions, ni d'égouts ou de puisards pour l'évacuation des eaux usées. Ces eaux usées sont jetés dans les espaces vides non loin des concessions.

A l'analyse, l'on note globalement que Katanga dispose ainsi d'un paysage résidentiel rejoignant, par certains côtés, les marqueurs des "*paysages inachevés*" des périphéries loméennes [22], [23] et de Kara. Néanmoins, le paysage de Katanga se distingue des autres quartiers de Lomé et de Kara par un peuplement homogène en termes socioéconomiques alors que les autres quartiers que ce soit à Lomé ou à Kara, se définissent par des citadins aux profils socio-économiques hétérogènes, induisant une proximité entre habitats pauvres et résidences aisées.

3.4.2 L'HABITAT DE LOCATION

Pour les habitants des villes de Lomé et de Kara qui n'ont pas les moyens de s'offrir un logement de propriété privée, le seul recours pour se loger reste la location. Mais il faut noter qu'en matière de location pour habitation, les citoyens locataires ne sont guère protégés dans leurs droits. A ce niveau, la législation paraît également obsolète.

En l'absence d'une réglementation spécifique, les locataires sont laissés à la merci des propriétaires qui les exploitent comme bon leur semble. La cession des maisons pour location fait l'objet de surenchère de la part les propriétaires: cautions de loyer exorbitantes (12 à 24 fois le montant du loyer mensuel), augmentation anarchique du montant des loyers, etc. Il n'existe aucun plafond réglementaire en la matière au Togo. Ceci complique davantage la situation des locataires surtout les plus démunis. En plus, les maisons de location ne subissent aucun contrôle des dispositifs.

Toute analyse faite, il importe de se demander : quelles sont les défis qui s'imposent pour contribuer à sortir de la situation inconfortable de l'habitat indécent dans les villes togolaises telles que Lomé et Kara ?

3.5 SORTIR DE L'INDÉCENCE DE L'HABITAT DANS LES VILLES TOGOLAISES, QUELLES PERSPECTIVES ?

Plusieurs défis se posent pour aider à garantir le caractère convenable aux habitats des centres urbains du pays. Entre autres pistes, le défi lié au foncier, celui lié à la nécessité de la réglementation du logement et enfin, celui en lien avec la promotion des logements sociaux.

3.5.1 LA QUESTION DU FONCIER

La situation du cadre législatif et du cadre institutionnel s'est complexifiée au fil des ans au point qu'aujourd'hui, le contexte du foncier est lourdement marqué par une série d'insuffisances et de défis selon la Coalition PIDESC-Togo citée par le PASCRENA [24] dont l'essentiel se résumerait à :

- La juxtaposition des deux (2) droits fonciers (coutumier et moderne) entraînant la coexistence de deux (2) filières de production de terrain à bâtir ;
- L'inapplicabilité, pour diverses raisons, des textes et surtout de ceux liés aux règles d'urbanisme et de construction, à l'expropriation pour cause d'utilité publique et à la fixation des prix des terrains à Lomé ;
- Des pratiques d'expropriation souvent non conformes aux textes en vigueur et une gestion parfois inappropriée des réserves administratives qui ne favorisent pas une mise en place aisée des équipements socio-collectifs ;

- et, récemment, la mise à mal du caractère inattaquable du titre foncier, où on assiste ces derniers moments à la double immatriculation des immeubles bâtis et non bâtis;
- De nombreux litiges, tensions latentes et conflits fonciers, des contestations de droits de limites de terres très souvent accompagnés d'une dégradation du climat social en milieu rural et urbain ;
- Une confusion juridique qui se traduit par des décisions de justice quelques fois contradictoires et une perte de la crédibilité des services fonciers de l'Etat et du système judiciaire ;
- La lourdeur et la cherté de la procédure judiciaire liée au foncier : le règlement d'un conflit foncier peut durer des années et ruiner la partie qui ne dispose pas de ressources suffisantes ;
- La marchandisation et la spéculation foncières en milieu urbain et rural.

Au fait, le problème du foncier au Togo réside moins dans l'incohérence et la vétusté des textes organisant le foncier que dans « les dérives administratives qui ont été mises en place au fil des ans », rendant complexes, lourdes et très chères les procédures et autres formalités d'immatriculation. C'est aussi la pléthore d'institutions étatiques intervenant dans les démarches administratives pour l'obtention des papiers. Elles sont de deux catégories : la première s'occupe des aspects spatial et règlementaire du foncier : ce sont les services de l'urbanisme, de l'habitat, de l'aménagement du territoire, du cadastre, des domaines, de la législation agro foncière et les services municipaux de l'urbanisme et CITAFRIC. La deuxième est chargée des ressources naturelles et se compose des services de l'agriculture, environnement, eaux et forêts, hydraulique, énergie, des Télécom, etc.

La réalité en matière de propriété foncière, qu'il soit en milieu urbain ou rural, et d'accès au logement est si préoccupante que le Chef de l'Etat togolais, dans son message adressé à la nation le 26 avril 2011, s'en était offusqué en ces termes :

« S'agissant notamment du foncier, nous devons nous débarrasser de certaines pratiques rétrogrades qui plongent des milliers d'honnêtes citoyens dans le désarroi. Comme vous le savez, avoir un toit à soi a été de tout temps la priorité des priorités pour le Togolais. Beaucoup sont prêts à tout sacrifier pour atteindre cet objectif. Ce besoin légitime d'accéder à la propriété foncière donne malheureusement lieu à des pratiques peu recommandables. Les efforts de toute une vie sont parfois réduits à néant à cause du phénomène des doubles-ventes qui constituent un véritable fléau dans le secteur foncier. Cet état de choses doit changer... »

Vivement que ces défis fonciers soient rapidement pris en compte par les acteurs en la matière pour que la situation de l'habitat indécemment change effectivement. Au Togo, l'Etat n'est pas propriétaire de la terre. La terre appartient à des collectivités qui les cèdent par voie de vente, de don ou d'héritage, à ceux qui veulent en acquérir, soit pour y ériger un logement, soit à des fins d'exploitation agricole, etc. Il revient donc à l'Etat de prendre les mesures législatives et les dispositions pratiques d'exécution, de contrôle et de sanction, pour en faciliter l'accès et garantir la propriété à ceux qui les acquièrent.

3.5.2 LA RÉGLEMENTATION DU BAIL LOCATIF

S'agissant du droit au logement décent (inscrit à l'Article 11 du Pacte international relatif aux droits économiques, sociaux et culturels (PIDESC) le droit à un niveau de vie suffisant), défini comme « le droit fondamental de la personne humaine à un logement convenable est le droit de tout homme, femme, jeune et enfant d'obtenir et de conserver un logement sûr dans une communauté où il puisse vivre en paix et dans la dignité » et non le simple fait d'avoir un toit au-dessus de sa tête. Pourtant l'on note en la matière, d'énormes insuffisances du décret n° 61-121 du 22 décembre 1961 portant réglementation des loyers des locaux d'habitation et l'absence d'une politique nationale de l'habitat avec le secteur du logement qui n'a pas encore fait l'objet d'une véritable politique orientée vers les populations démunies.

Ainsi, les pouvoirs publics togolais se doivent de prendre des dispositions qui s'imposent pour permettre aux citoyens de jouir de ce droit.

3.5.3 LA NÉCESSITÉ DE PROMOTION DES LOGEMENTS SOCIAUX

Face aux problèmes d'accessibilité financière à un logement décent pour de nombreux citoyens des villes togolaise liés à la faiblesse de leur revenu, à la difficulté d'obtention du financement auprès des banques, à l'insécurité du foncier et du logement locatif, la nécessité de la promotion des logements sociaux s'impose pour faciliter ainsi aux populations démunies de jouir de leur droit au logement décent.

4 CONCLUSION

A la lumière des concepts lefebvriens de *l'habitat* et de *l'habiter*, mobilisés pour l'analyse de la situation des mal-logés dans les villes de Lomé et de Kara, la présente contribution a pu tour à tour mettre en évidence, au prisme des caractéristiques de logement convenable décrits par l'ONU Habitat, la recrudescence de l'habitat précaire suite à la croissance rapide des villes togolaises; ensuite, elle montre les perceptions qu'ont les habitants des habitats précaires de leurs logements. A cet effet, trois principaux types de perceptions des habitats précaires se sont dégagés : l'habitat précaire comme abri tout court, l'habitat précaire comme symbole d'urbanité et enfin comme une transplantation de la ruralité en ville, traduisant ainsi le caractère inachevé des villes Togolaises. De plus, l'examen des dimensions du logement dans les deux villes permet de noter par ailleurs que, dans les villes Togolaises comme dans d'autres villes africaines, l'occupation résidentielle répond aux formes de transactions urbaines entre traditions autochtones et modernités d'importation. Enfin, la réflexion s'ouvre en abordant quelques défis qui s'imposent pour contribuer à sortir les villes togolaises de la situation inconfortable de l'habitat indécet. Il s'agit du renforcement de la réglementation du foncier et du bail locatif ainsi que la promotion par l'Etat et ses partenaires, des logements sociaux. En définitive, des recherches complémentaires sur les rapports sociaux entre les mal-logés, tout comme les relations de voisinage en milieux urbains togolais, s'imposent pour mieux appréhender les dynamiques en cours dans les villes africaines.

REFERENCES

- [1] Maurice Halbwachs, 1970 [1938], *Morphologie sociale*, Paris, Armand Colin.
- [2] Lefebvre Henri, 1968, *Le droit à la ville*, Paris, Anthropos.
- [3] Maïté Clavel, 2004, *Sociologie de l'urbain*, Paris, Anthropos
- [4] Raymond, H., 2001, *Paroles d'habitants, une méthode d'analyse*, Paris, L'Harmattan, Habitats et sociétés.
- [5] ONU HABITAT, 2010, *Le droit à un logement convenable*, Fiche d'information no 21/Rev.1, https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_fr.pdf
- [6] Lefebvre Henri, 1966, *Préface de L'habitat pavillonnaire*, Raymond H., Haumont N., Dezès M.-G., Haumont A., Paris, L'Harmattan (Habitat et Sociétés).
- [7] Paquot Thierry, 2005, « Habitat, habitation, habiter. Ce que parler veut dire... », *Informations sociales*, 2005/3 (n°123), p.48-54.
- [8] Lefebvre Henri, 1970, *La révolution urbaine*, Paris, Gallimard, p.111
- [9] INSEED, 2015, « Perspectives démographiques du Togo. 2011-2031. », Edition 2015, Institut National de la Statistique et des Études. Économiques et Démographiques. <http://www.stat-togo.org/contenu/pdf/Perspectives-demographiques-final-2016-05.pdf>
- [10] Nyassogbo Gabriel Kwami, 2011, *Les villes togolaises vues par rapport à leur trajectoire de croissance et de développement*, Atelier sur le changement climatique à l'intention des collectivités locales togolaises, Kara, du 04 au 06 mai 2011.
- [11] AGIER M., 1981, « Etrangers, logeurs et patrons, l'improvisation sociale chez les commerçants soudanais de Lomé » in *Cahiers d'Etudes Africaines*, pp. 251-266.
- [12] Agoma Blandine, 2009, « Territoires et identités à Lomé (Togo). Processus de catégorisation, dynamiques spatio-résidentielles et logiques du lieu », *Ressac – n°2 – 1er semestre 2009*, www.ressac.net/fr/articles/territoire.pdf.
- [13] République Togolaise, 2009, *Politique nationale d'aménagement du territoire*, Ministère de la coopération, du développement et de l'aménagement du territoire, Lomé.
- [14] DGSCN, 2012, *Recensement général de la population et de l'habitat (06 au 21 novembre 2010)*. Résultats définitifs, Lomé.
- [15] Guézéré Assogba, 2010a, « Petites et moyennes villes et développement local au Togo : quelle nouvelle armature urbaine au service de l'espace rural ». In *The production, use and dissemination of urban knowledge in cities of the south*, colloque de N-aerus, Bruxelles pp 191-204.
- [16] Emile Le Bris, Annik Osmon, Alain Marie et Alain, Sinou, 1987, *Famille et résidence dans les villes africaines*, Paris, L'Harmattan, Villes et entreprises.
- [17] Fijalkow Yankel, 2016, *Sociologie du logement*, Collection « Repères », Editions La Découverte, Paris.
- [18] Wirth Louis, 2004, « Le phénomène urbain comme mode de vie », in JOSEPH Isaac et GRAFMEYER Yves, 2004, *L'école de Chicago, naissance de l'écologie urbaine*, Flammarion, pp. 255-281.
- [19] Thomas William et Znaniecki Floriane, 1998, *Le paysan polonais en Europe et en Amérique, Récit de vie d'un migrant*, Traduction française, Vol. 3, Paris, Nathan.
- [20] YMCA Togo et YCARE International, 2013, *Etude référentielle du projet "Jeunes et Développement dans les bidonvilles" à Katanga*.

- [21] Spire Amandine, 2009, « *Les étrangers d’Afrique de l’Ouest à Lomé (Togo) : Identification, (in) visibilité et citoyenneté. Réflexion au regard de la ville d’Accra* », Thèse de Doctorat de géographie, Université de Paris Ouest Nanterre La Défense, URF Sciences Sociales et Administration.
- [22] GERVAIS-LAMBONY P. et al., 1994, *De Lomé à Harare : le fait citoyen*, Paris et Nairobi, Karthala, IFRA.
- [23] Aholou Coffi Cyprien, 2015, « De la « ville inachevée » à la « ville durable » ? Analyse des villes ouest-africaines à travers le prisme du développement durable », *Mosaïque*, n°17, revue de l’ISPSH, ISSN 1812-8645, pp. 215-227.
- [24] PASCRENA, 2015, *Etude nationale sur la situation foncière au Togo*, Rapport final.
- [25] Goffman Erving, 1973, *La mise en scène de la vie quotidienne*, trad. Fr., Paris, Minit.
- [26] Assogba Guézéré, 2010b « L’obsession d’habiter sa propre maison à Lomé : quel impact sur la dynamique spatiale ? », *Les Cahiers d’Outre-Mer* [En ligne], 256 | Octobre-Décembre 2011, mis en ligne le 01 octobre 2014, consulté le 02 octobre 2016. URL : <http://com.revues.org/6443> ; DOI : 10.4000/com.6443.
- [27] Fijalkow Yankel, 2013, « Sociologie des villes, sociologie du logement : des complémentarités à refonder à la lumière du processus de gentrification », *Sociologie et sociétés*, vol. 45, n°2, pp.177-194.
- [28] Tchalla Kokou, 2015, « Dynamique démographique et peuplement de la région de la Kara au Togo. Une analyse à base des données des recensements généraux de la population de 1970 à 2010 », pp.159-177, <http://publication.lecomes.org/index.php/hum/article/download/482/327>

Optimisation de la pasteurisation du nectar de *Saba senegalensis*

[Optimization of the pasteurization of *Saba senegalensis* nectar]

Medoune Gaye Sarr, Nicolas C. M. Ayessou, Mady Cisse, Codou Mar, and Mama Sakho

Laboratoire d'Electrochimie et des Procédés Membranaires,
Centre d'Etudes sur la Sécurité Alimentaire et les Molécules Fonctionnelles,
Ecole Supérieure Polytechnique, Université Cheikh Anta Diop, B.P 5085 Dakar - Fann, Senegal

Copyright © 2018 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: Wild neglected fruits as are known for their beneficial effects on health and the fight against malnutrition. This is the case in Senegal of the fruits of *Saba senegalensis* which are consumed more and more in the form of nectar whose nutritional and organoleptic qualities must be preserved. The objective set by this work is to optimize the pasteurization of the nectar in order to preserve its whole quality. The minimum pasteurizing value (VP) is determined and then different pasteurization scales to obtain this VP are tested. The vitamin C of the obtained nectars is monitored for 60 days at 4; 20; 30 and 37 ° C. A 50-minute VP gives microbiological stability for two months at 4 ° C and retains the nutritional qualities of the nectar. Thus, the optimal 73 ° C / 16 min scale is used for this fruit nectar because it preserves 63.38% of the vitamin C. The use of the Ball, Arrhenius and Eyring models during the tests makes it possible to predict adequately the losses of vitamin C. The 73 ° C / 16min scale better retains the nutritional and organoleptic qualities of the nectar of *Saba senegalensis*.

KEYWORDS: *Saba senegalensis*, Optimization, pasteurisation value, scale, quality.

RÉSUMÉ: Les fruits sauvages dits négligés sont connus pour leurs effets bénéfiques pour la santé et la lutte contre la malnutrition. C'est le cas au Sénégal des fruits de *Saba senegalensis*, qui sont consommés de plus en plus sous forme de nectar dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques doivent être préservées. L'objectif fixé par ce travail est d'optimiser la pasteurisation du nectar de maad pour la préservation de sa qualité nutritionnelle et organoleptique. La valeur pasteurisatrice minimale (VPmin) est déterminée puis différents barèmes de pasteurisation permettant d'obtenir cette VP sont testés. La vitamine C des nectars obtenus est suivie pendant 60 jours à 4; 20 ; 30 et 37°C. Une VP de 50 minutes donne une stabilité microbiologique pendant deux mois à 4°C et conserve les qualités nutritionnelles du nectar. Ainsi, le barème optimale de 73°C/16min est retenu pour ce nectar de fruit car il préserve 63.38% de la vitamine C. L'utilisation des modèles de Ball, d'Arrhenius et d'Eyring lors des essais permettent de prévoir convenablement les pertes en vitamine C. Le barème de 73°C/16min conserve mieux les qualités nutritionnelles et organoleptiques du nectar de *Saba senegalensis*.

MOTS-CLEFS: *Saba senegalensis*, optimisation, pasteurisation, barème, qualité.

1 INTRODUCTION

Au Sénégal, les fruits et légumes sont présents en abondance. Ils sont connus pour être bénéfiques pour la santé et la lutte contre la malnutrition. En effet, la plupart de ces derniers sont riches en micronutriments et ont des vertus thérapeutiques. Cependant, leur non disponibilité toute l'année et leur nature périssable constituent des contraintes pour leur valorisation. Il est donc important d'étudier les différentes voies et méthodes de valorisation applicables à nos différents fruits et légumes. C'est dans ce contexte, que s'inscrivent nos travaux qui portent sur le fruit *Saba senegalensis* plus connu sous le nom de maad

au Sénégal. Originaire de l'Afrique subsaharienne *Saba senegalensis* est une grande liane ligneuse à latex blanc, feuilles opposées et à vrilles avec une écorce grise foncée, pouvant atteindre plus de 40 m et un tour de 20 cm de diamètre [1], [2], [3]. Le fruit est une coque globuleuse, une grosse baie ovoïde, bosselée, longue de 7 à 10 cm [4], large de 6 à 8 cm qui contient des graines enrobées de pulpes jaunes fibreuses légèrement translucides [5]. Au Sénégal, il provient en grande partie de la Casamance (Sud du Sénégal) et de Kédougou (Est du Sénégal). L'intérêt du maad (*Saba senegalensis*) pour l'alimentation et aussi pour le traitement de certaines maladies des populations rurales est très largement reconnu [6]. C'est une plante qui a d'énormes vertus thérapeutiques. Du fruit aux racines en passant par les feuilles, l'écorce, et le latex, tout est utilisable. C'est un fruit qui est très prisé par la population, il peut être consommé comme tel ou être transformé en purée, nectar, confitures, conserves et gelée [7], [8], [9], [10], [11]. C'est un fruit qui a une courte durée de conservation. Ceci pousse les entreprises à le transformer principalement en nectar. Cependant, la plupart de ces entreprises ne maîtrisent pas la pasteurisation. Elles exposent le plus souvent le nectar à de très fortes températures sur de longue durée, ce qui baisse la valeur nutritionnelle du produit. Dans ce contexte, l'objectif de notre travail est d'optimiser la pasteurisation du nectar dans le but de préserver ses qualités nutritionnelles et organoleptiques. Ainsi, les principaux objectifs spécifiques sont la détermination de la valeur pasteurisatrice minimale et du meilleur barème de pasteurisation.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

L'optimisation du nectar de maad a été réalisée sur des fruits de *Saba senegalensis* récoltés dans la région de Casamance durant le mois de juin 2017 (Figure 1). Après avoir préparé notre matière première (trier, laver, nettoyer, dénoyauter), nous avons obtenu la pulpe brute (Figure 2) à partir de laquelle nous avons préparé le nectar de maad.



Fig. 1. Fruits de *Saba senegalensis*



Fig. 2. Pulpe brute de *Saba senegalensis*

2.2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.2.1 PRODUCTION DU NECTAR

Dans le cadre de notre étude, nous avons élaboré un nectar constitué d'eau et de pulpe de maad. Le degré Brix du produit a été fixé à 15 g d'extrait sec soluble/100g de nectar. Le nectar est conditionné à froid dans des bouteilles en verre de 30 mL avec des bouchons en plastique. Avant remplissage, les bouteilles et les capsules ont été lavés puis désinfectés à l'eau javellisée à 100ppm de chlore pendant 30 minutes, rincées, égouttées puis séchées.

2.2.2 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL DE LA PASTEURISATION

La stabilisation thermique se fait par pasteurisation. Elle est réalisée par immersion des bouteilles en verre contenant le nectar de maad dans un bain-marie chauffé (**Figure 3**). Durant le chauffage, la température du produit est suivie au cours du temps à l'aide d'une bouteille témoin portant en son centre géométrique une sonde de température. La température du bain-marie est également suivie avec une sonde de température placée à l'intérieur. A la fin du chauffage, les bouteilles sont rapidement refroidies dans un récipient contenant de l'eau froide à 0°C. L'eau est maintenue froide par ajout de glaçons dans le récipient. Les produits pasteurisés sont refroidis jusqu'à la température de 25 ± 2 °C et stockés aux températures de stockage de 4, 20, 30 et 37 °C. Les analyses sont effectuées toutes les deux semaines sur une période de deux mois afin de suivre les paramètres physico-chimiques et nutritionnelles dans le but de déterminer le barème optimale.



Fig. 3. Matériel de pasteurisation et de conditionnement

2.2.3 DÉTERMINATION DE LA VALEUR PASTEURISATRICE MINIMALE ET DU TEMPS DE PASTEURISATION

Cinq (5) valeurs pasteurisatrices (VP) ont été choisies en faisant varier le temps de pallier à 70°C. Les paliers suivants ont été appliqués : 30, 50, 70, 90 et 110 minutes. La valeur pasteurisatrice est alors donnée par la somme des valeurs pasteurisatrices élémentaires (Equation n° 1).

$$VP_i = t_i \times 10^{\frac{T_i - 70}{10}} \quad (\text{Equation n° 1})$$

Où les T_i sont les températures relevées à des intervalles de temps (t_i) dans le produit.

Pour la détermination du meilleur barème nous avons choisi 5 barèmes équivalents à la VP minimale, le calcul de ces barèmes s'est fait grâce à l'équation 2.

$$t_\theta = VP_{\theta_{ref}} \cdot 10^{\frac{\theta_{ref} - \theta}{z}} \quad (\text{Equation n° 2})$$

où t_θ est la durée de la pasteurisation en min, $VP_{\theta_{ref}}$ la valeur pasteurisatrice à la température de référence (θ_{ref}), θ la température de pasteurisation et z est celui de la bactérie *Streptococcus thermophilus* (10 °C).

2.2.4 MÉTHODES ANALYTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

La vitamine C est dosée par titrage volumétrique au 2,6-dichlorophénol-indophénol (DCPIP). L'évaluation de la couleur est effectué par une mesure dans l'espace CIE-L*a*b* grâce à un colorimètre de type (CM-5, Konica Minolta Sensing Americas Inc., US). Le dosage des sucres réducteurs a été effectué en utilisant la méthode de Luff Schoorl. Le pH a été mesuré par un pH-mètre (Hanna instruments, Roumanie).

2.2.5 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

La qualité microbiologique des nectars de maad pasteurisés ou non et conditionnés à différentes températures a été déterminée en dénombrant la flore aérobie mésophile totale, les levures et moisissures, les coliformes et les lactobacilles en utilisant respectivement les milieux de culture, PCA (Plat Count Agar), CGA (Chloramphénicol Glucose Agar), VRBL (Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre) et MRS (Gélose de Man, Rogosa, Sharpe). Le calcul du nombre de micro-organismes présents par ml d'échantillon est réalisé selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum Ci}{V(N1+0,1N2) \times d} \text{ (Equation n° 3)}$$

où $\sum Ci$ = somme des colonies caractéristiques comptées sur toutes les boîtes retenues, $N1$ = nombre de boîtes retenues à la première dilution, $N2$ = nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution, d = facteur de dilution correspondant à la première dilution et V le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte en ml.

2.2.6 MODÉLISATION DES CINÉTIQUES DE DÉGRADATION DE LA VITAMINE C

Les études de cinétiques ont été réalisées pour proposer des modèles capables de prédire l'évolution de la concentration en vitamine C. Les modèles cinétiques proposés pour représenter la réaction de dégradation thermique de la vitamine C à haute température ont été celui d'une réaction mono-moléculaire irréversible (processus d'ordre 1), où la vitesse de réaction ne dépend que de la concentration d'un réactif (la vitamine C). Trois modèles ont été étudiés: Arrhenius, Eyring, et Ball. L'équation de dégradation de la vitamine C est du premier ordre donnée en (4).

$$\frac{d[C]}{dt} = -k[C] \text{ (Equation n° 4)}$$

où k ($\text{mol.l}^{-1}.\text{s}^{-1}$) est la constante de vitesse de la réaction.

La linéarisation de l'équation (4) donne l'équation (5).

$$\ln[C] = -kt + \ln[Co] \text{ (Equation n° 5)}$$

Les tracés des courbes $\ln[C] = f(t)$ permettent de vérifier l'ordre des équations de dégradation et de déterminer les constantes de vitesse k pour les températures de stockage. Avec l'application de la relation d'Arrhenius on peut déterminer les valeurs de K pour chaque température de stockage.

$$k = ko \times \exp\left[-\frac{Ea}{RT}\right] \text{ (Equation n° 6)}$$

où ko est le facteur de collision (s^{-1}). Ea est l'énergie d'activation ($\text{J}.\text{mol}^{-1}$) ; R est constante des gaz parfaits ($8,31\text{J}.\text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$), T la température en degré (K) . La linéarisation de l'équation (6) donne l'équation (7).

$$\ln(k) = \ln(ko) - \frac{Ea}{RT} \text{ (Equation n° 7)}$$

2.3 LE MODÈLE D'ARRHENIUS

Le modèle d'Arrhenius permet de décrire la variation de la vitesse d'une réaction chimique en fonction de la température. La formule d'Arrhenius est énoncée comme suit :

$$k = A e^{-\frac{Ea}{RT}} \text{ Ou } k = k_{\infty} e^{-\frac{Ea}{RT}} \text{ (Equation n° 8)}$$

où T est la température exprimée en Kelvin, A le facteur pré-exponentiel, il est aussi noté k_{∞} et correspond à la valeur de k à $t = \infty$ (t en s^{-1}), Ea l'énergie d'activation ($\text{J}.\text{mol}^{-1}$) et R la constante des gaz parfaits = $8,31\text{J}.\text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Partant de l'hypothèse que la réaction de dégradation de la vitamine C suit une cinétique d'ordre 1, la vitesse de la réaction est définie comme suit :

$$\frac{dC}{C} = -kdt \text{ (Equation n° 9)}$$

Au cours du stockage, la teneur en vitamine C variant d'une concentration initiale C_0 à une concentration finale, on obtient :

$$\int_{C_0}^C \frac{dC}{C} = \int_0^t -kdt \quad \ln C = \ln C_0 - kt \text{ (Equation n° 10)}$$

Partant de là, la méthode graphique sera utilisée pour déterminer k . Donc, la variation de $\ln C$ en fonction du temps [$\ln C = f(t)$] est tracée. Si le tracé donne une droite de la forme $y = ax + b$, par identification à $\ln C = \ln C_0 - kt$ on en déduit :

$$\begin{cases} a = \text{pente} = -k \\ b = \text{ordonnée à l'origine} = \ln C_0 \end{cases}$$

On remarque qu'il est possible de déterminer les constantes de vitesse k à plusieurs températures, donc les valeurs du facteur pré-exponentiel et de l'énergie d'activation peuvent facilement en être déduites. En effet la loi d'Arrhénius peut se mettre sous la forme :

$$\ln k = \ln k_{\infty} - \frac{E_a}{RT} \text{ (Equation n° 11)}$$

En portant les valeurs de $\ln k$ en fonction de $\frac{1}{T}$, on doit donc obtenir une droite de pente $\frac{E_a}{R}$ et d'ordonnée à l'origine $\ln k_{\infty}$. Connaissant les différents paramètres k_{∞} et E_a , la valeur de la constante de la réaction est déterminée de même que la concentration résiduelle en vitamine C.

2.4 LE MODÈLE D'EYRING

L'équation d'Eyring, aussi appelée équation d'Eyring-Polanyi en cinétique chimique, relie la vitesse de réaction à la température. La structure générale de l'équation d'Eyring-Polanyi ressemble à celle d'Arrhenius :

$$k = \frac{k_b}{h} T \cdot e^{-\frac{\Delta G^*}{RT}} \text{ (Equation n° 12)}$$

où ΔG^* est l'enthalpie libre d'activation (J.mol^{-1}) avec $\Delta G^* = \Delta H^* - T\Delta S^*$, ΔH^* = enthalpie d'activation (J.mol^{-1}), ΔS^* l'entropie d'activation ($\text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$), k_b la constante de Boltzmann égale à $1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J. K}^{-1}$, h la constante de Planck égale à $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, R = constante des gaz parfaits = $8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$, T = température exprimée en Kelvin. La loi d'Eyring peut être reformulée comme suit :

$$k = \frac{k_b}{h} T \cdot e^{-\frac{\Delta H^*}{RT}} \cdot e^{\frac{\Delta S^*}{R}} \text{ (Equation n° 13)}$$

dont la forme linéaire est la suivante :

$$\ln \frac{k}{T} = \ln \frac{k_b}{h} + \frac{\Delta S^*}{R} - \frac{\Delta H^*}{RT} \text{ (Equation n° 14)}$$

Après la détermination de k par la méthode graphique de la variation de $\ln C$ en fonction du temps [$\ln C = f(t)$], les différents paramètres du modèle d'Eyring sont établis. Ainsi, le tracé de $\ln \frac{k}{T}$ en fonction de $\frac{1}{T}$ donne une droite dont la pente est $\frac{\Delta H^*}{RT}$ et l'ordonnée à l'origine $\ln \frac{k_b}{h} + \frac{\Delta S^*}{R}$ permettent respectivement de calculer l'enthalpie d'activation et l'entropie d'activation.

2.5 LE MODÈLE DE BALL/BIGELOW

Le modèle de Ball exprime la thermo résistance du composé étudié par la connaissance des paramètres D_0 et z . La réaction étant toujours du 1^{er} ordre, l'équation du modèle de Ball (15) est exprimée comme suit :

$$D = D_0 10^{-\frac{T}{z}} \text{ (Equation n° 15)}$$

où D_0 est le temps de réduction décimal à $T=0^\circ\text{C}$ en secondes (s), T la température (en $^\circ\text{C}$), z l'écart de température pour une variation de D d'un facteur dix (en $^\circ\text{C}$). En introduisant la notion de logarithme décimale, l'équation (14) devient :

$$\log_{10} D = \log_{10} D_0 - \frac{T}{z} \text{ (Equation n° 16)}$$

A partir de l'équation (14), les paramètres du modèle de Ball-Bigelow sont obtenus en traçant la courbe $\log_{10} D$ en fonction de T . Nous obtenons ainsi une droite dont la pente est $-\frac{1}{z}$ et l'ordonnée à l'origine $\log_{10} D_0$.

2.5.1 ANALYSES STATISTIQUES

Les tests d'ANOVA (analyse de la variance) à un facteur utilisés dans ce travail de recherche, ont été réalisés avec le logiciel STATISTICA 7.1. L'objectif est de comparer la significativité des résultats analytiques des échantillons pour un paramètre donné. Les différences statistiques avec une valeur de probabilité inférieure à 0,05 ($P < 0,05$) sont considérées comme significatives.

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 CHOIX DE LA VALEUR PASTEURISATRICE MINIMALE

Afin d'évaluer l'efficacité des traitements thermiques, des analyses microbiologiques, physicochimiques et l'évaluation de la couleur ont été effectués sur le nectar non traité et les échantillons pasteurisés. Le **Tableau 1** représente le récapitulatif des analyses physicochimiques et de l'évaluation de la couleur.

Tableau 1. Résultat de la caractérisation physico-chimique initiale

Paramètres		pH	ESS (°Brix)	Acidité titrable (mEq/L)	Vit. C mg/100mL	ST mg/100mL	SR mg/100mL
Nectar non pasteurisé		2,77 ^a	16,50 ^a	11,28 ^a	4,90 ^a	12,66 ^a	11,33 ^a
Nectar pasteurisé	VP1 : 30 min	2,84 ^a	15,80 ^a	11,53 ^a	3,82 ^b	12,65 ^a	11,38 ^c
	VP2 : 50 min	2,84 ^a	15,70 ^a	11,44 ^a	3,46 ^c	12,67 ^a	11,44 ^b
	VP3 : 70 min	2,83 ^a	15,20 ^a	11,47 ^a	3,34 ^e	12,70 ^a	11,47 ^e
	VP4 : 90 min	2,94 ^a	14,70 ^a	11,47 ^a	2,75 ^d	12,65 ^a	11,47 ^f
	VP5 : 110 min	2,84 ^a	14,60 ^a	11,38 ^a	2,39 ^f	12,67 ^a	11,53 ^d

ESS : extrait sec soluble ; Vit C : vitamine C ; ST : sucres totaux ; SR : sucres réducteurs

Les paramètres comme le pH, l'extrait sec soluble (°Brix), l'acidité et les sucres totaux (ST) n'ont pas subi de variation. Par contre, une variation a été observée pour la vitamine C et les sucres réducteurs (SR). Une diminution de la quantité de vitamine C a été observée à toutes les VP. La diminution de la quantité de vitamine C est proportionnelle avec l'augmentation de la VP. De même, pour les sucres réducteurs nous constatons une augmentation de ces derniers qui s'expliquerait par la conversion des sucres totaux. Cette conversion est proportionnelle avec l'augmentation de la VP. Par rapport aux paramètres de couleur, le **Tableau 2** nous montre que pour la clarté (L*) et l'indice de jaunissement (IJ) il n'y a pas de différences significative entre le nectar non pasteurisé et ceux pasteurisés.

Tableau 2. Résultats d'analyse des paramètres de couleur du nectar de Saba senegalensis

		L*	a*	b*	IJ
NECTAR PASTEURISE	Nectar non pasteurisé	30,7 ^a	20,99 ^a	52,71 ^a	98,81 ^a
	VP1 :30min	31,08 ^a	21,95 ^b	51,99 ^b	99,21 ^a
	VP2 :50min	29,41 ^a	21,73 ^b	50,96 ^b	99,22 ^a
	VP3: 70min	29,41 ^a	21,71 ^b	49,57 ^c	99,22 ^a
	VP4: 90min	29,77 ^a	21,34 ^b	48,55 ^c	99,19 ^a
	VP5:110min	29,72 ^a	21,97 ^b	48,47 ^e	99,2 ^a

Pour les valeurs de a* représentant l'axe rouge, aucune différence significative n'est décelée entre les nectars pasteurisés mais une différence est noté entre ces derniers et celui non traité. Par rapport à b* représentant l'axe jaune on note une différence entre le produit non traité et les produits traités, ce qui nous emmène à conclure que plus le temps de traitement est élevé plus l'intensité de la couleur jaune diminue (**Figure 4**).

Les résultats des analyses microbiologiques (**Tableau 3**) montrent tout d'abord que le nectar initial est très chargé en microorganismes surtout en flore mésophile aérobie totale et en levures. Cette contamination peut être celle du fruit initial ou probablement eu lieu durant la préparation des nectars au laboratoire. Le traitement thermique appliqué est efficace car aucun

germe n'a été trouvé à toutes les VP. Mais qu'en est-il lors du stockage aux différentes températures? La réponse à cette question va nous permettre de choisir au final la VP minimale qui aura une stabilité microbiologique tout en préservant la meilleure qualité nutritionnelle et organoleptique.



Fig. 4. Nectars traités aux différentes valeurs pasteurisatrice

Tableau 3. Caractérisation microbiologique du nectar initial et ceux pasteurisés aux différentes VP

Germe Recherchés (UFC/ml)	Nombre de microorganismes du nectar initial (UFC/ml)	Nombre de microorganismes des nectars pasteurisés à différentes VP (UFC/mL)				
		VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5
FMAT	47,6.10 ³	0				
Coliformes	00					
Lactobacilles	66.10 ³					
Levures	28,3.10 ³					
Moisissures	1.10 ³					

Après deux mois d'étude de vieillissement et stockage à 4°C (température de conservation des produits pasteurisés) aucun germe n'a été détecté et pas de dégagement de gaz pour tous les échantillons. Ce qui nous emmène à orienter notre choix sur le produit qui a consommé le moins d'énergie lors du traitement d'une part et d'autre part qui a pu préserver au mieux les qualités nutritionnelles du nectar et dont la valeur pasteurisatrice minimale est comprise entre 30 min et 250 min. Ces considérations nous emmènent à choisir la VP de 50 min.

3.2 DETERMINATION DU MEILLEUR BAREME DE PASTEURISATION

3.2.1 CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE INITIALE

Pour mieux optimiser la pasteurisation, cinq (5) barèmes équivalents à la VP de 50 min ont été choisis, en utilisant l'équation n° 2. Ainsi le **Tableau 4** représente les caractéristiques des différents barèmes de pasteurisation.

Tableau 4. Résultat des paramètres caractéristiques des traitements thermiques.

Température de Pasteurisation (°C)	Palier (min)	VP expérimentale
70	41	50
73	16	49,1
75	07	50.8
80	1	52.7
85	1	57,7

Après le traitement thermique avec nos différents barèmes équivalents à la VP minimale, des analyses microbiologiques ont été effectués afin de voir l'efficacité microbiologique (**Tableau 5**).

Tableau 5. Caractérisation microbiologique du nectar initial et ceux pasteurisés aux différents barèmes de pasteurisation

Germes Recherchés (UFC/ml)	Nombre de microorganismes du nectar initial (UFC/ml)	Nombre de microorganismes des nectars pasteurisés à différentes Barèmes (UFC/ml)				
		Bar1	Bar2	Bar3	Bar4	Bar5
FMAT	4,5.10 ³	Aucun germe				
Coliformes	00					
Lactobacilles	8.7.10 ²					
Levures	37,3.10 ³					
Moisissures	2.10 ³					

L'analyse du **Tableau 5** nous permet de dire que le traitement thermique est efficace car aucun germe n'a été trouvé à tous les barèmes de pasteurisation. Ceci confirme l'efficacité de notre valeur pasteurisatrice minimale. Les résultats de la caractérisation initiale des différents produits traités aux barèmes de pasteurisation calculés sont consignés dans le **Tableau 6**.

Tableau 6. Résultat de la caractérisation initiale des échantillons traités aux différents barèmes de pasteurisation

Paramètres	Produit non pasteurisés	Produits pasteurisés				
		Bar 1 (70°C/41)	Bar 2 (73°C/16)	Bar 3 (75°C/07)	Bar 4 (80°C/1)	Bar 5 (85°C/1)
Vitamine C (mg/100g)	16,83 ^a	11,53 ^b	11,91 ^b	11,15 ^b	9,04 ^d	8,94 ^e
pH	2,61 ^a	2,63 ^a	2,65 ^a	2,55 ^a	2,55 ^a	2,53 ^a
Acidité (mEq/100mL)	22,63 ^a	20,13 ^a	20,88 ^a	19,75 ^a	18,75 ^a	21,25 ^a
Sucre totaux (g/100g)	17,07 ^a	17,02 ^a	17,10 ^a	17,40 ^a	17,30 ^a	17,30 ^a
Sucre réducteur (g/100g)	14,53 ^a	15,68 ^b	16,57 ^b	16,10 ^b	16,71 ^b	16,84 ^b
L*	31,72 ^a	31,14 ^a	30,25 ^a	31,09 ^a	30,03 ^a	30,8 ^a
a*	21,7 ^a	22,03 ^a	22,11 ^a	22,53 ^a	22,01 ^a	21,05 ^a
b*	53,87 ^a	53,27 ^a	51,49 ^a	52,89 ^a	51,06 ^b	50,54 ^c
IJ	99,22 ^a	99,27 ^a	99,34 ^a	99,25 ^a	99,32 ^a	99,35 ^a

L'analyse du **Tableau 6** nous permet de dire que les paramètres comme le pH, l'acidité, les sucres totaux et les paramètres de la couleur ne présentent pas de différence statistique significative. Les caractéristiques physico-chimiques n'ont donc pas beaucoup évolué après pasteurisation et ceci pour tous les traitements. Par contre nous constatons une augmentation considérable de la concentration en sucres réducteurs après pasteurisation pour tous les barèmes. Cette augmentation est due certainement à une inversion du saccharose. En effet, sous l'effet de la température et du temps de traitement, ce dernier est hydrolysé en fructose et glucose qui sont des sucres réducteurs. Une diminution de la quantité de vitamine C a été observée pour tous les échantillons avec des pertes allant de 30 % à 46 %. D'habitude à valeur pasteurisatrice égale le traitement à haute température pendant un temps court conserve mieux les éléments que pour des températures modérées pendant un temps plus long, tel n'est pas le cas pour les températures de 80 et 85°C. Ceci peut être dû aux conditions de traitement thermique, en effet les valeurs pasteurisatrices pratiques trouvées pour ces deux barèmes sont largement supérieures au barème théorique (**Tableau 4**).

3.2.2 RÉSULTAT DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES APRÈS STOCKAGE DE DEUX MOIS

Après stockage aux différentes températures 4, 20, 30 et 37°C, l'analyse des résultats physico-chimiques nous renseigne que l'acidité, le pH et les sucres réducteurs n'ont pas évolué pour tous les barèmes et à toutes les températures. Il y a donc absence de développement de microorganismes. La valeur pasteurisatrice minimale déterminée est efficace. Par contre, une diminution de la vitamine C a été observée pour tous les barèmes et à toutes les températures. Ainsi, le choix du meilleur barème va être dicté par la teneur en vitamine C et la couleur car étant les seuls paramètres qui ont subi une variation significative. La **Figure 5** nous permet de mieux comprendre les pertes en vitamine C après un stockage de 60 jours afin de pouvoir comparer les barèmes.

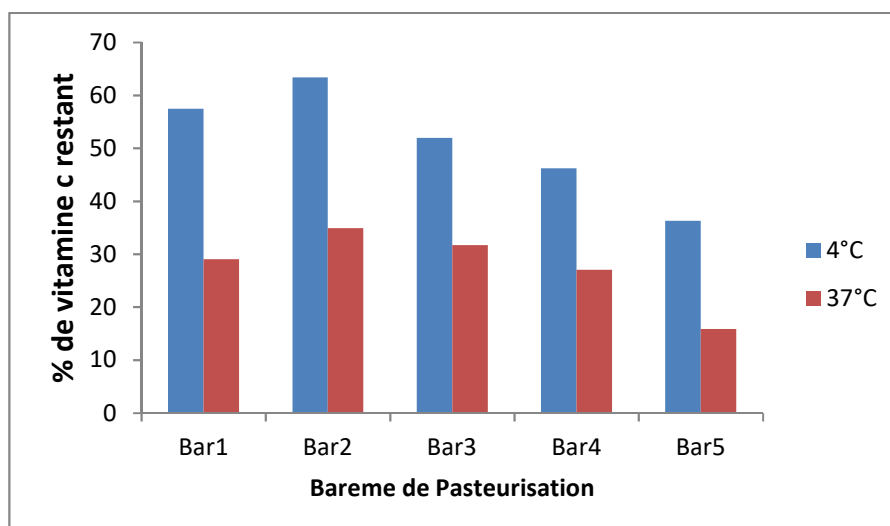


Fig. 5. Comparaison des teneurs résiduelles de vitamine C des échantillons pasteurisés aux différents barèmes après 60 jours de stockage

Après 60 jours de stockage, tous les échantillons ont conservé plus de 50 % de leur quantité initiale en vitamine C à 4°C à l'exception des barèmes 4 et 5, avec un meilleur résultat pour le bar 2 avec une conservation de 63,38% (Figure 5). De même une dégradation de la couleur jaune initiale a été observée à toutes les températures et pour tous les produits. Cette dégradation est plus limitée aux températures de 4°C, 20°C qu'aux températures de 30, 37°C (Figure 6 et 7). Au vu de ces résultats le bar2 (73°C/16min) conserve mieux les qualités nutritionnelles que les autres, ce qui nous emmène à le choisir comme meilleur barème. Ainsi le barème optimal de pasteurisation du nectar de *Saba senegalensis* est 73°C/16min.

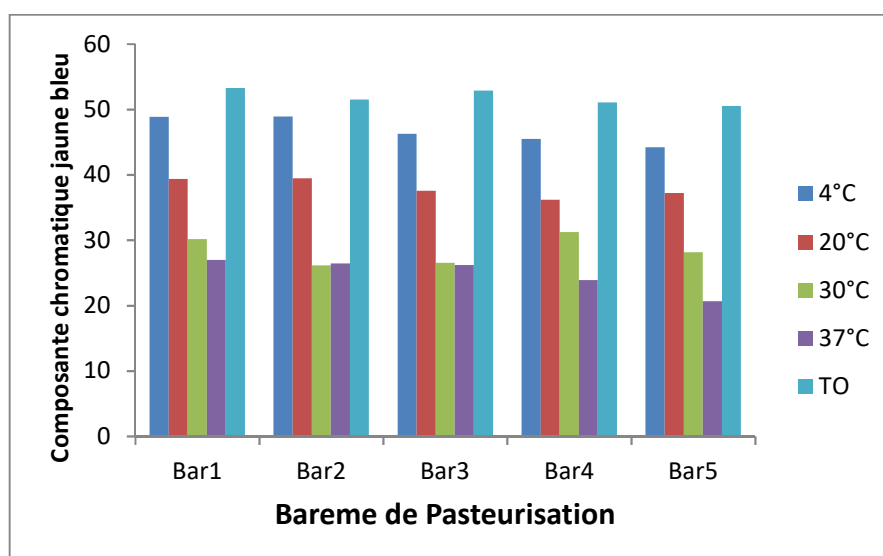


Fig. 6. Représentation de la couleur des échantillons traités aux différents barèmes après 60 jours de stockage aux températures de 4°C, 20°C, 30°C, 37°C



Fig. 7. Nectar traité au barème 73°C/16min stockés aux températures de 4°C, 20°C, 30°C, 37°C

3.2.3 MODÉLISATION DES CINÉTIQUES DE DÉGRADATION DE LA VITAMINE C

Des modèles ont été utilisés pour déterminer les pertes en vitamine C observés durant le stockage des différents nectars de maad traités avec des barèmes différents. La **Figure 8** montre que la dégradation de la vitamine C des produits pasteurisés suit une cinétique d'ordre 1.

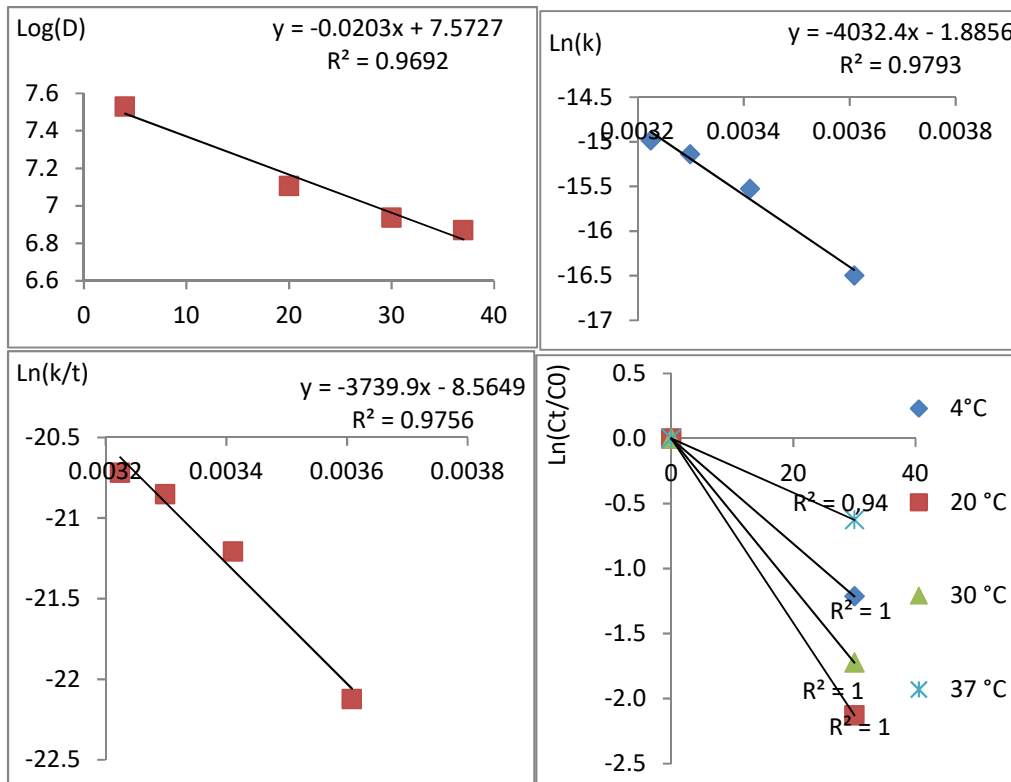


Fig. 8. Cinétiques de dégradation thermique de la vitamine C au cours du stockage

Tableau 7. Paramètres cinétiques des différents modèles des nectars de maad

Produits	Modèle d'Arrhenius			Modèle d'Eyring			Modèle de Ball		
	Kinf	Ea	R ²	ΔH*	ΔS*	R ²	D ₀	z	R ²
Bar1	1,52.10 ⁻¹	33509	0,98	31079	-269	0,98	3,74E+07	49	0,97
Bar2	7,66E-01	39498	0,97	37068	-251	0,97	6,03E+07	42	0,96
Bar3	2,95E-03	23834	0,99	21403	-301	0,99	2,75E+07	69	0,99
Bar4	6,19E-02	31809	0,90	29379	-276	0,89	4,33E+07	52	0,89
Bar5	1,52E-02	26929	0,83	24499	-288	0,80	2,10E+07	60	0,85

Le produit pasteurisé avec le barème 2 présente une énergie d'activation beaucoup plus élevée que les autres traités avec les autres barèmes (**Tableau 7**). Ainsi pour le produit 2 une valeur de 39498 J/mol a été trouvée alors que les autres produits traités au barème 1, 3, 4 et 5 donnent respectivement 33509, 23834, 31809 et 26929 J/mol. Cette énergie d'activation est la quantité d'énergie minimale requise pour amorcer une réaction chimique ainsi la réaction de dégradation de la vitamine C commence avec le nectar qui a la plus faible énergie d'activation.

Tableau 8. Temps de ½ et D des différents produits

Produits	T1/2 (jours)				D90			
	4°C	20°C	30°C	37°C	4°C	20°C	30°C	37°C
Bar1	117	44	30	26	390	148	100	86
Bar2	187	56	42	29	622	186	138	98
Bar3	86	47	36	28	284	157	118	94
Bar4	139	58	30	37	461	193	101	124
Bar5	55	48	20	17	181	159	65	57

Le **Tableau 8** nous montre les temps de ½ et les D (temps de réduction décimale) des différents produits traités aux différents barèmes de pasteurisation. Ainsi, on a pour le barème 2 (bar2) à 4 °C un t_{1/2} de 187 jours et un D de 622 jours, alors que pour les autres produits traités aux différents barèmes on enregistre un t_{1/2} de 117 jours pour bar1, 86 jours pour bar3, 139 jours pour le barème 3 et 55 jours pour le barème 5 et des temps de réduction décimale pour les barèmes 1, 3, 4 et 5 respectivement de 390 jours ; 284 jours; 461 jours et 181 jours.

Tableau 9. Pourcentages de pertes en vitamine C obtenus au cours du stockage

		Modèles					
		Arrhenius	Eyring	Ball	Arrhenius		
		4°C			20°C	30°C	37°C
60 jrs	Bar1	31,45	31,46	31,95	56,63	73,15	83,06
	Bar2	21,44	21,45	21,88	45,94	65,01	77,60
	Bar3	38,73	38,76	39,06	57,76	69,58	77,08
	Bar4	27,54	27,55	28,03	49,58	65,12	75,36
	Bar5	48,29	48,31	48,46	71,31	83,43	89,86
90 jrs	Bar1	43,24	43,26	43,86	71,44	86,09	93,0
	Bar2	30,12	30,38	30,95	45,94	65,01	77,60
	Bar3	52,04	52,08	52,43	72,55	83,22	89,03
	Bar4	38,32	38,33	38,95	64,19	79,40	87,77
	Bar5	62,82	62,84	63,00	84,63	93,26	96,77
180 jours	Bar1	67,78	67,81	68,49	91,84	98,06	99,51
	Bar2	51,51	51,53	52,32	84,20	95,72	98,88
	Bar3	77,00	77,04	77,37	92,46	97,18	98,80
	Bar4	61,96	61,97	62,73	87,18	95,76	98,50
	Bar5	86,17	86,19	86,31	97,64	99,55	99,90

L'analyse du **Tableau 9** montre qu'il n'existe pas de différences significatives entre les différents modèles. Les prévisions de pertes faites à 6 mois montrent que le barème 2 (**73°C /16min**) va conserver 49 % de sa quantité initiale de vitamines C à 4 °C (**Tableau 9**).

4 CONCLUSION

L'objet de cette étude était d'optimiser la pasteurisation du nectar de *Saba senegalensis* en déterminant la VP minimale et le meilleur barème de pasteurisation. Les résultats ont montré que le traitement de stabilisation par pasteurisation a une influence significative aussi bien sur les paramètres physico-chimiques que sur ceux microbiologiques du nectar. En effet, la pasteurisation détruit tous les microorganismes, influe moins sur la couleur initiale et a un effet moindre sur la dégradation de la vitamine C. L'essai de pasteurisation nous a permis de déterminer une VP minimale de 50 minutes, ce qui donne une stabilité microbiologique pendant au moins deux mois. À partir de cette dernière, différents barèmes ont été calculés et le suivi de ces derniers nous a permis de déterminer le barème 73°C/16min comme étant le meilleur. En effet, ce barème donne une meilleure conservation des qualités nutritionnelles du nectar à hauteur de 63,38 % de la quantité initiale de vitamine C à 4°C au bout de 2 mois. L'étude des cinétiques de dégradation de la vitamine C nous a permis de révéler que la vitesse de dégradation suivait une cinétique d'ordre 1. Les pourcentages de pertes en vitamine C obtenues avec les modèles nous ont permis de prévoir les pertes pour une durée déterminée. Au terme de cette étude une perspective se dégage, à savoir l'application industrielle du barème optimal pour finaliser l'optimisation de la pasteurisation, et déterminer dans le même temps la date limite de consommation des nectars de *Saba senegalensis*.

REFERENCES

- [1] AFTD (Agro forestry tree Database) available at: http://www.worldagroforestry.org/tree_DBS/AFT/Speciesinfo.cfm?spID=17999, 2016 (accessed 27 Juillet, 2016).
- [2] National Academy Press., Lost Crops de l'Afrique, 2008, Vol. 3 Fruits, 380p.
- [3] Berhaut J., flore illustrée du Sénégal, Dakar : clairafric, 1971. Tome i, 626p.
- [4] Leeuwenberg AJM and van Dilst FJH., Saba (Pichon) Pichon, series of revisions of Apocynaceae 1989 27. Bull. Jard. Nat. Belg. 59(1/2): 189-206.
- [5] Haddad C., fruitiers sauvages du Sénégal, univ. Montpellier, Thèse, France, 2000,372 p.
- [6] Baumer M., Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique occidentale, Enda- Éditions, série Études et recherches, Dakar, Sénégal, 1995.
- [7] Fall T., étude sur la collecte et l'analyse des données sur les produits forestiers non ligneux au Sénégal Dakar, programme de partenariat CE-FAO (1998-2001), 2001,37p
- [8] Bandoma.E., BSc. thèse, University for Development Studies Tamale, Ghana, 2009.
- [9] Burkill. H. M., The useful plants of West Tropical Africa. Families E-I. Royal Botanical Garden, 2 (5), Kew, UK, 2000, 636pages.
- [10] Arbonnier M., Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest, Cirad / MNHN /UICN, Manguio, France, 2000.
- [11] Linda D., Nutritional composition and stability of *Saba senegalensis* fruit extract, Faculty of Agriculture University for Development Studies, Tamale, Ghana, International Conference on Neglected and Underutilized Species: for a Food-secure Africa, Accra, Ghana, 25-27 September 2013, 12p.

RECHERCHE D'ARGILES POUR LA FABRICATION DE BRIQUES RÉFRACTAIRES ALUMINOSILICATES DANS LA ZONE D'ABIDJAN

[SEARCH FOR CLAYS FOR THE MANUFACTURING OF ALUMINOSILICATE REFRACTORY BRICKS IN THE ABIDJAN ZONE]

*Moro Olivier BOFFOUE, Nigbo Badi Roger DJIRAGBOU, Koffi Clément KOUADIO, Conand Honoré KOUAKOU,
and Edjikémé EMERUWA*

Laboratoire de Géomatériaux et des technologies de l'habitat, UFR des sciences de la terre et des ressources minières,
Université Felix Houphouët Boigny Abidjan Côte d'Ivoire, BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2018 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: With the aim of searching clays that can be used to produce aluminosilicate refractory bricks, characterization studies were carried out on several clays of the region of Abidjan (Ivory Coast) with refractory potential. These studies concerning the chemical, geochemical, mineralogical and thermal characterization showed that clays of Alepe and Anguededou are very rich in kaolinite and have high alumina, and less proportion of melting alkalis and colouring oxides to be refractory clays. The use of geochemical AB diagram of La Roche adapted to clays indicates those Alepe and Anguededou would have a refractory character. These clays after the various characterization tests have also presented interesting chemical and physico-thermal aptitudes to be used in the elaboration of refractory bricks for the manufacture of ovens, blast furnaces, incinerators etc...

KEYWORDS: clays, refractory bricks, alumina, melting alkalis, colouring oxides, ceramics, geochemical diagrams.

RÉSUMÉ: Dans le but de rechercher des matières premières argileuses utilisables pour la confection de briques réfractaires aluminosilicates, des études de caractérisation ont été réalisées sur plusieurs argiles de la région d'Abidjan à potentiel réfractaire. Ces études portant sur la caractérisation chimique, géochimique, minéralogique et thermique ont montré que les argiles d'Alépé et d'Anguédedou sont très riches en kaolinite et ont des teneurs en alumine élevées, en alcalins fondants et en oxydes colorants faibles et conformes au seuil de teneurs recommandées pour les argiles réfractaires. L'utilisation du diagramme géochimique AB de La Roche adapté aux argiles indique que les terres argileuses d'Alépé et d'Anguédedou seraient à caractère réfractaire. Ces deux argiles à l'issue des différents tests de caractérisation ont d'ailleurs présenté des aptitudes chimiques et physico-thermiques intéressantes pour être utilisées dans l'élaboration de briques réfractaires destinées à la confection de fours, hauts fourneaux, incinérateurs etc...

MOTS-CLEFS: argiles, briques réfractaires, alumine, alcalins fondants, oxydes colorants, céramique, diagrammes géochimiques.

1 INTRODUCTION

La modernisation des activités productrices de matériaux telles que la sidérurgie, les forges et surtout la céramique est une opportunité à exploiter pour le développement des états africains. La sidérurgie, les forges et la céramique sont des activités liées à l'industrie du feu [1]. En Afrique subsaharienne, le secteur des matériaux élaborés à partir d'un traitement thermique a du mal à se développer et cela à cause du manque de structures et d'appareils de cuisson haute température. La construction

de structures de cuisson telles que les fours, les hauts fourneaux, les incinérateurs s'avère nécessaire pour l'essor de la céramique et de la sidérurgie dans ces états. La mise au point de ces instruments de cuisson demande la présence de matériaux pouvant supporter de très fortes chaleurs sans se détériorer notamment les briques réfractaires. La fabrication de briques réfractaires aluminosilicates se fait progressivement dans les pays africains [2]. Ce secteur d'activité y est cependant encore sous-exploité. Les briques réfractaires aluminosilicates sont élaborées à partir d'argiles réfractaires [3], [4]. La fabrication de ce type de briques demande une maîtrise des techniques d'élaboration et de cuisson mais aussi et surtout la présence de matières premières argileuses adéquates.

Les terres utilisées pour la fabrication des réfractaires aluminosilicates sont généralement les argiles caractérisées par une teneur importante en alumine et faible en alcalins fondants et en oxydes colorants. Les matières premières argileuses les plus utilisées dans cette activité sont les kaolins, celles-ci sont en fonction des objectifs fixées souvent enrichies en alumine par ajout de bauxite ou d'autres sources d'alumine.

Les argiles réfractaires se trouvent le plus souvent associés à d'autres minéraux que l'on considère comme des impuretés car ils modifient les propriétés de plasticité, de coulabilité, de couleur, et leur réfractarité etc... A titre d'exemple, la présence de fer, de composés alcalins, alcalino-terreux, de pyrite tend à réduire la réfractarité, exception faite pour les hydrates d'alumine comme le diaspore, la gibbsite, et la bohémite [5]. Par ailleurs, la présence de grains de quartz peut diminuer le retrait sans provoquer une réduction notable de la température de fusion.

Pour le choix d'une argile utilisable en céramique réfractaire, il existe plusieurs critères de sélection qui très souvent présentent quelques incohérences. Il est proposé dans ce travail une méthodologie de sélection d'argiles à caractère réfractaire utilisables pour la mise au point de briques et autres produits réfractaires. Cette sélection s'est appuyée sur une synthèse des différents critères de choix d'argiles réfractaires ; elle s'est basée sur l'étude des caractéristiques chimiques, minéralogiques et thermiques des argiles et a concerné des terres argileuses de la zone d'Abidjan (Côte d'Ivoire).

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE DE TRAVAIL

2.1 MATIÈRES PREMIÈRES

Pour le choix des matières premières argileuses, l'étude a été orientée sur des argiles de la zone d'Abidjan qui selon la bibliographie [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12] et des enquêtes auprès des céramistes et potiers de la ville d'Abidjan seraient disponibles en grande quantité, présenteraient une proportion importante de kaolinite et de ce fait pourraient avoir des propriétés réfractaires.

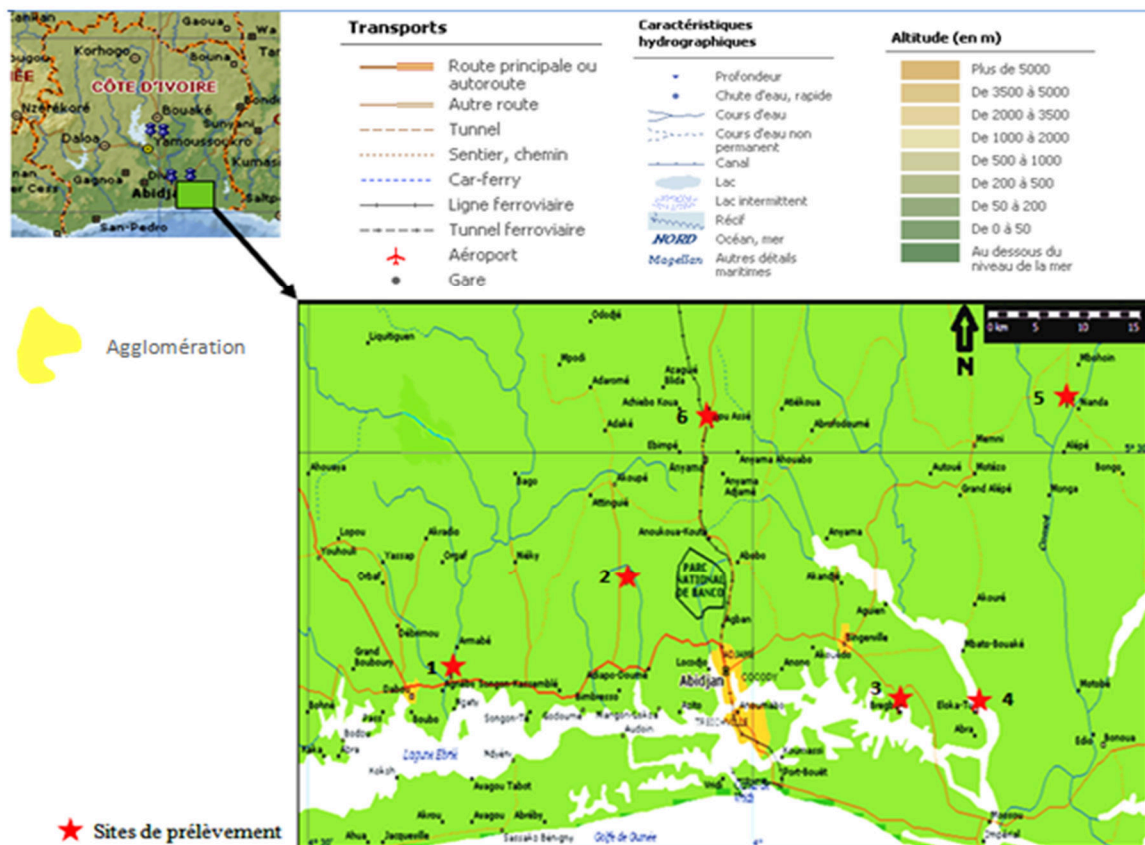


Fig. 1. Zone de prospection des argiles réfractaires

Des prospections et prélèvements d'échantillons d'argiles ont été réalisés sur différents sites répertoriés dans un rayon de 50 km autour de la ville d'Abidjan plus précisément sur des gisements de Dabou (1), d'Anguédou (2), de Bingerville (3 et 4), d'Alépé (5), d'Anyama (6) etc... (Figure 1).

2.2 ETUDES DE CARACTÉRISATION

- L'Analyse chimique a été réalisée sur les pastilles des matières premières grâce à un spectromètre de fluorescence X Explorer S4 de type «Bruker».
- L'Analyse minéralogique s'est faite par la méthode de diffraction des rayons X (DRX). Cette analyse a été faite sur les argiles d'Alépé et d'Anguédou à l'aide d'un diffractomètre Brüker D8 Advance utilisant la radiation $K\alpha$ du cuivre ($\lambda_{K\alpha} \text{ Cu} = 1.54 \text{ \AA}$) et fonctionnant sous 40 kV, 30 mA.
- Les analyses thermiques (ATD-ATG) qui permettent de connaître le comportement d'un corps en fonction de la variation de température ont été effectuées grâce à un appareil ATD-ATG couplé de type SETARAM-TG 96. La vitesse de chauffage a été fixée à 5° C/min ; pour un intervalle de mesure compris entre 25 et 1300° C .

2.3 TEST DE CUISSON

Les échantillons d'argiles vont subir des tests de cuisson qui en fonction des résultats obtenus donneront des orientations sur leur comportement en céramique réfractaire. Les échantillons d'argiles sont ainsi cuits à une température de 1280° C en atmosphère oxydant dans un four électrique, la couleur et la texture de ces différentes argiles sont étudiées à l'issue de cette opération.

2.4 ETUDE DE LA MICROSTRUCTURE AU MEB

Les observations au microscope électronique à balayage ont été effectuées sur les matières premières afin d'apporter des informations sur la microstructure des échantillons. L'appareil utilisé est un microscope FEG Supra 40 VP Zeiss équipé d'un système d'analyse de dispersion d'énergie des rayons X (EDAX).

Il est à signaler à ce niveau que ces différentes analyses ont été effectuées aussi bien sur des échantillons crus que des échantillons cuits à une température de 1280°C.

2.5 TRAITEMENT DES DONNÉES (ÉTABLISSEMENT DE DIAGRAMMES GÉOCHIMIQUES)

A partir de leur composition chimique, les échantillons de terres argileuses récoltés dans les gisements sont projetés dans des diagrammes de discrimination géochimiques notamment les diagrammes Si/3-Al et AB de La Roche. Ces diagrammes permettent entre autres de distinguer les roches et les sédiments riches en silice, en éléments ferromagnésiens et alcalins fondants de ceux qui sont riches en éléments alumineux [13]. Ces diagrammes sont utilisés à cause de l'importance des éléments mis en relief en céramique réfractaire notamment l'alumine. L'alumine est un facteur déterminant dans l'utilisation des argiles à cause du pouvoir réfractaire de cet oxyde [14]. Des argiles réfractaires ayant été utilisées dans la fabrication de produits réfractaires avec des résultats satisfaisants et d'autres argiles non réfractaires mais employées en terres cuites seront incluses aux diagrammes pour servir de repère. Ces diagrammes devront servir de guide pour le choix des matières premières argileuses pour réfractaires aluminosilicates.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 CARACTÉRISATION AVANT LA CUISSON

3.1.1 COMPOSITION CHIMIQUE

Les résultats sont présentés dans le tableau 1 suivant.

Tableau 1. Composition chimique des argiles

Oxydes	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	MnO	SO ₃	ZrO ₂	Cr ₂ O ₃	SrO
Bingerville (Site 3)	54.70	36.80	5.32	1.18	0.29	1.26	0.02	0.26	0.10	0.05	0.17	0.96	0.06	-
Anyama	59.85	27.15	6.72	0.03	1.25	3.41	0.03	0.29	0.12	0.03	0.28	0.03	0.67	-
Dabou	56.20	27.75	6.60	1.19	0.64	1.79	1.14	0.73	0.10	0.07	1.19	0.86	0.06	-
Anguédedou	53.90	39.80	2.90	2.87	<0.01	0.44	0.04	<0.19	<0.37	-	<0.20	0.10	0.74	0.02
Alépé	60.60	32.50	3.47	0.78	<0.01	3.51	<0.12	0.85	<0.01	-	<0.14	0.03	0.67	<0.01

La première étape de la démarche de sélection des argiles a concerné l'étude de la composition chimique de celles-ci. En effet la réfractarité d'une argile est liée à l'importance de sa teneur en alumine [4], c'est-à-dire plus une argile est riche en alumine et plus sa température de fusion est élevée. Par contre des teneurs élevées en alcalins fondants (Na₂O, K₂O) favorisent l'apparition de phase liquide et les oxydes colorants (Fe₂O₃, TiO₂) sont aussi des fondants énergétiques qui en plus rendent les matériaux conducteurs de chaleur. Ces trois dernières caractéristiques sont à éviter au niveau des briques réfractaires. A l'analyse du tableau 1, il ressort que les argiles d'Alépé et d'Anguédedou sont des aluminosilicates de teneurs en alumine élevée, en alcalins fondants et en oxydes colorants respectivement proches des valeurs seuils de 3% et de 5% pour matériaux réfractaires [4]. Elles pourraient de ce fait être classées comme étant des matières premières pour brique réfractaire du groupe FC 30 (EN 12475) pour celle d'Alépé, et du groupe FC 35 (EN 12475) pour l'argile d'Anguédedou [1]. L'argile de Bregbo (Bingerville) a une teneur en alumine élevée (proche des 37% donc bon pour les réfractaires aluminosilicates), en alcalins fondants faible (< 2%), cependant sa teneur en oxydes colorants (6,50%) est bien supérieure au seuil des 5% requis pour les matériaux réfractaires. Les compositions chimiques des argiles d'Anyama et de Dabou ne remplissent pas les critères définis ci-dessus. Pour affiner le choix des argiles, le recours à l'utilisation de diagrammes géochimiques regroupant des argiles réfractaires et non réfractaires a été adopté.

3.1.2 DIAGRAMMES GÉOCHIMIQUES

La figure 2 présente la projection des différentes argiles dans le diagramme (Si/3 – Al). Ce diagramme permet de discriminer les roches riches en silice des roches riches en alumine et de celles contenant autant de silice que d'alumine.

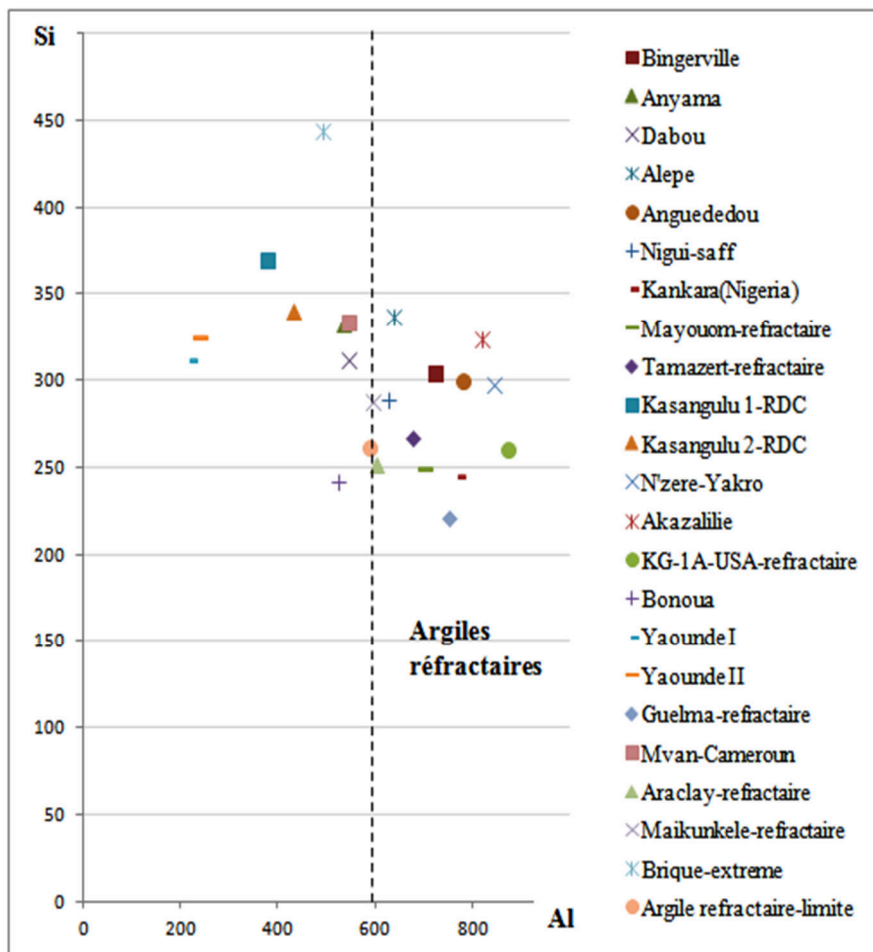


Fig. 2. Diagramme (Si/3 – Al) de La Roche

L'analyse de ce diagramme indique que les argiles d'Alépé et d'Anguédedou se trouvant dans la zone d'Abidjan seraient à caractère réfractaires. D'autres argiles de la Côte d'Ivoire telles que celles d'Akazalilé (Divo), de N'zéré (Yamoussoukro) et Nigui-saff seraient également réfractaires. Ces différentes argiles sont dans la zone des réfractaires. Cette zone se trouve à droite de la ligne passant par le paramètre de l'alumine de valeur 600 (figure 2). 600 étant l'abscisse dans le diagramme d'une argile réfractaire théorique dont les teneurs en alumine, en alcalins fondants et en oxydes colorants sont prises aux limites des valeurs définies par différents critères. L'argile de Bregbo (Bingerville) se retrouve parmi les argiles réfractaires à cause de sa teneur élevée en alumine (36,80%), cependant sa teneur en oxydes colorants est importante pour des aluminosilicates réfractaires.

La figure 3 présente le diagramme de discrimination AB (A = Al - (Na+K+2Ca)) et B = Fe+Mg+Ti) de La Roche.

Le diagramme AB permet de distinguer les roches et les sédiments riches en éléments ferromagnésiens de ceux qui sont riches en éléments alumineux. Les valeurs des paramètres A et B (calculés à partir des pourcentages massiques affectés de coefficients).

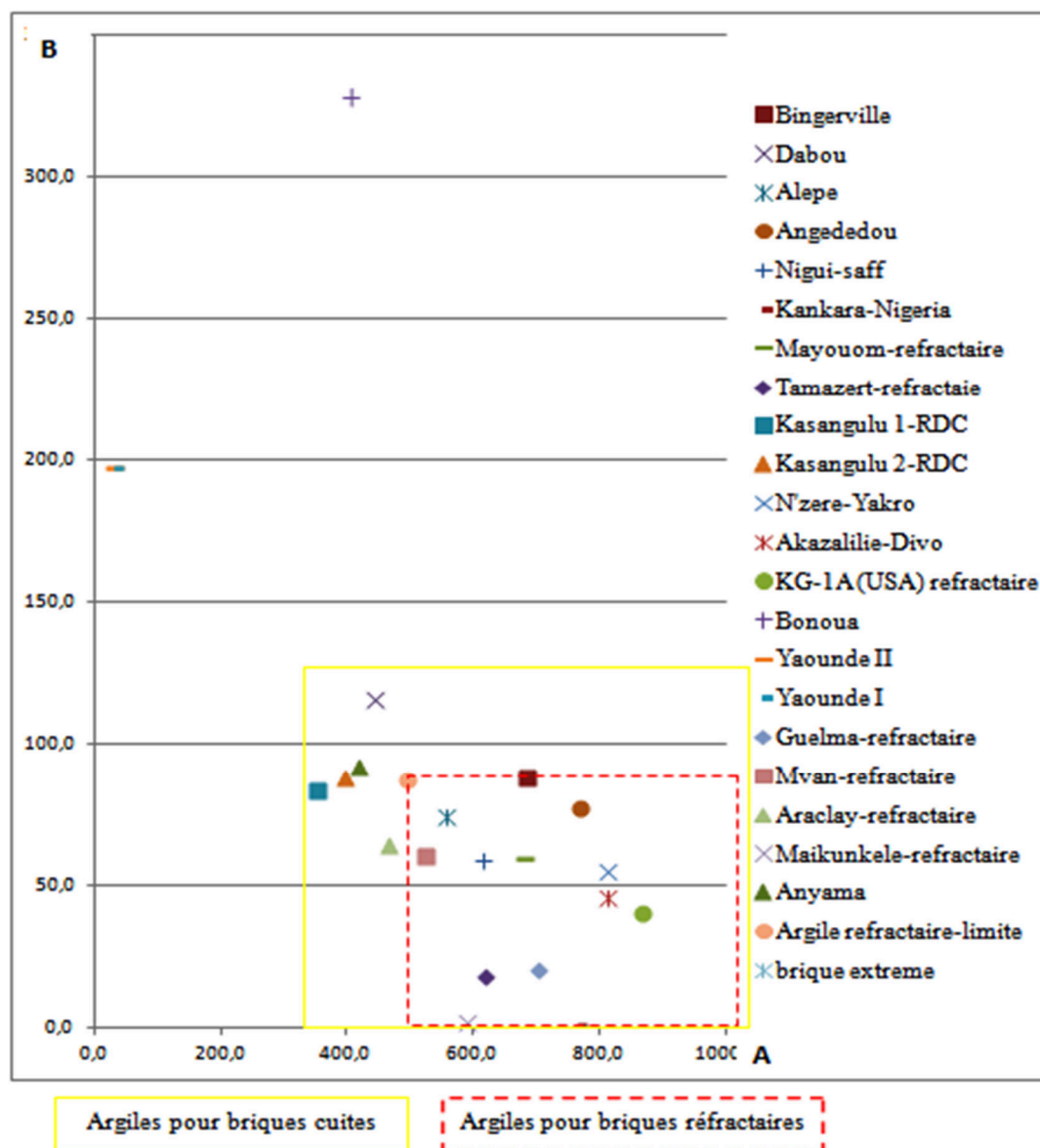


Fig. 3. Diagramme AB de La Roche

Le résultat de l'analyse du second diagramme indique que les argiles d'Alépé et d'Anguédédou se regroupent bien avec les argiles réfractaires confirmant les observations faites avec le premier. Il est à noter qu'également les argiles d'Akazolilé (Divo), de N'zéré (Yamoussoukro) et Nigui-saff d'après ce diagramme peuvent aussi être réfractaires. Signalons enfin qu'à l'analyse du diagramme AB, ce sont les argiles qui ont un paramètre A supérieur à 500 et B inférieur à 90 qui seraient réfractaires (500 et 90 étant les coordonnées de l'argile réfractaire théorique signifiée plus haut). Dans le diagramme AB (figure 3) l'argile de Bregbo (Bingerville) se trouve à la limite de la zone des argiles réfractaires. Ce diagramme semble être plus précis que celui de Si/3-Al dans le choix des argiles réfractaires. En effet le diagramme AB outre la teneur en alumine prend en compte les teneurs des alcalins fondants (Na_2O , K_2O) et des oxydes colorants (Fe_2O_3 , TiO_2). Les teneurs de ces derniers éléments étant facteur limitant en céramique réfractaire. Les argiles d'Anyama et de Dabou (Agneby) ne se trouvent pas parmi les argiles réfractaires dans les deux diagrammes.

A l'issue de l'étude des diagrammes géochimiques, les argiles d'Alépé et d'Anguédédou du fait de leur position seraient réfractaires, cela a par ailleurs été révélé avec l'analyse des compositions chimiques des argiles.

3.1.3 COMPOSITION MINÉRALOGIQUE DES ARGILES

L'analyse minéralogique renseigne sur la qualité et la quantité des espèces minérales contenues dans les matières premières et permet dans le cas de la céramique de prévoir le comportement probable des différents mélanges au cours du traitement thermique. Cette étape est d'autant plus importante car elle peut révéler la présence de minéraux comme le carbonate de calcium ou la pyrite qui sont nuisibles pour les réfractaires.

3.1.3.1 ANALYSE DES DIFFRACTOGRAMMES

La composition minéralogique des matières premières a donc été déterminée par analyse sur roche totale. Le résultat de ces analyses est donné par les figures 4 a, et b.

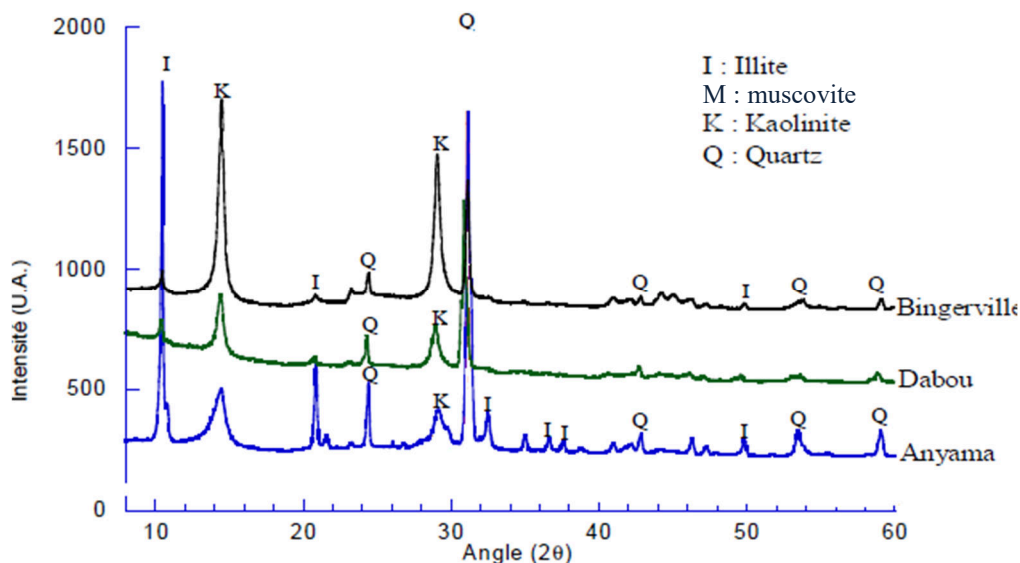


Figure 4 a : DRX des argiles d'Anyama, de Dabou et de Bingerville [15]

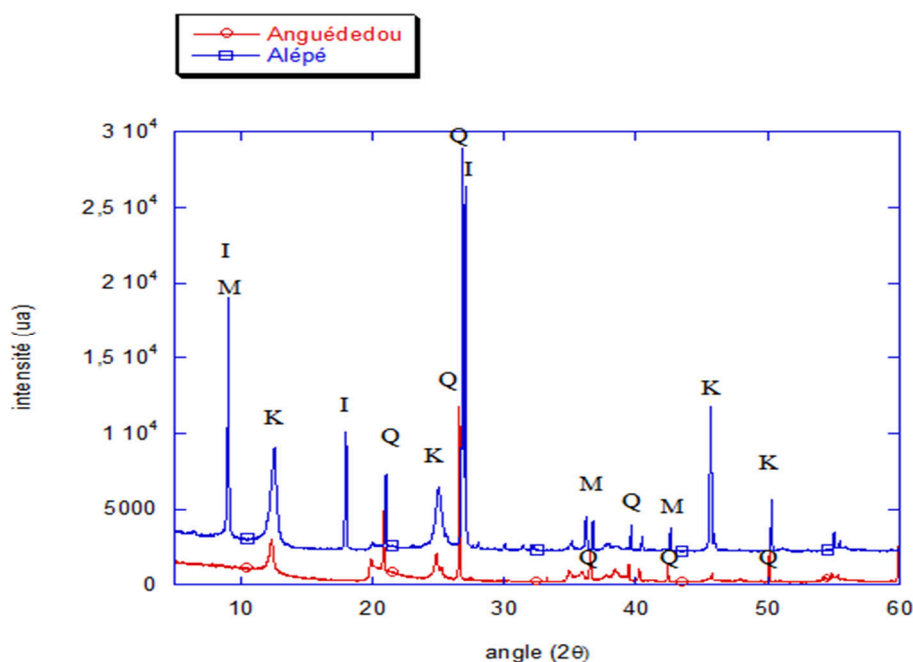


Figure 4 b : DRX sur roche totale de l'échantillon d'Alépé et d'Anguédédou

3.1.3.2 CARACTÉRISATION DES ARGILES PENDANT LA CUISSON (LES ANALYSES ATD-ATG)

Les analyses ATD et ATG renseignent sur la nature des minéraux d'une roche et dans le cas des matériaux céramiques permettent de prévoir le comportement du produit à l'issue de la cuisson. Ces transformations se matérialisant par des pics endothermiques et exothermiques sur les courbes sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2. Résultats d'ATD-ATG des argiles d'Alépé et d'Anguédedou

	Nature du pic	T en C°	Perte de masse en %	Observations
	endothermique	509	4,24	Transformation de la kaolinite en metakaolinite due au départ de l'eau de constitution de la kaolinite.
Argile d'Alépé	endothermique	566		Passage du quartz α au quartz β
	exothermique	952		Formation de la mullite I
	exothermique	1107		Formation d'une phase liquide
	exothermique	1200		Formation de la mullite II
	endothermique	84		Départ de l'eau absorbée
	endothermique	515	6	Transformation de la kaolinite en metakaolinite due au départ de l'eau de constitution.
Argile d'Anguédedou	endothermique	567		Passage du quartz α au quartz β
	exothermique	965		Formation de la mullite I
	exothermique	1212		Formation de la mullite II

Les analyses ATD-ATG montrent que les terres argileuses d'Alépé et d'Anguédedou sont constituées de kaolinite qui est une argile aux propriétés réfractaires. Ces analyses thermiques révèlent la formation de mullite qui est un minéral stable à hautes températures et responsable de la réfractarité des pâtes céramiques riches en alumines [16].

Les différentes analyses indiquent que les terres utilisées dans le cadre de ce travail sont pour chacune d'elles des mélanges constitués de minéraux argileux (la kaolinite et l'illite) auxquels sont associés du quartz, et de la muscovite. Ces analyses ont par ailleurs montré l'absence de toutes phases minérales telles que la calcite, la dolomite et la pyrite qui peuvent gêner la réfractarité des produits cuits. En effet les carbonates de calcium favorisent la formation de la gélhenite et de l'anorthite au détriment de la mullite [3], en outre les éléments cités notamment la pyrite est capable de défauts (vitrification, fissures) que l'ajout d'alumine ne peut corriger [17].

3.1.4 CARACTÉRISATION APRÈS CUISSON DES ARGILES À 1280°C

3.1.4.1 ANALYSES MINÉRALOGIQUES D'ÉCHANTILLONS D'ALÉPÉ ET D'ANGUÉDEDOU CUITS

Lorsque les argiles sont cuites, elles subissent des transformations chimiques et structurales marquées le plus souvent par l'apparition de nouvelles phases minérales. Pour déterminer ces différents minéraux, des échantillons d'argiles cuits à 1280°C ont été soumis à l'analyse au DRX. Les résultats sont donnés par les figures 5 a et b.

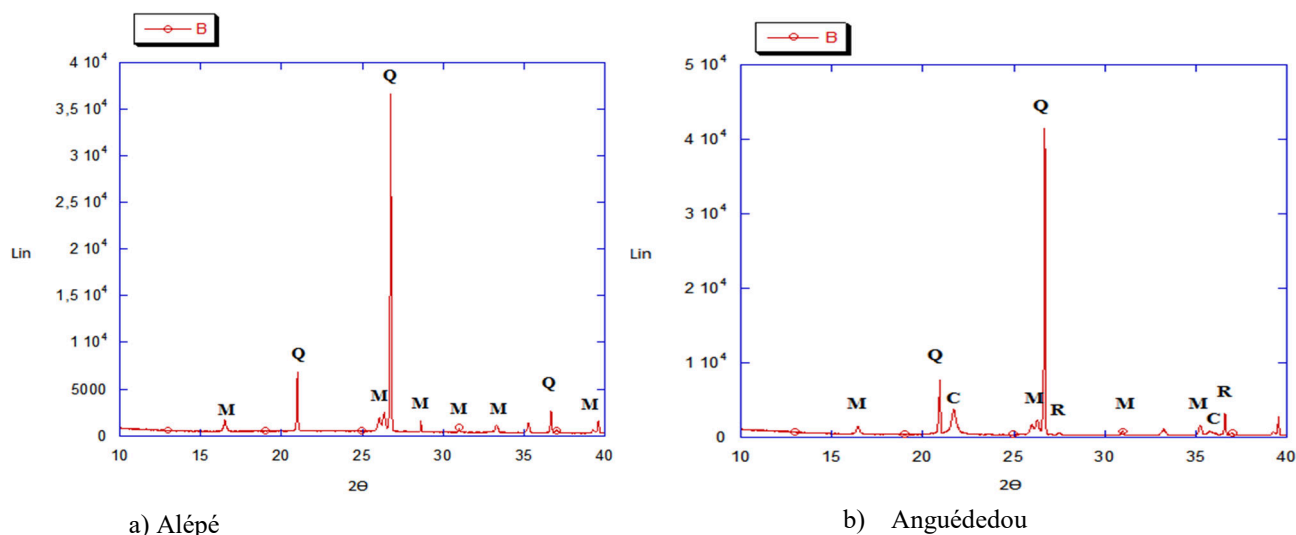


Figure 5 : DRX des échantillons d'Alépé et d'Anguédédou cuits

Portées à haute température, les deux matières premières argileuses contiennent de la mullite (**M**) qui est un silicate d'aluminium stable à haute température et réfractaire. Elle est très utilisée pour la fabrication de matériaux réfractaires [15]. Les DRX des argiles cuites confirment les observations des analyses ATD-ATG. La présence de mullite dans un matériau lui confère une bonne résistance aux chocs thermiques, et une conductivité thermique faible [18]. Notons par ailleurs que cette analyse révèle aussi la formation de cristobalite (**C**) et de rutile (**R**) qui sont des minéraux stables à hautes températures [19], [20] et de ce fait pas absolument néfastes pour les produits réfractaires.

3.1.5 TESTS DE CUISSON

Le but de cette étude étant l'élaboration de briques réfractaires aluminosilicates, les matières premières argileuses devront être cuites. Cette étape de la sélection des argiles permettra de voir le comportement réel des argiles à l'issue d'un traitement thermique à haute température ; en effet selon [21], en céramique chaque terre est unique et seuls les essais et l'expérience permet véritablement de la connaître. La texture à l'issue d'une cuisson à 1280°C des argiles sera donc étudiée.

La texture est un élément fondamental dans la classification des réfractaires. En effet les réfractaires sont des céramiques pour lesquelles la fin de cuisson se situe avant la fermeture de la pâte [22], en d'autres termes les réfractaires sont des matériaux qui cuisent sans se vitrifier c'est-à-dire qui restent poreux à la fin de la cuisson. Pour savoir si les échantillons d'argiles cuits sont vitrifiés ou non, on a fait un test d'absorption à la goutte d'eau (figure 6) et aussi observé la microstructure des échantillons cuits.

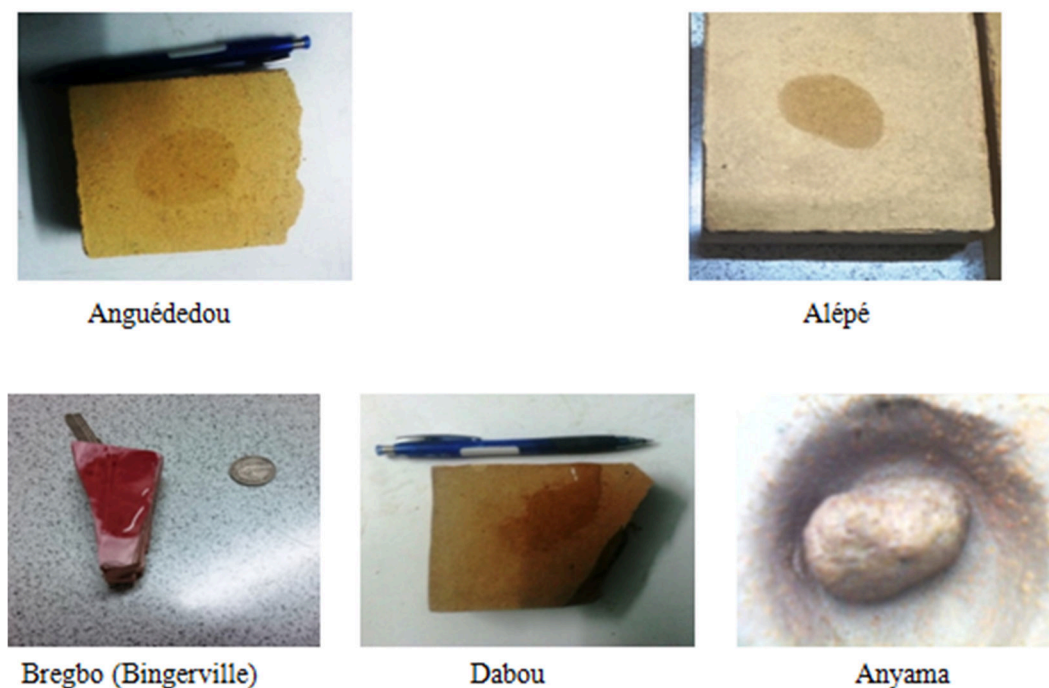


Figure 6 : Test d'Absorption à la goutte d'eau

Le résultat de ce test de cuisson présenté par la figure 6 montre que l'argile d'Anyama fond (sa teneur en alcalins fondants est en effet élevée : 4,66%) ; celles de Dabou et de Bingerville (Bregbo) n'absorbent pas la goutte d'eau, elles se vitrifient donc à 1280°C (elles ont de fortes teneurs en oxydes de fer III et de titane qui sont aussi des fondants énergétiques). Les argiles d'Alépé, d'Anguédédou absorbent toute l'eau déposée sur leur surface. Elles cuisent à cette température tout en restant poreuses. Cela prouve qu'elles ne se sont pas vitrifiées à cette température élevée. La microstructure de trois argiles représentatives des différents échantillons prélevés a été obtenue grâce à la microscopie électronique à balayage (MEB) appliquée sur des sections de fragments cuits à 1280°C (figure 7). La microstructure permet de connaître la texture des argiles cuites et d'apprécier ainsi leur état de vitrification.

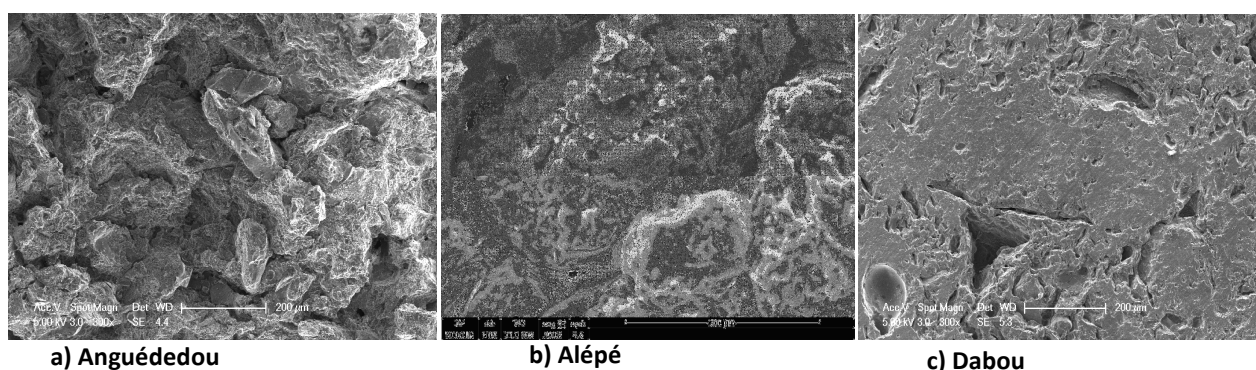


Figure 7 : microstructure des argiles cuites

A l'analyse des figures 7 a, b et c, il ressort que les argiles d'Anguédédou et d'Alépé présentent une texture granulaire à 1280°C tandis que celle de Dabou montre une texture vitrifiée avec néanmoins quelques pores. La microstructure des argiles d'Alépé et d'Anguédédou prouve bien que ces deux argiles peuvent être classées parmi les matières premières pour les réfractaires car elles ne se vitrifient pas à une température assez élevée.

4 CONCLUSION

Au terme de cette étude, il ressort que les argiles d'Anguédédou et d'Alépé présentent des aptitudes chimiques, minéralogiques et thermiques suffisantes pour servir de matières premières à la confection de briques réfractaires. Ces argiles ont des teneurs en alumine élevée et une composition chimique proche d'autres argiles utilisées pour la confection de briques réfractaires aluminosilicates (argile Mayouom au Cameroun, argile de Tamazet en Algérie). Les tests de cuisson montrent que les argiles d'Alépé et d'Anguédédou se comportent bien à haute température (non vitrification et cuisson avec une couleur claire). Cela indique que les quantités d'alcalins et d'oxydes colorants qu'elles contiennent n'auraient pas d'impact néfaste sur leur réfractarité. Les résultats obtenus dans cette étude indiquent que le diagramme AB de La Roche adapté aux argiles permet de faire le choix d'argiles à caractère réfractaire avec une très bonne approximation.

Il faudra par ailleurs faire l'étude de la dilatométrie de ces deux argiles et aussi de leur résistance pyroscopique afin de compléter leur caractérisation thermique et pour ainsi prévoir les limites d'utilisation de ces deux matières premières argileuses dans le domaine de la céramique réfractaire.

REMERCIEMENTS

PASRES (Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique sis au CSRS CI) pour un financement.

REFERENCES

- [1] Poirier J. (2014). Céramiques réfractaires. Journal technique de l'ingénieur N° 4804, 26p
- [2] Djangang C. (2008). Refractory ceramics from clays of Mayouom and Mvan in Cameroon Applied Clay Science N°39 pp 10–18
- [3] Traoré K. (2003). Frittage à basse température d'une argile kaolinique: transformations thermiques et réorganisations structurales. Thèse n° 15-2003 Université de Limoges, pp 1-20.
- [4] Hury J. (1995). Matières premières entrant dans la composition des pâtes céramiques. Cours de céramique pp 6 – 9
- [5] Al, Le chimiste (2015). Les matières premières : les argiles.
<http://site.google.com/site/allechimiste/>
- [6] Dorthe J. P. (1964). Etude des gisements d'argile de la région de Gounioubé. Rapport de SODEMI n° 84, Abidjan, 49 p.
- [7] Ouattara R. et Teyton B. (1969) Rapport N° 225 SODEMI
- [8] Eméruwa E. (1993). Les matières premières à usage céramique de Côte d'Ivoire. Rapport de SODEMI n°634, Abidjan, 16p.
- [9] Andji J. (2001) Minéralogie des argiles de Gounioubé (Côte d'Ivoire) Première conférence sur la valorisation des matériaux argileux au Cameroun, 4p
- [10] Sei J. (2004) Caractérisation d'argiles kaoliniques de Côte d'Ivoire Applied clay sciences N°27 pp 235-239.
- [11] Kouakou C. (2005). Valorisation des argiles de Côte d'Ivoire : Etude de la stabilisation de blocs d'argile comprimée et stabilisée au ciment à l'aide de liants hydrauliques. Thèse de Doctorat Sciences de la terre option Géomatériaux, Félix Houphouët B. de Cocody, Abidjan
- [12] Kouadio K. (2010). Élaboration et caractérisation de blocs d'argile stabilisée au ciment (cimarg) : Influence de l'apport de dégraissant sur les caractéristiques physiques et mécaniques des blocs. Thèse n° 654 Université Félix Houphouët B. de Cocody.
- [13] Coulibaly Y (1998) Recherche des traces de circulations récentes en milieu cristal lin : une approche analytique sur les cristallisations dans les fractures et les paleofluides thèse de l'institut national polytechnique de Lorraine, pp 283-296.
- [14] Lee S., Kim J. et Moon H. (1999). Phase transformation sequence from kaolinite to mullite investigated by an energy-filtering transmission electron microscope, J. Am. Ceram. Soc., 1999, 82, pp2241-2248
- [15] Eméruwa et al (2008). Caractérisation des argiles de la région d'Abidjan : étude comparée de quelques gites et leur perspective de valorisation. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 11 (2008) 177 – 192 ISSN 1813-3290
- [16] Amrane B. (2003). Elaboration et caractérisation d'un matériau réfractaire thermorésistant pour supports de cuisson rapide des produits céramiques. Mémoire de magister, université de Boumerdes, département de génie des matériaux. pp 73-78.
- [17] Dondi M., Guarini G., Ligas P., Palomba M et Raimondo. (2001) Chemical, mineralogical and ceramic properties of kaolinitic materials from the Tresnuraghes mining district Western Sardinia, Italy. Applied Clay Science 18 Ž2001. pp 145–155.
- [18] CARMA (1999). Les Céramiques Industrielles. Applications industrielles et développements potentiels dans les Alpes-Maritimes. pp 33-42.

- [19] Hébrard J. (1987). Évolution thermique des poudres de dioxyde de titane anatase de grande surface spécifique. Thèse N° IICD de l'institut National Polytechnique de Grenoble et de l'école Nationale Supérieure Des Mines De Saint –Etienne, pp 4-8.
- [20] Freyburg S. (2006). Influence of the clay type on the pore structure of structural ceramics. Journal of the European Ceramic Society N° 27 pp 1727–1733
- [21] Clairaud D. (2015). Les argiles, les pâtes de composition, des références de terres intéressantes.
<http://www.ceraquitaine.fr/>
- [22] Rigaud J. (1975). La cuisson des matières premières et des pâtes céramiques. Journal L'INDUSTRIE CERAMIQUE, Juin 1975, N°685 pp 391-397.

