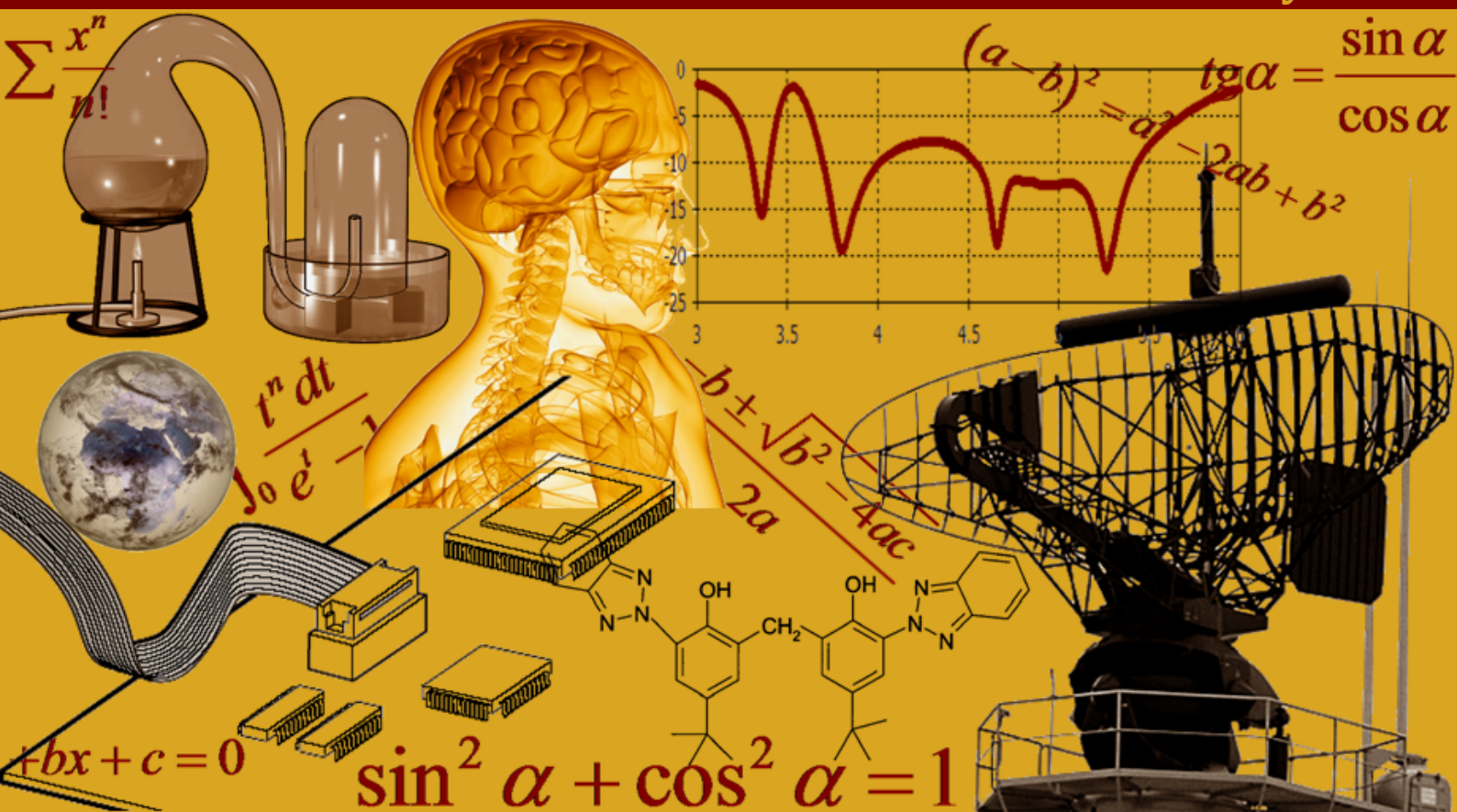


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 29 N. 1 February 2017



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.

Table of Contents

Accès aux services de planification familiale dans la ville de Lubumbashi: Analyse des déterminants socio-culturels face à l'urbanisation inachevée	1-9
Impacts des actions anthropiques sur les zones humides de la ville de Douala et solutions de gestion durable: cas de la rivière Tongo Bassa	10-22
Effet du temps et de la température de conservation sur la qualité nutritive et microbiologique des laits crus collectés au Burkina Faso	23-30
Variabilité de la densité apparente sur un nitisol dérivé de cendres volcaniques: effet sur le système racinaire du bananier de hautes altitudes de l'Afrique de l'Est (Musa AAA-EA)	31-38
LE LITHOPEDION: UNE ETIOLOGIE RARE D'OCCLUSION INTESTINALE AIGUE	39-43
Innovations that can Change Energy Scenario in India	44-49
Déterminants du rationnement des crédits des PME par les IMF de la ville de Bukavu	50-57
Régénération naturelle de Gilbertiodendron dewevrei (De Wild.) J. Leonard (Leguminosae) au Jardin botanique S. Lisowski (Kisangani, République Démocratique du Congo)	58-67
ETUDE DE L'IMPACT DES DECHETS PRODUITS DANS LES GRANDS ETABLISSEMENTS DU GROUPEMENT D'IRHAMBI-KATANA, TERRITOIRE DE KABARE, EST DE LA RD CONGO	68-77
PERCEPTIONS DES ORPAILLEURS ET DE LA POPULATION SUR LES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIO-SANITAIRES DE L'EXPLOITATION DE L'OR A KAMITUGA, DANS L'EST DE LA RDC	78-86

Accès aux services de planification familiale dans la ville de Lubumbashi: Analyse des déterminants socio-culturels face à l'urbanisation inachevée

[Access to family planning services in the city of Lubumbashi: Analysis of socio-cultural determinants face the unfinished urbanization]

Jean Claude Kamanda¹, Asumani Salimini², and Solotshi Muyunga³

¹Professeur Associé, Département de Géographie, Faculté des Sciences, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

²Professeur Associé, Département de Géographie, Faculté des Sciences, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

³Professeur Ordinaire, Département de Géographie, Faculté des Sciences, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2017 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: After harvesting the data field and their statistical analysis, it appears that the level of education for women, religious practice and the approval of the husband on contraceptive use are socio cultural determinants of access to family planning services. Protestant's women have a contraceptive practice twice higher than that of Catholics. However of all these factors, the level of women's studies has proven to be the most predominant factor. It was identified that 47% of couples engaged in discussions on family planning in 60% of cases on the initiative of women. Assortative couples high school or university had more access to family planning services as assortative couples from primary or uneducated. The women of low education who primarily live in the outskirts of the city do not have access to family planning services because of the absence of the latter. To have a good access to these services, it is recommended that religious leaders and promoters of the education of girls to increase awareness in the community and take man as main target.

KEYWORDS: Family-planning services, socio-cultural determinants, accessibility, hierarchic classification, space distribution.

RESUME: Après la récolte des données sur terrain et leur traitement statistique, il ressort que le niveau d'étude pour la femme, sa pratique religieuse et l'approbation du mari sur l'usage du contraceptif sont des facteurs socio culturels déterminants l'accès aux services de planification familiale. Les lusoises protestantes ont une pratique contraceptive deux fois plus élevée que celle des catholiques. Cependant de tous ces facteurs, le niveau d'études de la femme s'est avéré être le facteur le plus prédominant. On a identifié que 47% de couples ont engagé des discussions sur la planification familiale dans 60% de cas sur initiative de la femme. Les couples homogames du niveau secondaire ou universitaire ont eu plus accès aux services de planification familiale que des couples homogames du niveau primaire ou non instruits. Les femmes de faible niveau d'instruction qui habitent essentiellement la périphérie de la ville n'ont pas accès aux services de planification familiale à cause de l'absence de ces derniers. Pour avoir un bon accès à ces services, il est recommandé aux responsables religieux et aux promoteurs de l'éducation des filles d'accroître la conscientisation de la communauté et de prendre l'homme comme cible principale.

MOTS-CLEFS: Services de planification familiale, déterminants socio-culturels, accessibilité, classification hiérarchique, distribution spatiale.

1 INTRODUCTION

En République Démocratique du Congo, la prévalence contraceptive est parmi les plus faibles du continent. Elle est de 54% [1]. Ce mauvais résultat est dû aux contraintes liées à l'accès aux services de planification familiale et qui seraient de deux ordres : les barrières géographiques et les barrières socio-culturelles.

A Lubumbashi particulièrement, la prévalence contraceptive moderne a chuté de 7,6% en 1984 à 3,6% [2] alors qu'il a été établi que les lusbais désirent les services [3].

Le présent article vise à analyser les principaux facteurs à la base de la limitation d'accès aux services de planification familiale à Lubumbashi.

2 METHODOLOGIE

Un échantillon de 620 femmes en âge de procréer a été tiré sur l'ensemble de la ville. Ce cadre d'étude a été subdivisé en 43 secteurs d'observation qui correspondent aux quartiers comme il en est dans la subdivision administrative des communes dans les villes congolaises.

De ce fait, une enquête aléatoire stratifiée a servi pour la collecte de données, pendant la période allant du 04 novembre au 18 décembre 2011. Mais avant, il a été octroyé à chaque secteur d'enquête un quota suivant l'importance numérique de sa population.

Le questionnaire a comporté des variables à caractère démographique, lesquelles ont permis l'identification des sujets à interroger, et les variables socio-culturelles qui ont permis de saisir leur attitude face à la contraception et à mesurer le niveau d'accès aux services de planification familiale.

Le calcul des indices proportionnels, le traitement en composantes principales et la classification automatique ont, tour à tour, constitué les bases techniques de la réflexion. Nous les avons jugés complémentaires.

3 RESULTATS

3.1 IDENTIFICATION DES ENQUÊTÉS

Constituée par 81% des femmes mariées, 14% des célibataires, 3% des divorcées et 2% des veuves, la population échantillonnée est majoritairement représentée par deux ethnies : les luba du Katanga (24%) et les luba du Kasai (23%) ; les autres ethnies se partagent le reste du pourcentage.

S'agissant de l'appartenance religieuse, l'enquête a révélé que 95% des femmes sont de tendance chrétienne dont 70% de conviction protestante et 25% de conviction catholique. Les musulmanes et les athées représentent respectivement 3 et 1%. On notera que l'enquête s'est aussi intéressée au point de vue des maris en matière de contraception.

Par rapport au niveau d'études, il a été trouvé que 70% des couples ont fait le secondaire, 15% l'université et 5% le primaire ou moins

Examinons les relations entre les variables retenues.

3.2 NATURE DES LIENS ENTRE LES ATTRIBUTS SOCIO-CULTURELS

Les trois grands groupes de variables retenues pour expliquer l'accès aux services de planification ont éclaté en 15 variables de la manière suivante : mari universitaire (V1) ; mari du niveau d'études secondaire (V2) ; mari du niveau primaire (V3) ; femme universitaire (V4) ; femme du niveau secondaire (V5) ; femme du niveau primaire (V6) ; femme protestante (V7) ; femme catholique (V8) ; femme musulmane (V9) ; mari protestant (V10) ; mari catholique (V11) ; mari musulman (V12) ; mari d'accord pour la planification familiale (V13) ; femme ayant pratiqué un type quelconque de contraception (V14) et femme qui a accédé aux services de planification familiale (V15).

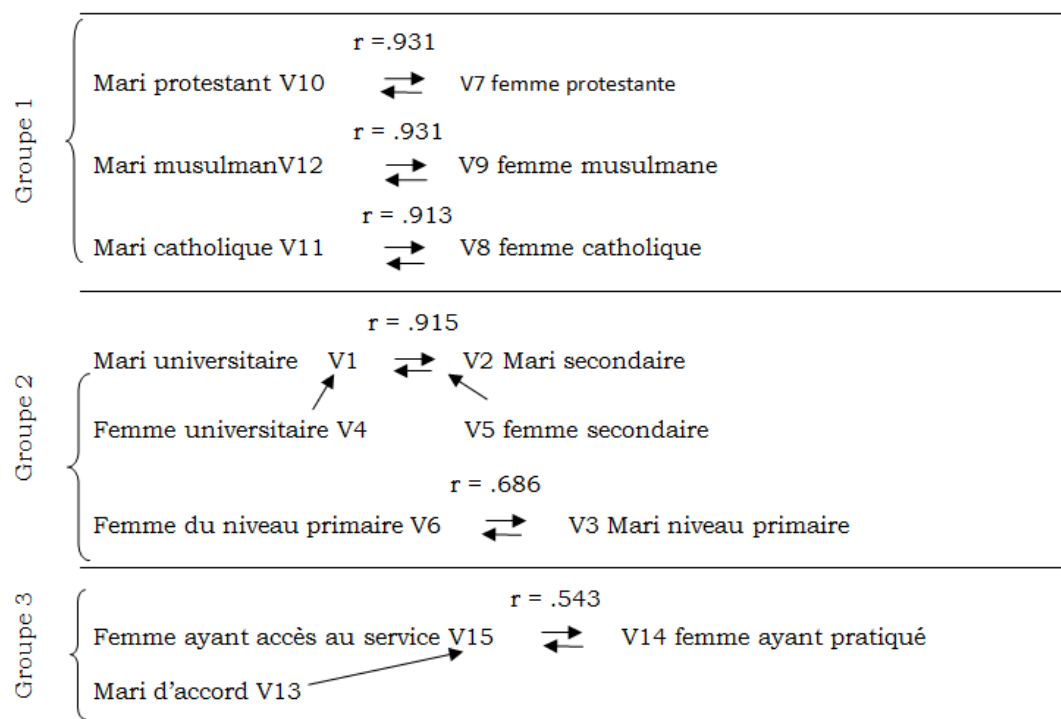
La recherche des liens entre ces variables a conduit à l'établissement de la matrice de corrélations ci-dessous (Tableau 1)

Tableau 1 : Corrélations entre variables socio-culturelles

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
V1	1.000	.915	-.398	.552	.012	-.360	-.240	.256	.004	-.302	.294	.107	.009	.037	-.051
V2	-.915	1.000	.011	-.528	.256	.080	.296	-.322	.011	.339	-.346	-.079	.025	-.029	.017
V3	-.398	.011	1.000	-.158	-.593	.686	-.080	.090	-.012	-.056	.087	-.060	-.093	-.021	.114
V4	.552	-.528	-.158	1.000	-.310	-.324	-.123	.081	.142	-.241	.163	.272	-.033	-.031	-.005
V5	.012	.256	-.593	-.310	1.000	-.797	.037	.058	-.052	.008	.022	-.087	.021	.084	-.155
V6	-.360	.080	.686	-.324	-.797	1.000	.115	-.108	-.041	.144	-.123	-.089	-.042	-.063	.163
V7	-.240	.296	-.080	-.123	-.037	.115	1.000	-.942	-.365	.931	-.885	-.399	.027	-.264	.011
V8	-.256	-.322	.090	.081	.058	-.108	-.942	1.000	.031	-.851	.913	.093	-.025	.296	-.027
V9	.004	.011	-.012	.142	-.052	-.041	-.365	.031	1.000	-.412	.103	.931	-.013	-.035	.042
V10	-.302	.339	-.056	-.241	.008	.144	.931	-.851	-.412	1.000	-.940	-.457	-.011	-.279	-.006
V11	.294	-.346	.087	.163	.002	-.123	-.885	.913	.103	-.940	1.000	.127	-.007	.289	-.069
V12	.107	-.079	-.006	.272	-.087	-.089	-.399	.093	.931	-.457	.127	1.000	.054	.066	.189
V13	.009	.025	-.093	.003	.021	-.042	.027	-.025	-.013	-.011	-.007	.054	1.000	.463	.520
V14	.037	-.029	-.021	-.031	.084	-.063	-.264	.296	.035	-.279	.289	.066	.463	1.000	.543
V15	-.051	.017	.114	-.005	-.155	.163	.011	-.027	.042	-.006	-.069	.189	.520	.543	1.000

Au regard des coefficients de corrélations du tableau 1, une correspondance parfaite apparaît entre les variables au sein des groupes. Ces liens sont paritaires entre les femmes et leurs maris. Le schéma de ces relations est exprimé dans le tableau 2 qui suit.

Tableau 2 : Nature des relations entre les variables socio-culturelles



Pour les couples du même groupe, les liens sont très forts quant en ce qui concerne leur appartenance religieuse ; les corrélations sont respectivement de .931 ; .931 et de .913 entre les couples protestants, musulmans et catholiques. Ces liens sont relativement forts si l'on considère le niveau d'études des membres du couple avec des corrélations de .915 ; .686 et de .552 respectivement pour le niveau universitaire et secondaire, le niveau primaire et moins. La relation s'établit aussi entre les femmes qui ont accès au service de planning familial et celles qui ont appliqué un type de contraception ($r = .543$). C'est à cette liaison que viennent se greffer les maris favorables à la planification familiale ($r = .520$).

Les renseignements que l'on peut tirer de la nature des relations entre les variables examinées sont de trois types. Premièrement, les épouses sont solidaires à leurs maris quant à la croyance religieuse. Deuxièmement, les épouses sont solidaires à leurs époux en matière de planification familiale. Autrement dit, les avis des femmes sur ce point de vue sont influencés par ceux de leurs maris. Troisièmement, les femmes qui accèdent aux services de planification adoptent la pratique de la contraception ; ce qui veut dire que les services jouent un grand rôle dans le processus de diffusion et de vulgarisation de la contraception. Ils demeurent encore indispensables.

Si l'on peut admettre que ce qui vient d'être avancé ci-haut constitue des tendances générales, il y a lieu cependant de dégager des nuances d'attitudes vis-à-vis de la planification familiale au sein des groupes. Ainsi, nous passons de l'analyse bivariée à l'analyse multivariée, notamment l'analyse en composantes principales.

3.3 FACTEURS PRINCIPAUX INFLUENÇANT LA PRATIQUE DE LA CONTRACEPTION A LUBUMBASHI

Le traitement en analyse en composantes principales de données sur les attributs socio-culturels a abouti aux résultats consignés dans les tableaux 3a et 3b ci-dessous.

Tableau 3.1 : Résultats généraux

Composante	Valeurs propres initiales	% de la variance	% cumulés
1	4.520	30.132	30.132
2	2.570	17.133	47.265
3	2.093	13.952	61.217
4	1.961	13.075	74.293
5	1.875	12.501	86.794

Cinq facteurs obtiennent des valeurs supérieures à l'unité. Ils rendent compte de 86,7% de la variance totale de la matrice d'informations.

Tableau 3.2 : Matrice de facteurs et de saturations

	F1	F2	F3	F4	F5
V1	.536	-.495	-.480	.247	.293
V2	-.549	.174	.624	-.201	-.350
VAR00003	-6.600 ^E -02	.841	-.213	-.148	4.864 ^E -02
VAR00004	.398	-.262	-.510	.443	6.225 ^E -02
VAR00005	1.470 ^E -02	-.704	.591	-.264	-.113
VAR00006	-.266	.865	-.264	-1.833 ^E -02	7.762 ^E -02
VAR00007	-.918	-.192	-.152	.228	.104
VAR00008	.851	.152	.130	-.403	.164
VAR00009	.375	.148	9.314E-02	.441	-.767
VAR00010	-.948	-.166	-.105	.123	.110
VAR00011	.882	.141	8.289E-02	-.352	.128
VAR00012	.456	.123	9.013E-02	.559	-.653
VAR00013	4.657E-02	6.192E-02	.456	.522	.432
VAR00014	.316	.155	.558	.270	.481
VAR00015	3.361E-02	.322	.393	.605	.379

L'examen du tableau 3.b. montre que le premier facteur est indexé par les variables V11 (mari catholique) et V8 (femme catholique) avec lesquelles il obtient des saturations positives de .882 et de .851. La variable V1 (mari universitaire) s'y associe avec .536 de saturation. Ce facteur est bipolaire dans la mesure où les variables V10 (mari protestant) et V7 (femme protestante) apparaissent avec des saturations de -.948 et de -.918 auxquelles s'associe la variable V2 (mari du niveau secondaire) qui a réalisé une saturation de -.549. Ce facteur s'identifie par conséquent aux couples catholiques dont l'attitude et le comportement face à la planification familiale diffèrent de ceux des couples protestants. Ensuite, le niveau

universitaire penche en faveur des couples catholiques, tandis que le niveau secondaire est en faveur des couples protestants.

Le deuxième facteur est défini par les variables V6 (femme du niveau primaire et moins) et V3 (mari du niveau primaire et moins) avec des saturations respectives de .865 et .841. Il est aussi bipolaire. A son pôle négatif, il est saturé par les variables V2 (femme du niveau secondaire : -.704) et par la variable V1 mari universitaire (-.495). Les couples du niveau d'études primaire s'opposent à ceux du niveau secondaire et universitaire en ce qui concerne la pratique contraceptive.

Le troisième facteur est mis en exergue par les variables V2 (mari du niveau secondaire) et V5 (femme du niveau secondaire) qui réalisent des saturations respectives de .624 et de .591. Ce facteur renseigne que les points de vue face à la contraception diffèrent entre les couples des niveaux d'études différents, car les maris et femmes universitaires obtiennent dans l'ordre -0.510 et -0.480 de saturation.

Le quatrième facteur est l'expression des femmes ayant accédé aux services de contraception (V15, saturation .606) et des maris musulmans (V12, saturation .559). Cet accès serait en quelque sorte influencée par le niveau d'étude (V4, saturation .443).

Le cinquième facteur oppose les femmes ayant pratiqué la contraction (V14, saturation .481), les maris favorables à celle-ci (V13, saturation .432) et femmes ayant accès aux services de planning familial (V15, saturation .379) aux femmes musulmanes (V9, saturation -.767) et maris musulmans (V12, saturation -.655). Notons que l'opposition en question est timide car les saturations du pôle positif sont faibles. Cette composante se distingue de la quatrième dans la mesure où elle traduit les couples musulmans opposés à la contraception, alors que la quatrième symbolise les maris musulmans qui seraient individuellement favorables à cette pratique.

Le jeu de combinaison des attributs socio-culturels que nous venons de réaliser à travers l'analyse en composantes principales nous permet de retenir ce qui suit :

- L'attitude des catholiques face à la contraction diffère de celle des protestants ;
- L'attitude est différente aussi selon que l'on est du niveau primaire ou moins, du niveau secondaire ou du niveau universitaire ;
- L'accès aux services de planification des femmes et l'attitude des maris musulmans sont influencés par le niveau d'étude ;
- L'attitude des musulmans diffère selon qu'ils sont dans un couple ou qu'ils sont pris individuellement.

L'optique spatiale nous renvoie à l'examen de l'attitude contraceptive au niveau de l'ensemble des secteurs d'enquête.

3.4 L'ANALYSE SPATIALE DU COMPORTEMENT CONTRACEPTIF DANS LA VILLE DE LUBUMBASHI

La technique de classification automatique a permis de hiérarchiser les quartiers de Lubumbashi selon le degré de similarité face à la contraception (figure 1).

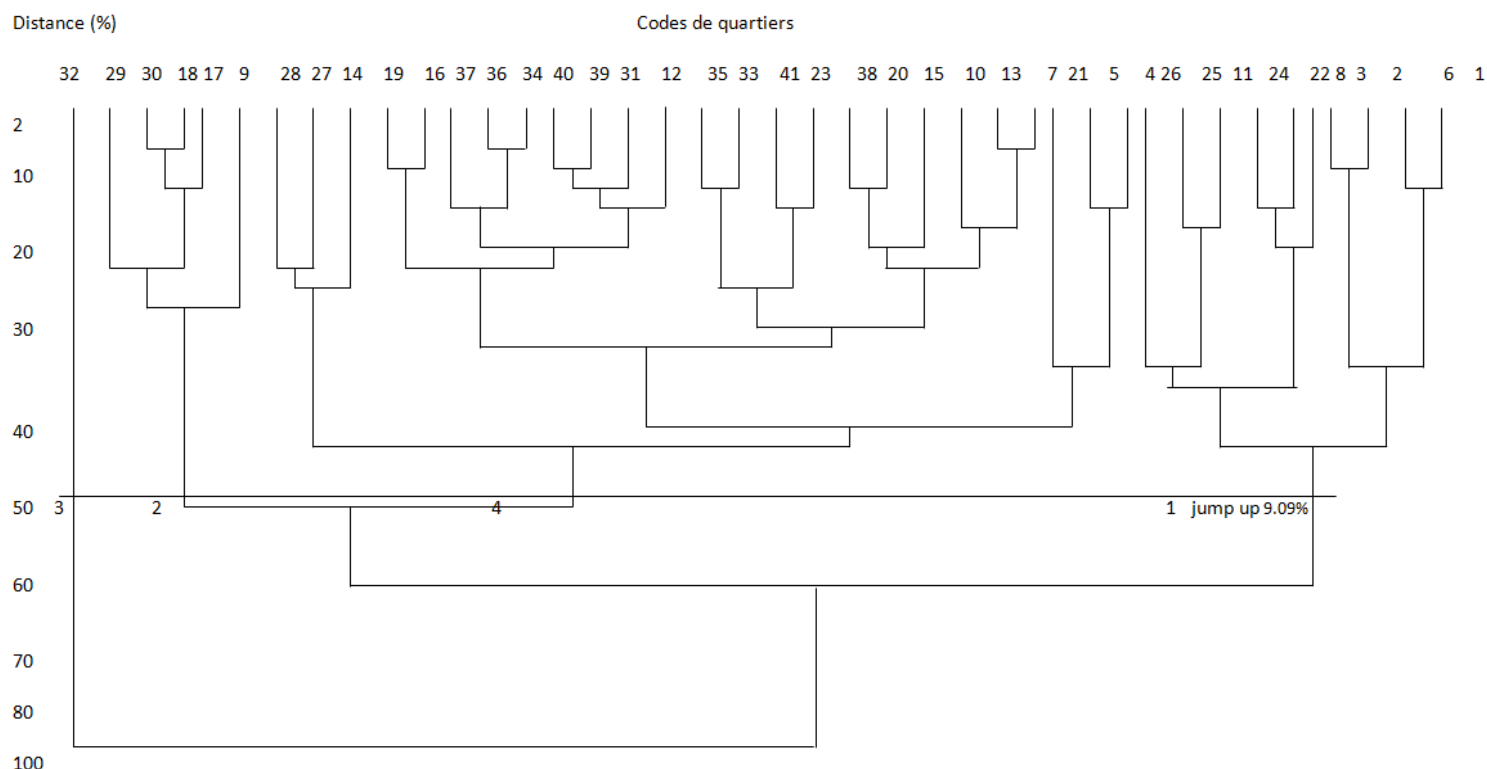


Figure 1. Classification des quartiers de Lubumbashi selon les caractères socio-culturels des habitants et l'accès aux services de planning familial.

Il ressort de cette classification 4 groupes de quartiers définis sur base du critère du saut minimum qui est de 9.09% et situé à la distance de 53%. La structure typologique obtenue range les quartiers de la manière qui suit.

La première catégorie de quartiers est composée de Njanja, Kitumaini, Industriel, Luvua, Lualaba, Bel-air, Lido golf, Kiwele et Makutano (figure 2). L'acceptabilité des services de planification familiale y est forte, la proportion des conjoints favorables à la pratique contraceptive atteint 57.2% et l'accès aux services varie entre 3.5 et 55%. La plupart de ces quartiers sont anciens et planifiés, qui ont bénéficié d'un certain nombre d'infrastructures dont celles abritant les services de planification familiale. En plus, ils comptent un nombre élevé de personnes du niveau secondaire et universitaire, lequel influence leur attitude.

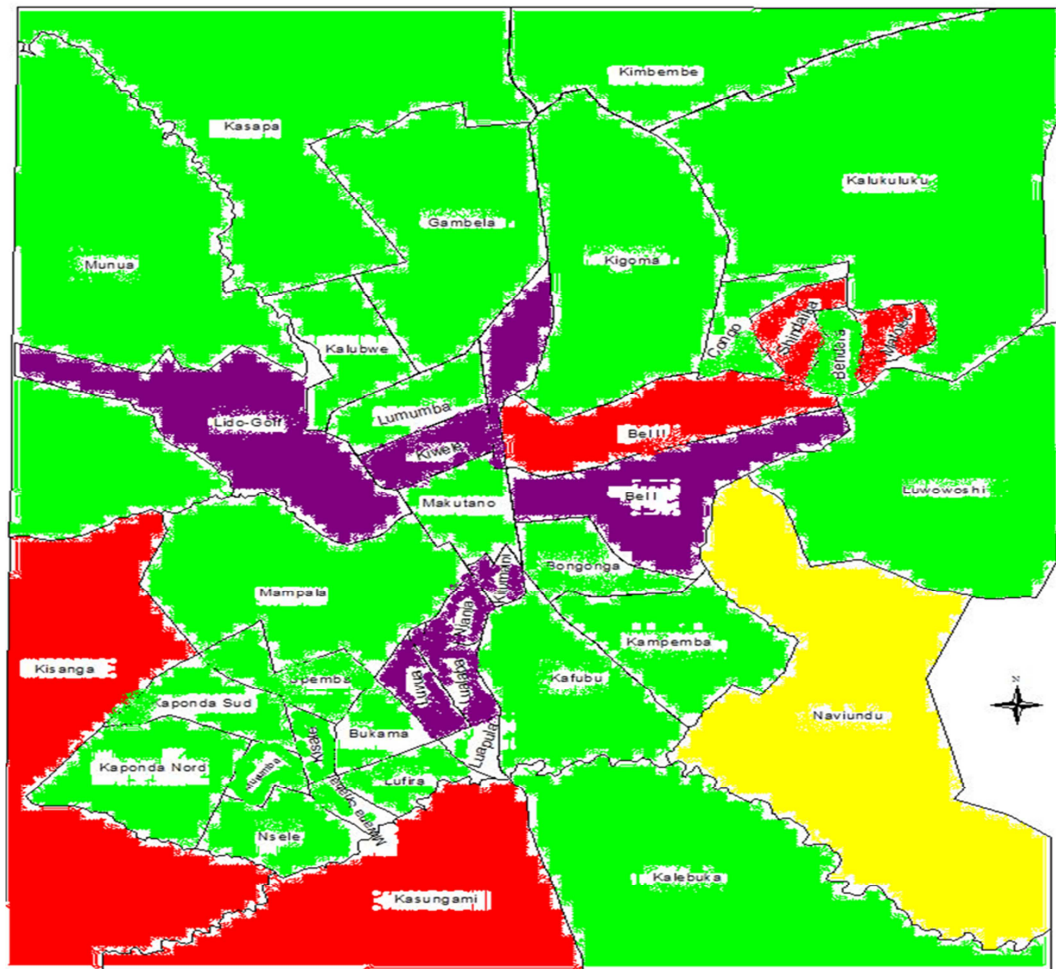
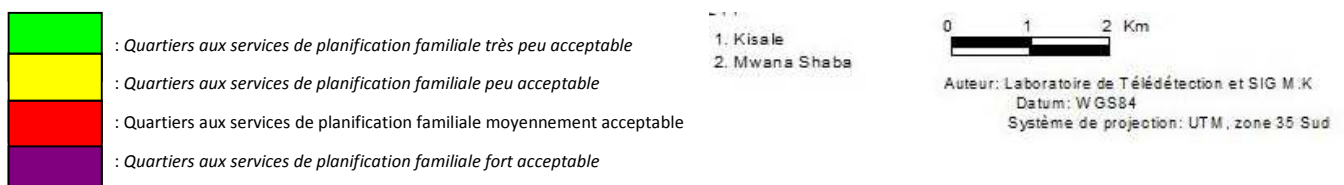


Figure.2. Distribution spatiale des quartiers de Lubumbashi selon les caractères socio culturels des habitants et l'accès aux services de planning familial



Le deuxième type de quartiers comprend Kasungami, Kisanga qui sont deux quartiers nouveaux, Shindaika ; Matoleo et Bel-air II, qui sont anciens et planifiés. La proportion des universitaires est de 8,2 % pour les hommes et de 1,8% pour les femmes. Près de 44,5% des femmes dans ces quartiers se sont déclarées favorables à la pratique contraceptive. L'acceptabilité y est de ce fait relativement bonne.

Le quartier Naviundu constitue le troisième type de quartiers. Pourtant très récent et éloigné du centre-ville, le nombre un peu élevé de femmes universitaires et de maris favorables à la contraception qui y habitent lui confère une acceptabilité assez bonne.

L'acceptabilité mauvaise de la contraception est du domaine d'un peu plus de la moitié de quartiers de Lubumbashi, pour la plupart périphériques. Ils comptent très peu d'universitaires et seulement 28,7% des maris favorables à la pratique contraceptive. Ils constituent le quatrième type de quartiers.

4 DISCUSSION

Les lushoises protestantes ont une pratique contraceptive deux fois plus élevée que celle des femmes catholiques. Ce constat est aussi celui d'ALLGEIER, A., [4] selon lequel les femmes protestantes utilisent plus la contraception moderne que leurs homologues catholiques. L'existence d'obstacles religieux fait que le pas n'est souvent pas franchi en vue d'utiliser ces services. [5] La religion est donc une grande barrière pour accéder aux services dans la mesure où la procréation est l'ordre divin [6].

L'instruction, qu'il agisse de celle de la femme ou de celle de son conjoint, est un facteur favorisant l'utilisation des méthodes contraceptives modernes. La femme qui atteint le niveau d'études secondaire ou plus a plus de chance à accéder aux services que celle peu instruite [7]. Du fait que la scolarisation permet aux hommes et aux femmes d'acquérir des réflexes favorables à la santé, de disposer des moyens nécessaires à l'accès aux services et de mieux communiquer avec le personnel de santé en cas de besoin des méthodes de planification familiale, on peut avancer que la probabilité d'utiliser les services de planning familial augmente au fur et à mesure que le niveau d'instruction augmente. Les données de l'EDS. [1]. ont montré que de 12% pour les femmes sans instruction, le niveau d'adoption de planning familial passe à 18% chez celles du niveau primaire et à 29% chez celles du niveau secondaire, pour atteindre un maximum de 40% chez celles du niveau supérieur.

En marge de la préoccupation fondamentale à savoir, l'étude des déterminants socioculturels de la planification familiale, il a été demandé aux personnes concernées par l'enquête de renseigner sur l'initiateur au sein du couple du débat sur la planification familiale ; bien entendu avec l'idée que le faible niveau de communication entre conjoints sur le projet de fécondité est l'une des raisons majeurs de la faible pratique contraceptive [8]. Ces résultats sont modestement meilleurs à ceux obtenus par DEMBELE, M., [9] au Sénégal où seulement 36% des couples ont engagé des discussions sur la planification de naissances.

Les femmes qui désirent limiter les naissances sont plus des universitaires en couples homogames ayant déjà plus d'un enfant. Comme [4], les lushoises désirent planifier les naissances, mais préfèrent plus les méthodes contraceptives traditionnelles que les méthodes modernes. Ceci est essentiellement déterminé par leurs croyances et leurs attitudes personnelles [10]. Il faut remarquer que 72% des enquêtées disent pratiquer la contraception pour l'espacement des naissances. Cette conclusion confirme l'étude de LOCOH, T., selon laquelle, en Afrique, la proportion des femmes de 15 à 44 ans qui déclarent n'avoir pas d'enfant est modeste, souvent voisine de 10%. [11]

5 CONCLUSION

Au terme de cette étude, il est constaté que les lushoises du niveau primaire vivant dans les quartiers de squatting, en périphérie, connaissent moins les services de planification familiale que les femmes du secondaire et universitaire qui se localisent en majorité dans les quartiers planifiés. La planification familiale est d'abord un service d'information. Son accès est avant tout facilité par l'instruction mais aussi par des croyances religieuses ouvertes que l'on retrouve chez les femmes protestantes.

Toutefois, l'écart disparaît plus on avance avec le niveau d'études. Cette situation montre l'ascendance de l'instruction sur la religion en matière de la pratique contraceptive. Il y a lieu de relever également les femmes ayant reçu le soutien de leurs maris. Un couple homogame universitaire est mieux disposé à accéder aux services qu'un couple homogame primaire. L'approbation du mari fait plus que doubler la probabilité pour les femmes à recourir à la contraception.

Bref, les services de planification familiale sont peu acceptés selon que le couple a un faible niveau d'instruction avec des pesanteurs de l'église et du mari. Ce dernier facteur est le plus déterminant. Reste à envisager, pour l'avenir une gamme assez large de variables, qui peut incorporer par exemple le caractère économique des populations.

ACRONYMES

CEA : Commission Economique pour l'Afrique

EDS : Enquête Démographique et Santé

Lushois : Habitant de Lubumbashi

REFERENCES

- [1] EDS, (2007): Ministère du plan, Enquête démographique et de santé, D Congo, calverton, maryland, USA.
- [2] CEA, (2000): Réunion consultative régionale de haut niveau sur le financement du développement level/2000/3. Sécurité alimentaire et la gestion durable des ressources naturelles.
- [3] MALONGA, K., (2001) : Problématique de la contraception et de la planification familiale dans la ville de Lubumbashi, Thèse de Doctorat, en Santé Publique, Université de Lubumbashi, 275 p.
- [4] ALLGEIER, A., (1992) : Sexualité humaine, De Boeck et Wasmal, Bruxelles, 706p.
- [5] DIOUF, S., et MUKEMERI, J. (1999) : Etat de santé des mères dans un district rural sénégalais (Khombole), Médecine d'Afrique noire 46 (4), pp207-210.
- [6] AKINYELE, D. (2009): UNFPA revamps family planning campaign to cut maternal deaths, Africa News, Pana du 29 December 2009, Addis-Abeba.
- [7] BRIGITTA, P., (2010): La planification des naissances en Afrique Subsaharienne Service planète, Journal le Monde pp.3.
- [8] UNFPA., (2009) : Healthy expectations, Celebrating Achievements Of The Cairo consensus and Highlighting The Urgency for Action, International Conference on Population and Development in Cairo, 15Years Later Cairo, New York, 27p.
- [9] DEMBELE, M. (2009) : Problématique de la planification familiale en commune V. District de Bamako Thèse de Doctorat en médecine, Faculté de médecine, Université de Bamako, 92p.
- [10] EVELYNE, L. et RICHARD, C (1975) : Méthodes naturelles de régulation de naissances, Ed paulines, Sherbrooke, 43p.
- [11] LOCOH, T. (1992) : Vingt ans de planification familiale en Afrique sub-saharienne, les Dossiers du CEPED n°19, Paris, 33p.
- [12] UEPA (1999) : La population africaine au 21^{ème} siècle. Rapport de la 3^{ème} Conférence africaine sur la population, Durban, éd, St Paul 217p.

Impacts des actions anthropiques sur les zones humides de la ville de Douala et solutions de gestion durable: cas de la rivière Tongo Bassa

[Impacts of human activities on wetlands of Douala and sustainable management solutions: case of Tongo Bassa river]

Nwamo Roland Didier¹⁻³, Ndjouondo Gildas Parfait³, Ba'ana Etoundi Marie Louise², Dibong Didier Sigfried¹⁻³, and Tchoumboungang François¹⁻³

¹Institut des Sciences Halieutiques, Université de Douala, B.P. 7236 Douala, Cameroun

²Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université de Douala, B.P. 2701 Douala, Cameroun

³Institut des Sciences Halieutiques, Faculté des Sciences, Université de Douala, B.P. 2701 Douala, Cameroun

Copyright © 2017 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: Les observations faites dans notre pays notamment dans la ville de Douala montrent que, l'état de ces écosystèmes aquatiques où sont déversées les eaux résiduaires provenant des différents dépotoirs des industries et des agglomérations et même du lessivage des terres environnantes, est assez démonstratif de l'impact de l'action de l'homme. L'objectif du présent travail est d'identifier et d'analyser les différentes formes d'anthropisation, ainsi que leurs effets sur le milieu afin de proposer des solutions de gestions durables. La méthodologie adoptée est celle basée sur les enquêtes et les types d'enquêtes adoptés sont l'enquête en face à face et l'enquête par observation directe. Les résultats des enquêtes ont montré que plus de la moitié des personnes enquêtées se sont installées dans cette zone à cause des difficultés financières. L'inondation apparaît comme la première menace subie par les populations. La majorité des populations se sont appuyés sur l'accès facile au site et le faible coût des domaines fonciers pour s'y installer. L'action de déversement des déchets dans le cours d'eau figure parmi les activités anthropiques les plus menées par les personnes ayant déjà été victime d'une catastrophe tandis que la production de la matière plastique se révèle être l'activité qui induit le moins les catastrophes le long du Tongo Bassa. Le remblai constitue la solution première à la prévention contre les catastrophes. Par ailleurs, les activités les plus menées sont l'élevage et l'agriculture et la majorité des personnes effectuant une activité la font sur la rive du cours d'eau. De manière générale, les déchets sont déversés dans les bacs à ordures et la majorité des domiciles possèdent des latrines aménagées situées loin de la rive. Plus de la moitié de la population enquêtée connaît les noms des espèces végétales et les utilise à des fins alimentaires. La proposition du drainage du cours d'eau est la plus avancée par les personnes enquêtées.

KEYWORDS: Tongo Bassa, écosystème aquatique, activités anthropiques.

1 INTRODUCTION

La population mondiale en général et africaine en particulier a enregistré une explosion démographique considérable au cours de ces dernières années [1]. Cette croissance démographique s'accompagne d'un besoin équivalent en production alimentaire, en surface des terres exploitables et en eau. Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre et environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restants constituent les eaux continentales représentées par les fleuves, les rivières, les lacs, les étangs ... Ces eaux continentales sont d'une très grande importance pour l'Homme à cause de leurs utilisations multiples. Par ailleurs, les milieux aquatiques continentaux procurent une variété de biens et de

services à l'Homme, ce qui leur confère une valeur économique irremplaçable ([2] ; [3]). La primauté de ces services revient à l'eau potable qui est vraisemblablement le bien le plus précieux car elle est une ressource rare et vitale ([2]). L'eau est également un élément indispensable utilisé pour l'irrigation agricole, la production d'énergie et l'industrie. Au cours du Sommet Mondial sur le Développement Durable (SMDD) tenu à Johannesburg en 2002, un constat global s'est dégagé à savoir l'amenuisement progressif des ressources en eau mobilisables lié au développement industriel, urbain, et agro - sylvo - pastoral. A ceux-ci, s'ajoutent une forte croissance démographique accompagnée d'une augmentation sans cesse des besoins en eau de bonne qualité. Le Cameroun, pays d'Afrique sub-saharienne n'en est point exclu malgré le fait qu'il possède une importante quantité des ressources en eau due à sa position géographique.

Plusieurs plans d'eau de la région, y compris des zones humides dont la diversité biologique est reconnue d'importance mondiale sont ainsi asphyxiés. Selon l'article I de la Convention de [4], les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières, d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres. Ainsi dans une zone humide, le principal facteur qui influence le biotope et la biocénose est l'eau. Mais depuis quelques années, dans un contexte d'urbanisation croissante et de politiques agricoles productivistes, les espaces naturels se sont réduits au profit du développement des activités économiques, résidentielles, touristiques, etc...([5]). Parmi ces espaces naturels, les zones humides, espaces de transition entre la terre et l'eau, garantes de la biodiversité du territoire et de l'auto-épuration des milieux aquatiques, ont été à plusieurs reprises, remises en cause par des constructions, des opérations de drainage, d'assèchement ou de curage, etc. ([5]). En effet, ces zones humides ont pendant longtemps eu mauvaise réputation. Espaces marécageux, parfois insalubres, peu productifs économiquement, on n'y prêtait pas attention, allant jusqu'à les détruire. Il s'avère que la tendance s'inverse peu à peu. Aujourd'hui, le contexte est différent: pollution, diminution d'espèces animales et végétales, inondations à répétition, etc... Autant de facteurs qui conduisent à replacer les questions de la protection de l'environnement et de la gestion durable de l'eau au cœur des préoccupations ([5]). Les eaux continentales attirent et concentrent de nombreuses populations pour leurs activités qui en retour doivent veiller à leur gestion et à leur pérennité. Les activités humaines représentent l'une des causes majeures du stress des écosystèmes aquatiques notamment des zones humides ([6]; [7] ; et [8]). Face à l'explosion démographique actuelle, on se rend bien compte que les ressources en eau douce sont épuisables et se dégradent fortement Cette dégradation découle essentiellement des pollutions ponctuelles et diffuses ; de la modification des caractéristiques physico-chimiques ; et de l'exploitation des surfaces de terres cultivables dues à l'intensification des activités agricoles et à l'urbanisation galopante ([9]). Mais, On dénombre de multiples causes de dégradation de zones humides. La croissance démographique, les modèles de développement économique, la gouvernance, la faible place des zones humides dans l'agenda politique et le niveau insuffisant d'application des lois environnementales sont les principales causes expliquant les changements profonds dans les zones humides. ([10]). Ces différentes actions influencent ainsi de façon négative, la qualité écologique de l'hydro-système ([9]). Si l'agriculture est le secteur qui impacte le plus largement les zones humides et l'eau, l'urbanisation, les infrastructures publiques et le tourisme exercent des pressions croissantes ([10]). Les ressources de nombreux plans d'eau sont ainsi irréversiblement mal exploitées et endommagés. Les ressources les plus vulnérables sont celles proches des grandes agglomérations humaines dont l'eau circulant dans les rivières et les espèces végétales qui s'y développent ([11]).

Au Cameroun, on dénombre plusieurs zones humides d'un grand intérêt au vu de nombreuses potentialités qu'elles présentent (pour l'hydroélectricité, l'irrigation, l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'écotourisme, l'approvisionnement et l'alimentation en eau) ([4]). Mais, des observations faites dans notre pays notamment dans la ville de Douala montrent que, l'état de ces écosystèmes aquatiques où sont déversées les eaux résiduelles provenant des différents dépotoirs des industries et des agglomérations et même du lessivage des terres environnantes, est assez démonstratif de l'impact de l'action de l'homme. Au vu de l'importance qu'à les cours d'eau des zones humides, un tel constat constitue vraisemblablement les premiers symptômes d'une « mauvaise » santé de l'écosystème donnant ainsi toute l'importance et la nécessité pour les chercheurs de se pencher sur une telle question. A notre connaissance, des études ont été réalisées sur la répartition macrophytiques et phytoplanctoniques des cours d'eau longeant les zones humides de la ville de Douala. C'est le cas des travaux menés par [12] en 2012 qui, se sont intéressés à l'utilisation des macrophytes comme descripteurs de la qualité des eaux de la rivière « Kondi » dans la ville de Douala. Toutefois, les aspects ayant trait aux relations existant entre les zones humides de la région du littoral-camerounais et les populations qui les occupent n'ont encore faits l'objet d'un sujet de recherche. C'est ainsi que se justifie cette étude dont le site d'étude car les données portant sur l'état de l'occupation de cet environnement aquatique ainsi que les conséquences de celle-ci sont jusqu'à ces jours très peu disponibles. C'est donc pour combler cette insuffisance et aider à la gestion des zones humides du littoral camerounais que nous nous sommes proposé de conduire ce travail portant sur l'étude des actions anthropiques sur les zones humides intégrant la rivière « Tongo Bassa » dans la ville de Douala. S'appuyant sur cette approche, la problématique de ce sujet se situe autour de la question de savoir quels sont les différentes formes d'anthropisation (urbanisation, industrialisation, agriculture, déforestation, élevage,

pêche, travaux publics, et transports, etc...) exercées sur ces zones, et quels en sont leurs effets? Pour parvenir à répondre à cette question, l'objectif du présent travail est d'identifier et d'analyser les différentes formes d'anthropisation, ainsi que leurs effets sur le milieu. L'atteinte de ce but nous permettra à terme de proposer des mesures de gestion durable des zones étudiées.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 POPULATION CIBLE

La présente enquête a été menée auprès de la population de l'ensemble des quartiers longeant la rivière « Tongo Bassa ». Ces localités sont composées d'une diversité ethnique, religieuse et des personnes à diverses activités sociales. La majorité de ces populations est à vocation commerçante et agricole. L'enquête a concerné 203 personnes (adultes uniquement) pour un total de 676 ménages soit un pourcentage théorique de 30,02% des ménages ayant contribué à l'enquête en tenant compte des deux sexes.

2.1.2 MATÉRIEL TERRESTRE

L'enquête a été orientée sur zones humides à cause de son utilisation multiple par les populations environnantes et des entreprises locales.

2.1.3 MATÉRIEL DIDACTIQUE

Le matériel didactique se résume en une fiche d'enquête se présentant sous forme de questionnaires posés à l'enquêté et dont les réponses sont notées ou cochées sur la fiche par l'enquêteur. Cette fiche est composée de questions ouvertes et des questions fermées. Les grands points de cette fiche sont l'identification des ethnies constituant les populations, la situation foncière, l'utilisation des végétaux et de l'eau ainsi que sa qualité, et les activités anthropiques menées par les populations riverains, les risques encourus par celles-ci ainsi que leurs avis sur l'occupation de ces sites.

2.2 MÉTHODE

2.2.1 ENQUÊTE AUPRÈS DES MÉNAGES

Pour cette étude, les types d'enquêtes en face à face et par observation directe ont été choisis. En effet, ils présentent une objectivité dans l'observation des faits ou comportements, une perturbation minimum du fait de l'enquêteur. Ils permettent également l'observation des attitudes et comportements, la possibilité de dévoiler progressivement les objectifs de l'enquête, la souplesse liée à l'enquêteur à travers l'adaptation du vocabulaire, interprétation des réponses, précisions apportées. Ils permettent enfin la possibilité d'entretiens plus longs. L'enquête s'est déroulée du mois de janvier au mois de mars de l'année 2014 avec la d'un groupe des personnes dont un enseignant et des étudiants de l'Institut des Sciences Halieutiques de l'Université de Douala à Yabassi. Elle a concernée l'ensemble de la population vivant dans les zones abritant les rivières concernées. Le choix des ménages s'est fait au hasard après comptage de ceux-ci et détermination des pourcentages statiquement acceptables. Les quartiers longeant la rivière « Tongo Bassa » sont des localités qui e sont rapidement développées à cause du phénomène d'exode rural et de la rareté des domaines exploitables. L'enquête a consisté à rencontrer l'enquêté chez lui, celui-ci est généralement la maîtresse de maison. Dans certains cas, se sont les chefs de famille qui sont mis à contribution ou encore des jeunes maîtrisant l'histoire de leur installation sur le site ainsi que les activités anthropiques que mène la famille. Les personnes cibles de l'enquête sont des individus majeures mariés ou non et habitant les quartiers concernés. L'enquêté est soumis aux questionnaires qui suivent la chronologie de la fiche d'enquête et les réponses sont notées par l'enquêteur. Le dialogue s'est déroulé en langues Française, anglaise, Bafang, Bassa, et Bouda suivant la langue maîtrisée par l'enquêté. La connaissance de ces langues a rendu facile l'accès aux ménages. La visite, spontanée et sans aucun rendez-vous, dure 15 à 20 minutes.

2.2.2 DÉPOUILLEMENT DE L'ENQUÊTE

Après la réalisation de toute l'enquête, on a subdivisé le travail par parties. Les parties correspondent aux thèmes ou regroupement des sous-thèmes de la fiche d'enquête. Thème par thème ou question par question, le logiciel Sphinx Plus² a permis d'effectuer un dépouillement automatiquement et un tri à plat simple après codage des questions.

3 RÉSULTATS

3.1 RAISON DE L'INSTALLATION

Après observation de ce graphe, on remarque que plus de la moitié des personnes enquêtées se sont installées dans cette zone à cause des difficultés financières (pauvreté) alors que 1,5% de ces personnes s'y sont installées à la suite d'un héritage acquis. En outre, 34% des personnes interrogées disent vivre dans cette zone en la faveur des domaines fonciers peu coûteux.(figure 1)

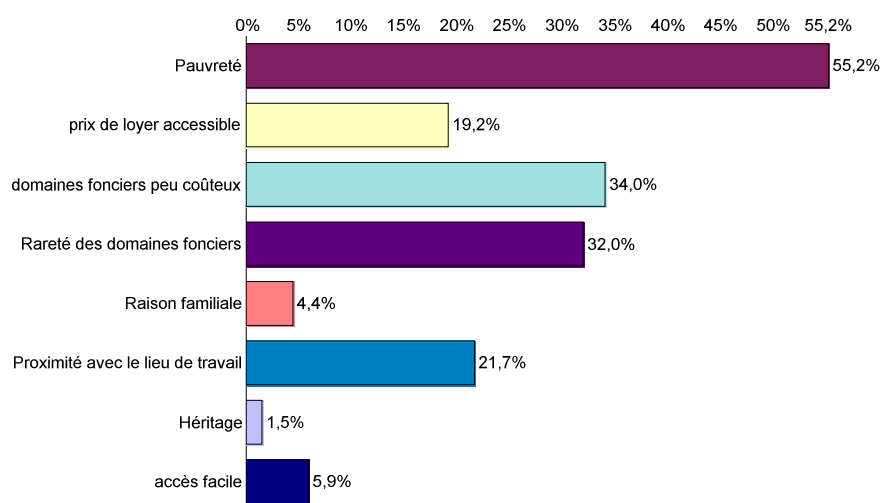


Figure 1 : Raisons de l'installation

3.2 CONNAISSANCE DES MENACES

Parmi les personnes enquêtées, 52,5% d'elles étaient avertis des menaces éventuelles au moment de leur installation sur ce site. Entre les personnes connaissant les menaces auxquelles elles s'exposaient en s'installant sur ce site, plus de 65% pensent que c'est le fait que les prix de vente des parcelles de terrain alors que 8,3% disent s'y être installés à cause de l'accès facile à son domicile. Parmi les riverains ne connaissant pas les menaces auxquelles ils s'exposaient en s'installant sur ce site, 91,7% l'ont fait en s'appuyant sur l'accès facile au site alors que moins de 35% s'y sont installés parce que les domaines fonciers étaient peu coûteux à l'époque de l'acquisition de la parcelle de terrain (figure 2).

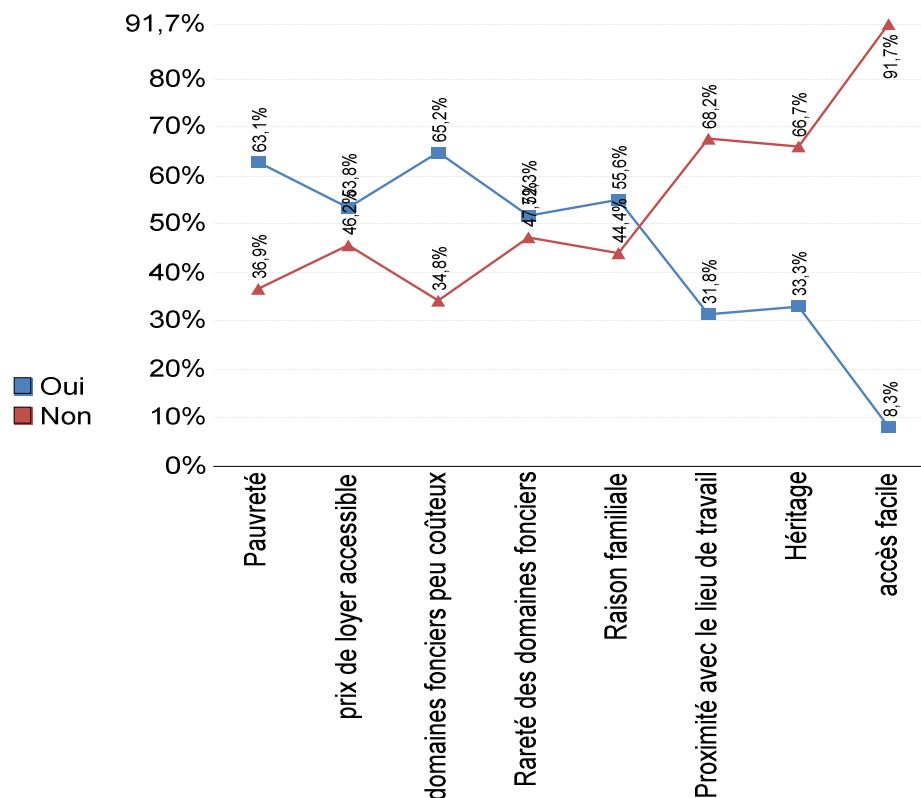


Figure 2 : Connaissance des menaces par les populations en fonction des raisons de l'installation

3.3 NATURE DES MENACES

Entre les choix de réponses soumis aux personnes enquêtées, l'inondation apparaît comme la première menace (100%) subie par les populations. Ensuite, suivent les menaces liées au paludisme et aux maladies hydriques. Par contre, les phénomènes d'éboulement, d'insécurité et d'érosion ne constituent pas des menaces pour les habitants de la zone d'étude.

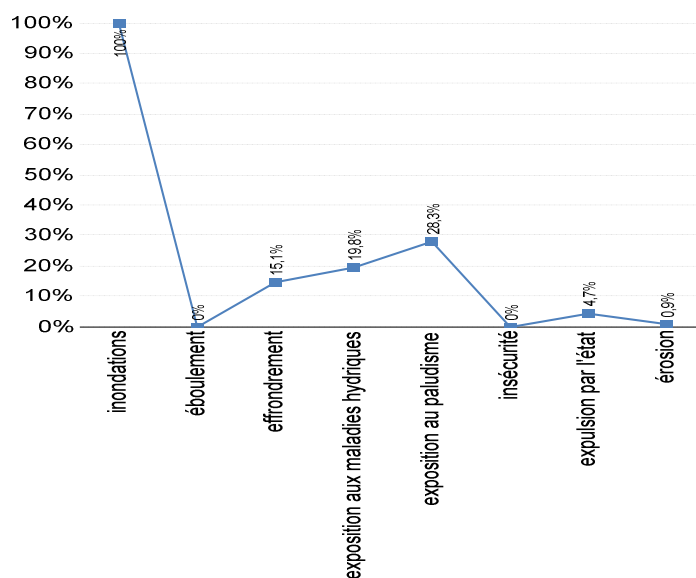


Figure 3 : Nature des menaces subies par les riveraines

3.4 RELATION ENTRE APPARITION DES CATASTROPHES ET L'ETAT DU TERRAIN

Parmi les personnes ayant trouvés le terrain en état de marécage, 96,8% ont déjà été victime d'une catastrophe. Ces riverains établissent un lien direct entre l'état du terrain et l'apparition des catastrophes. Cependant, 72,9% des personnes ayant trouvés le terrain en état de non marécage à leur installation ont déjà été victime d'une catastrophe (figure 4).

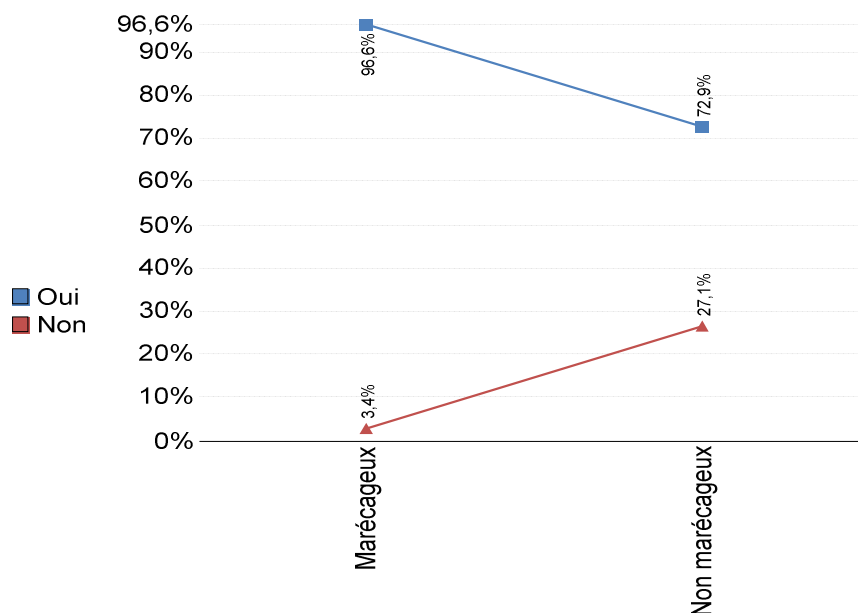


Figure 4 : Apparition de catastrophe en fonction de l'état du terrain

3.5 CAUSES DES CATASTROPHES EN RELATION AVEC LES ACTIVITES ANTHROPIQUES

L'analyse de la figure 5 dévoile que l'action de déversement des déchets dans le cours d'eau figure parmi les activités anthropiques les plus menées par les personnes ayant déjà été victime d'une catastrophe (83,9%) tandis que la production de la matière plastique se révèle être l'activité qui induit le moins les catastrophes le long du Tongo Bassa. Pour ce qui est de la frange des personnes n'ayant jamais été victime d'une catastrophe, 28,3% de la population pensent que la production de la matière plastique serait beaucoup plus à l'origine des catastrophes alors 2,1% pense que la coupe des arbres est le phénomène qui induirait le moins des catastrophes le long de la zone d'étude.

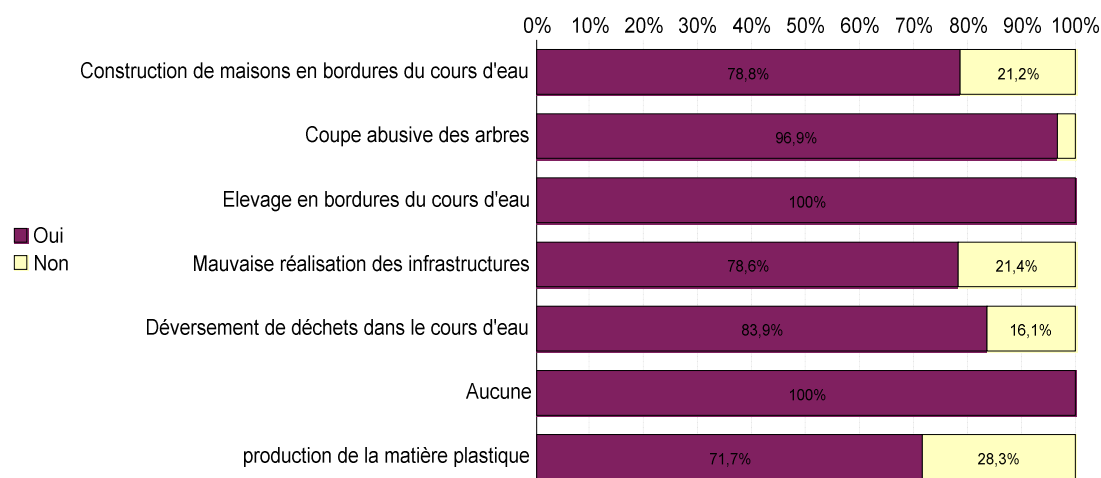


Figure 5 : Causes des catastrophes en fonction des activités anthropiques

3.6 MESURES PRISES PAR LES RIVERAINS

Il ressort de cette figure que pour faire face aux menaces liées aux différentes catastrophes subies, les riverains du Tongo Bassa procèdent au remblaiement de leurs domaines fonciers (39,4%). Par ailleurs, la sensibilisation, le changement de site, le drainage du lit du cours d'eau, le déménagement temporaire, et la construction des passerelles ne figurent guère parmi les mesures prises par les populations pour prévenir les catastrophes. La représentation de l'AFC des mesures prises en fonction du lieu de résidence fait ressortir deux grands groupes peuvent être identifiés. En effet, les mesures prises (remblai et sur-élévation des maisons) se rapprochent du quartier Sic cacao. L'autre groupe permet de faire un rapprochement entre les quartiers Bépanda Petit marché Bépanda Yonyong, Makèpè Missokè et Makèpè maturité qui se rapprochent de l'adoption des mesures de prévention contre le paludisme et de l'absence d'une quelconque mesure (figure 6).

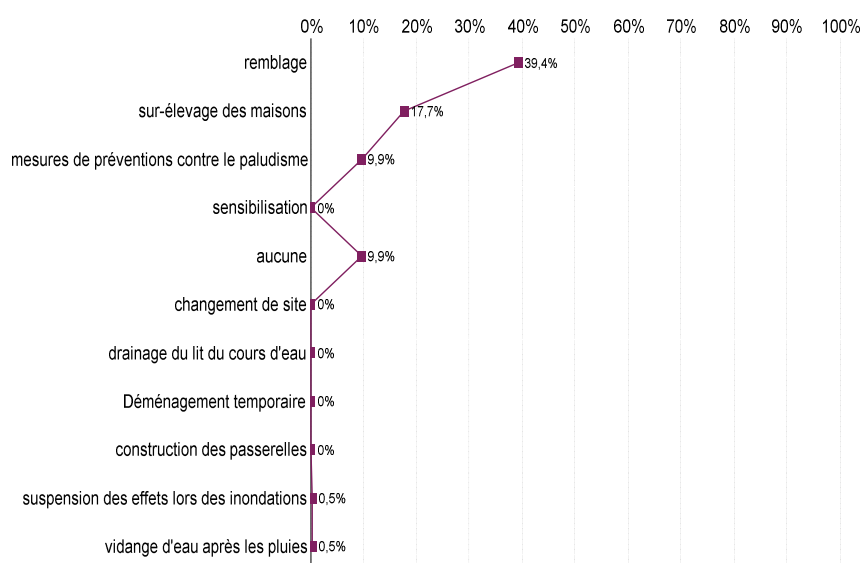


Figure 6 : Mesures prises pour prévenir les catastrophes

3.7 TYPES ET BUTS D'ACTIVITÉS ANTHROPIQUES

On remarque après analyse des données que les activités les plus menées sont l'élevage (3,9%) et l'agriculture (25,6%) alors que 72,9% des personnes interrogées (non réponse) disent ne pas mener d'activités. Pour ce qui du but de ces activités, il ressort que respectivement 25,1% et 7,4 % des produits récoltés sont destinés à la consommation et la commercialisation. Le reste des personnes interrogées s'étant déclarées comme n'ayant aucune activité.

3.8 SITES SPECIFIQUES DES ACTIVITES ANTHROPIQUES MENEES

Concernant les sites où sont menées les activités le long du cours d'eau, on constate que la majorité des personnes effectuant une activité la font sur la rive du cours d'eau Tongo Bassa (22,2%) alors que seul 4,9% des personnes disent ne pas mener leur activité sur la rive. En outre, aucune de ces personnes n'affirment mener une activité sur le lit du cours d'eau et seulement 4,9 % des personnes enquêtées disent utiliser des produits visant à améliorer leur production ou à détruire des espèces végétales considérées comme nuisibles. D'autre part, 22,2 % de ces personnes prétendent le contraire.

3.9 CAUSES DE L'EVOLUTION DE LA COULEUR DE L'EAU

Les riverains de la rivière Tongo Bassa révèlent à 80,8% ne pas avoir observé un changement de couleur de l'eau. Ce résultats serait due au fait qu'ils s'y soient installés avant le changement de coloration de l'eau. Cependant, le reste prétend le contraire et dévoile trois types de causes à ce changement dont l'accumulation des déchets solides (13,8%), l'augmentation de la population (15,8%), ainsi l'augmentation des activités industrielles (18,7%).

3.10 EVACUATION DES DÉCHETS

Tableau 2 : Lieu de déversement des déchets par les populations riveraines

La majorité des personnes enquêtées affirment déverser leurs déchets dans les bacs à ordures (53,7%) alors que 30,0 et 28,1 % de celles-ci affirment respectivement déverser leurs déchets aux abords du cours d'eau et à l'intérieur de celui-ci. (tableau 1)

Lieu de déversement des déchets	Pourcentage des observations (%)
Dans le cours d'eau	28,1
Dans les bacs à ordures	53,7
Aux abords du cours d'eau	30,0
Dans le champ	2,0
Dans les enclos d'élevage	0,5
Utilisation pour le remblai	1,0

3.11 AMÉNAGEMENT DES LATRINES

La majorité des domiciles des riverains enquêtés possèdent en majorité des latrines situées loin de la rive (96,4% à Sic cacao) alors qu'à Maképè Maturité, 50% des personnes enquêtées admettent avoir des latrines proches du cours d'eau. (figure 7)

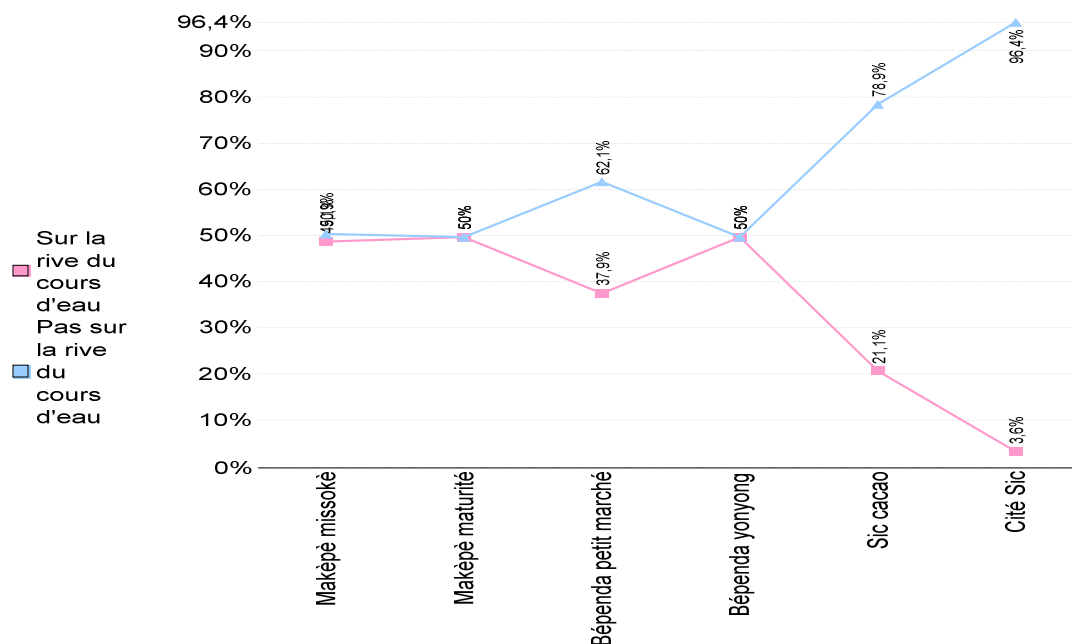


Figure 14 : Position des latrines en fonction du lieu de résidence

3.12 TYPES D'USAGES DES VÉGÉTAUX

Parmi les personnes enquêtées, 72,1% d'elles connaissent les noms des espèces végétales et les utiliser à des fins alimentaires tandis que seulement 7% de celles-ci n'en font rien. L'analyse de cette figure montre également que 54,5% des personnes connaissant les noms des espèces seules végétales les utilisent pour améliorer leur état de santé tandis que 5,5% de ces personnes connaissant les noms des espèces n'en font rien de celles-ci (figure 7).

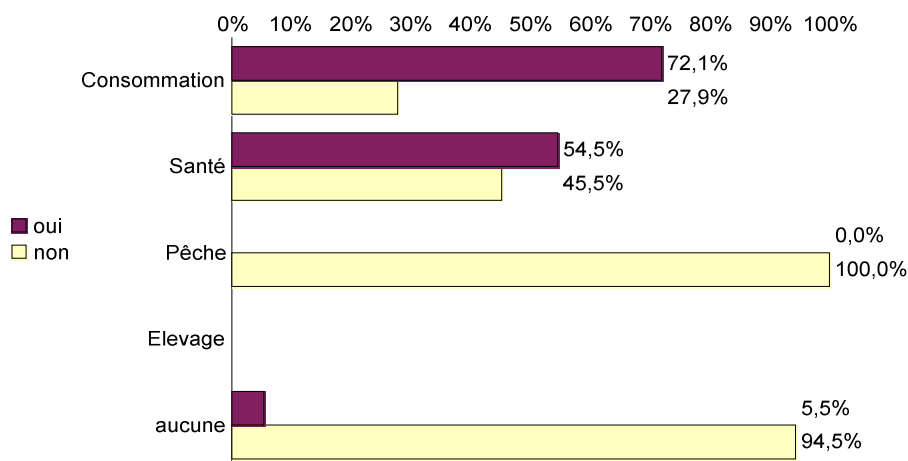


Figure 7 : Types d'usages des végétaux par les populations riveraines

3.13 UTILISATION SPÉCIFIQUES DES ESPÈCES VÉGÉTALES

Parmi les espèces connues par les populations riveraines, *Musa* SP est la plus utilisée pour la consommation avec plus de 35% tandis que *Elaeis guineensis* est l'espèce la moins consommées (moins de 1%). En outre, aucune espèce végétale n'est utilisée par les personnes enquêtées pour mener des activités de pêche et d'élevage. (figure 8)

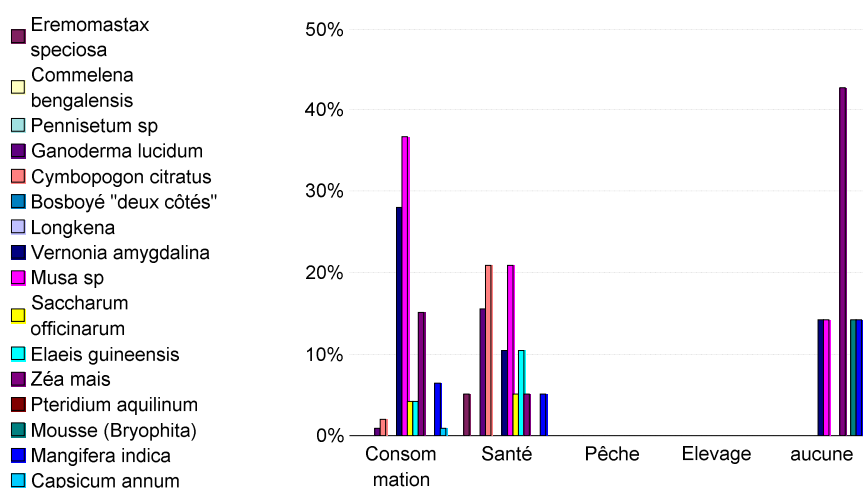


Figure 8 : Utilisation des espèces végétales par les populations riveraines

3.14 AVIS SUR L'OCCUPATION DES ZONES HUMIDES

Selon les personnes enquêtées, il existe relation entre le fait que la terre soit fertile et la présence des populations à Bépanda yonyong. L'accès facile au site justifie la présence des populations à la Cité Sic. Par ailleurs, les domaines fonciers peu coûteux et le faible coût du loyer couvre la présence des populations à Makèpè maturité, Makèpè Misokè, Sic cacao et Bépanda Petit marché. (Figure 9)

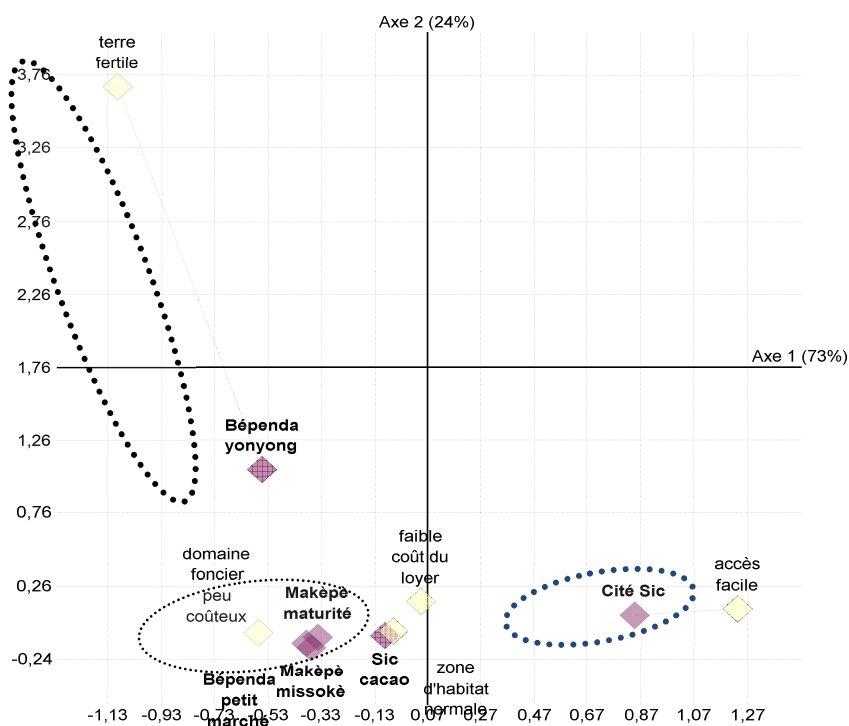


Figure 9: Représentation des groupes de l'AFC Raison pour et lieu de résidence

3.15 PROPOSITIONS DE GESTION DURABLE

Dans les quartiers longeant le cours d'eau Tongo bassa, il ressort que la proposition du drainage du cours d'eau est la plus avancée par les personnes enquêtées (63% à Maképè Maturité) tandis que les moins avancées sont le sur-élévation des ponts et la pérennisation des journées de propreté (- de 6% à Bépenda Petit marché). (figure 10)

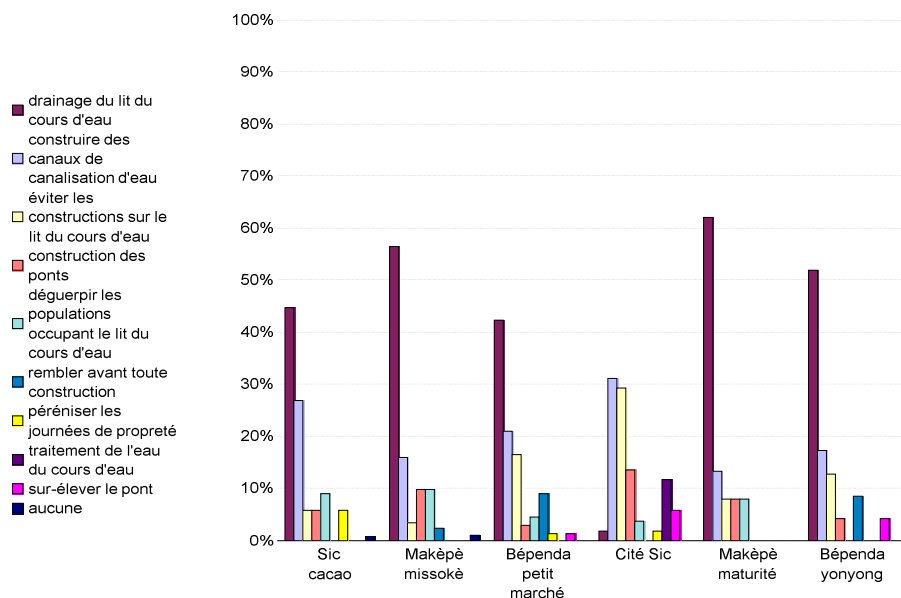


Figure 10: Propositions de gestion durable

4 DISCUSSION

La majorité des personnes enquêtées (55,2%) se sont installées dans cette zone à cause de la pauvreté. En outre, 34% des personnes interrogées disent vivre dans cette zone en la faveur des domaines fonciers peu coûteux. Les données de [13] en 2003 et de [14] en 2004 viennent conforter ce résultat. En effet, ils affirment respectivement que la quasi-totalité des « marécageois » et des « mangrovards » vivent avec moins d'un euro/jour. Entre les personnes connaissant les menaces auxquelles elles s'exposaient en s'installant sur ce site, plus de 65% pensent que c'est le fait de la faiblesse des prix de vente des parcelles. Parmi les riverains ne connaissant pas les menaces auxquelles ils s'exposaient en s'installant sur ce site, 91,7% l'ont fait en s'appuyant sur l'accès facile au site alors que moins de 35% s'y sont installés parce que les domaines fonciers étaient peu coûteux à l'époque de l'acquisition de la parcelle de terrain. Ces résultats se rapprochent de ceux trouvés par [15] en 2009 qui ont démontré que 73% des populations habitant la zone humide du Diawling en Mauritanie sont pauvres avec un profil de pauvreté dressé. Mais dans le cas présent, un profil de pauvreté n'a pu être dressé du fait de la non incorporation des questions relatives aux revenus et dépenses dans les questionnaires d'enquêtes des ménages. Entre les choix de réponses soumis aux personnes enquêtées, l'inondation apparaît comme la première menace (100%) subie par les populations. Ensuite, suivent les menaces liées au paludisme et aux maladies hydriques. Ces résultats se rapprochent respectivement des données de [16] obtenues en 2010 qui ont démontré que la zone humide de la rivière Ngoua est le siège d'une intense pratique agricole favorable aux inondations et la consommation ou l'utilisation de ces eaux à des fins domestiques renforce la récurrence des maladies hydriques telles que la fièvre typhoïde, la dysenterie amibienne, les maladies de la peau. D'autre part, [17] affirme que le paludisme sévit depuis des milliers d'années dans les zones marécageuses de l'ensemble du globe. Parmi les personnes ayant trouvés le terrain en état de marécage, 96,8% ont déjà été victime d'une catastrophe alors que 3,4 % disent le contraire car cette occupation peut être à l'origine des phénomènes d'effondrement et d'affaissement. Cependant, 72,9% des personnes ayant trouvés le terrain en état de non marécage à leur installation ont déjà été victime d'une catastrophe. Ces résultats sont confortés par les conclusions tirées par [6]; [7] et de [8]). Selon eux, les activités humaines représentent l'une des causes majeures du stress des écosystèmes aquatiques. Par ailleurs, l'action de déversement des déchets dans le cours d'eau figure parmi les activités anthropiques les plus menées par les personnes ayant déjà été victime d'une catastrophe (83,9%) tandis que la production de la matière plastique se révèle être l'activité qui induit le moins les catastrophes le long du Tongo Bassa. Ce résultat rejoint ceux de [16] obtenus en 2010 qui ont montré suite à leurs travaux sur la zone humide du bassin versant du Ngoua que les eaux retenus suites aux activités agricoles dans un site induit la forte saturation du sol et s'accumulent progressivement ce qui provoquent des inondations aux moindres averses. Pour ce qui est de la frange des personnes n'ayant jamais été victime d'une catastrophe, 28,3% de la population pensent que la production de la matière plastique serait beaucoup plus à l'origine des catastrophes alors 2,1% pense que la coupe des arbres est le phénomène qui induirait le moins des catastrophes le long de la zone d'étude. Il est sans ignorer que ces différentes activités concourent au stress de cet écosystème qu'est la rivière Tongo Bassa. Le long duquel certains riverains pensent que trois causes principales sont à l'origine du changement de la couleur de l'eau. Ce sont l'accumulation des déchets solides (13,8%), l'augmentation de la population (15,8%), et l'augmentation des activités industrielles (18,7%). En outre, la majorité des personnes enquêtées affirment déverser leurs déchets dans les bacs à ordures (53,7%) alors que 30,0 et 28,1 % de celles-ci affirment respectivement déverser leurs déchets aux abords du cours d'eau et à l'intérieur de celui-ci. Ce déversement de déchets pourrait stresser le cours d'eau qui les accueille du fait que les résidents des quartiers précaires choisissent volontiers d'ignorer les points de collecte d'ordures ménagères recommandés par l'entreprise de collecte et de traitement de ces déchets. De plus, les domiciles des riverains enquêtés possèdent en majorité des latrines situées loin de la rive (96,4% à Sic cacao) alors qu'à Makèpè Maturité, 50% des personnes enquêtées admettent avoir des latrines proches du cours d'eau. D'autre part, les activités les plus menées sont l'agriculture (25,6%) et l'élevage (3,9%). Ces données se rapprochent de ceux trouvés par [15] en 2009 qui ont démontré que 26,7% des populations d'une zone humide en Mauritanie exercent une activité économique à la différence que, dans le cas présent, seuls deux métiers sont exercés par les populations au lieu de six. Ils démontrent également que l'élevage (11%) se situe dans le lot des activités secondaires tandis que l'activité de pêche ne fait pas partie de celles exercées tant qu'occupation principale (26% de pratiquants). De plus, la majorité des personnes effectuant une activité la font sur la rive du cours d'eau Tongo Bassa (22,2%) alors que seul 4,9% des personnes disent ne pas mener leur activité sur la rive. En outre, personne d'eux ne mène son activité sur le lit du cours d'eau. Ces résultats sont confortés par les conclusions tirées par [16] en 2010 qui révèlent que l'occupation des lits mineurs des cours d'eau par l'habitat et certaines pratiques spatiales comme l'élevage porcin transforment les drains en réceptacles des ordures ménagères, des déchets d'animaux et humains. Il en résulte une pollution multiforme de l'eau à dominance fécale. En sus, l'[10] pensent que si l'agriculture est le secteur qui impacte le plus les zones humides et l'eau, l'urbanisation, les infrastructures publiques et le tourisme exercent des pressions croissantes. Pour faire face aux menaces liées aux différentes catastrophes, les populations riveraines du Tongo Bassa procèdent au remblaiement de leurs domaines fonciers (39,4%). Ces conclusions se rapprochent de ceux de [18] qui ont démontré que certaines

personnes n'hésitent pas à utiliser les déchets pour remblayer leur sol. Dans les quartiers concernés, la construction de la fondation d'une habitation nécessite une grande quantité de déchets, qui permettent de remblayer le terrain conquis ou acheté à vil prix. Pour ce qui est des produits visant à améliorer leur production ou à détruire des espèces végétales considérées comme nuisibles, seul 4,9 % des personnes enquêtées disent les utiliser. Ces résultats sont confortés par [9] en 2002 qui, selon eux la dégradation des ressources en eau douce découle essentiellement des pollutions ponctuelles et diffuses ; de la modification des caractéristiques physico-chimiques ; et de l'exploitation des surfaces de terres cultivables dues à l'intensification des activités agricoles et à l'urbanisation galopante. Les données de l'enquête relative à l'utilité de l'eau de ce fleuve démontrent qu'aucune des personnes enquêtées ne consomme cette eau de façon directe. Néanmoins, 1% de ces personnes l'utilise pour l'irrigation agricole. Ces résultats sont différents de ceux publiés par [2] trouvés en 1993 qui, selon lui, la primauté de ces services revient à l'eau potable qui est vraisemblablement le bien le plus précieux car elle est une ressource rare et vitale. Parmi les personnes enquêtées, 72,1% d'elles connaissent les noms des espèces végétales herbacées et les utilisent à des fins alimentaires tandis que seulement 7% de celles-ci n'en font rien. Des résultats obtenus, il ressort que 54,5% des personnes connaissant les noms des espèces végétales les utilisent pour améliorer leur état de santé. Ces résultats sont en accord avec [19] et de [20] qui ont montré que les plantes médicinales connues des différentes ethnies de Douala sont en majorité les herbes. Dans les quartiers longeant le cours d'eau Tongo bassa, il ressort que la proposition du drainage du cours d'eau est la plus avancée par les personnes enquêtées (63% à Makèpè maturité) tandis que les moins avancées sont le sur-élevage des ponts et la pérennisation des journées de propreté (- de 6% à Bépanda Petit marché). Ces arguments se justifient par le fait que le curage des rivières Tongo Bassa et Mbanya entre 2007 et 2008 par la Communauté Urbaine de Douala (CUD) avait réduit considérablement l'occurrence des inondations dans leurs bassins versants. En outre, [5] à l'issue des travaux publiés en 2009 révèle que parmi ces espaces naturels exploités, les zones humides, espaces de transition entre la terre et l'eau, ont été à plusieurs reprises, remises en cause par des constructions, des opérations de drainage, d'assèchement ou de curage.

5 CONCLUSION

Les résultats des enquêtes ont montré que la majorité des personnes enquêtées se sont installées dans cette zone à cause des difficultés financières car la majorité des populations se sont appuyés sur l'accès facile au site et le faible coût des domaines fonciers pour s'y installer. Ces riverains étaient avertis des menaces éventuelles au moment de leur installation sur ce site avec l'inondation comme principale menace à laquelle ces populations font face. Par ailleurs, la plupart des personnes ayant trouvés le terrain en état de marécage ont déjà été victime d'une catastrophe. Par ailleurs, l'action de déversement des déchets dans le cours d'eau figure parmi les activités anthropiques les plus menées par ces personnes. Pour faire face aux menaces liées aux différentes catastrophes subies par les populations, ces dernières procèdent au remblaiement de leurs domaines fonciers. Les activités les plus sont l'élevage et l'agriculture. Elles sont menées sont exercées sur la rive du cours d'eau. Par ailleurs, aucune des personnes enquêtées ne consomme l'eau qui circule dans le Tongo Bassa. De manière générale, la majorité des domiciles possèdent des latrines situées loin de la rive. Et, plus de la moitié de la population enquêtée connaît les noms des espèces végétales et les utilise à des fins diverses. Enfin, la proposition du drainage du cours d'eau est la plus avancée par les personnes enquêtées.

REFERENCES

- [1] O.L. Fresco, Les engrais et l'avenir. In : la sécurité mondiale et le rôle de la fertilité durable. Maisonneuve Larousse (eds). Conférence IFA/FAO. Rome. Italie. 26-28 mars 2003 pp. 51-67, 2003.
- [2] P.H. Gleick, "Water resources: A long-range global evaluation." *Ecology Law Quarterly* 20 (1) : pp.141-149, 1993.
- [3] R. Constanza, R.d'Arge, Rudolf de Groot, F. k. G Stephen Monica, H. Bruce, L. Karin, N.R.V. Shahid O'Neill, P. Jose, G.R. Robert, S.K. Paul et B. Marjan van den, The value of the world's ecosystem services and natural capital in *Nature's Services* vol 387, 1997
- [4] Convention de Ramsar, Le Manuel de la Convention de Ramsar: Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), 6e édition. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse, 2013.
- [5] Marion, Les zones humides : vers une gestion plus concertée ? p.29, 2009.
- [6] Vazquez G. et M.E. Favila, Status of the health conditions of subtropical Atezea lake. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 1: pp245–255, 1998.
- [7] W. Dokulil M Chen et Q. Cai, Anthropogenic impacts to large lakes in China: the Tai Hu example, 2000.
- [8] O. Tazi, A. Fahde et S. El Younoussi, Impact de la pollution sur l'unique réseau hydrographique de Casablanca, Maroc. *Sécheresse*, 12: pp129 – 134, 2001.

- [9] B. Malmqvist et S. Rundle, Threats to the running water ecosystems of the world. Environmental Conservation p. 29, 2002.
- [10] OZHM., Rapport sur l'état des zones humides dans le bassin méditerranéen, 2012.
- [11] T. Zohary, A.M. Pais-Madeira, R. Robarts et K.D. Hambright, Interannual phytoplankton dynamics of a hypertrophic african lake. Arch. Hydrobiol 136: pp105-126, 1996.
- [12] R.J. Priso, V. Taffouo, M. Kenne, A. Amougou, et J.R. De Sloover, A propos de l'utilisation des Commelinaceae comme indicateurs de la qualité des milieux aquatiques. Sci. Technol. Dév. 7(1) : pp4-11, 2000.
- [13] T.E.G.Voctabeua, Etudes d'impacts socio-économiques de la répartition des infrastructures hydriques dans la tranche urbaine de Ngaoundéré II au Cameroun. Licence en géographie physique. Université de Ngaoundéré-Cameroun. p.1, 2013.
- [14] J. G. Élong, « Les risques liés à la prise en charge de la gestion des ordures ménagères par les citoyens : l'exemple du quartier Bépanda à Douala (Cameroun) » in Espaces tropicaux et risques, du local au global. Orléans, pp. 158-168, 2003.
- [15] M. Kamwo, Etude sur la valorisation des marécages à travers les activités agricoles dans le Bassin du Mbanya. Mémoire de Maîtrise de Géographie, Université de Douala, p.87, 2004.
- [16] K. Ly Oumou, et A.O.M. Zein Sidi, Evaluation économique d'une zone humide : le cas de Diawling, Mauritanie, Gland, Suisse : IUCN, p.70, 2009.
- [17] A. D. Meva'a, M. Fouda, C. Z. Bonglam, M. Kamwo, Analyse spatiale du risque d'inondation dans le bassin versant du Mbanya à Douala, capitale économique du Cameroun. NOVATECH, Laboratoire de Recherche en Géographie (LAREG), Université de Douala (Cameroun). pp5-7, 2010.
- [18] IRSERM, Dossier d'information sur le paludisme, unité de recherche 1135 Inserm/UPMC, Centre d'immunologie et des maladies infectieuses, Paris) - janvier 2015, 2015.
- [19] L. B. Tchuikoua, et J. G. Elong, «La gestion des déchets solides ménagers à l'épreuve des pratiques urbaines à Douala (Cameroun) ». *Revue canadienne de géographie tropicale/Canadian journal of tropical geography* [En ligne]. Vol. (2) 1, pp. 38-46, 2015.
- [20] E. Mpondo Mpondo, S.D. Dibong, Medicinal plant knowledge of ethnic groups in Douala town, Cameroon. Am. J. Food. Nutr. 1(4): 178 – 184, 2011.
- [21] G.P. Ndjouondo, J-P. Ngene, C.C. Ngoule, P.M-C. Kidik, R.C. Ndjib, S.D. Dibong, M.E. Mpondo, Inventaire et caractérisation des plantes médicinales des sous bassins versants Kambo et Longmayagui (Douala, Cameroun). Journal of Animal and Plant Sciences, 25(3) p38-39, 2015.

Effet du temps et de la température de conservation sur la qualité nutritive et microbiologique des laits crus collectés au Burkina Faso

[Effect of storage time and temperature on nutritional and bacteriological quality of collected raw milk in Burkina Faso]

K. C. DIDNANG², V. MILLOGO¹, M. KERE¹, M. SISSAO¹, and G.A. OUÉDRAOGO¹

¹Département de Production Animale, Laboratoire de Recherche et d'Enseignement en Santé et Biotechnologie Animales (LARESBA), Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso 01 B.P. 1091, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

²Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché (INSTA), BP 130 Abéché, Tchad

Copyright © 2017 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 conducted from July to October 2013 in Bobo-Dioulasso, Burkina Faso was to evaluate if these collected milk can be stored for a determined time at the state believed without deteriorating.

Three hundred samples divided into 600 aliquots of 30 mL of raw milk were analysed after storage at room temperature and in the refrigerator at +4 °C. Milk composition was determined using infrared (FMA, Miris AB, Sweden, 2001). The bacteriological analysis focused on *Lactobacilli*, *Coliforms*, *Staphylococcus* and *Psychrotropic*. The data were subjected to the analysis of the variants (software SPSS 18 version). Means were compared by Newman-Keuls test for $p < 0,05$.

The results showed variation of the nutritional value of raw milk after 24 h at room temperature compared to immediately analysed. The *Lactobacilli*, *Coliforms* and *Psychrotropic* have not significantly changed during the period. On the other hand, the rate of *Lactobacilli* increased after 48 h at room contrasting with a decline in the rate of *Escherichia coli* package. When the retention time exceeded 120 h at +4 °C, there was a significant decrease in the nutritional value of milk. Different bacteria rate has not significantly varied between 24 and 168 h +4 °C conservation explaining a direct action of the storage on these milk temperature. Thus, milk collected in Bobo-Dioulasso can be stored at +4 °C in the refrigerator for 07 days without deterioration of nutritional value if the initial bacterial load does not exceed 10^3 cfu/mL.

KEYWORDS: storage, time, temperature, raw milks, composition, bacteria.

RÉSUMÉ: La qualité bactériologique des laits crus collectés pour l'approvisionnement des villes africaines reste une préoccupation majeure.

L'objectif de l'étude, réalisée de juillet à octobre 2013 au Burkina Faso, était de savoir si ces laits collectés peuvent se conserver sans se détériorer. Trois cent échantillons réparties en 600 aliquotes de 30 mL de lait cru ont été analysés après conservation à température ambiante et au réfrigérateur à +4 °C. La valeur nutritive a été déterminée par infrarouge (FMA, Miris AB, Suède, 2001). L'analyse bactériologique a porté sur les *Lactobacilles*, *Coliformes*, *Staphylocoques* et des *Psychrotrophes*. Les données ont été soumises à l'analyse des variances (SPSS : 18). Les moyennes ont été comparées par le test de Newman-Keuls au seuil de $p < 0,05$.

Les résultats ont montré une variation significative de la valeur nutritive des laits crus après 24 h à la température ambiante par rapport à ceux analysés immédiatement. Le taux de *Lactobacilles*, *Coliformes*, et de *Psychrotrophes* n'a pas significativement varié pendant cette période. Lorsque le temps de conservation dépassait 120h à +4 °C, on a noté une baisse significative de la valeur nutritive des laits. En revanche, le taux des bactéries n'a pas significativement varié entre 24 et 168

h de conservation à +4 °C expliquant une action directe de la température sur ces laits. Ainsi, les laits collectés peuvent se conserver à +4 °C au réfrigérateur pendant sept jours sans se détériorer si la charge initiale ne dépassait pas 10^3 ufc/mL.

MOTS-CLEFS: lait cru, composition, bactéries, temps, température, conservation.

1 INTRODUCTION

Le lait est un produit fragile, susceptible d'être altéré par de nombreuses réactions chimiques, biochimiques et microbiologique, s'il n'est pas bien conservé. L'approvisionnement des villes d'Afrique Saharienne en lait et produits laitiers est généralement assuré par trois circuits : (a) un circuit formel d'importation, (b) un circuit formel et (c) informel du lait local [1]. Des études menées en saison sèche (janvier à mai) [21] et en saison pluvieuse (juillet à septembre) [2] à Bobo-Dioulasso au Burkina Faso ont montré que les circuits informels ont été observés sur 07 axes desservant la ville. Une enquête a recensé cent cinq (105) collecteurs de lait cru sur l'ensemble des axes qui approvisionnent la ville de Bobo-Dioulasso [2]. Dans ce circuit de distribution, il existe des collecteurs se déplaçant à pied, à vélo, à moto et enfin en véhicule (transport en commun) [2] et [5]. Il apparaît qu'à Bobo-Dioulasso, le circuit informel constitué par les collecteurs à pied, à vélo et à motocyclette n'est pas à négliger(%). Ces collecteurs sont le canal principal pour l'approvisionnement des unités de transformation et de la ville de Bobo-Dioulasso. Ces unités de transformation ont été recensées au nombre de onze dans la seule ville de Bobo-Dioulasso [17].

La collecte de lait cru se déroule entre 6 et 7 h du matin pour être livré aux environs de 11 ou 12 h [21]. Il a été noté que les fortes températures enregistrées et leurs variations au Burkina Faso sont très défavorables à la conservation du lait [17]. Le lait restait ainsi à la température ambiante durant 4 ou 5 heures de transport en pleine journée, dans des conditions particulièrement favorables au développement rapide des bactéries [20]. En plus, le cheptel, l'environnement, le matériel de conditionnements de cette matière première et le personnel représentent tous des sources potentielles de contamination. Il a été ainsi relevé un fort taux de bactéries de 10^6 à 10^9 ufc/mL depuis le récipient de traite jusqu'au point de vente du lait dans les marchés locaux [15]. Parmi ces bactéries, *Escherichia coli*, le Campylobactéries, *Listeria monocytogene*, les Salmonelles et *Staphylococcus aureus* ont été isolés [20]. D'après ces derniers auteurs, ces bactéries ont été connues pour causer les gastro-entérites, les diarrhées et d'autres maladies graves telles que la méningite, la septicémie, des états neurologiques. L'aptitude du lait cru à la transformation ou à la conservation est conditionnée par sa qualité bactériologique initiale [11].

Une étude récente dans la zone de Bobo-Dioulasso a pu montrer que les laits crus des fermes et des collecteurs pouvaient se conserver pendant (05) jours au réfrigérateur à +4 °C sans se détériorer [14] mais ces travaux se sont limités à la composition chimique sans savoir ce qui se passait quant au développement de certaines bactéries endogènes et exogènes au lait. Les collecteurs rassemblent des laits de qualités différentes. Les conditions de conservations du lait sont peu élucidées. Il était donc important de savoir si ces laits collectés peuvent se conserver pendant un temps déterminé à l'état cru sans se détériorer et comment les principaux germes inhérents au lait cru évoluaient pendant la conservation.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 CHOIX DES COLLECTEURS

L'étude a été conduite dans la ville de Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso de juillet à octobre 2013 avec une semaine comme fréquence de prélèvement. Elle a été réalisée sur les laits crus des collecteurs. Ces collecteurs ont été retenus à partir de la typologie de Bardolle [2], c'est-à-dire les collecteurs se déplaçant à vélo ou à mobylettes. Les collecteurs étaient retenus par hasard sans répétition et étaient au nombre de trente (30) collecteurs. Ce nombre représente une fréquence relative de 29 pour cent de l'ensemble des collecteurs (105) estimés par une étude dans la ville de Bobo-Dioulasso [2]. Les laits provenaient essentiellement de la zone péri-urbaine de la ville de Bobo-Dioulasso.

2.2 PRÉLÈVEMENTS

Les prélèvements se faisaient chez les collecteurs qui arrivaient dans la ville aux environs de 11 à 12 h. Un volume d'un (01) litre soit 1 000 mL de lait cru était prélevé dans des bouteilles en plastiques propres et sèches à partir des bidons de chaque collecteur. Un prélèvement de cinq (05) litres pour 05 collecteurs était effectué par semaine.

2.3 TRANSPORTS DES ÉCHANTILLONS

Les échantillons de laits crus prélevés ont été transportés dans une glacière contenant de la glace jusqu'au laboratoire. La durée du transport était d'environ 15 à 30 mn.

2.4 CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS

Deux types de conservation étaient appliqués aux échantillons durant cette étude. Il s'agissait de la conservation à la température ambiante 28-30 °C (température mesurée dans l'enceinte du laboratoire) et de la conservation à +4 °C au réfrigérateur.

2.5 PREPARATION DES FLACONS ET BOITES DE PETRI POUR LES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES

Les flacons stériles de 50 mL étaient étiquetés pour constituer les aliquotes afin de faciliter les analyses physicochimiques et microbiologiques ultérieures. Les étiquettes consistaient à identifier les flacons destinés d'abord à une analyse immédiate (Ai), ensuite à des analyses après 24 h et 48 h de conservation à la température ambiante (A24hTA et 48hTA) et enfin des analyses après 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h, 144 h et 168 h de conservation à +4 °C au réfrigérateur.

Chaque volume de 1000 mL était divisé en 20 aliquotes (les flacons stériles) contenant 30 mL chacun dont dix (10) aliquotes de 30 mL étaient destinés à l'analyse physicochimique et les dix (10) autres aliquotes pour les analyses microbiologiques. Au total, 600 aliquotes de 30 mL ont été analysés pour cette étude soit 300 aliquotes pour les analyses physico-chimiques et 300 aliquotes pour les analyses microbiologiques.

2.5.1 ANALYSE PHYSICOCHIMIQUE

Toutes les analyses physicochimiques des laits crus se sont déroulées au Laboratoire de Recherche et d'Enseignement en Santé et Biotechnologie Animales (LA.R.E.S.B.A) à l'Institut du Développement Rural (I.D.R). Le taux de matières grasses (MG), de matières protéiques (MP), de lactose (L), de matière sèche (MS) et de matières minérales (MM) des échantillons de laits crus ont été déterminés à l'aide de la méthode infra rouge (Farm Milk Analyzer : FMA, Miris AB, Suède). La méthode infrarouge consiste à faire traverser le lait cru par des ondes (spectres électromagnétiques) dont la longueur d'onde est comprise entre 0,78 et 1000 nm. Les résultats sont exprimés en pourcentage de chacun des paramètres. Avant l'analyse, chaque aliquote était portée à une température de +40°C dans un bain marie (Julaba, Model SW23, Allemagne, 2010).

2.5.2 ANALYSE MICROBIOLOGIQUE

Toutes les analyses microbiologiques des laits crus se sont déroulées dans le laboratoire de microbiologie du Lycée professionnel Régional Guimbi Ouattara de Bobo-Dioulasso.

Quatre boîtes de pétri (04) de 90 cm de diamètre ont été utilisées pour chaque aliquotes de 30 mL destinés à l'analyse microbiologique. Quatre germes différents de lait cru ont été recherchés dans quatre milieux de culture différents. Il s'agissait des milieux de culture : VRBL (Violet, Red, Bile Lactose) pour *Coliformes*, MRS (De Man, Rogosa et Sharpe) pour les *Lactobacilles*, PCA (Plate Count Agar) pour les *Psychrotrophes* et BP (Baird Parker) pour les *Staphylocoques*.

La préparation des milieux de culture se faisait d'abord par leurs pesées, la mesure de l'eau distillée, la dilution des milieux de culture, leurs conditionnements hermétiques dans des flacons d'un litre et leurs stérilisations à l'autoclave à 121 °C pendant 15 mn. Après la stérilisation, les flacons contenant les milieux de culture stérilisés ont été refroidis à 45±2 °C et placés une étuve réglée à cette température pour être utilisé ultérieurement.

L'ensemencement des *Coliformes*, des *Lactobacilles* et des *Psychrotrophes* se faisait dans la masse des géloses de milieux de culture (en profondeur). Pour cela, un échantillon de 01 mL de lait cru non dilué mais bien homogénéisé de chaque aliquote était prélevé et déposé à l'aide de la seringue stérile de 01 mL dans chacun des boîtes de pétri qui devaient contenir les milieux de culture VRBL, MRS et PCA. Après avoir déposé l'échantillon dans chaque boîte de pétri, un volume de 15 mL de chaque gélosé légèrement refroidie a été coulé aseptiquement sur chaque échantillon. Chaque boîte de pétri a été fermée, homogénéisée par des mouvements circulaires sur la paillasse. Le mélange gélose- échantillon a été refroidi et solidifié sans être bougé. Un second volume de 5 mL des géloses a été coulé pour la double couche.

L'ensemencement du *Staphylocoques* se faisait en surface. Pour cela, un volume de 15 mL de la gélose du milieu de culture BP légèrement refroidie était coulée dans chaque boîte de pétri. Après refroidissement de la gélose, un volume de

0,1 mL de lait cru (échantillon) non dilué mais bien homogénéisé a été prélevé à l'aide d'une seringue stérile et déposé sur la gélose. L'échantillon a été étalé à l'aide d'une pipette pasteur transformée en râteau en pliant l'extrémité à la flamme du bec bunsen.

Une fois les géloses coulées dans les différentes boîtes de pétri solidifiées, ces boîtes de pétri ont été transférées dans leurs étuves respectives pour l'incubation. Les boîtes de pétri ensemencées contenant les géloses des milieux de cultures (MRS et PB) ont été incubées à +37 °C pendant 48 h et les boîtes de pétri ensemencées contenant les géloses des milieux de culture VRBL ont été incubées à +44 °C pendant 48h aussi. Pour les boîtes de pétri ensemencées contenant les géloses du milieu de culture PCA, l'incubation se faisait à +7 °C pendant dix (10) jours. Après ces temps d'incubation, on procédait à la lecture.

Pour faciliter le comptage, les UFC ont été délimités par un marqueur bleu sur le fond de la boîte de pétri. Après 48 h d'incubation, la lecture des colonies se faisait conformément à leur description dans le protocole. Il s'agissait des petites colonies opaques plus ou moins blanches (*Lactobacilles*) dans le milieu de culture MRS, des colonies rouges violacées (*Coliformes*) dans le milieu de culture VRBL, des colonies noires entourées d'un halo clair (*Staphylocoques*) dans le milieu de culture BP et des colonies entourées d'un halo clair (*Psychrotrophes*) dans le milieu de culture PCA.

Pour chaque aliquote destiné à une analyse microbiologique, 40 boîtes de pétri étaient utilisées soit un total de 1200 boîtes de pétris utilisées pour cette étude.

2.6 ANALYSE STATISTIQUE

Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel SPSS version 18. La statistique descriptive a concerné le taux de matières grasses (MG), de matière protéiques (MP), de lactose (L), de matière sèche (MS) et de matières minérales (MM). Les différentes températures et temps de conservation ont été considérés comme étant des facteurs. L'analyse des variances (ANOVA) a été utilisée pour déterminer les variations entre les paramètres (MG, MP, L, MS et MM) et faire des comparaisons multiples. Les moyennes ont été comparées à l'aide du test de Newman-keuls et les différences étaient considérées comme significatives au seuil de probabilité à $P < 0,05$.

3 RÉSULTATS

3.1 QUALITE NUTRITIVE DU LAIT CRU AU COURS DU TEMPS ET DE LA TEMPERATURE DE CONSERVATION

3.1.1 CONSERVATION À LA TEMPÉRATURE AMBIANTE

Les laits crus analysés immédiatement ont montré que les échantillons ont été d'une bonne qualité nutritive (**Tableau 1**).

Les analyses après 24h de conservation à la température ambiante ont montré une variation non significative sur les MG, L, MS et MM par rapport aux laits crus analysés immédiatement. Par contre, le taux de MP a subi une diminution significative passant de $3,38 \pm 0,14\%$ à $2,79 \pm 0,63\%$. Malgré cette diminution, la composition chimique a été stable pendant la conservation à la température ambiante. Il faut noter qu'après 48h de conservation à la température ambiante, 100% des échantillons ont été dénaturés (**Tableau 1**).

3.1.2 CONSERVATION À +4 °C AU RÉFRIGÉRATEUR

Les taux de MG, MP, de lactose, MS et MS n'ont pas montré une différence significative sur les laits crus conservés à +4 °C et analysés après 24 jusqu'à 120 h. A ce stade, la valeur nutritive des échantillons restée similaire pour les différents temps de conservation (**Tableau 1**). Une diminution significative a été notée entre 120 h et 168 h de conservation.

Tableau 1. Composition chimique moyenne de lait cru en fonction du temps et de la température de conservation

Temps de conservation (N=30)	MG (%)	MP (%)	Lactose (%)	MS (%)	MM (%)
Ai	3,61±0,21 ^{ab}	3,38±0,14 ^{bc}	4,94±0,39 ^{ab}	12,79±0,73 ^{abc}	9,22±0,48 ^{abc}
A24hTA	3,23±0,70 ^{ab}	2,79±0,63 ^{ab}	4,88±0,15 ^{ab}	11,64±1,18 ^{ab}	8,27±0,82 ^a
A48hTA	-	-	-	-	-
A24h4°C	3,97±0,31 ^a	3,62±0,24 ^c	5,73±0,09 ^{ab}	13,87±0,67 ^{bc}	10,24±0,39 ^{bc}
A48h4°C	4,10±0,21 ^b	2,19±0,23 ^a	4,97±0,57 ^{ab}	11,85±0,93 ^{abc}	7,75±0,71 ^a
A72h4°C	3,78±0,23 ^{ab}	2,59±0,23 ^a	4,74±0,53 ^a	11,57±0,90 ^a	7,80±0,72 ^a
A96h4°C	4,09±0,25 ^a	3,67±0,12 ^c	5,74±0,05 ^{ab}	14,36±0,39 ^c	10,36±0,33 ^{bc}
A120h4°C	3,67±0,19 ^{ab}	3,53±0,07 ^c	4,92±0,05 ^{ab}	13,08±0,32 ^{abc}	9,04±0,15 ^{ab}
A144h4°C	3,75±0,37 ^{ab}	3,35±0,07 ^{bc}	4,89±0,06 ^{ab}	13,09±0,46 ^{abc}	9,32±0,18 ^{abc}
A168h4°C	3,11±0,21 ^a	3,39±0,07 ^{bc}	4,93±0,06 ^{ab}	12,34±0,36 ^{abc}	9,13±0,15 ^{abc}

a: non significative ($p > 0,05$), b: significative ($p < 0,05$), c: hautement significative ($p < 0,01$). La différence entre les lettres est significative dans la même colonne pour la même variable.

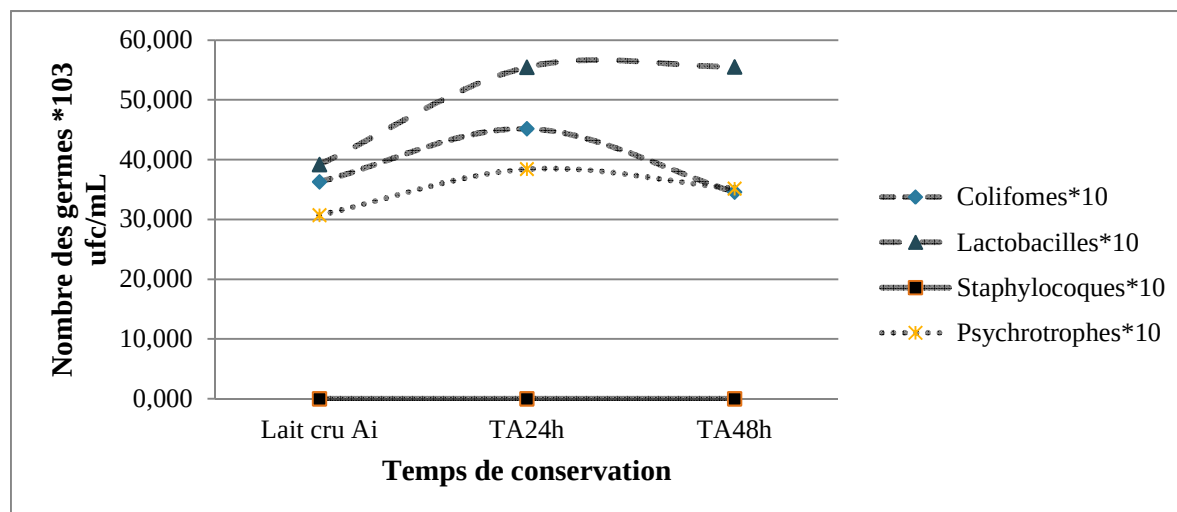
: dénaturer

3.2 EVOLUTION DE LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE DANS LE LAIT CRU AU COURS DE LA CONSERVATION

3.2.1 EFFET DE LA TEMPERATURE AMBIANTE SUR LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE DES LAITS

Après les analyses immédiates de laits crus des collecteurs, le germe *Staphylococcus aureus* n'a pas été isolé. Quant aux autres germes, le nombre n'a pas dépassé 10^3 ufc/mL (Figure 1).

Dans les échantillons de laits crus conservés à la température ambiante et analysés après 24 h et 48 h, on n'a constaté une augmentation significative du nombre de germe de *Lactobacilles* et *Psychrotrophes*. Par contre, le taux de *Coliformes* a subi une diminution d'une manière significative passant de $4,5.10^2$ à $3,8.10^2$ ufc/mL.

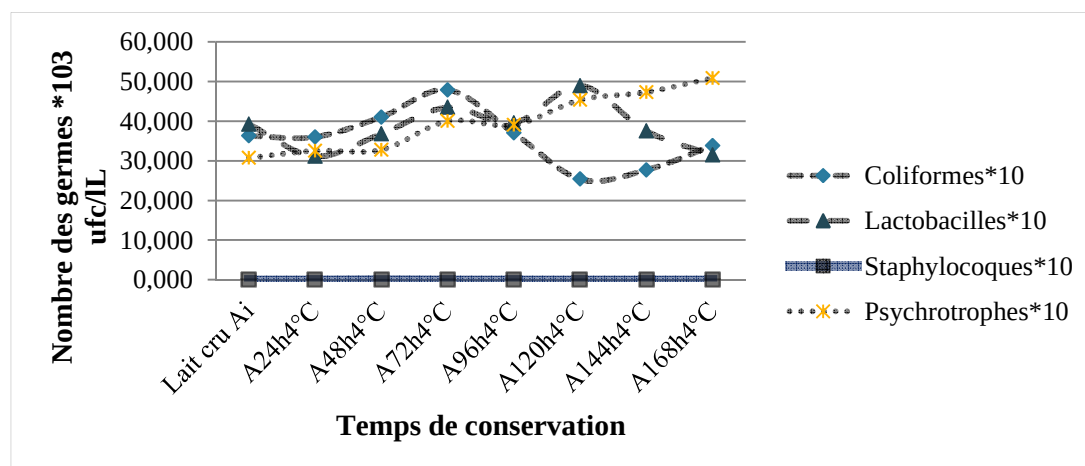


A : analyse ; i : immédiate, TA : Température ambiante, nombre de germes $\times 10^3$ ufc/mL

Figure 1. Evolution des germes au cours de la conservation à la température ambiante

3.2.2 EFFET DE LA CONSERVATION A +4 °C AU REFRIGERATEUR SUR LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE DES LAITS

Les échantillons de laits crus analysés après 24 h, 48 h, 72 h de conservation à +4 °C ont montré une augmentation non significative du nombre de germes de *Coliformes* de *Psychrotrophes* et de *Lactobacilles* (Figure 2). Entre 96 h et 168 h, on a noté une augmentation significative du nombre de germes pour les *Psychrotrophes*. Par contre, entre 96 et 144 h, le nombre des *Lactobacilles* et de *Coliformes* a significativement diminué. La figure 2 montre que les laits concernés par cette étude ont présenté une charge bactérienne initiale inférieure 10^3 ufc/mL.



A: analyse ; i: immédiate ; h: heure ; T: température, nombre de germes $\times 10^3$ ufc/mL

Figure 2. Evolution des germes au cours de la conservation à +4 °C

4 DISCUSSION

La qualité nutritive de laits crus (**Tableau 1**) est de bonne qualité et similaire à celle de nombreux travaux de la même zone [7] et [15]. Cela signifie que ces laits collectés pourront être réceptionnés sans grande difficulté au niveau des centres de collecte et des laiteries. A la température ambiante, les résultats n'ont pas montré une différence significative sur le taux de matières grasses, lactose, matières sèches et matières minérales entre les laits analysés après 24 h et ceux analysés immédiatement. A partir 48 h, tous les échantillons ont été dénaturés. Ces observations ont déjà été faites dans les mêmes conditions au Burkina Faso [14] et il a été conclu que les laits crus ne peuvent se conserver que pendant 24 heures, temps après lequel ils sont impropres à la consommation et à la transformation [14]. Pour les échantillons qui ont été gardés au réfrigérateur à +4 °C, cette étude a permis de constater qu'il y a eu une bonne conservation de la valeur nutritive du lait sans modification significative de 24 à 120 heures de conservation [14]. Ce qui est déjà connu car les précédents auteurs ont conclu que le lait cru peut se conserver au réfrigérateur à +4 °C pendant 05 jours sans se détériorer significativement [14]. L'information additionnelle ici est que notre étude s'est étendue sur 07 jours (168h). Dans ce cas, nos résultats ont montré qu'après 120 heures de conservation, la valeur nutritive des laits décroît significativement et ces laits peuvent être conservés au-delà de 05 jours si la charge bactérienne initiale ne dépasse pas 10^3 ufc/mL. Même si c'est vrai que la qualité nutritionnelle des produits laitiers dépend toujours de celle de la matière première initiale, il est important de comprendre comment les différents germes qui sont inévitables lors de la collecte du lait se comportent au cours des mêmes temps et températures de conservation.

C'est ainsi que dans les échantillons de lait cru analysés le jour du prélèvement, nos résultats ont montré que la flore initiale de laits crus des collecteurs était inférieure à 10^3 ufc/mL. Le germe *Staphylocoques aureus* n'a pas été isolé lors de cette étude (**Figure 1 et figure 2**). Ces laits crus ont été de bonne qualité microbiologique car une étude antérieure a montré que lorsque le nombre de germe était inférieur à 10^3 ufc/mL, ce lait était jugé de bonne qualité [8]. Une autre étude au Burkina Faso a montré qu'au niveau du trayon le taux de bactérie était de 10^4 ufc/mL et variant entre 10^6 et 10^7 ufc/mL dans le récipient de la ferme [15]. Quant à l'absence de *Staphylocoque aureus*, certains auteurs ont montré que dans un lait cru de bonne qualité, ce germe est un mauvais compétiteur en présence d'autres flores bactériennes [18].

Entre 24 h et 48 h de conservation à la température ambiante, le nombre des *Lactobacilles* et *Psychrotrophes* a augmenté significativement. Par contre, le nombre de *Coliformes* a connu une diminution de manière aussi significative due certainement aux *Lactobacilles* dont le taux a augmenté et reconnus comme les principaux producteurs d'acide lactique dans le lait [14], et de bactériocines [3].

Dans les échantillons de laits crus conservés à +4 °C au réfrigérateur et analysés après 24 et 72 h, nos résultats ont montré une augmentation non significative du nombre de germes *Coliformes*, *Psychrotrophes* et *Lactobacilles* (**Figure 2**). Un auteur a observé qu'après 72 h de stockage entre +4 et +6 °C, le nombre de *Psychrotrophes* était passé de 45 % à 72,6 % [19] celui de *Coliformes* n'a pas varié significativement au stade J + 4 allant de 1.10^4 à $1,5.10^4$ ufc/mL [4].

Entre 72 et 168 h, les germes *Psychrotrophes* a subi une augmentation régulière. Ce comportement du germe *Psychrotrophes* vient confirmer l'hypothèse selon laquelle, ce groupe possédait la meilleure capacité de développement au froid et présente une activité significative jusqu'à une température de +2°C [10]. A partir de 96 à 168 h, nombre des germes a été toujours inférieur à 10^3 ufc/mL (**Figure 2**). Les germes de *Lactobacilles* et de *Coliformes* avaient des comportements inverses c'est-à-dire une diminution d'une part et une augmentation d'autre part. Il a été montré que les *Lactobacilles* sont des germes mésophiles et peuvent se développer à basse température [6]. Quant aux *Coliformes*, il a été constaté dans sa physiologie que lorsqu'un milieu lui devient inadéquat, il peut développer un autre comportement et s'adapter [12]. Ce qui peut se traduire par une phase stationnaire puis suivi d'une autre exponentielle [12]. Après adaptation, le germe peut être résistent dans un milieu acide [22] dû à l'acide lactique jusqu'à un pH 2,5 [9]. Ces deux derniers travaux permettent d'expliquer le comportement des *Lactobacilles* et *Coliformes* entre 96 à 168 h. Pendant la présente étude, à la moyenne du taux de bactérie était autour de 10^3 ufc/mL. Ce qui atteste que les laits crus collectés étaient de bonne qualité microbiologique. Cependant, la pasteurisation des laits crus suivi d'une conservation immédiat au réfrigérateur est toujours recommandée aux différents acteurs pour prévenir tout risque à la consommation.

5 CONCLUSION

Les laits crus collectés dans le cas de cette étude sont de bonne qualité nutritionnelle (chimique et microbiologique) et peuvent se conserver pendant 24 heures à la température ambiante sans se détériorer. En plus, ils peuvent être gardé pendant 07 jours à +4 °C au réfrigérateur sans détériorer à condition que la charge bactérienne initiale ne dépasse pas 10^3 ufc/mL. L'évolution de la flore n'a pas été significative entre 24 et 168 h à +4 °C due à l'action de la température de conservation sur les germes. Cependant, la pasteurisation des laits crus suivi d'une conservation immédiat au réfrigérateur est toujours recommandée aux différents acteurs pour prévenir tout risque à la consommation.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements au projet AMPROLAIT, un projet du CORAF/WECARD financé par les fonds MDTF dont l'appui technique et financier ont permis de réaliser les travaux de cette étude. Ils remercient aussi le Laboratoire de Recherche et d'Enseignement en Santé et Biotechnologie Animale (LARESBA) qui a abrité ces travaux et où les analyses ont été réalisés. Leurs remerciements s'adressent aussi à l'Institut National Supérieurs des Sciences et Techniques d'Abéché (INSTA-Tchad) et au CONFOFOR (TCHAD) pour l'appui technique et financiers qu'ils ont apporté à l'étudiant. Nos remerciements vont aussi à l'endroit des collecteurs de lait de la ville de Bobo-Dioulasso.

REFERENCES

- [1] Aragrande M., 1997. *Approvisionnement et distribution alimentaire des villes*. Les approches disciplinaires de l'analyse des SADA. Programme: Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations pour l'Agriculture et Alimentation (F.A.O) : Collection « Aliment dans les villes ». Dakar-FAO ; 6 p.
- [2] Bardolle A. 2002. *Approvisionnement de la ville de Bobo-Dioulasso en produits laitiers, issus du bassin périurbain, par les collecteurs informels et circuits de commercialisation*. Mémoire d'Ingénieur. Institut Supérieur d'Agriculture de Rhône-Alpes (ISARA), Lyon, France, 39 p.
- [3] Berasconi E., Germond J.E., Dollus M., Fritch R., Corthesy B., 2002. Production de protéinase chez *Lactobacillus bulgaricus* var *Lactis* et *Lactococcus*. *Journal of Bacteriology*, vol. 68, no. 8, pp. 2917-2923,
- [4] Bloquel R., Veillet-Poncet L., 1980. Evolution et détermination de la flore bactérienne d'un lait cru réfrigéré pauci microbien en fonction du temps. *Le lait*. vol 60 (598), pp.474-486.
- [5] Cyrille N.T., 2007. *Caractérisation de la flore lactique des laits fermentés artisanaux Sénégal : cas de la zone des Niayes*. Thèse pour l'obtention du grade de DOCTEUR vétérinaire (Diplôme d'Etat). Ecole Inter-Etats Des Sciences Et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V). Université Cheikh Anta-Diop de Dakar. 109 pages
- [6] Desmasure S N., Beuvier E., 2011. *Nature et quantité de microflore des laits*. In Laithier C., Microflore du lait cru. Alpes Jura. France. Institut de l'élevage. P 17-26
- [7] Didnang K. C., Millogo, V, Mbaidingatloum M. F., Ouedraogo G A., 2014. Evaluation de la qualité nutritive des laits pasteurisés et des yaourts fabriqués au Burkina Faso. *Afrique SCIENCE* 11(1) (2015) 155-166.
- [8] Faye B., Loiseau G., 2002. *Sources de contamination dans les filières laitières et exemple de démarches qualité*. In : Actes atelier Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement. Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Centre International en Recherche Agronomique Pour Le Développement (CIRAD). Montpellier, France, 11-13 déc. 2000

- [9] Foster, J. W., 2004. Escherichia coli acid resistance: tales of an amateur acidophile. *Natural Journal Microbiology* 2, 898–907
- [10] Gill C., Newton K., 1977. The development of aerobic spoilage flora on meat stored at chill temperature. *J. Application. Bacteriology*, 43, 189-195.
- [11] Griffiths, M. W., Phillips, J. D., West, I. G., & Muir, D. D. (1988). The effect of extended low-temperature storage of raw milk on the quality of pasteurized and UHT milk. *Food Microbiology* 5, 75-87.
- [12] Hengge-Aronis R., 2002. Recent insights into the general stress response regulatory network in Escherichia coli. *Journal Molecular Microbiology Biotechnology* 4, 341–346.
- [13] Marteau P. et Ramond J.C., 1993. Potential of using lactic acid bacteria for therapy and immunomodulation in men, *FEMS Microbiology Reviews*, vol. 12, pp. 207-220
- [14] Millogo V., Sissao M., Alice Gisèle S A, and Georges A O., 2015. Effet of Storage time and temperature on raw milk composition of dairy cattle in tropical conditions. *African Journal of Dairy Farming and Milk Production*. ISSN 2375-1258 Vol. 2(1), pp. 104-108.
- [15] Millogo, V., 2010. Milk Production of Hand-Milked Dairy Cattle in Burkina Faso. *Doctoral Thesis No. 2010: 4, Uppsala, Sweden*
- [16] Millogo, V., Ouédraogo, G. A., Agenäs, S., Svennersten-Sjaunja, K., 2008. Survey on dairy cattle milk production and milk quality problems in peri-urban areas in Burkina Faso. *African Journal of Agricultural Research*. 3 (3): 215-224.
- [17] Ministère des Ressources Animales (MRA). 2004. *Les statistiques du secteur de l'élevage au Burkina Faso*. Ouagadougou : Ministère des Ressources Animales, Services de statistiques Animales ; 55 p
- [18] Minor T.E., Marth E.H., 1976. Staphylococci and their significance in foods. *Elsevier Scientific Publishing*. Amsterdam, 297 p.
- [19] Mottar J., 1984. Influence de la durée de conservation sous réfrigération du lait cru sur la conservabilité du lait U.H.T, *Le Lait*, 64, 29-45p
- [20] Oliver S. P., Boor K.J., Murphy S. C., Murinda S.E., 2009. Food safety hazards associated with consumption of raw milk. *Food borne Pathogens and Disease*, 6:793-806.
- [21] Ouedraogo T., 2002. *Ravitaillement de la ville de Bobo-Dioulasso en lait et produits laitiers par les collecteurs informels et circuits de commercialisation*. Mémoire Technicien supérieur. Ecole nationale de l'élevage et de la santé animale, Ouagadougou, Burkina Faso, 38 p
- [22] Weber H., Polen, T., Heuveling J., Wendisch V. F., Hengge R., 2005. Genome-wide analysis of the general stress response network in Escherichia coli: sigmaS-dependent genes, promoters, and sigma factor selectivity. *Journal Bacteriol* 187, 1591–1603.

Variabilité de la densité apparente sur un nitisol dérivé de cendres volcaniques: effet sur le système racinaire du bananier de hautes altitudes de l'Afrique de l'Est (*Musa* AAA-EA)

[Change in soil bulk density on a nitisol derived from volcanic ash: effect on the rooting system of the East African Highlands banana (*Musa* AAA-EA)]

Tony M. Muliele and Constantine Manzenza Mafuta

Laboratoire de sols, Centre de Recherche de M'vuazi,
Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2017 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: Bulk density is one of the main soil physical properties that affect root growth and development. This study aimed at characterizing bulk density distribution in a nitisol derived from volcanic ash, and assessing its effect on the rooting system of the East African Highlands Banana. Sixteen soil profiles (2m large x 1m depth) were dug at 40 cm from banana mat of second cycle at pre-flowering stage. At 10 cm increments, banana root density and soil bulk density were measured simultaneously. Soil bulk density was measured by gravimetric method, three replicates per soil depth. Soil texture and organic carbon content were also determined. Banana root density (roots.dm⁻²) was determined by overlying a 2 m² grid and counting roots in each 1 dm² grids. Results highlight a gradient in soil bulk density with values ranged between 0.85 to 1.08 g.cm⁻³. The lowest bulk density values were observed in the 40 cm topsoil, which also had most roots density (77%). Root density decreased sharply in deeper soil layers (<0.90 root.dm⁻² below 40 cm depth) with increase in clay content, and decrease in soil organic carbon content. To improve banana root growth and development in compacted soils, we recommend agricultural practices that decrease soil bulk density, especially the addition of soil organic matter throughout mulching, and tillage before banana planting.

KEYWORDS: Bulk density, Soil texture, Nitisol, Bananas, Root density.

RESUME: L'objectif de cette étude était de caractériser la distribution de la densité apparente sur un nitisol dérivé de cendres volcaniques, et d'évaluer son effet sur le système racinaire du bananier de hautes altitudes de l'Afrique de l'Est. Seize profils (2m de large x 1m de profondeur) ont été ouverts à 40 cm du pseudo-tronc des bananiers de deuxième cycle au stade préfloraison. De 0-100 cm de profondeur, tous les 10 cm ; la densité apparente (g.cm⁻³) et la densité racinaire (racines.dm⁻²) du bananier ont été mesurées simultanément. La teneur en carbone organique et la texture du sol ont également été déterminées. Les résultats ont permis de mettre en évidence un gradient de distribution de densité apparente avec des valeurs variant entre 0,85 et 1,08 g.cm⁻³. La majorité de racines (77%) a été observée sur les quarante premiers cm du sol, caractérisés par des teneurs élevées en carbone organique et des teneurs plus faibles en argile. L'accroissement de la densité apparente dans les couches profondes du sol a entraîné une discontinuité structurale qui a réduit sensiblement la densité racinaire (<0,90 racine.dm⁻² à plus 40 cm du sol) et limité l'exploration racinaire du bananier. Pour améliorer la croissance et le développement racinaire du bananier sur des sols plus denses, il serait nécessaire d'appliquer les pratiques culturales qui permettent de réduire la densité apparente, notamment l'apport de la matière organique et le travail du sol avant la plantation du bananier.

MOTS-CLEFS: Densité apparente, Texture, Nitisol, Bananier, Densité racinaire.

1 INTRODUCTION

Le développement et la distribution racinaires des plantes ne dépendent pas seulement du génotype, ils sont également affectés par les facteurs environnementaux [1] dont les propriétés physiques du sol [2]. Les principales propriétés physiques du sol qui peuvent affecter négativement la croissance et la distribution racinaire sont la texture, la densité apparente (DA), la teneur en eau du sol, la porosité et la résistance mécanique [3, 4].

La DA, en particulier, est une propriété clé de la qualité du sol qui permet de déterminer le niveau de fertilité d'un sol [5]. Elle dépend de la teneur en carbone organique (Corg) du sol, de la texture et de la densité des particules minérales du sol (argile, limon, sable), et de la structure du sol [6]. Dans les études de durabilité des systèmes de cultures, la DA est généralement utilisée comme un indicateur de la compaction du sol [5]. Du point de vue agronomique, la compaction du sol accroît la résistance mécanique du sol, ce qui limite la croissance et le développement racinaire et par conséquent, réduit le volume du sol exploitable par les racines, prédispose les plants inadéquatement fixés au sol à la verse et réduit le rendement de cultures [7, 8].

Pour obtenir un environnement favorable à la croissance des plantes, une des voies serait de minimiser les facteurs de stress édaphiques. A ce titre, la caractérisation de la distribution de la DA peut guider le choix des pratiques culturales susceptibles de limiter les stress du sol liés à la DA. L'objectif de cette étude était de i) caractériser la variabilité de la DA sur un nitisol dérivé de cendres volcaniques et ii) évaluer son effet sur la distribution du système racinaire du bananier de hautes altitudes de l'Afrique de l'Est.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ETUDE ET CONDUITE DE L'ESSAI

Cette étude a été menée au centre de recherche INERA Mulungu (2,335°S, 28,788°E, 1.699 m d'altitude) dans la province du Sud-Kivu, à l'Est de la RD Congo. Mulungu a un climat tropical de type Aw3 [9] et une pluviosité moyenne annuelle autour de 1600 mm, distribuée de manière bimodale. Le sol appartient à la classe de nitisol de la classification FAO-UNESCO, développé sur cendres volcaniques [10].

L'essai expérimental a été installé en mars 2008. Trois traitements alternatifs ont été comparés au système local courant (labour et exportation des résidus de cultures = T0) : non labour + paillage de résidus de bananiers uniquement (T1), non labour + paillage de résidus de bananiers + paillage supplémentaire de *Hyparrhenia diplandra* (T2) ou paillage de résidus de bananiers + paillage de *Tripsacum laxum* (T3). Le dispositif expérimental était le bloc complet randomisé à quatre traitements et quatre répétitions. Les rejets 'baïonnettes' (rejet à feuilles lancéolées) de la variété locale de bananes à jus ('bière') de hautes altitudes 'Ndundu' ont été plantés aux écartements de 2 m x 2 m (2.500 plants.ha⁻¹) dans des trous de plantation de 50 x 50 x 50 cm, remplis avec le sol des horizons de surface. Tous les traitements étaient soumis à une association bananier-haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). Le haricot de type nain (variété 'Ngwaku-Ngwaku') a été semé aux écartements de 40 cm x 20 cm, deux graines par poquet (environ 250.000 plants.ha⁻¹). Aucun engrais minéral ou fumure organique de fond n'a été appliqué. Les principales pratiques culturales appliquées étaient l'œilletonnage pour éliminer les rejets de bananier en surnombre, le sarclage pour éliminer les adventices, l'élagage des feuilles non fonctionnelles de bananier (surface du limbe moins de 50% verte), le tuteurage et l'élimination du bourgeon mâle après ouverture complète des fleurs femelles du bananier.

2.2 PARAMÈTRES MESURÉS

La densité racinaire du bananier et la DA du sol ont été décrites concomitamment. Les traitements ne pouvant pas affecter la DA et la distribution racinaire dans les horizons profonds, les valeurs présentées dans cette étude correspondent à la moyenne des seize profils décrits.

Dans chaque parcelle élémentaire (répétition d'un traitement), un plant de bananier de 2^{ème} cycle a été sélectionné pour les mesures. Un profil (2 m de large x 1 m de profondeur) a été ouvert à 40 cm du pseudo-tronc du bananier sélectionné. Le profil racinaire a été observé après dégagement soigneux de la terre sur une épaisseur horizontale de 10 cm pour exposer les racines. La densité racinaire (nombre de racines.dm⁻²) a été déterminée en dénombrant le nombre de racines dans chacune des 200 mailles de 10 cm² du maillage [11]. Dans le profil, par tranche de 10 cm (0-100 cm), trois échantillons de sol non perturbés ont été prélevés au moyen de cylindres de Kopecki (100 cm³) pour la détermination de la DA par la méthode gravimétrique (masse du sol après séchage à l'étuve à 105°C pendant 48h). La porosité totale du sol a été calculée suivant la

méthode décrite par [12]. Des échantillons composites de sol ont été prélevés pour la détermination de la texture et de la teneur en Corg, deux des principaux facteurs qui affectent la DA. De 0 à 100 cm de profondeur, par tranche de 10 cm, les prélèvements de tous les profils ont été combinés pour faire un échantillon composite par profondeur. Ces échantillons composites ont été séchés à l'air libre, broyés et tamisés sur maille de 2 mm de diamètre avant les analyses. La texture du sol a été déterminée par la méthode combinant l'utilisation d'ultrasons et de résines sodiques [13] sans destruction préalable de la matière organique, et le Corg du sol a été dosé suivant la méthode de [14].

2.3 ANALYSE DES DONNÉES

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a été effectuée, au moyen du logiciel SAS-JMP (version 9,0), pour déterminer l'influence des propriétés du sol (DA, texture, Corg) sur la densité racinaire. Sur base de la texture de chaque profondeur de mesure, la densité apparente limitante pour la croissance des racines ('Growth-limiting bulk density, GLBD' ou densité apparente critique) a été estimée sur base des courbes d'iso-densités de Daddow et Warrington [3] (Annexe 1). La distribution racinaire a été décrite de deux manières : i) premièrement, nous avons calculé la densité racinaire moyenne (racines.dm⁻²) par couche de mesure (0-100 cm, tous les 10 cm), ii) deuxièmement, nous avons déterminé la distribution racinaire spatiale, au moyen du logiciel Surfer (version 6,0 ; méthode d'interpolation : pondération par distance inverse-IDW).

3 RESULTATS

Le tableau 1 montre que la DA tend à accroître avec la profondeur du sol. Les couches de surface sont systématiquement moins denses (0,85 à 0,92 g.cm⁻³ sur 0-40 cm) comparées aux couches profondes du sol (1,04 et 1,08 g.cm⁻³ entre 60 et 100 cm). Les couches 40-50 et 50-60 cm présentent cependant des valeurs intermédiaires. La teneur en Corg varie entre 4,9 et 0,94% suivant la profondeur, et présente une tendance de distribution contraire à celle observée pour la DA (Tableau 1). La teneur en Corg varie faiblement dans les 40 premiers cm, chute brutalement entre 40 et 50 cm puis décroît graduellement avec la profondeur (Tableau 1). Les valeurs de GLBD et GLBD-DA (différence entre 'Growth-limiting bulk density' et la densité apparente du sol mesurée) tendent à décroître avec la profondeur, particulièrement entre 70 et 100 cm de profondeur. Les valeurs de GLBD sont supérieures à celles de DA quelle que soit la profondeur de mesure. Le sol est de texture argileuse sur l'ensemble du profil, avec une teneur en argile de 47,6 en surface à environ 70,0% en profondeur. Plus la couche du sol est riche en argile plus faible est la valeur de GLBD-DA. Suivant la profondeur, les teneurs en sable et limon varient entre 13,0 et 29,0%. Contrairement à la teneur en sable qui tend à diminuer avec la profondeur, la teneur en limon s'accroît sur les 40 premiers cm puis diminue sur les six dernières couches de mesure (Tableau 1).

La densité racinaire du bananier est plus faible sur les dix premiers centimètres, s'accroît à 20 cm où elle atteint la valeur maximale sur l'ensemble du profil (3,4 racines.dm⁻²) puis décroît avec la profondeur (Figure 1 et Tableau 1). Entre 40 et 100 cm, la densité décroît racinaire décroît graduellement et reste inférieure à 0,90 racine.dm⁻² quelles que soient la profondeur de mesure et la distance par rapport au pseudo-tronc.

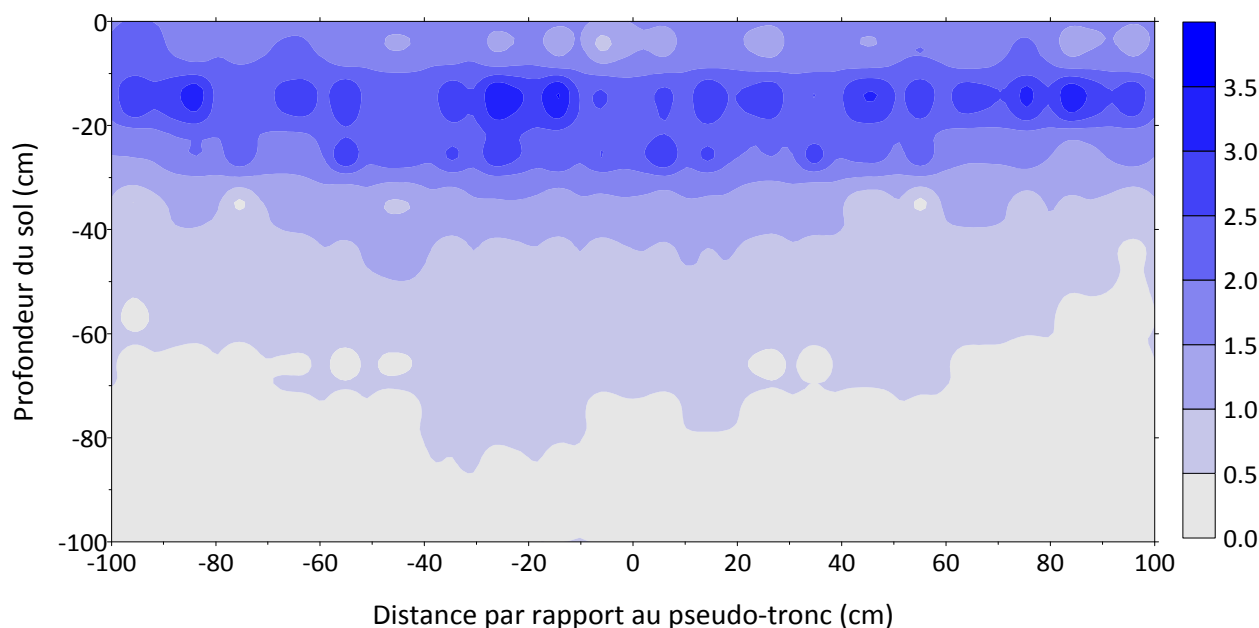


Figure 1. Distribution spatiale du système racinaire du bananier de hautes altitudes (*Musa AAA-EA*, cv 'Ndundu') sur un nitisol dérivé des cendres volcaniques à Mulungu. La légende indique le nombre de racines.

Tableau 1. Teneur en carbone organique (Corg), densité apparente du sol (DA), porosité totale (P.T), 'Growth-limiting bulk density' (GLBD), GLBD-DA, teneur en argile (<2 μm), teneur en limon (2-50 μm), teneur en sable (>50 μm) et densité racinaire mesurées sur un nitisol dérivé de cendres volcaniques à Mulungu.

Prof. (cm)	Corg (%)	DA (g.cm^{-3}) ¹	P.T	GLBD (g.cm^{-3})	GLBD-DA (g.cm^{-3})	Argile (%)	Limon (%)	Sable(%)	Densité racinaire (Racines.dm ⁻²) ¹
0-10	4,90	0,87 $\pm$ 0,03	0,67	1,45	0,58	47,59	24,97	27,44	1,53 $\pm$ 0,09
10-20	4,54	0,85 $\pm$ 0,02	0,68	1,45	0,60	47,75	28,65	23,60	3,43 $\pm$ 0,33
20-30	4,59	0,92 $\pm$ 0,02	0,65	1,47	0,55	47,35	28,27	24,38	2,38 $\pm$ 0,15
30-40	4,00	0,92 $\pm$ 0,03	0,65	1,46	0,54	46,95	27,89	25,16	0,92 $\pm$ 0,13
40-50	2,87	0,93 $\pm$ 0,04	0,65	1,46	0,53	54,43	20,31	25,26	0,71 $\pm$ 0,06
50-60	2,11	0,96 $\pm$ 0,04	0,64	1,41	0,45	62,56	18,09	19,35	0,64 $\pm$ 0,04
60-70	1,82	1,04 $\pm$ 0,07	0,61	1,36	0,32	69,98	16,37	13,65	0,46 $\pm$ 0,02
70-80	1,16	1,08 $\pm$ 0,06	0,59	1,36	0,28	69,95	16,81	13,25	0,32 $\pm$ 0,03
80-90	1,02	1,07 $\pm$ 0,05	0,60	1,36	0,29	69,92	17,24	12,84	0,24 $\pm$ 0,03
90-100	0,94	1,06 $\pm$ 0,04	0,60	1,38	0,32	68,55	16,19	15,26	0,13 $\pm$ 0,05

P.T : porosité totale. Valeurs = moyennes, 1. Moyennes ($n = 16$) $\pm$ erreur standard.

La relation entre les propriétés du sol (texture, Corg et DA) et la densité racinaire (Figure 2 et Tableau 2) met en évidence i) l'accroissement de la DA avec la teneur en argile du sol, ces deux facteurs affectent négativement la densité racinaire ; ii) l'augmentation de la teneur en limon et en carbone organique, par contre, favorisent une densité racinaire plus élevée, iii) une relation négative entre la GLBD-DA et la teneur en argile.

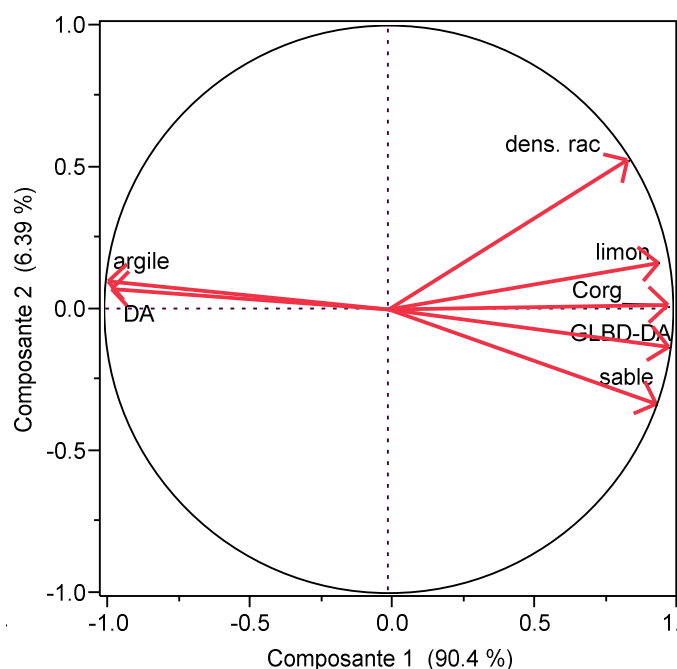


Figure 2. Analyse en Composantes Principales (ACP) : plan principal et cercle de corrélation entre les propriétés du sol (DA, texture-argile, limon, sable, Corg et GLBD-DA) et la densité racinaire.

Tableau 2. Matrice de corrélation entre les constituants granulométriques du sol et la GLBD-DA.

	Argile	Limon	Sable	GLBD-DA
Argile	1	-0,842	-0,818	-0,827
Limon	0,002	1	0,648	0,863
Sable	0,004	0,043	1	0,815
GLBD-DA	0,003	0,001	0,004	1

Les valeurs en dessous de la diagonale indiquent les P-valeurs ($P = 0,05$).

4 DISCUSSION

La variation de la DA suivant la profondeur de mesure traduit un gradient de distribution de la DA sur le sol de Mulungu (Tableau 1), caractérisé par un accroissement des contraintes liées à la DA dans les couches profondes du sol. Les plus faibles valeurs de DA sur les quarante premiers cm du sol pourraient s'expliquer par les teneurs élevées en Corg et des valeurs relativement plus faibles en argile (Tableau 1). La référence [15] a rapporté des teneurs élevées en oxydes de Fe/Al sur les couches superficielles du sol de Mulungu. Les teneurs élevées en Corg et en oxydes de Fe/Al ainsi que l'argile favoriseraient vraisemblablement une structure micro-agrégée plus développée sur les premières couches du sol et par conséquent, des faibles valeurs de DA par rapport aux couches subjacentes. Les fortes teneurs en Corg des premières couches du sol (0-40 cm) peuvent être attribuables à la formation préférentielle des complexes minéraux-humus (argile-humus, oxydes de Fe/Al-humus) qui, très fréquente sur les sols d'origine volcanique, rendent la matière organique résistante à la décomposition microbienne et conduit à l'accumulation de quantités considérables de matière organique [16]. L'accroissement des valeurs de DA en profondeur peut s'expliquer par la réduction de la teneur en Corg (matière organique) avec la profondeur, ce qui peut conduire à un moindre développement de la structure du sol. La compaction des horizons profonds suite au poids des horizons supérieurs (pression de surcharge) et la plus faible colonisation racinaire des horizons profonds peuvent également expliquer l'augmentation de la DA [6].

La distribution racinaire du bananier présente une tendance contraire à celle de la DA (Tableau 1). La baisse de la densité racinaire dans les couches profondes du sol (Figure 1) pourrait donc s'expliquer par l'accroissement des valeurs de DA. Pour le bananier (*Musa spp.*), plusieurs auteurs ont rapporté des résultats similaires. Par exemple, [8] ont rapporté qu'un accroissement de la DA de 1,00 à 1,75 g.cm⁻³ entraînait une réduction du poids frais des racines de diamètre >2 mm de 60,0 à 33,9 g.dm⁻³ du sol. La majorité de racines (77%) est concentrée dans les quatre premières couches de mesure (0-40 cm), et

serait liée à des conditions édaphiques plus propices de ces couches du sol au développement racinaire, notamment de faibles valeurs de DA, des teneurs en argile relativement plus faibles et de fortes teneurs en Corg.

Pour toutes les profondeurs de mesure, les valeurs de GLBD sont supérieures à celles de DA. Il paraît donc que, sur l'ensemble du profil (0-100 cm), les racines du bananier ne seraient pas soumises aux contraintes liées à la DA. Toutefois, la chute brutale de la densité racinaire entre 30 et 40 cm et la plus faible densité racinaire (entre 0,71 et 0,13 racine.dm⁻²) dans les couches du sol sous-jacentes plus denses, pourraient mettre en évidence un effet négatif de l'accroissement de la DA sur le développement racinaire du bananier. Dans les conditions édaphiques de cette étude, la GLBD serait donc atteinte à une valeur inférieure à celle estimée sur base des lignes d'iso-densités de Daddow et Warrington [3]. Toutefois, il importe d'indiquer que ces lignes d'iso-densités ne doivent pas être de stricte application pour cette étude. En effet, le triangle textural de GLBD a été établi à partir d'échantillons de sols ayant une teneur en matière organique inférieure à 3,0% et moins de 10% de refus (= particules >2 mm). Par ailleurs, les lignes d'iso-densités sont basées sur l'hypothèse d'une densité réelle de 2,65 g.cm⁻³. Dans cette étude, la teneur en matière organique du sol (Corg x 1,724) a varié entre 1,62 et 8,44%. Pour la culture bananière, [11] ont également rapporté des 'seuils critiques' de DA variables en fonction du type de sols (par exemple, 1,05 à 1,20 g.cm⁻³ sur sols brun rouille à halloysite, 1,20 à 1,40 g.cm⁻³ sur ferrisols, 0,80 à 0,90 g.cm⁻³ sur andosols sur cendres et ponces).

Les plus faibles valeurs de GLBD-DA sont observées dans les couches du sol plus riches en argile (50-100 cm, Tableau 1), les racines du bananier croissant dans ces couches du sol paraissent donc être soumises à une résistance mécanique du sol supérieure à celle des couches à faible teneur en argile. En effet, les couches du sol plus riches en argile ont des valeurs de porosité totale plus faibles (Tableau 1), ce qui peut vraisemblablement limiter l'extension racinaire dans ces couches du sol. Du fait d'une relation négative entre la teneur en argile et la GLBA-DA (Figure 2 et Tableau 2), l'argile paraît donc être le principal constituant granulométrique qui affecte la croissance racinaire du bananier sur le sol sous étude. Sur des sols très riches en argile (>60%), [2] a également rapporté une réduction sensible de la croissance racinaire du bananier.

La texture du sol n'étant pas facilement contrôlable par l'homme, une des alternatives pour favoriser la croissance racinaire du bananier sur des sols denses serait d'appliquer les pratiques culturales qui réduisent la densité apparente du sol. Ces pratiques culturales sont, entre autres, l'apport de la matière organique qui favorise la re-structuration biologique du sol et améliore sa fertilité, le travail du sol qui ameublisse le sol sur la couche labourée et la rotation du bananier avec une culture à forte capacité de production de biomasse racinaire et à système racinaire profond et agressif.

A l'opposé du travail du sol avant la plantation de bananiers dont les effets positifs ont été rapportés par plusieurs auteurs (par exemple, [1]), le travail du sol dans une bananeraie établie entraîne la coupe des racines sur la couche du sol labourée, ce qui peut impacter négativement la croissance du bananier, notamment dans les jeunes plantations de bananiers [17] et sur les sols pauvres. Par ailleurs, [10] a observé que le travail manuel du sol avec exportation de résidus de récolte de bananes réduisaient le rendement du bananier de hautes altitudes de l'Afrique de l'Est.

5 CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence un gradient de distribution de la densité apparente sur un nitisol dérivé des cendres volcaniques à Mulungu. Sur l'ensemble du profil (0-100 cm), la densité apparente a varié entre 0,85 et 1,08 g.cm⁻³. Les couches de surface (0-40 cm), riches en carbone organique et pauvres en argile sont systématiquement moins denses que les couches profondes du sol, plus argileuses et pauvres en carbone organique. La variabilité de la densité apparente suivant la profondeur de mesure entraîne une hétérogénéité verticale caractérisée par un accroissement des contraintes liées à la densité apparente dans les couches subjacentes du sol. Cet accroissement de la densité apparente du sol a sensiblement réduit la densité racinaire et limité l'exploration racinaire du bananier dans les couches profondes du sol. Pour favoriser la croissance du bananier dans les sols denses, il est serait nécessaire d'appliquer les pratiques culturales qui permettent de réduire la densité apparente, notamment l'apport de la matière organique et le travail du sol avant plantation de bananier.

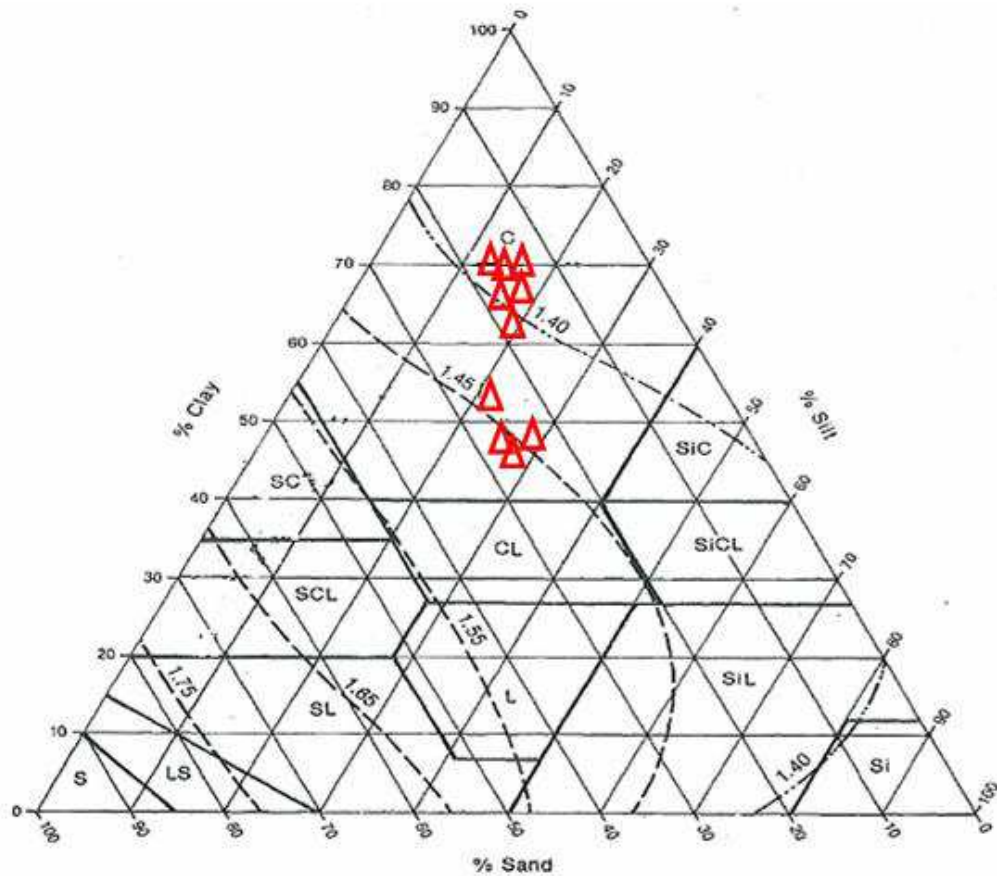
REMERCIEMENT

Sincères remerciements à la DGDC Belgique qui, à travers le Consortium for Improving Agriculture-based Livelihoods in Central Africa (CIALCA), a financé l'essai de cette étude. Merci à Adolphe Ombeni, Jean-Marie Chamunani et Cizungu Namegabe pour la collecte des données supplémentaires.

REFERENCES

- [1] G. Blomme, R. Swennen, and A. Tenkouano, "The effect of soil bulk density on root and overall plant development in six banana varieties", *Infomusa*, vol. 11, no. 2, pp. 38-40, 2002.
- [2] R. Vaquero, *Soil physical properties and banana root growth*, In: D.W. Turner and F.E. Rosales (Eds) *Banana Root System: towards a better understanding for its productive management*, Proceeding of an International Symposium, San José, pp. 125-131, 2005.
- [3] S.K. Arunachalam, C. Hinz, and G. Aylmore, *Soil physical properties affecting root growth in rehabilitated gold mine tailings*, 3rd Australian New Zealand Soils Conference, University of Sydney, Australia, 2004.
- [4] R.A. Kumar, P. Biswajit, and S. Gurdeep, "A study on the bulk density and its effect on the growth of selected grasses in coal mine overburden dumps, Jharkhand, India", *International Journal of Environmental Sciences*, vol. 1, no. 4, pp. 677-684, 2010.
- [5] I. Malecka, A. Blecharczyk, Z. Sawinska, and T. Dobrzeniecki "The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield", *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 36, pp. 217-226, 2012.
- [6] M.A. Arshad, B. Lowery, B. Grossman, *Physical Tests for Monitoring Soil Quality*, In: J.W. Doran and A.J. Jones (Eds) *Methods for assessing soil quality*, Madison, WI: pp. 123-141, 1996.
- [7] K. Trükmann, E. Reintam, J. Kuht, E. Nugis, and L. Edesi, "Effect of soil compaction on growth of narrow-leafed lupine, oilseed rape and spring barley on sandy loam soil", *Agronomy Research*, vol. 6, no. 1, pp. 101-108, 2008.
- [8] T. Pattison and S. Lindsay, *Banana root and soil health user's manual. Soil and root health for sustainable banana production*, Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland, 2006.
- [9] C.M. Peel, B.L. Finlayson, and T.A. McMahon, "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification", *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 11, pp. 1633-1644, 2007.
- [10] M.T. Muliele, "Impact de l'agriculture de conservation sur le rendement du bananier de hautes altitudes de la Région des Grands Lacs d'Afrique (*Musa* spp., AAA-EA)", *Congo Sciences*, vol. 2, no. 2, pp. 128-134, 2014a.
- [11] B. Delvaux and P. Guyot, "Caractérisation de l'enracinement du bananier au champ. Incidences sur les relations sol-plante dans les bananeraies intensives de la Martinique", *Fruits*, vol. 44, pp. 633-647, 1989.
- [12] C. Tafangenyasha, A.T. Mthembu, H. Chikoore, N. Ndimande, S. Xulu, and N. Gcwensa, "The effects of soil density on the vegetation of the Umfolozi catchment in South Africa", *Journal of Soil Science and Environmental Management*, vol. 2, no. 1, pp. 14-24, 2011.
- [13] C. Feller, G. Burtin, B. Gerard, and J. Balesdent, "Utilisation des résines sodiques et des ultrasons dans le fractionnement granulométrique de la matière organique des sols : intérêt et limites", *Science du Sol*, vol. 29, pp. 77-93, 1991.
- [14] A. Walkley and I.A. Black, "An examination of degiareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the Chromic acid titration method", *Soil Science*, vol. 37, pp. 29-38, 1934.
- [15] T.M. Muliele, *Influence du travail et de la couverture du sol sur les propriétés physiques du sol et le système racinaire du bananier de hautes altitudes de la Région des Grands Lacs d'Afrique (Sud-Kivu en RD Congo, Rwanda et Burundi)*, Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain, Belgique, 2014b.
- [16] E. Garrido and F. Matus, "Are organo-mineral complexes and allophone content determinant factors for the carbon level in Chilean volcanic soils?", *Catena*, vol. 92, pp. 106-112, 2012.
- [17] M.T. Muliele, P.J.A. van Asten, and C.L. Biielders, "Short- and medium-term impact of manual tillage and no-tillage with mulching on banana roots and yields in banana-bean intercropping systems in the East African Highlands", *Field Crops Research*, vol. 171, pp. 1-10, 2015.

ANNEXE 1.



Projection des données de texture du sol de différentes profondeurs de mesure (0-100 cm, tous les 10 cm) sur le diagramme textural de densité apparente limitante pour la croissance, GLBD de Daddow et Warrington [3]. Les lignes iso-densités (lignes discontinues) représentent les textures d'égale GLBD.

LE LITHOPEDION: UNE ETIOLOGIE RARE D'OCCLUSION INTESTINALE AIGUE

Bénilde Marie Ange TIEMTORE-KAMBOU¹, Nina-Astrid Nde-Ouédraogo¹, Aïcha Madina NAPON², Seydou SANON³, Ousséini Diallo⁴, and Rabiou Cissé⁵

¹Assistante, Université Ouaga I Professeur Joseph Ki-Zerbo, Service d'imagerie médicale, Burkina Faso

²Service de Radiologie Centre Hospitalier Universitaire Pédiatrique Charles de Gaulle, Université Ouaga 1 Pr Joseph Ki Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso

³Service de Chirurgie Hôpital de District de Bogodogo, Université Ouaga 1 Pr Joseph Ki Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso

⁴Maitre de conférence agrégé de radiodiagnostic et imagerie médicale, Université Ouaga I Pr Joseph ki-Zerbo, Service d'imagerie médicale, Centre Hospitalier Universitaire Yalgado Ouédraogo, Ouagadougou, Burkina Faso

⁵Professeur titulaire de radiodiagnostic et imagerie médicale, Université Ouaga I Professeur Joseph Ki-Zerbo, Service d'imagerie médicale, Centre Hospitalier Universitaire Yalgado Ouédraogo, Ouagadougou, Burkina Faso

Copyright © 2017 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: An urban dweller patient, 38 years old, came for an ultrasound scan of a mass of the right lower quadrant at the imaging department of the district hospital. She also suffered from fecal and air stasis. The ultrasound scan revealed dilated bowel loops and a mass of the right lower quadrant with a clear view of the fetus head whose parietal diameter measured 56 mm corresponding to a gestational age of 23 weeks and 2 days. The uterus was empty. The hypothesis of a mummified fetus was raised and plain abdominal film X-ray of frontal standing position was made. It showed air-fluid levels and small bowel mass of the right flank with a well individualized fetal head and two femoral bones. A surgery was required considering the signs of complications mainly a small bowel obstruction by compression. laparotomy performed 24 hours later confirmed the diagnosis of lithopedion in its lithokeliphos form. The situation subsequently became normal and the patient, received at the 45th day, was feeling well.

KEYWORDS: Abdominal pregnancy, lithopedion, small bowel obstruction, ultrasound, Plain abdominal film X-rays.

RESUME: Une patiente de 38 ans citadine venait réaliser une échographie pour une masse du flanc droit au service d'imagerie de l'hôpital de district. Elle présentait en plus un arrêt des matières et des gaz. L'échographie retrouvait une dilatation des anses grêles et une masse du flanc droit avec une bonne visibilité de la tête fœtale dont le diamètre bipariétal mesurait 56 mm soit 23 semaines 2 jours. L'utérus était vide. Le diagnostic de fœtus momifié fut évoqué et une radiographie de l'abdomen sans préparation de face debout fut réalisée. Il montra les niveaux hydro-aériques gréliques et une masse du flanc droit avec une tête fœtale bien individualisable et deux os fémoraux. Une intervention fut décidée devant les signes de complications à savoir l'occlusion du grêle par compression. La laparotomie réalisée 24 h plus tard confirma le diagnostic de lithopédion dans sa forme lithokeliphos. Les suites furent simples et la patiente revue au 45^e jour se portait bien.

MOTS-CLEFS: grossesse abdominale, lithopédion, occlusion du grêle, échographie, radiographie de l'abdomen sans préparation (ASP).

1 INTRODUCTION

Le lithopédion est un fœtus issu d'une grossesse extra-utérine non arrivée à terme qui est mort sans avoir été expulsé et sans avoir été diagnostiqué. Il s'en suit une calcification et une tolérance pouvant dépasser un demi-siècle [1]. Les cas de lithopédion sont très rares 330 cas et surviennent dans un milieu socioculturel défavorisé non suivi médicalement [2]. La découverte par une de ses complications à savoir une occlusion du grêle par compression est rarement décrite.

Nous rapportons un cas de lithopédion découvert par une occlusion intestinale aiguë avec un délai court de rétention chez une patiente citadine sans facteurs de risque de grossesse abdominale.

2 OBSERVATION

Une patiente de 38 ans, 5^e geste, 5^e pare, 4 enfants vivants, le dernier de 4 ans, un avortement à 3 mois au cours de la 2^e grossesse vivant dans la ville de Ouagadougou, venait réaliser une échographie pour une masse du flanc droit au service d'imagerie de l'hôpital de district. Elle avait présenté dans ses antécédents un trouble du cycle à type d'une aménorrhée de un mois il y'avait 8 mois et les règles seraient revenues à la normale.

Le début remonterait à une semaine par des douleurs abdominales aiguës avec une altération de l'état général et une conservation du transit intestinal sans vomissements.

L'examen clinique retrouvait une masse du flanc droit bien régulière peu mobile avec une légère défense. Une hospitalisation dans un centre de santé n'a pas amélioré les symptômes. S'y ajoutaient au tableau, un arrêt des matières et des gaz avec une défense abdominale et des vomissements. La patiente fut référée à l'hôpital de district. Le bilan biologique était normal et le diagnostic de masse abdominale était évoqué. Une échographie fut demandée pour mieux explorer ces signes.

A l'échographie on retrouvait une formation hétérogène à paroi calcifiée réalisant l'image d'une tête fœtale (figure 1). Le diamètre bipariétal a pu être mesuré à 56 mm correspondant à un âge gestationnel de 23 semaines 2 jours. Les os fémoraux n'étaient pas individualisables et on ne retrouvait pas l'abdomen du fœtus. On mettait en évidence au niveau de la fosse iliaque droite (FID), une formation hétérogène de 50 mm. L'utérus et les ovaires étaient normaux. On notait en plus, une dilatation des anses grêles à 42 mm et une petite suffusion liquidienne dans les gouttières pariétocoliques.



Figure 1 : échographie abdomino pelvienne montrant une masse du flanc droit à paroi calcifiée et une tête fœtale

Une radiographie de l'abdomen sans préparation de face était demandée et révélait un syndrome occlusif du grêle avec une masse calcifiée dont une tête fœtale calcifiée accolée à une formation se prolongeant par deux os fémoraux. (figure 2).

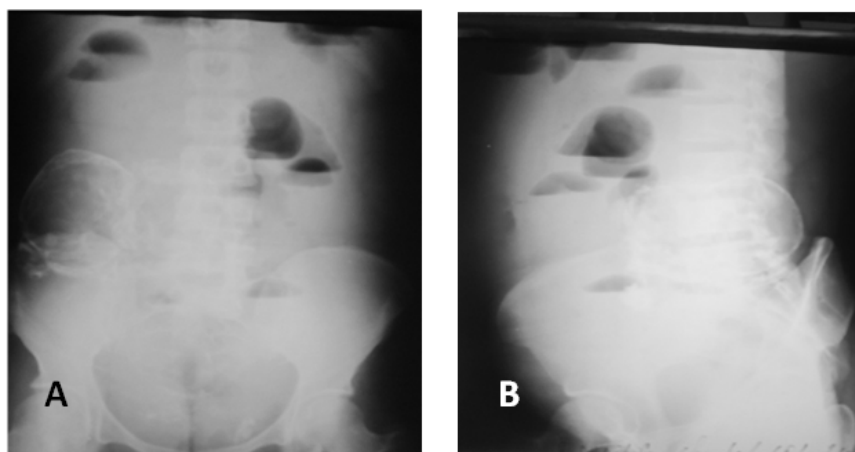


Figure 2 : Radiographie de l'abdomen sans préparation de face debout (A) vue frontale et (B) vue sagittale montrant les niveaux hydroaériques et une masse partiellement calcifiée du flanc droit

Le diagnostic de fœtus momifié entraînant une occlusion du grêle était posé et une prise en charge chirurgicale était demandée devant l'état de la patiente.

Une sonde naso gastrique était installée et la patiente fut prise au bloc le lendemain où une laparotomie a été réalisée. A l'ouverture on retrouvait une masse calcifiée et des segments adhérent à l'épiploon sans atteindre les organes nobles (figure 3). La masse était libérée par coagulation et l'équipe chirurgicale procédait à une ligature de l'épiploon. L'utérus et les trompes étaient normaux avec une partie de la masse accolée à l'ovaire droit. Les chirurgiens firent l'ablation de cette partie. L'exploration de l'abdomen était normale avec des anses saines.

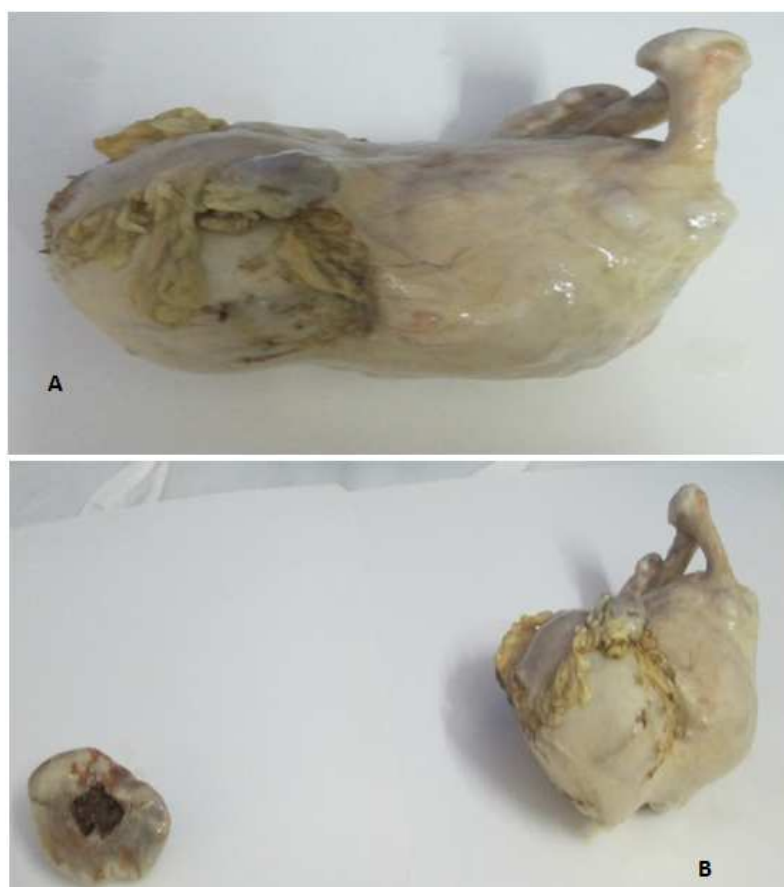


Figure 3 : Aspect post laparotomie de la masse abdominale montrant (A) un fœtus avec individualisation de la tête et des deux fémurs et (B) une masse vasculaire de 5 cm environ correspondant au placenta hypotrophé.

Les suites opératoires furent simples et la patiente a été autorisée à quitter l'hôpital au 4^e jour post opératoire.

La patiente revue au 45^e jour se portait bien.

3 DISCUSSION

Cette observation survient chez une patiente de niveau socio-économique moyen de conditions modestes. Elle vit dans une ville où l'accès aux soins de santé surtout pour les femmes est élevé avec un rayon moyen d'action des formations sanitaires dans la région du centre de 5 km en 2011. Les taux de couverture en consultation prénatale en 2011 sont de 87,7% pour la première consultation prénatale (CPN1) et de 74,4% pour la deuxième consultation prénatale (CPN2) [3]. Elle a eu au moins trois consultations prénatales au cours de ses précédentes grossesses suivies avec au moins une échographie obstétricale. Ce cas diffère des autres cas décrits dans la littérature où les facteurs socio-économiques sont déterminants dans la survenue de cette grossesse abdominale calcifiée [1], [4].

L'âge de la patiente ainsi que les circonstances de survenue sont les mêmes que dans la littérature [5], [6], [7]. Les signes abdominaux sont au premier plan rendant difficile la suspicion clinique d'une grossesse surtout qu'on ne notait pas d'aménorrhée.

Le siège de la grossesse peut se faire n'importe où au niveau abdominal où il y a une vascularisation. Celle-ci n'étant pas suffisante le fœtus meurt et la circulation minimale entraîne un dépôt calcaire [8]. Presque tous les auteurs présentent la masse au niveau du flanc droit [1], [8], [9], [10]. Ici l'épiploon a servi de siège à cette grossesse [8]. La formation retrouvée au niveau ovarien droit serait sûrement le placenta. Cela corrobore l'idée que cette grossesse abdominale résulte d'un avortement tubaire d'une grossesse extra utérine [11].

Les facteurs de risques de GEU n'étaient pas retrouvés. La patiente signale des troubles du cycle il y a 6 mois et les règles sont revenues à la normale. La grossesse se serait-elle installée à cet instant ? La rétention n'aurait donc pas été longue comme chez certains auteurs de 4 à 60 ans [1], [12], [13]. Elle réalise donc le 2^e cas de courte rétention comme rapporté par Robin.

La rareté de ce cas est notable puisque se faisant au stade de complications malgré le court délai de rétention. Dans la littérature on n'a retrouvé que trois cas [6], [14].

Le type de lithopédion correspond au lithokéliphos (26%) où le fœtus reste enveloppé dans ses membranes et momifié en restant intact au milieu de son cercueil de pierre [1], [11].

L'imagerie qui a consisté en une échographie a montré une masse caractéristique d'une tête fœtale et de membres mal individualisables. La radiographie de l'abdomen sans préparation a permis de confirmer le diagnostic comme chez Ngbesso et al. Elle a aussi montré l'occlusion. Elle est la plus part du temps suffisante mais ne permet pas de montrer le type de lithopédion [15]. Ici laparotomie a permis de mettre en évidence l'emplacement exact de cette masse et de la caractériser pour en déterminer le type.

Les autres moyens d'imagerie à savoir le scanner et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) n'ont pas servi ici puisqu'il a fallu lever l'occlusion assez rapidement et leur accessibilité géographique et financière ne permettait pas leur réalisation dans l'immédiat.

4 CONCLUSION

Les grossesses abdominales sont rares et la formation d'un fœtus calcifié est une autre rareté. Sa découverte au stade de complication qui se fait de façon rapide en fait une particularité. La patiente ne se savait pas en grossesse et vit en milieu urbain. Ces particularités peuvent survenir aussi dans des bonnes conditions d'accessibilité financières, géographiques et sanitaires.

REFERENCES

- [1] N'Gbesso RD, Coulibaly A, Quenum G, N'Goan AM, Diabaté K, Koné M et Kéita AK, « Une étiologie rare de calcifications abdominales : le lithopédion, » *Journal de Radiologie*, vol. 79, no 7, pp. 683-66, 1998.
- [2] Gedam B.S., Shah Y, Deshmukh S, Prasad Y. Bansod, "Skeletal remains of mummified foetus for 36 years in mother's abdomen." *International Journal of Surgery Case Reports* vol 7, pp. 109-11, 2015.
- [3] Ministère de la santé, Secrétariat Général, Direction Générale de l'information et des statistiques sanitaires, Burkina Faso. *Tableau de Bord –santé 2011*, pp. 25 – 32, Juillet 2012.
- [4] Correa P, Diadhieu F, Lauroy J, Bah M.D, Diab A, Guindo S « Evolution exceptionnelle de la grossesse abdominale, » *Journal de Gynecologie obstétrique et biologie de la Reproduction*, vol. 8, no.3,pp. 235-41, 1979.
- [5] Lachman N , Satyapal KS, Kalideen JM, Moodley TR , "Lithopedion: a case report ," *Clinical Anatomy* ,vol.14, no.1, pp.52-4, 2001.
- [6] Zaheer SA, "Acute intestinal obstruction caused by lithopedion," *British Journal of Surgery*, vol. 58, pp. 401–2, 1971.
- [7] Glass B.A, Abramson PD, "Volvulus of cecum due to lithopedion," *The American Journal of Surgery*, vol.86, no3, pp. 348-52, 1953.
- [8] Medhi R, Banashree N, Mangal Mallick P, "Lithopedion diagnosed during infertility workup: a case report," *Archives de Gynécologie et d' Obstétrique*, vol. 283 no. 1, pp. 19-24,2011.
- [9] Riogi B, MBCh B, Kisii Level 5 Hospital, Odhiambo K., MB ChB, M Med, "lithopaedon presenting as intestinal obstruction with a previous co-existing intra- uterine pregnancy" *East Africa Medical Journal*, vol. 86, no.3,pp. 106-108, 2012.
- [10] Bazan F, Radošević A, Aguilar G, Sanchez J, "Litopedion," *Cirugía Española* vol.92, no. 8, pp e45, 2014.
- [11] Bondeson J "The earliest known case of a lithopedion," *Journal of the Royal Society of Medicine*, vol. 89, pp.13- 8,1996.
- [12] Frayer CA, Hibbert ML, "Abdominal pregnancy in a 67-year-old woman undetected for 37 years A case report," *The Journal of Reproductive Medicine*, vol.44, no.7,pp. 633-5, 1999 .
- [13] Spiritos NM, Eisenkop SM, Mishell DR. "lithokelyphos: a case report and literature review," *The Journal of Reproductive Medicine*, vol. 32, pp.43-6, 1987.
- [14] Allodé SA, Mensah E, Dossou FM (2012), "Acute Small Bowel Obstruction due to Intra-Abdominal Lithopedion," *Surgery*, vol. 2, no.2,107. doi:10.4172/2161-1076.1000107, 2012.
- [15] Ramos-Andrade D, Catarina R, Antónia Portilha M., Jorge B. Brito, Caseiro-Alves F, Curvo-Semedo L," An unusual cause of intra-abdominal calcification: A lithopedion," *European Journal of Radiology Open* , vol.1,pp. 60-63,2014.

Innovations that can Change Energy Scenario in India

Manoj Kumar

Department of Commerce,
Government College of Commerce and Business Administration,
Sector – 50, Chandigarh, India

Copyright © 2017 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: India is one of the fastest growing economies of the world and its energy requirement is going to increase manifold in the next four decades with the increase in population as well as per capita use of energy. This will require both increase in energy supply and its efficient use to cope up with growing demand of energy. Scientists throughout the world are working in this field to achieve this gigantic task to sustain human development. The present paper tries to describe what is going on in the scientific arena to fulfil this ever increasing human need. It also tries to suggest some innovations that have capability to change the energy scenario in India. What can be the best case scenario in the field of production-mix, innovative use of present sources of energy as well as efficient use of energy with the help of innovations in science and technology? The paper tries to point out that we should come out of scarcity mentality and think of abundance in each and every aspect of human endeavour with human creativity and innovations. With right blend of innovations and applications we can think of abundance in the energy scenario in coming decades.

KEYWORDS: Energy Scenario, Innovations, Generation-mix, Solar energy, wind-energy.

1 INTRODUCTION

“If at first an idea does not sound absurd, then there is no hope for it.” -Albert Einstein (Slavoj, 2010). When we talk of innovations, we are referring to the process of translating an idea or invention into a good or service that creates value or for that consumer will pay. These innovations are divided into two broad categories:

1. Evolutionary innovations(continuous or dynamic evolutionary innovation) that are brought about by many incremental advances in technology or processes and
2. Revolutionary innovations (also called discontinuous innovations) which are often disruptive and new. (Business Dicioary.Com, 2015)

Both these types of innovations are important for creating and satisfying some of the human needs. Innovations are happening in all areas of human endeavour and these are happening very fast in the last 100 years of human history. Energy sector is no exception to this. Innovation in energy technology is happening more quickly than expected—and it could accelerate economic growth and improve sustainability as early as 2015. (Rogers, 2012). As we are already in the year 2015 we could feel some of the effects of innovations in the field of energy sector. Here, we are limiting our discussion to electricity sector though energy has a large number of manifestations. From generation to consumption, the desirable goals of electricity value chain can be summarised in figure 1.

As we are limiting our study to India, we should be aware of the present position of power sector in the country as well as its future requirements. India is one of the fastest growing economies having world’s second largest population. By 2050 it is expected to become largest populated country having biggest GDP as per Purchasing Power Parity. Its total population is expected to be 165 crores from 125 crores now. Figure-2 shows the population pyramid of India in 2015 and 2050. India is expected to turn from a country of young people to a country of mature people by then.

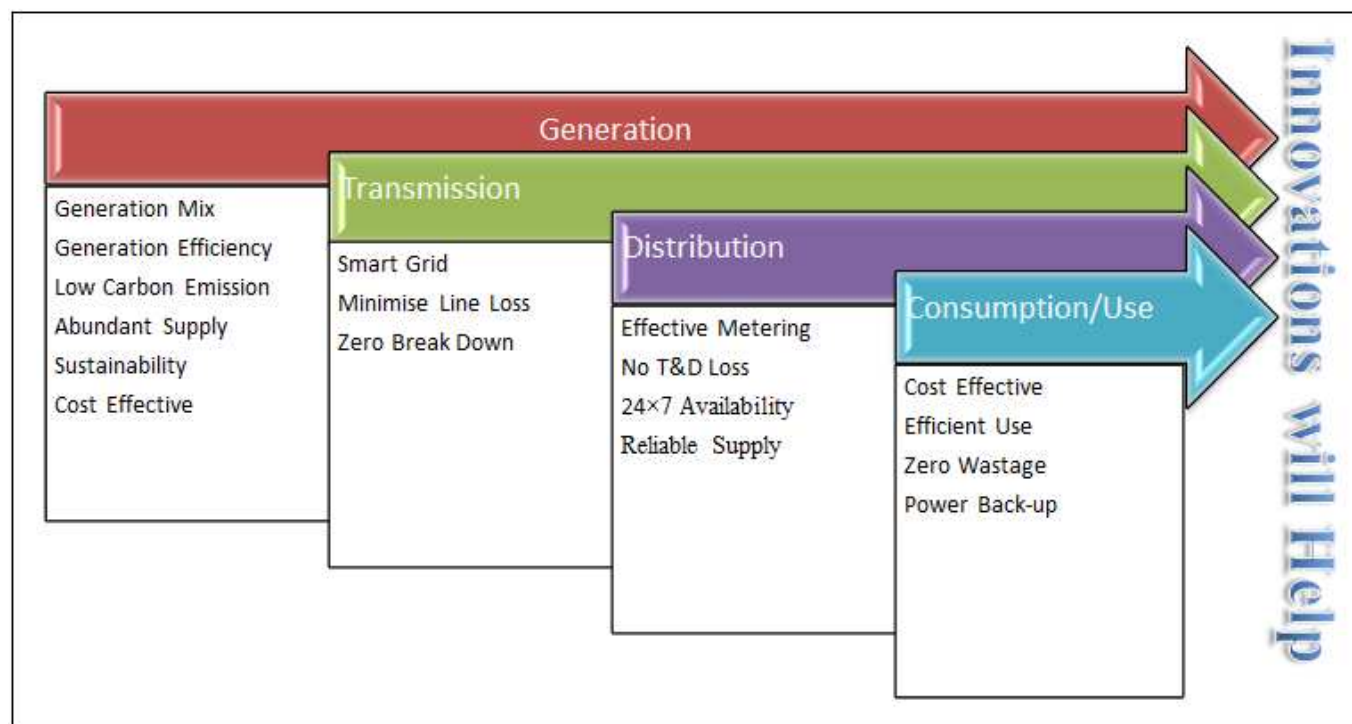


Figure-1: Desirable Goals of Electricity Value Chain

Source: Prepared by Author in MS-Word 2010.

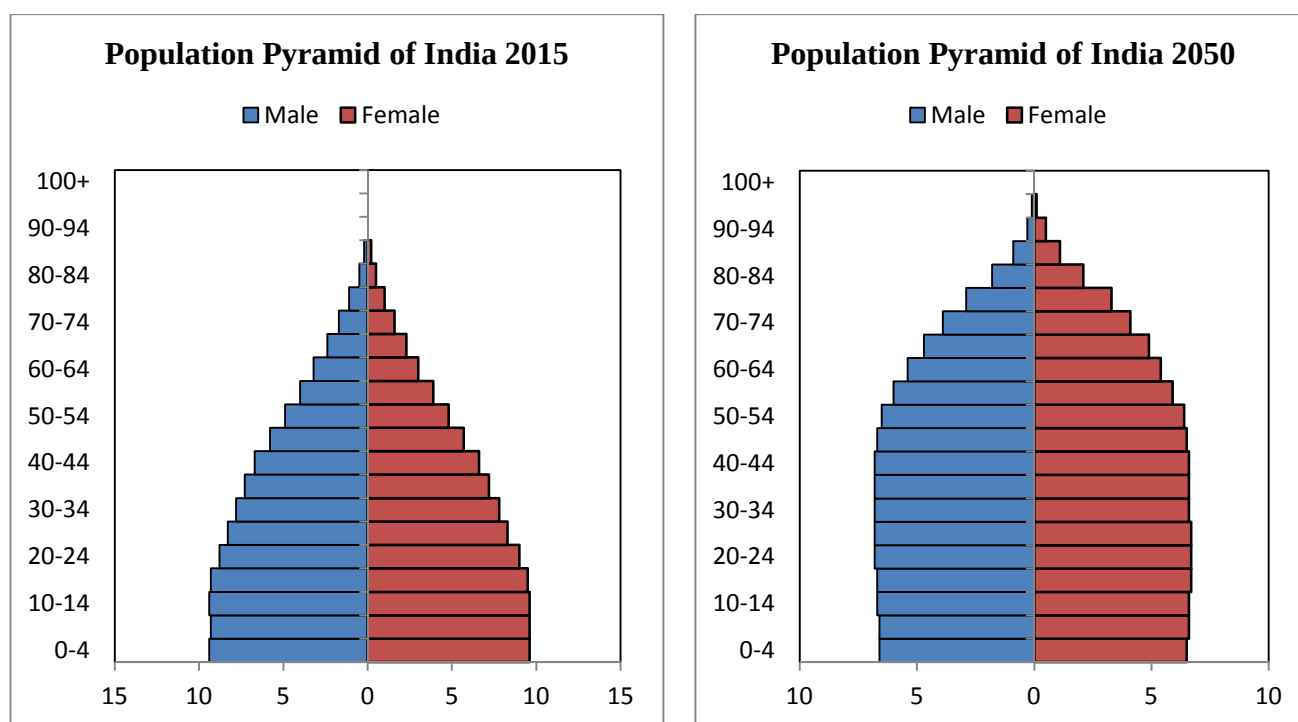


Figure 2: Population Pyramids of India in 2015 and 2050(Projected)

Source: Prepared in MS-Excel 2010 from data down loaded from United State Census Bureau website
<http://www.census.gov/population/international/data/idb/region.php>

To cater to such a huge population with increased use of per capita electricity consumption even equal to present day China, India needs to increase its installed capacity to 1650 GW in 2050 from 258 GW at present. An aggressive approach is required by Indian electricity sector to achieve such a big target. Therefore, innovation is the need of the hour in each and every segment of electricity value chain to fulfil this aggressive target of energy trilemma of energy security, energy equity and environment sustainability. Now, let us consider the evolutionary and revolutionary innovations in each of the activities from generation to consumption of electricity that has power to change the energy scenario in India in coming decades. :

2 INNOVATIONS IN GENERATION

The basic aim of generation sector is to have production mix as per need and availability of resources ensuring maximum efficiency with low carbon emission, abundant supply and environmental sustainability in cost effective manner. The present and expected generation mix in 2050 can be shown in the Fig-3 given below:

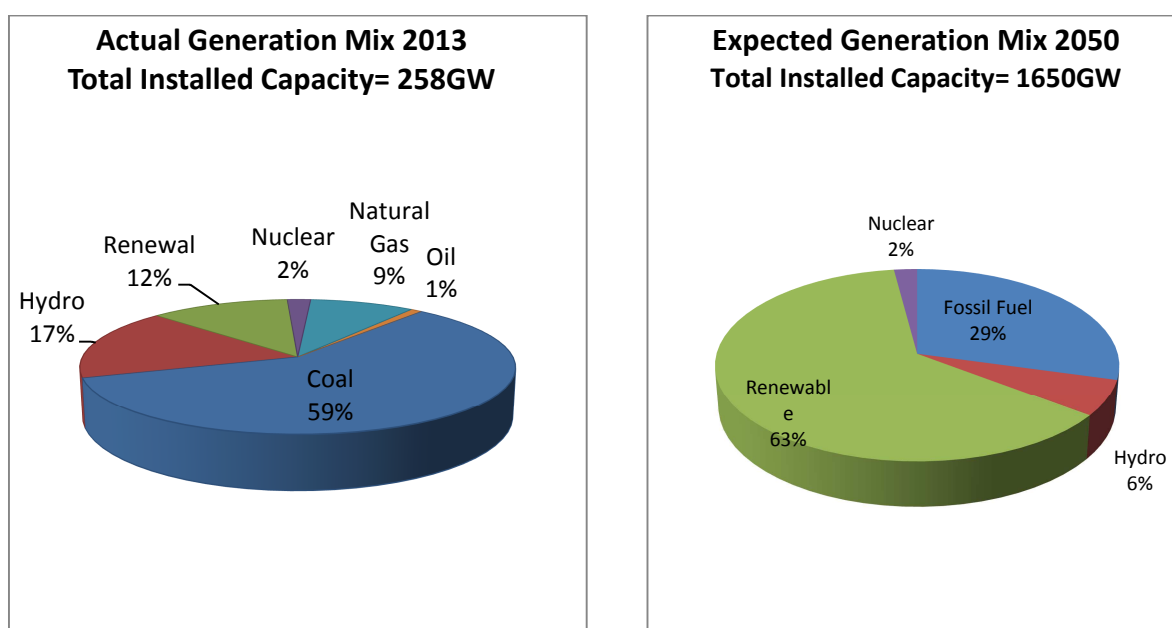


Fig-3: Generation Mix of Electricity in India

Source: Prepared in MS-Excel with the help of Electricity Data of 2013 and Projection for 2050.

This can be possible only if we pursue the path of renewable energy in aggressive manner.

Hydro Power:

- Besides the small hydro projects India can think of exploiting its potential of big hydropower projects if our river water projects are taken up by central government and water resource resources are used for national interest keeping the local politics aside. It has potential of adding 40000 MW of new capacity by 2050. Hydroelectric power is said to be the cheapest source of power as well as zero GHG emission after installations.

Wind Energy:

- Bladeless Wind Mills:** Current windmill designs, although less environmentally damaging than fossil fuels, are criticized because they are noisy, and unsafe because they pose a danger to the birds and animals in the surrounding areas that happen to pass by. This problem can be solved with the help of bladeless wind mills, inspired by sailboats in design. These zero blade turbines are said to be 2.3 times more efficient and almost noise-free. They have potential to change the whole wind power scenario in times to come. (Caulfield, 2013).
- Rooftop Micro Wind Mills:** Spiral micro wind mill have capacity to harness about 50% electricity requirement of a normal household. Technology, if used widely will become cheaper and affordable and have potential to change the energy scenario in the times to come. (Tracy, 2014)



Source: <http://www.treehugger.com/wind-technology/silent-wind-turbines-could-generate-half-household-energy.html>

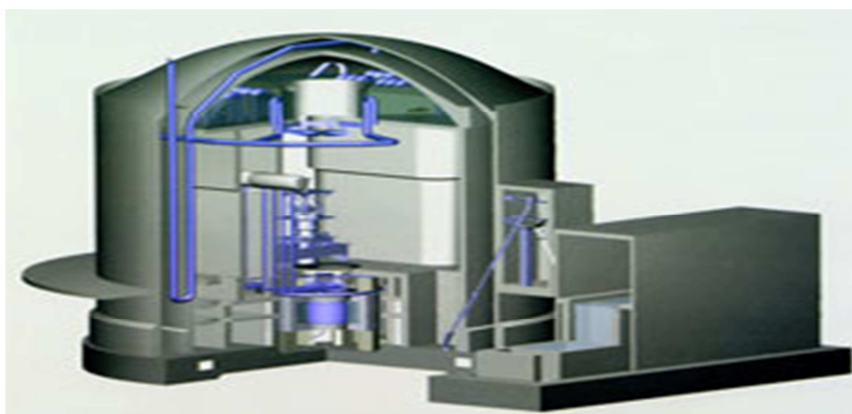
- **Offshore floating Windmills:** A study by Scottish Development International done in January 2012 has indicated potential to establish around one GW capacity wind farm each along the coastline of Rameshwaram and Kanyakumari in Tamil Nadu. India is estimated to have 350 GW of offshore wind energy capacity. (Press Information Bureau, GOI, 2013). Shallow water offshore wind mills as well as offshore floating mills can help tap this vast source of energy. Even 30% of this potential can harness more than 100GW of power.

Solar Energy: India is blessed with good solar insolation throughout the year in most of its parts. Regions receiving Global insolation of 5KWh/m^2 per day and above can generate at least 77W/m^2 (on actual onsite basis) at 16% efficiency level. Hence, even 0.1% of the land area of the identified solar hotspot (1897.55 Km^2) could deliver nearly 146 GW of SPV based electricity (379 Billion units) considering 2600 hours of sunshine annually. This power capacity would enhance considerably with improvement in the efficiency of SPV technology (T.V.Ramachandra, 2011).

Rooftop Micro SPV generation: Besides rooftop SPV both grid-connected and isolated have potential to generate 127 GW if only 10m^2 SPV is installed on 50% of 330 million houses in India. Though, it will take time to have social acceptability yet we can save reduce GHG emission substantially. With such a tremendous scale of SPV installation the technology will become very cheap as we have no dearth of silicon in our country that is used in manufacturing of SPV cells.

Geothermal Energy, Tidal Energy and Ocean Wave Energy: Energy potential of our seas and oceans well exceeds our present energy needs. India has long coastline with estuaries and gulfs where tides are strong enough to move turbine for electric power generation. A variety of different technologies are currently under development throughout the world to harness this energy in all its forms including waves (40000 MW), tides (9000 MW) and thermal gradients (180000 MW). Development is currently limited but the sector has potential to grow, fuelling economic growth, reduction in carbon footprint and creating jobs not only along the coast but also in inlands along its supply chain. (Government of India, 2012). If 50% of this initial potential can be developed by 2050 it can contribute to the tune 114500 MW of electricity generation capacity.

Thorium Based Nuclear power plant: India's forward looking attitude has established the country as the leader in thorium reactor development. Now, their AHWR design is finished, taking them one big step forward.



Source: INTERNATIONAL THORIUM ENERGY ORGANISATION

The reactor is equipped with passive shutdown systems, core heat removal through natural circulation, emergency core coolant system (ECCS) and gravity-driven water pool (GDWP), a large tank of borated water on top of the primary containment of vessel. It can operate for 120 days without operator - that's 4 months without anyone controlling it. This reactor will last some 100 years (International Thorium Energy Organisation, 2014). Thorium energy is highly concentrated as one ton of thorium generate energy equivalent to 35,00,000 tons of coal. Therefore, whole energy landscape will change once thorium energy is harvested on commercial scale.

3 INNOVATION IN POWER TRANSMISSION

The basic aim of the efficient power transmission system is to have Smart Grid having minimum line loss with zero break downs. It is not only India that faced prolonged blackout in July 2012 due to grid failure but also countries like US live with the threat of grid failure by demand-supply mis-match. "Due to the increasing interconnectedness in combination with rather old infrastructure, we expect this risk to increase in both frequency and severity" (Welch, 2014). Smart Grid facilitates efficient and reliable end-to-end intelligent two-way delivery system from source to sink through integration of renewable energy sources, smart transmission and distribution. In this way Smart Grid technology shall bring efficiency and sustainability in meeting the growing electricity demand with reliability and best of the quality (Power Grid Corporation of India Limited).

4 INNOVATION IN DISTRIBUTION

The main aim of a power distribution company should be to make available 24×7 reliable supply of electricity. But at the same time it expect to realize its price without any T&D losses; that is possible only through temper proof metering and willingness of consumer to pay for the services. People tend to pay only when they get reliable electricity and distribution companies can survive only when they can get regular stream of finance. We are facing problem of heavy T&D losses as well as irregular supply by power corporations. To improve this thing we have to start giving regular supply with effective metering with real-time online monitoring system. Following innovations can help in this case:

Wi-Tricity: Wireless electricity would be a reality in coming times and houses will not have any wiring as what we are doing for wi-fi internet and mobile telephony. To achieve wireless power transfer in a way that is both practical and safe, one needs to use a physical phenomenon that enables the power source and the device to exchange energy strongly, while interacting only weakly with living beings and other environmental objects, like furniture and walls. The phenomenon of *coupled resonators* precisely fits this description. Two resonant objects of the same resonant frequency tend to exchange energy efficiently, while interacting weakly with extraneous off-resonant objects.



The team of MIT scientists that invented WiTricity technology. Note that they are positioned between the experimental power source coil and the power capture coil —as 60 watts of power are being safely transferred a distance of over seven feet to illuminate the light bulb. (WiTricity, 2009)

5 INNOVATION IN ENERGY USE

The **Home Energy Management System** will enable the end user to monitor energy consumption & cost of electricity, optimize energy usage, control appliances and other devices, make informed decisions under variable pricing structure,

participate in demand response programs empowering consumer involvement in energy management process (Power Grid Corporation of India Limited)

LED for lighting: Lighting accounts for 18 percent of a typical household's electricity bill. Cutting your lighting bill is one of the easiest ways to save energy and money. Houses typically use a mixture of standard light fittings and down lighters or spotlight fittings. Energy LED can save about 49% of electricity and money as well as cutting CO₂ emission (Energy Saving Trust, 2014).

6 CONCLUSIONS

Innovations are happening in the energy sector in such a pace that even while publication of this paper, somewhere some scientist may have invented a new technique that may change the whole scenario. We should have abundance mentality that science, nature and our scientist will provide us with best of technology, resources and talents to tap these resources for the betterment of human race. India's vast resource of deserts and sand, rivers and seas, coal, thorium and uranium and talented pool of scientist has power to transform India from a power deficient to a clean power surplus country in the decades to come. We can prove Albert Einstein's words right by our will to achieve, "Imagination is more important than knowledge, for you must be able to imagine a better world before you can do your part to create one."

REFERENCES

- [1] Business Dictionary.Com. (2015, March 6). *Innovation: Definition*. Retrieved from Business Dictionary.Com: <http://www.businessdictionary.com/definition/innovation.html>
- [2] Caulfield, M. (2013, December 14). Future Of Energy: Bladeless Wind Turbine. Retrieved March 05, 2015 from <http://www.exposingtruth.com/bladeless-wind-turbine/#ixzz3UHoDvQBv>
- [3] Energy Saving Trust. (2014). Energy Efficient Lighting. London. Retrieved March 04, 2015 from <http://www.energysavingtrust.org.uk/domestic/content/energy-efficient-lighting>
- [4] Government of India. (2012, February). *Ocean Energy*. Retrieved March 06, 2015, from Government of India, Ministry of New and Renewable Energy: <http://www.mnre.gov.in/schemes/new-technologies/tidal-energy/>
- [5] International Thorium Energy Organisation. (2014, February 15). World's First Thorium Reactor Designed. Retrieved February 27, 2015, from <http://www.itheo.org/articles/world%E2%80%99s-first-thorium-reactor-designed>
- [6] Power Grid Corporation of India Limited. (n.d.). Smart Grid. Gurgaon. Retrieved March 04, 2015 from http://apps.powergridindia.com/smartgrid/smart_home.aspx
- [7] Press Information Bureau, GOI. (2013, August 14). National Offshore Wind Energy Authority (NOWA) to be constituted shortly. New Delhi. Retrieved February 26, 2015, from <http://pib.nic.in/newsite/erelease.aspx?relid=98283>
- [8] Rogers, M. (2012). *Energy = innovation: 10 disruptive technologies*. San Francisco : McKinsey & Company. Retrieved February 26, 2015, from https://www.mckinsey.com/~media/.../SRP_02_Innovation.ashx
- [9] Slavoj, Z. (2010). *Living in the End Times*. New York: Verso.
- [10] T.V.Ramachandra, R. J. (2011). Hotspots of Solar Potentials in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 3178-86.
- [11] The Economic Times. (2015, March 04). Government to train 7 lakh people by 2018 to meet power sector needs. New Delhi. Retrieved from <http://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/power/government-to-train-7-lakh-people-by-2018-to-meet-power-sector-needs/articleshow/46452819.cms>
- [12] Tracy, M. (2014, June 02). Silent rooftop wind turbines could generate half of a household's energy needs. Rotterdam, The Netherlands. Retrieved February 27, 2015 from <http://www.treehugger.com/wind-technology/silent-wind-turbines-could-generate-half-household-energy.html>
- [13] United States Census Bureau. (2013, December 19). International Data Base. New York.
- [14] Welch, W. M. (2014, December 02). Detroit power failure raises alarms across the country. Detroit, USA. Retrieved February 27, 2015 from <http://www.usatoday.com/story/news/nation/2014/12/02/aging-power-systems-detroit/19801935/>
- [15] WiTricity. (2009). Things that Go Beep in the Night. Watertown, MA. Retrieved March 04, 2015 from <http://witricity.com/technology/the-witricity-story/>

Déterminants du rationnement des crédits des PME par les IMF de la ville de Bukavu

Martin CIRHUZA Ndatabaya

Département des Sciences commerciales, ISP-BUKAVU, RD Congo

Copyright © 2017 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 was intended to identify variables that may justify the rejection or acceptance of funding requests from SMEs and directed to MFIs in Bukavu town.

Its scope was thus allow the streamlining of the process of SMEs in the preparation and composition of credit application files since it is possible that they are informed with the way they are perceived by donors of found given their characteristics.

Based on a sample of 77 randomly selected SMEs and making use of logistic regression, it was found that the rationing of credit of SMEs by MFIs in Bukavu town is positively influenced by the working capital ratio, requested amount of credit, long-term relationship, the guarantees offered; and negatively by the economic returned ratio, the immediate liquidity ratio and sex at the 5% meaning threshold.

KEYWORDS: Rationing, SME, MFI, asymmetric information.

RÉSUMÉ: Cette étude se voulait déceler les variables susceptibles de justifier le rejet ou l'acceptation des demandes de financement formulées par les PME et adressées aux IMF de la ville de Bukavu. Sa portée était ainsi de permettre la rationalisation de la démarche des PME dans la préparation et la composition des dossiers de demande de crédit dès lors qu'il est possible qu'elles s'imprègnent de la manière dont elles sont perçues par les bailleurs de fonds compte tenu de leurs caractéristiques. Sur base d'un échantillon de 77 PME sélectionnées aléatoirement et faisant recours à la régression logistique, il s'est avéré que le rationnement des crédits des PME par les IMF dans la ville de Bukavu est influence positivement par le ratio de fonds de roulement, le montant sollicité de crédit, la relation de long terme, les garanties offertes ; et négativement par le ratio de rentabilité économique, le ratio de liquidité immédiate ainsi que le sexe au seuil de signification de 5%.

MOTS-CLEFS: Rationnement, PME, IMF, asymétrie d'information

1 INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, la majeure partie des travaux convergent pour souligner l'importance des Petites et Moyennes Entreprises (PME) dans le tissu économique des pays aussi bien développés qu'en développement (L. Nkouka et al, 2013).

Considérées comme des composantes primordiales de l'économie de marché, les PME ont en effet joué un rôle important autant dans l'innovation, la création d'emplois et la croissance économique des pays industrialisés au cours du 20^{ème} siècle (Quiles, 1997).

Elles représentent plus de 90 % du total des entreprises dans la plupart des pays en transition (RAM, 2005; OCDE, 2002) dont 98.1 % en Chine, 96 % au Vietnam, 99.9 % en Hongrie, etc.

Dans les pays Africains, et principalement en Afrique Subsaharienne, les PME constituent la quasi-totalité de la population d'entreprises, soit environ 99% au Cameroun (INS, 2009), plus de 90% en RDC et 80% au Congo Brazzaville (L.NKOUKA, 2013).

En RDC, l'enquête 1-2-3 renseigne que le secteur informel, qui est essentiellement constitué des PME, emploie plus de 90 % des travailleurs congolais.

En dépit du fait que les Petites et Moyennes Entreprises forment l'ossature des entreprises dans toutes les économies (BALEMBA, et al, sd), elles sont confrontées à d'énormes difficultés telles que le manque de Capital pour augmenter et rénover l'équipement, la technologie, la productivité et la Compétitivité (Tuan-Anh PHUNG, 2009).

Dans cet arsenal des difficultés, celles liées au financement sont depuis longtemps un enjeu de taille étant donné que le manque de capitaux demeure problématique dans plusieurs pays et ce, même dans les pays industrialisés.

Bien que les gouvernements aient créé des programmes de soutien et qu'ils exercent des pressions sur les institutions financières, l'accès des PME au financement externe constitue un problème chronique.

Abordant la question relative au financement des PME, Cull *et al.*, (2006) révèlent que dans la plupart des pays en transition, plus de 50% de l'actif du bilan des PME étudiées est financé par des capitaux propres, le taux moyen de financement bancaire n'étant que de 9.7% ; RAM (2005) quant à lui souligne que 75 à 90 % du financement des PME provient du marché informel, et que seulement 3 à 18 % des PME peuvent accéder au financement bancaire.

En Afrique Subsaharienne, il est connu que 80 à 90 % des PME font face à des difficultés d'accès au marché de financements. (LEFILLEUR, 2009).

Dans d'autres coins du monde où le secteur bancaire est fortement développé, les PME font objet du rationnement du crédit, le taux de refus des demandes de crédit pouvant s'élever jusqu'au-delà de 50% (BALEMBA, 2013).

En effet, la PME souffre d'un système d'information très opaque par rapport aux grandes entreprises. Elle est perçue moins fiable, moins prévisible d'information vis-à-vis de la banque. Par conséquent, le banquier se trouve confronter dans sa relation avec les PME à de nombreuses sources d'asymétries d'informations, et c'est difficile de distinguer les emprunteurs honnêtes et ceux malhonnêtes ; ce qui rend la PME rationnée (L., OUBDI et A., AMRHAR, 2013).

En RD Congo en général et dans la ville de Bukavu en particulier, les PME sont très nombreuses et contribuent très fortement à l'augmentation de la compétitivité nationale et au dynamisme de l'économie. Elles constituent la majorité d'entreprises et par ricochet, fournissent le gros des recettes de l'Etat en plus du chômage dont elles résorbent la grande partie.

Ce rôle déterminant joué par ce type des firmes dans la sphère économique démontre à suffisance qu'il est essentiel qu'elles puissent avoir accès aux diverses sources de financement qui soit équivalent à celui de grandes entreprises qui sont à compter au bout des doigts dans cette ville.

Pour y parvenir, il s'avère inéluctable de détecter les entraves à l'accès au financement des PME dont le rationnement constitue un des pôles majeurs.

Ce faisant, ce travail vise à examiner les différents facteurs explicatifs du rationnement du crédit aux PME par les IMF de la ville de Bukavu.

Préalablement, nous émettons l'hypothèse selon laquelle les principaux déterminants du rationnement des PME engloberaient certains paramètres comptables, financiers et sociaux dont le ratio de fonds de roulement, le ratio d'autonomie financière, le ratio de rentabilité économique, le ratio de liquidité immédiate, la taille de la firme, la relation de long terme, le sexe de l'entrepreneur, le montant demandé du crédit, le secteur d'activité, les garanties offertes et la durée du prêt.

2 METHODOLOGIE

2.1 DÉROULEMENT DE L'ENQUÊTE

Dans cette étude, les données collectées ont trait aux attributs des PME ayant formulé une demande de crédit, d'une part, et à certaines caractéristiques des dirigeants des PME, d'autre part.

En collectant les données, l'idée fondamentale était de mettre en lumière les particularités du rationnement de crédit des PME de Bukavu, avec, fort probablement, une constatation du durcissement des décisions d'octroi de crédit dans ce contexte.

Les données ont été collectées en deux phases : la pré-enquête et l'enquête proprement-dite.

La pré-enquête nous a permis de déterminer la taille de l'échantillon et de tester le questionnaire d'enquête. C'est en effet, à partir de cette étape que nous avons pu déterminer les variables à retenir dans l'élaboration du questionnaire d'enquête ainsi que leur unité de mesure.

Le questionnaire que nous avons confectionné a comporté des questions quantitatives et qualitatives rangées dans l'ordre croissant des difficultés pour le répondant.

La détermination de la taille de l'échantillon, s'est inspirée de l'estimation par intervalle de confiance de la proportion d'une population.

Pour ce faire, nous avons utilisé la formule $z_c \frac{\sqrt{p.q}}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} = E$;

Avec z_c la valeur critique de la table de la loi normale au seuil de confiance choisi de 0.95 ; p : la proportion d'individus favorables à la variable d'intérêt du chercheur ; q : la proportion d'individus non favorables à la variable étudiée et donc le complément à l'unité de p ; N : l'effectif total de la population étudiée ; n : la taille de l'échantillon.

L'application de cette formule nous a obligé au sens d'ANDERSON de mener une étude pilote auprès de 10 PME choisies aléatoirement parmi 537 que compte la ville. Nous leur avons posé principalement la question suivante: « votre dernière demande de financement avait-elle été acceptée par l'IMF? ». Les réponses ont été telles que 37% d'enquêtés avaient été rationnés ; alors que 63% d'enquêtés avaient accédé au financement des institutions financières de proximité de la ville de Bukavu.

Tenant compte de ces résultats, la taille (n) de l'échantillon a été calculée aisément par la relation $1,96 \frac{\sqrt{0,63.0,37}}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{537-n}{537-1}} = 0,01$. En résolvant cette équation par rapport à n , nous avons trouvé **$n=77$ PME**

Ayant pris connaissance de la taille de l'échantillon, nous avons mené pendant 2 mois, des investigations auprès des PME constituant notre échantillon afin de constituer une base des données fiable.

2.2 SPÉCIFICATION THÉORIQUE DU MODÈLE

Elle est matérialisée par la justification des variables exogènes retenues dans l'explication de la probabilité du rationnement des crédits des PME. Mais, avant d'y parvenir, il s'avère impérieux de signifier que notre variable endogène est le rationnement de crédit des PME par les IMF dont l'acronyme est « RATIONN ».

Il y a rationnement du crédit, lorsque les bailleurs des fonds approuvent aux emprunteurs un montant du crédit inférieur à celui demandé même s'ils disposent suffisamment des ressources ou que l'emprunteur est disposé à accepter les conditions de prêt établies par les prêteurs (TUAN-ANH, 2009) ; il s'agit ici d'un rationnement partiel. Cependant, il existe des cas où la demande de crédit est simplement rejetée en bloc ; dans ce cas de figure, il s'agit d'un rationnement total.

La variable d'intérêt (rationnement des crédits d'une PME par l'IMF) traduit au sens du présent travail le sort encouru par l'agent économique lors de la dernière introduction de sa demande de financement. Dans la base des données, cette variable qualitative agrée deux valeurs: 1 si la dernière demande de financement introduite auprès d'une IMF n'a pas été acceptée, c'est-à-dire, si la PME a été rationnée et 0 dans le cas contraire.

En l'espèce, il s'agit de connaître la probabilité qu'une PME soit rationnée, tenant compte des variables comptables et financières retenues. Ces variables sont :

2.2.1 LE RATIO DE FONDS DE ROULEMENT (RFR)

Suivant E. Cohen cité par CIRHUZA et al. (2015), certaines unités paraissent parfaitement aptes à assurer leur solvabilité avec un FRN négatif, alors que d'autres s'avèrent insolubles malgré un FRN largement positif. De même, certaines entreprises maintiennent leur solvabilité avec un FRN de faible montant alors que d'autres connaissent des difficultés de règlement malgré un FRN de montant beaucoup plus élevé. Dans tous les cas, un FRN positif est toujours préférable pour assurer la solvabilité à long terme.

De cette formulation découle la présomption que plus ce ratio est élevé, meilleure est la situation de trésorerie (toutes choses étant égales par ailleurs) de telle sorte que moins l'entreprise est rationnée ; et nous nous attendons que cette variable quantitative influence négativement la probabilité de rationnement de la PME en quête du financement.

2.2.2 LE RATIO D'AUTONOMIE FINANCIERE (RAUTO)

Pour apprécier la solvabilité du demandeur du crédit, les IMF de Bukavu portent une attention sur l'autonomie financière de l'entreprise, sur la structure des ressources dont elle dispose. Elles calculent la part que représentent les capitaux propres de l'entreprise par rapport au total de ses ressources, celles qu'ils représentent par rapport au seul total des capitaux permanents. Elles effectuent ce calcul avant l'octroi du prêt demandé par l'entreprise pour analyser ses éventuelles conséquences.

Lorsque les capitaux propres représentent les deux tiers du total des ressources, la capacité d'endettement et la solvabilité de l'entreprise sont très grandes ; lorsqu'ils en représentent plus de la moitié, elles sont satisfaisantes ; par contre, en deçà, la situation de l'entreprise mérite une étude approfondie (C. AIME TCHUMKAM, 2003) et certaines banques pensent qu'il est imprudent de lui prêter des capitaux à long terme sans exiger d'elle d'augmenter ses fonds propres.

Dans cet angle, il y a lieu de penser que le ratio d'autonomie financière agirait négativement sur le rationnement du crédit. Ainsi, le signe attendu de cette variable quantitative (mesurée par le rapport entre les capitaux propres et le passif total de l'entreprise est négatif).

2.2.3 LE RATIO DE RENTABILITE ECONOMIQUE (RRE)

De manière générale et en référant à la théorie financière, plus un investissement est rentable, plus le risque qui lui est rattaché est important et plus le défaut de remboursement devrait être probable. En revanche, nous ne concluons pas immédiatement en référant à la théorie que plus la rentabilité du projet jusque-là exploité par la PME est importante, plus le risque financier est élevé, et par conséquent plus la probabilité de non remboursement devient importante. En effet, Sous réserve d'un problème d'aléa moral, une forte rentabilité est garante d'une liquidité à partir de laquelle le remboursement du crédit est possible. Une entreprise qui ne crée pas de valeur de façon durable finira par faire faillite et connaîtra des difficultés pour honorer ses engagements vis-à-vis des créanciers.

Au vu de l'argumentaire précédent, nous émettons l'hypothèse selon laquelle il existerait une relation ambiguë entre la probabilité du rationnement et la rentabilité économique (Rapport entre le résultat d'exploitation et l'actif économique) des projets exploités par la PME candidate au crédit.

2.2.4 LE RATIO DE LIQUIDITE IMMEDIATE (RLI)

Le ratio de liquidité immédiate est le rapport entre la trésorerie-actif et les exigibles à court terme. Il existe une plus grande probabilité qu'une entreprise ait des difficultés à honorer ses obligations financières contractuelles si l'état de ses liquidités est précaire. Plus les liquidités détenues par une entreprise sont importantes, plus son risque d'insolvabilité est faible (CIRHUZA, 2014).

De toute évidence, le ratio de liquidité immédiate réduit la probabilité du rationnement du crédit et nous nous attendons à ce que cette variable quantitative influe négativement sur la probabilité du rationnement.

2.2.5 LA TAILLE DE L'ENTREPRISE CANDIDATE AU FINANCEMENT (TAILLE)

L'influence de la taille de l'entreprise sur la structure financière n'est pas clairement définie même si de nombreux chercheurs s'accordent à penser que ce facteur est l'un des plus discriminants des choix de financement des entreprises et de leur possibilité à effectuer un choix.

Les travaux réalisés sur les déterminants de l'accès au financement des Petites et Moyennes Entreprises du sud comme du nord rendent opportun de prendre en considération l'existence d'un effet taille sur la probabilité qu'une demande de crédit soit acceptée ou rejetée ; et donc que l'agent soit rationné.

En effet, l'adoption d'un tel point de vue se révèle justifié puisque le comportement des bailleurs de fonds est caractérisé par une inégalité de traitement financier entre les Petites et Moyennes Entreprises et les entreprises de grande taille et entre les entreprises appartenant à une même catégorie mais de taille différente.

La variable taille a été saisie à partir du total du bilan de l'entreprise. Cette variable est quantitative et est mesurée par le logarithme du total bilan.

Anticipativement, nous postulons à une relation négative entre la taille de la firme et la probabilité de rationnement.

2.2.6 LA RELATION DE LONG TERME (RLONGTERM)

La relation de long terme fait allusion à la fréquence ou au nombre d'opérations déjà réalisées entre les parties contractantes (CIRHUZA, 2015). Elle constitue l'un des facteurs les plus importants de l'évaluation du risque de crédit. Un client mal connu ou sans historique peut faire encourir le risque au prêteur que celui dont l'historique est bien maîtrisé. Aussi, SHARPE (1990) soutient que la relation de long terme est susceptible de produire des rentes (gains) intentionnelles et BOOT (2000) fait remarquer que cette relation contribue à réduire le problème d'aléa moral et de sélection adverse engendré par de nouveaux emprunteurs.

Mesurée en termes de durée, plusieurs études empiriques ont confirmé l'importance de la relation de long terme dans la réduction des asymétries d'informations et son impact sur les termes de crédit, comme le taux d'intérêt ou les garanties (PETERSEN ET RAJAN, 1994 ; BERGER ET UDELL, 1995).

Cette variable est binaire qualitative pour autant qu'elle admet deux modalités : 1 selon que la PME enquêtée se déclare n'avoir pas eu des relations préalables avec l'IMF auprès de laquelle la demande de financement a été adressée et 0 dans le cas contraire. L'exposé précédemment présenté nous amène à formuler l'hypothèse d'une relation négative entre la probabilité de rationnement et l'existence d'une relation particulière avec l'IMF à laquelle on adresse la demande de financement. Ainsi, la codification précédente nous amène à attendre de cette variable un signe positif.

2.2.7 LE SEXE DE L'ENTREPRENEUR (SEXE)

Les femmes ont plus accès aux microcrédits que les hommes (54% contre 49%). Elles inspirent plus confiance aux IMF pour leur taux de délinquance inférieur à ceux des hommes (J-L MASTAKI, 2012). Dans la table de dépouillement, cette variable est dichotomique et prend la valeur 1 si l'entrepreneur est une femme et 0 s'il s'agit d'un homme entrepreneur. Ainsi codée, le signe lui attendu est négatif.

2.2.8 LE MONTANT SOLLICITE DE CREDIT (MONTANTSOLL)

Généralement, il est difficile de définir a priori la nature de la relation entre le montant de crédit sollicité et le rationnement. En effet, on peut admettre dans un premier temps que la demande d'un montant de crédit important est indicateur de la qualité de portefeuille d'activités pour lequel le crédit a été sollicité. Dans ce cas, on peut admettre que les PME développant des grands projets demandent généralement d'importants crédits. Développer d'importants projets est synonyme d'une minimisation du risque de défaut due à la diversification du portefeuille. Ensuite, une entreprise plus organisée et ayant déjà maîtrisé son domaine d'activités réussit à introduire de demande de financement pour un montant élevé. Or, précédemment, nous avons mentionné l'importance de l'organisation dans l'acceptation de son projet par l'IMF quand nous évoquions l'effet taille sur la probabilité de rationnement. Il s'en suit dans ce premier cas que le volume du montant sollicité peut influencer positivement la décision du créancier s'agissant du financement des PME. Plus le montant est important, plus la probabilité de voir la demande de crédit rejetée est petite.

Dans une deuxième acception, on peut avancer qu'un montant de crédit élevé non compensé par un montant de dépôt élevé, expose l'institution financière au risque de liquidité. Dans ce cas, le volume important de crédit agit comme un obstacle à l'accès au financement. De cette contradiction vient la supposition selon laquelle plus le montant du crédit demandé est important, plus grande ou petite est la probabilité de rationnement. Ceci implique que le signe attendu est indéterminé a priori. Cette variable de nature quantitative fait référence au montant de crédit (exprimé en dollars américains) contenu dans la dernière demande de financement de la PME.

2.2.9 LE SECTEUR D'ACTIVITÉ (SECT)

Cette variable se justifie par le fait que l'Institution Financière classique ou non, est toujours sensible à la nature d'activités dans lesquelles seront injectés les fonds à prêter. Certaines activités moins rentables accroissent le risque de défaut de l'emprunteur alors que d'autres plus rentables augmentent la capacité de remboursement de ce dernier. Dès lors une sélection des activités par le prêteur se révèle indispensable et pourrait conduire à exclure ou à rationner le crédit pour certaines PME ne présentant pas des projets porteurs. Pour simplifier l'exposé et tenant compte des différentes activités exercées par les PME dans la ville de Bukavu, cette variable de nature qualitative binaire est codifiée de la manière suivante : 0 si la PME veut œuvrer dans le commerce et 1 pour le reste des autres activités.

Par contre, nous ne savons prédire le signe attendu de cette variable sur la probabilité de rationnement.

2.2.10 LES GARANTIES OFFERTES PAR LA PME LORS DE L'INTRODUCTION DE SA DEMANDE DE FINANCEMENT (GARANT)

Dans la ville de Bukavu, les garanties privilégiées par les bailleurs de fonds sont des immeubles dont la valeur est souvent importante par rapport à celle de l'emprunt.

Cette variable est considérée comme dichotomique dans le modèle et prend deux valeurs : 0 selon que la PME enquêtée se déclare avoir présenté les garanties exigées par son prêteur et 1 sinon. On pourrait également se référer au total de l'actif immobilisé mais dans ce cas, cela serait limiter les garanties exigées par l'Institution de Microfinance au seul actif immobilisé.

Sur ce, nous avançons l'hypothèse selon laquelle les PME ayant présenté les garanties exigées par l'IMF seraient moins sujettes au rationnement. Le signe attendu de la variable « présentation des garanties exigées » dans le modèle est donc positif¹.

2.2.11 DURÉE DU PRÊT (DUREESOL)

Compte tenu de la réalité de notre milieu de recherche, les IMF veulent entrer en possession de leur argent à courte échéance entendu que les épargnants le leur demandent régulièrement. Dès lors, nous pensons qu'une PME qui demanderait un délai de remboursement élevé serait plus susceptible d'être rationnée qu'une autre qui exigerait moins. De ceci découle notre hypothèse d'existence d'une relation positive entre la probabilité de rationnement et la durée sollicitée.

2.3 SPÉCIFICATION FORMALISÉE DU MODÈLE

Compte tenu de l'objectif poursuivi par cette étude, nous nous faisons une représentation simplifiée pour bien comprendre, bien expliquer et au besoin, bien prédire la probabilité de rationnement des PME par les IMF de la ville de Bukavu.

La forme fonctionnelle du modèle à tester est la suivante :

$$\text{RATIONN} = \beta_0 + \beta_1 \text{RFR} + \beta_2 \text{RLI} + \beta_3 \text{RAUTO} + \beta_4 \text{RRE} + \beta_5 \text{TAILLE} + \beta_6 \text{RLONGTERM} + \beta_7 \text{SEXE} + \beta_8 \text{MONTANTSOLL} + \beta_9 \text{DUREESOLL} + \beta_{10} \text{SECT} + \beta_{11} \text{GARANT} + \Sigma$$

Ce modèle spécifié en coupe transversale s'inspire des travaux empiriques de Tuan-Anh PHUNG (2009) et Lahsen OUBDI & Aicha AMRHAR (2013) qui ont mené des recherches sur le rationnement de crédit des PME au Maroc et au Vietnam. Dans les deux études, nous y avons puisé l'inspiration sur les types des variables et leur unité de mesure ; la deuxième étude nous a été en plus utile dans la forme fonctionnelle à adopter.

En tout état de cause, ce modèle précédemment spécifié n'est qu'une présomption de la réalité. En effet, c'est tellement lacunaire de ne prendre en compte que les variables ci-haut décrites pour expliquer les déterminants du rationnement des Crédits. Il est possible de considérer d'autres variables ; c'est au regard de cet argumentaire que nous avons ajouté un terme aléatoire qui synthétise l'ensemble des informations non explicitées dans le modèle comme par exemple le niveau d'instruction et l'âge du chef de la PME, la taille du crédit, etc.

En revanche, la variable taux d'intérêt n'a pas été retenue dans la démarche tendant à prédire la probabilité de rationnement entendu que le taux d'intérêt est presque identique pour toutes les institutions de microfinance, pour tous les montants demandés et pour toutes les échéances.

3 PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS DE L'ESTIMATION

A la suite de l'application de la régression logistique, nous avons obtenu les premiers résultats (traitement effectué sur base du logiciel EVIEWS 3.1) résumés dans le tableau suivant :

¹ Dire que le signe attendu est positif n'implique pas une relation positive entre la probabilité de rationnement et la présentation des garanties. Cela tient à la codification de la variable exogène.

Tableau 1. Résultats de la première régression

Variables	Coefficient	Ecart-type.	z-Statistique	Probabilité
RLI	-14.55025	5.629640	-2.584579	0.0097*
RRE	-4.892638	3.033887	-1.612663	0.1068***
RAUTO	-4.068727	1.889046	-2.153852	0.0313*
RFR	1.946280	1.088402	1.788200	0.0737**
RLONGTERM	6.208931	2.233371	2.780071	0.0054*
SEXE	-2.501946	1.602351	-1.561422	0.1184***
GARANT	0.603406	1.972758	0.305869	0.2597***
SECT	0.018669	1.454027	0.012840	0.9898***
DUREESOLL	-0.009801	0.159608	-0.061405	0.9510***
MONTANTSOLL	0.045885	0.019313	2.375861	0.0175*
TAILLE	-4.790719	5.348117	-0.895777	0.3704***
C	21.31359	26.76721	0.796257	0.4259***
LR statistic (11 df)	49.23495	McFadden R-squared		0.729247
Probability(LR stat)	0.0029850			
ObswithDep=0	45			
ObswithDep=1	32			

*coefficients significatifs à 5% ** coefficients significatifs à 10% *** coefficients non significatifs

De prime à bord, il apparaît clairement que certaines variables exogènes ne sont pas significatives au seuil de signification de 0.05 au regard des probabilités respectives qui sont supérieures à 0.05.

Face à une telle situation, Régis Bourbonnais identifie plusieurs techniques de sélection des variables exogènes notamment la technique de Backward elimination ou élimination progressive. Cette procédure consiste sur le modèle complet à k variables explicatives, à éliminer de proche en proche (c'est-à-dire en réestimant l'équation après chaque élimination) les variables explicatives dont les ratios de student sont en dessous du seuil critique (R. BOURBONNAIS, 1991).

Après élimination progressive, des variables secteur dans lequel la PME prétendait investir le montant de crédit sollicité et la durée de crédit sollicitée, nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 2. Résultats de la régression après élimination progressive des variables

Variables	Coefficients	Ecart-type	z-Statistique	Probabilités
RLI	-14.46546	5.437004	-1.660558	0.0078*
RRE	-4.895965	2.877949	-1.701200	0.0389*
RAUTO	-4.072744	1.881254	-2.164909	0.0804**
RFR	1.968339	1.000980	1.966412	0.0493*
RLONGTERM	6.230138	2.206606	0.823403	0.0048*
SEXE	-2.530862	1.526315	-1.658151	0.0193*
GARANT	-0.603225	1.748703	0.344956	0.0301*
MONTANTSOLL	0.045537	0.017812	1.856545	0.0106*
TAILLE	-4.722325	5.178528	-0.911905	0.1018**
C	20.87842	25.63332	0.814503	0.4154***
LR statistic (9 df)	31.23102	McFadden R-squared		0.690209
Probability(LR stat)	0.0001703			
ObswithDep=0	45	Total obs		77
ObswithDep=1	32			

*coefficients significatifs à 5% ** coefficients significatifs à 10% ***coefficients non significatifs

Ces résultats sont globalement améliorés par rapport à ceux présentés précédemment.

Il ressort de la lecture des données fournies dans le tableau ci-haut que toutes les variables sont significatives au seuil de signification de 5% excepté les variables taille de la PME et le ratio d'autonomie financière qui le sont à 10%. Le coefficient

de détermination, ici le McFadden R-squared, qui résume le pouvoir explicatif du modèle se voit affaibli (passant de 72.92% à 69%) par l'élimination progressive de deux variables opérée sur le modèle initial. Néanmoins le test de Fisher Snedecor confirme que le modèle est globalement significatif au vu de la probabilité de 0.0001703 associée à $F=31.23$ et largement inférieure à 0.05. Cela confirme la bonté et la qualité de notre ajustement.

4 CONCLUSION

Le travail que nous concluons avait pour objectif de déceler les facteurs explicatifs du rationnement du crédit des PME par les IMF dans la ville de Bukavu. Pour y parvenir, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle les principaux déterminants du rationnement du crédit des PME engloberaient certains paramètres comptables, financiers et sociaux dont le ratio de fonds de roulement, le ratio d'autonomie financière, le ratio de rentabilité économique, le ratio de liquidité immédiate, la taille de la firme, la relation de long terme, le sexe de l'entrepreneur, le montant demandé du crédit, le secteur d'activité, les garanties offertes et la durée du prêt.

Sur base d'un échantillon aléatoire de 77 PME et après application de la régression logistique via le logiciel E-VIEWS 3.1, nous avons trouvé qu'au seuil de signification de 5% les facteurs qui expliquent le rationnement du crédit des PME par les IMFs positivement sont le ratio de fonds de roulement, le montant sollicité de crédit, la relation de long terme, les garanties offertes ; alors que le ratio de rentabilité économique, le ratio de liquidité immédiate ainsi que le sexe l'influencent négativement.

REFERENCES

- [1] L. NKOUKA & al, 2013, PME et Innovation : une analyse comparative entre le Cameroun, le Congo et la RDC, IDRC/CRDI, Dakar.
- [2] J.J. QUILES, 1997, Schumpeter et l'évolution économique : circuit, entrepreneur, capitalisme, Nathan, Paris.
- [3] RAM, 2005, SME access to financing: addressing the supply side of SME financing, REPSF Project n°04/003
- [4] E. BALEMBA, sd, Les déterminants de la structure financière des Petites et Moyennes Entreprises à Bukavu, Harmattan-UCB, Bukavu
- [5] L. OUBDI et A. AMRHAR, 2013, Rationnement du crédit en situation d'asymétrie d'information dans les PME de la ville Agadir : Résultats d'une enquête, 6ème Conférence internationale sur l'Economie et Gestion Des Réseaux « Economics and Management of Networks » EMN
- [6] CULL et al, 2006, Historical financing of small and medium size enterprises, Journal of Banking & Finance, vol. 30, no 11,
- [7] J. LEFILLEUR, 2009, Financer les PME dans un contexte de forte asymétrie d'information, La revue de Proparco, n°1
- [8] Tuan-Anh PHUNG, 2009, Le rationnement du crédit des PME (Le cas du Vietnam), Thèse de doctorat, Université MONTPELLIER I, Paris.
- [9] RAM (2005), SME access to financing: addressing the supply side of SME financing, REPSF Project n°04/003.
- [10] C. AIME TCHUMKAM, 2003, Analyse des déterminants de l'octroi du crédit bancaire aux entreprises : le cas d'Afriland First Banque, Mémoire de DESS, Université de Yaoundé II, Yaoundé.
- [11] COHEN, E., 2006, Analyse Financière, 6éd, Ed. Economica, Paris
- [12] SHARPE, 1990, Asymmetric information, Bank Lending, and implicit Contracts: a stylized Model of Customer Relationships, The journal of Finance 45.
- [13] PETERSEN, & RAGAN, 1994, "The benefits of Firmer-Creditor Relationships" In Quarterly Journal of Economics, vol. 110.
- [14] BOOT, 2000, "Relationship banking: What Do We Know? In Journal of Financial Intermediation 9.
- [15] BERGER et UDELL, 1985, "Relationship lending and lines of credit in small firm finance" In Journal of Business 68 (3).
- [16] Jean Luc MASTAKI NAMEGABE, 2012, Etude sur les Opportunités d'investissement d'Oxfam Novib dans le Secteur de Microfinance au Nord-Kivu/RD Congo, inédit.
- [17] BOURBONNAIS, R., 1991, Econométrie, éd. Dunod, Paris
- [18] CIRHUZA, N., et al, 2014, « Les déterminants du défaut de remboursement des crédits accordés aux PME par la Banque Commerciale du Congo-Agence de Bukavu (BCDC/Bukavu) » In Cahier du CERUKI, Nouvelle série, N°44.
- [19] CIRHUZA, N., et al, 2015, « Les déterminants du défaut de remboursement des prêts individuels à la coopérative d'épargne et de crédit de Cahi (coopec-cahi) » In Cahier du CERUKI, Nouvelle série, N°47.

**Régénération naturelle de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Leonard
(Leguminosae) au Jardin botanique S. Lisowski (Kisangani, République Démocratique du
Congo)**

**[Natural regeneration of *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Leonard
(Leguminosae) in the S. Lisowski botanical garden (Kisangani city, Democratic Republic
of the Congo)]**

Francine B. Kirongozi¹, Patience K. Kavira¹, Jacques N.B. Tchatchambe², Prosper Y. Sabongo², Justin A. Asimonyio¹, Pius T. Mpiana³, and Koto-te-Nyiwa Ngbolua³

¹Centre de Surveillance de la Biodiversité, Université de Kisangani, B.P. 2012, Kisangani, RD Congo

²Faculté des Sciences, Université de Kisangani, B.P. 2012, Kisangani, RD Congo

³Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190, Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of the present work was to evaluate the regeneration of *Gilbertiodendron dewevrei* in the Botanical garden of the Faculty of Science, University of Kisangani/DR Congo. 1.439 individuals were listed and gathered in various classes of size, diameter of stem and distribution around the carrying foot. 33 years after the establishment of this botanical garden, *Gilbertiodendron dewevrei* was transformed into a forest species. Indeed, it found ecological conditions similar to those of its medium of origin and which favor its optimal *ex situ* development. The individuals having the size ≤ 50 cm, are the most represented with 1055 individuals (73,3%) and numbers of individuals having a diameter ≤ 10 cm are higher with 1358 individuals (94,3%). The data on the carrying foot showed a good regeneration of the species. The number of individuals falls when classes progress in the ascending order. It is thus desirable that studies are regularly carried out on the species headlights of the botanical garden for a permanent follow-up of the evolution of their florula.

KEYWORDS: Congo basin, botanical garden, *ex situ* conservation, *Gilbertiodendron dewevrei*, DR Congo.

RESUME: Le présent travail avait pour but d'évaluer la régénération de *Gilbertiodendron dewevrei* au Jardin botanique de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani/RD Congo. 1.439 individus ont été recensés et regroupés en différentes classes de taille, de diamètre de tige et de distribution autour du pied porteur. 33 ans après l'implantation de ce jardin botanique, *Gilbertiodendron dewevrei* s'est transformé en une espèce de la forêt. En effet, il a trouvé des conditions écologiques similaires à celles de son milieu d'origine et qui sont favorables à son développement optimal *ex situ*. Les individus ayant la taille ≤ 50 cm, sont plus représentés avec 1055 individus (73,3%) et le nombre d'individus ayant un diamètre ≤ 10 cm sont plus élevés avec 1358 individus (94,3%). Les données sur le pied porteur ont montré une bonne régénération de l'espèce. Le nombre d'individus diminue lorsque les classes progressent dans l'ordre croissant. Il est donc souhaitable que des études soient régulièrement réalisées sur les espèces phares du jardin botanique en vue d'un suivi permanent de l'évolution de leur florule.

MOTS-CLEFS: Bassin du Congo, jardin botanique, conservation *ex situ*, *Gilbertiodendron dewevrei*, RD Congo.

1 INTRODUCTION

Les forêts tropicales humides figurent parmi les écosystèmes terrestres les plus diversifiés [1, 2]. En Afrique centrale, ces forêts sont souvent du type semi-caducifolié, hétérogène et riche en espèces tant animales que végétales. C'est notamment le cas du bloc forestier de la République démocratique du Congo considéré au plan mondial comme un véritable réservoir de la biodiversité [3-24].

A côté de ce type forestier hétérogène se développe également un autre type forestier moins diversifié et dominé par une seule espèce (forêt mono-dominante). L'existence de ce type dominé par une espèce reste une formidable énigme en écologie tropicale car cette mono-dominance induit une modification importante dans la composition floristique et la structure du massif forestier. Le cas le plus spectaculaire et le plus connu dans les forêts du bassin du Congo est la forêt mono-dominante à *Gilbertiodendron dewevrei* [25-28].

En République Démocratique du Congo, *Gilbertiodendron dewevrei* se rencontre partout. Cette espèce est surtout abondante dans une large auréole occupant le plateau qui entoure le bassin du Congo, mais ne forme des forêts étendues que sur les sols à argile rouge bien drainés mais à bonne rétention d'eau, dans la région de l'Ubangi, de l'Uélé et à l'Est de Kisangani, et dans la forêt de l'Ituri au centre de la Réserve de faune à Okapi [29]. Elle peut couvrir des milliers de Km² de forêts adjacentes aux types de forêts plus diversifiées [30]. *Gilbertiodendron dewevrei* forme des peuplements mono-dominants dans toute la région de la cuvette centrale du bassin du Congo à partir de la germination des graines tombées au sol.

Dans le jardin botanique de la Faculté des sciences, *Gilbertiodendron dewevrei* prend un élan assez remarquable qui, depuis son implantation en 1975 n'avait qu'un seul pied, mais actuellement, force est de constater une grande dynamique qui se manifeste en son sein.

La présente étude a été réalisée dans le but de contribuer d'évaluation de la régénération de *Gilbertiodendron dewevrei* au jardin botanique de la Faculté des sciences de l'Université de Kisangani en vue de présenter l'état actuel de son évolution.

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU MILIEU

Le jardin botanique Stanislas LISOWSKI de l'Université de Kisangani constitue notre milieu d'étude et est situé dans l'enceinte de la Faculté des Sciences, dans sa partie Sud-Est (ville de Kisangani). Il est situé près de l'équateur, à 25°11'longitude Est et 0°31'latitude Nord [31].

La figure 1 donne la localisation géographique de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani.

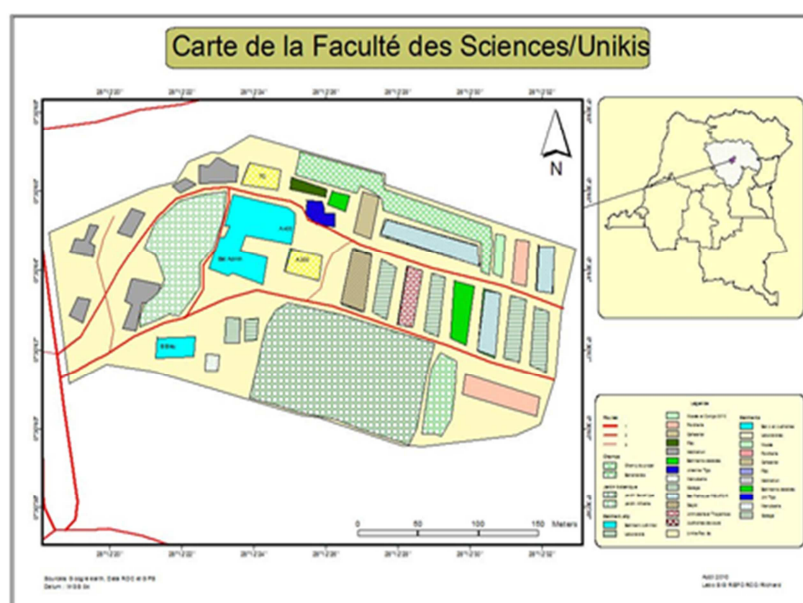


Figure 1: Localisation géographique de la Faculté des Sciences (Université de Kisangani, RD Congo)

Le Jardin botanique de la Faculté des Sciences renferme 13 lignes (1-13) et 7 colonnes (A-G) divisés en 91 parcelles séparées entre elles par une distance de 100 cm. L'inventaire floristique a été fait d'une parcelle à une autre dans le carré ci-dessous (figure 2). Sa superficie de 7.076 m qui s'étend sur une longueur de 116 m et une largeur de 61 m.

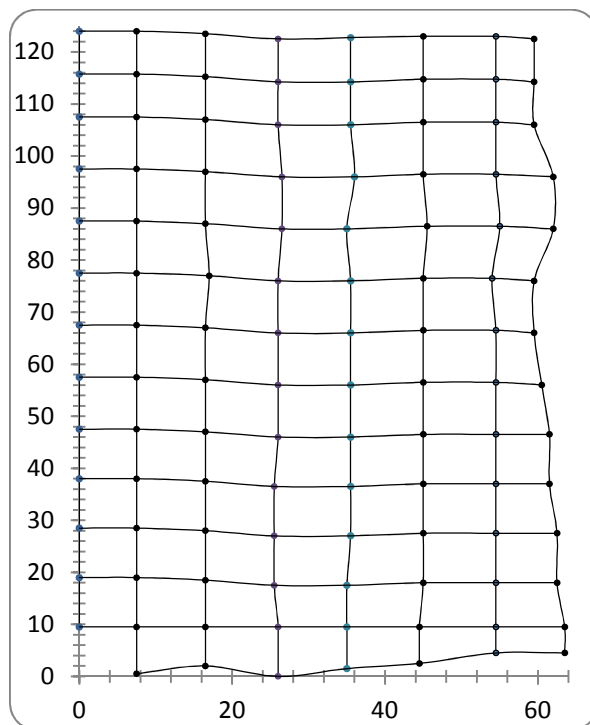


Figure 2: Schéma des parcelles du Jardin botanique de la Faculté des Sciences

2.2 MÉTHODES D'ÉTUDE

Le principe de la méthode adoptée était de faire la prospection du jardin pour voir la répartition de l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei*, de compter le nombre des parcelles contenant les plantules de cette espèce, de délimiter les parcelles, de faire le quadrillage des parcelles et l'inventaire de plantules de l'espèce. Seules les parcelles contenant les plantules de l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* ont été prises en compte. Au total 9 parcelles (figure 3) sur 91 que compte le jardin ont fait l'objet d'étude.

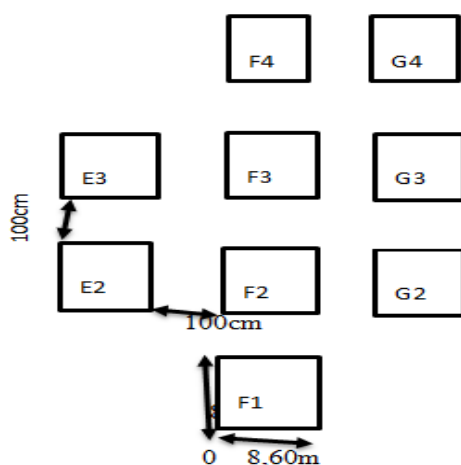


Figure 3: Distribution de 9 parcelles de travail (100 cm : la distance qui sépare la parcelle ; 8,60m : La grandeur de parcelle)

Ces neuf parcelles (E2, E3, F1, F2, F3, F4, G2, G3 et G4) contenant l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* ont été quadrillées, et ne sont pas juxtaposées, mais elles sont séparées entre elles par une distance de 100 cm.

Chaque parcelle a été divisée en 16 placettes (figure 4) dont la superficie moyenne est de 4,62 m². Les placettes pour les mensurations sont déterminées selon la méthode de quinconce souvent utilisé en phytotechnie [32, 33]. Elle a permis de couvrir en moyenne toute la surface de la parcelle, c'est-à-dire 82 placettes sur 144 de chaque parcelle ont été prises en comptes.

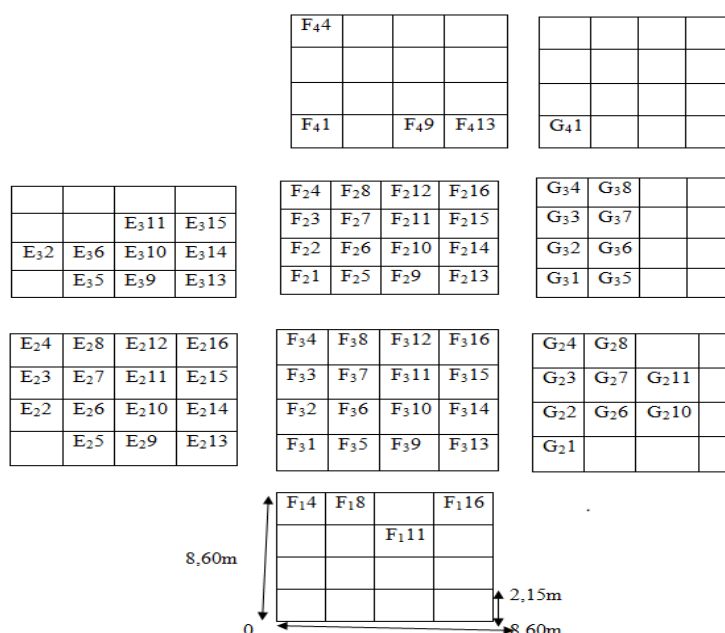


Figure 4: Choix de placettes selon la méthode de quinconce (8,60m : La grandeur de parcelle du jardin ; E2, E3, F1, F2, F3, F4, G2, G3 et G4: Le numéro de parcelle contenant les plantules de *Gilbertiodendron dewevrei* ; E, F et G : La rangée ; 1, 2, 3 et 4 : la ligne ; 2,15m : la grandeur de placettes du travail ; E22, F14.....et G21 : les placettes choisies).

Après la délimitation du terrain, nous avons évalué la taille de toutes les formes juvéniles, le diamètre et la circonférence du pied mère. Toutes les tiges supérieures ou égales à 50 cm de hauteur ont été inventoriées et leur diamètre a été mesuré à une hauteur de 20 cm à partir du sol (diamètre au niveau du collet). Toutes les tiges supérieures ou égales à 190 cm ont été aussi inventoriées, leur diamètre mesuré à une hauteur de 130 cm à partir du sol.

Toutes les formes juvéniles ont été regroupées selon les classes de taille (Classe ≤ 50 cm ; Classe de 50,1 – 100 cm ; Classe de 100,1-150 cm ; classe de 150,1 -190 cm ; classe ≥ 190 cm). Ce traitement avait pour but de mettre en évidence les classes d'occupation spatiale en vue de faire ressortir la structure démographique. Selon le diamètre de leur tige, les individus recensés ont été groupés en classe (classe ≤ 10 cm ; classe de 10,1-20 cm ; classe de 20,1-30 cm ; classe de 30,1- 40 cm ; classe de 40,1-50 cm ; Classe ≥ 50 cm).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

La figure 5 présente le jardin botanique S. Lisowski avec quelques espèces phares.



Figure 5 : Quelques espèces phares et le sous-bois du jardin botanique S. Lisowski (Faculté des Sciences, Université de Kisangani)

Dans l'ensemble des neuf parcelles du travail, nous avons inventorié 1439 individus appartenant à la classe de taille et diamètre différents.

3.1 CLASSE DE HAUTEUR

La figure 6 donne le nombre d'individus en fonction des classes de hauteur de *Gilbertiodendron dewevrei*.

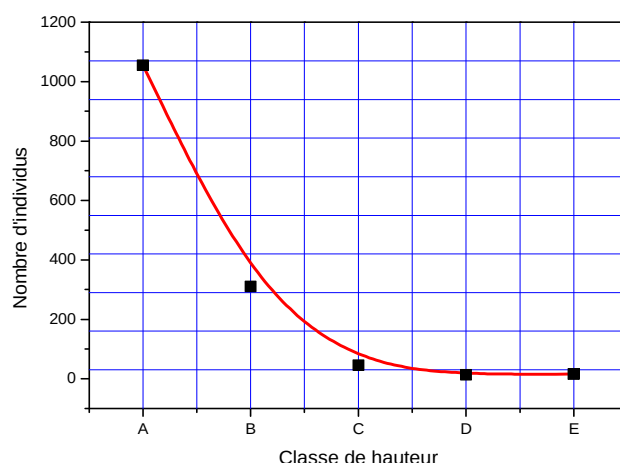


Figure 6: Classe de hauteur (A : classe ≤ 50 cm ; B : classe de 50,1-100 cm ; C : classe de 100,1-150 cm ; D : classe de 150,1-190 cm ; E : classe ≥ 190 cm)

Il ressort de l'histogramme ci-dessus que Sur 1439 individus recensés pour la classe de hauteur, 1055 soit 73,31% ont la taille $\leq$ à 50 cm. Elle comprend plus de la moitié du total d'individus juvéniles recensés. On constate que plus la taille de tige augmente, plus le nombre d'individus diminue. Ainsi au stade de recrutement, l'espèce ne connaît pas une forte mortalité de formes juvénile.

3.2 CLASSE DE DIAMÈTRE

Dans l'ensemble de neuf parcelles du travail, sur 1439 individus recensés, la quasi-totalité de ces individus se trouve dans la première classe de diamètre comme l'indique la figure 7 ci-dessous.

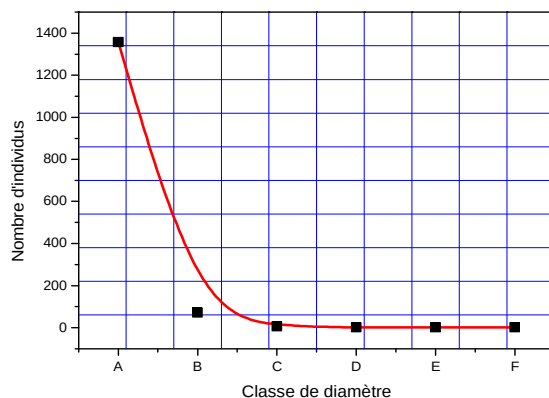


Figure 7: Classe de diamètre (A : classe ≤ 10 cm ; B : classe de 10,1-20 cm ; C : classe de 20,1-30 cm ; D : classe de 30,1-40 cm ; E : classe de 40,1-50 cm ; F : classe ≥ 50 cm)

Il ressort de cette figure que les individus qui assurent le remplacement de pieds porteurs ne représentent que 0,07%. Nous remarquons qu'au fur et à mesure que le diamètre augmente, plus le nombre d'individus n'est très faible. C'est ainsi qu'un survivant seulement a un diamètre supérieur à 50 cm de diamètre tandis que la première classe de diamètre contient un nombre important d'individus (94,37%). Ceci correspond à un taux de croissance de tige. Un pouvoir germinatif exceptionnel de *Gilbertiodendron dewevrei* et son tempérament d'ombre lui permettant d'attendre longuement qu'une place lui soit dévolue dans le dôme [33, 34] et aussi par la forte mortalité de l'espèce aux stades de recrutement, phénomène général de tous les êtres vivants.

3.3 DYNAMIQUE DE GILBERTIODENDRON DEWEVREI DANS LE JARDIN BOTANIQUE

L'espèce est bien épanouie dans les neuf parcelles du jardin. Nous croyons qu'elle a trouvé des conditions écologiques similaires à celles de leur milieu d'origine pour favoriser leur développement optimale. Ce qui explique son bon épanouissement dans le jardin [31]. Comme étant l'espèce des forêts, une bonne évolution des espèces citée par certains auteurs [26, 27, 34-36]. Comme étant caractéristiques de forêts climaciques peuvent-nous montrer qu'il y a déjà un début de conditions écologiques de ces forêts. L'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* est parmi les espèces qui supportent plus ou moins bien les conditions d'ombrage.

3.4 DISPERSION DE L'ESPECE AU SEIN DU JARDIN

Selon [36] et [37], la dispersion de l'espèce dépend de la combinaison de facteurs écologiques et migratoires des espèces. Dans notre étude, la dispersion de l'espèce dans l'enceinte du jardin est exprimée par la fréquence autrement appelé présence locale. L'analyse de la fréquence de l'espèce montre qu'il y a beaucoup d'espèce qui n'est représentées que dans 9 parcelles du jardin sur le 90. L'espèce s'est révélée très rependue dans l'extrémité droite du jardin botanique et avec une forte concentration dans les parcelles F2, F3 et E2. Il en est de même quand le nombre des tiges arborescentes est moindre, il aurait aussi beaucoup d'espèces qui vont se développer dans les parcelles. Ceci est réalisé notamment dans les parcelles F2, F3 et E2.

3.5 DISTRIBUTION DES INDIVIDUS JUVENILES PAR RAPPORT AU PIED PORTEUR

La distribution de formes juvéniles est proche de celle de diaspores qui tombent au sol. Elle est largement dépendante du mode de dissémination de ces diaspores. L'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* est de dissémination barochore, c'est-à-dire le fruit est une gousse qui tombe en projetant après son éclatement des graines lourdes vers le sol [33] a fait la même observation. Le résultat de comptage des plantules de *Gilbertiodendron dewevrei* retrouvées au tour du pied porteur de l'espèce qui montre une bonne régénération sous son pied. L'espèce s'est régénérée plus sous son pied avec 529 plantules dans la parcelle F3 ; 462 dans la parcelle F2 et 248 plantules dans E2.

Selon les observations sur le terrain, les plantules de la dite espèce manifeste une grande vitalité, nous osons croire qu'elles pourraient avoir un taux de mortalité faible. Cette idée est en accord avec les observations faites dans la transition entre la forêt primaire à *Gilbertiodendron dewevrei* et la forêt mixte à *Julbernardia seretii* et *Cynometra alexandri* à Epulu par [29]. *Gilbertiodendron dewevrei* du jardin botanique opère naturellement à la simplification de sa structure et de sa composition floristique. Ce qui conduit à la confirmation de notre hypothèse selon laquelle *Gilbertiodendron dewevrei* évoluerait de manière progressive.

3.6 DONNÉES SUR L'ÉVOLUTION FLORISTIQUE

Les différentes études floristiques effectués successivement dans le jardin botanique par [36, 38, 39] ont été comparé et analysé. On a constaté qu'il y a eu régression en nombre d'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* qui dans la même parcelle F3, en (1986) 53 pieds ; en (1996) 18 pieds et en (1999) 17 pieds. Au fil du temps et comparativement à l'année 2007, nous avons trouvé 529 pieds. Ce qui montre que l'espèce est en pleine expansion dans le Jardin. Nous remarquons qu'après son implantation, il y a un fort développement. Cela serait dû aux conditions favorables trouvées au jardin botanique.

3.7 DENSITÉ DE FORMES JUVÉNILES

En effet, sur les 144 placettes d'une densité moyenne de 4,62 m² que compte les 9 parcelles de 73,96m² de la densité, 82 placettes soit 56,9% contient les plantules de la dite espèce. C'est-à dire plus de la moitié de placettes. Cependant, 62 placettes seulement soit 43% se retrouvant dans ces 144 placettes n'ont pas les plantules de *Gilbertiodendron dewevrei*. Ce qui représente un nombre moins important par rapport au nombre total de placettes. Hormis la lumière comme facteur influençant la régénération naturelle, la présence de pied porteur a un rôle prépondérant sur la régénération de l'espèce. Cette prépondérance de pied porteur est justifiée par leur taille. Plus le pied porteur est grand, plus il produit des graines en grand nombre.

Selon [37] et [40], quand il y a une plante qui émergent au-dessus de la masse végétale, elle intercepte l'énergie radiative au dépend des autres qui sont situées en dessous. Cette affirmation montre que quand les nombres des tiges végétales sont élevés dans une parcelle, il y aura moins d'espèces dans celle-ci.

Cette affirmation est effective dans certaines parcelles comme E3, F1, F4, G2, G3 et G4 où il y a présence des autres espèces arborescentes à une grande couverture végétale ce qui rend moins le nombre de l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* dans celle-ci.

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Le présent travail avait pour but d'évaluer la régénération de *Gilbertiodendron dewevrei* au jardin botanique de la Faculté des sciences de l'Université de Kisangani. Il ressort de cette étude que 1439 individus ont été recensés et regroupés dans les classes de hauteur, de diamètre de tige et de distribution autour du pied porteur.

Après son implantation en 1975, *Gilbertiodendron dewevrei* du jardin botanique s'est transformé en une espèce de la forêt. Il a trouvé des conditions écologiques similaires à celles de son milieu naturel favorables à son développement optimal. Les individus ayant la taille ≤ 50 cm, sont plus représentés (1055 individus, soit 73,3%) et les individus ayant un diamètre ≤ 10 cm sont plus nombreux (1358 individus, soit 94,3%). Les données sur le pied porteur ont montré une bonne régénération de l'espèce. Cependant, le nombre d'individus diminue lorsque les classes de hauteur et de diamètre progressent dans l'ordre croissant.

Nos résultats indiquent que l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* est susceptible d'être introduite dans des petites parcelles en vue d'un aménagement naturel de la forêt qui ne perturberait pas son équilibre biologique. Ainsi, nous suggérons que des études portant plus spécialement sur la régénération des espèces phares de ce jardin botanique, soient régulièrement réalisées dans l'avenir après des périodes fixées en vue d'un suivi permanent de l'évolution de leur florule.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Université de Kisangani (République démocratique du Congo) et plus spécialement la Faculté des Sciences et le Centre de surveillance de la biodiversité pour leur soutien.

REFERENCES

- [1] A.H. Gentry, C.H. Dodson. Contribution of non-trees to species richness of a Tropical rainforest. Biotropica Vol. 19, pp. 149-156, 1987.
- [2] R. Valencia, R.B. Foster, G. Villa, R. Condit, J.C. Svenning, K. Romoleroux, E. Losos, E. Magard, H. Balslev. Tree species distributions and local habitat Variation in the Amazon: a large forest plot in eastern Ecuador. Journal of Ecology Vol. 92, pp. 214-229, 2004.
- [3] J.A. Asimonyio, K. Kambale, E. Shutsha, G.N. Bongo, D.S.T. Tshibangu, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Phytoecological Study of Uma Forest (Kisangani City, Democratic Republic Of The Congo). J. of Advanced Botany and Zoology, V3I2. DOI: 10.15297/JABZ.V3I2.01, 2015.
- [4] J.A. Asimonyio, J.C. Ngabu, C.B. Lomba, C.M. Falanga, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Structure et diversité d'un peuplement forestier hétérogène dans le bloc sud de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 18, no. 2, pp. 241-251, 2015.
- [5] B.G. Badjedjea, B.J. Akuboy, M.F. Masudi, J.A. Asimonyio, K.P. Museu, K.N. Ngbolua. A preliminary survey of the amphibian fauna of Kisangani eco-region, Democratic Republic of the Congo. J. of Advanced Botany and Zoology, V3I4. DOI: 10.15297/JABZ.V3I4.01, 2015.
- [6] P. Baelo, J.A. Asimonyio, S. Gambalemoke, N. Amundala, R. Kiakenya, E. Verheyen, A. Laudisoit, K.N. Ngbolua. Reproduction et structure des populations des Sciuridae (Rodentia, Mammalia) de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, RD Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 23, no. 2, pp. 428-442, 2016.
- [7] P. Baelo, C. Kahandi, J. Akuboyi1, J.L. Juakaly, K.N. Ngbolua. Contribution à l'étude de la biodiversité et de l'écologie des Araignées du sol dans un champ cultivé de Manihot esculenta Crantz (Euphorbiaceae) à Kisangani, RD Congo. International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 23, no. 2, pp. 412-418, 2016.
- [8] J.K. Kambale, F.M. Feza, J.M. Tsongo, J.A. Asimonyio, S. Mapeta, H. Nshimba, B.Z. Gbolo, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. La filière bois-énergie et dégradation des écosystèmes forestiers en milieu périurbain: Enjeux et incidence sur les riverains de l'île Mbiye à Kisangani (République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 21, no. 1, pp. 51-60, 2016.

- [9] J.-L.K. Kambale, J.A. Asimonyio, R.E. Shutsha, E.W. Katembo, J.M. Tsongo, P.K. Kavira, E.I. Yokana, K.K. Bukasa, H.S. Nshimba, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Etudes floristique et structurale des forêts dans le domaine de chasse de Rubi-Télé (Province de Bas-Uélé, République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 24, no. 2, pp. 309-321, 2016.
- [10] J.-L.K. Kambale, R.E. Shutsha, E.W. Katembo, J.M. Omatoko, F.B. Kirongozi, O.D. Basa, E.P. Bugenthoo, E.I. Yokana, K.K. Bukasa, H.S. Nshimba, K.N. Ngbolua. Etude floristique et structurale de deux groupements végétaux mixtes sur terre hydromorphe et ferme de la forêt de Kponyo (Province du Bas-Uélé, R.D. Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 24, no. 2, pp. 300-308, 2016.
- [11] P.K. Kavira, F.B. Kirongozi, J.-L.K. Kambale, J.M. Tsongo, N.A. Shalufa, K.K. Bukasa, P.Y. Sabongo, H.K. Nzapu, K.N. Ngbolua. Caractéristiques de la régénération naturelle du sous-bois forestier du Jardin botanique S. Lisowski (Kisangani, République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 24, no. 2, pp. 322-331, 2016.
- [12] T.B. Mambo, J.U. Thumitho, E.L. Tambwe, C.M. Danadu, J.A. Asimonyio, A.B. Kankonda, J.A. Ulyel, C.M. Falanga, K.N. Ngbolua. Etude qualitative du régime alimentaire de *Hippopotamys psittacus* (Boulenger, 1897: Osteiglossiformes, Mormyridae) du fleuve Congo à Kisangani (RD Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 21, no. 2, pp. 321-329, 2016.
- [13] F.M. Masudi, A. Dudu, G. Katuala, J.A. Asimonyio, P.K. Museu, B.Z. Gbolo, K.N. Ngbolua, 2016. Biodiversité des rongeurs et Soricomorphes de champs de cultures mixtes de la région de Kisangani, République Démocratique du Congo. International Journal of Innovation and Applied Studies Vol. 14, no. 2, pp. 327-339, 2016.
- [14] K.N. Ngbolua, J.A. Asimonyio, N. Ndrodza, B. Mambo, P. Bugenthoo, Y. Isangi, J.K. Mukirania, L. Ratsina, N.K. Ngombe, P.T. Mpiana. Valeur nutritive et teneur en acide cyanhydrique de huit espèces végétales consommées par *Okapia johnstoni* (Mammalia: Giraffidae) en République Démocratique du Congo. International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 23, no. 2, pp. 419-427, 2016.
- [15] K.N. Ngbolua, B.G. Badjedjea, B.J. Akuboy, M.F. Masudi, J.A. Asimonyio, G.N. Bongo, A.D. Siasia. Contribution to the Knowledge of Amphibians of Kponyo village (DR Congo). J. of Advanced Botany and Zoology, V4I1 DOI: 10.15297/JABZ.V4I1.04, 2016.
- [16] K.N. Ngbolua., A. Mafoto, M. Molongo, G.M. Ngemale, C.A Masengo, Z.B. Gbolo, P.T. Mpiana, G.N. Bongo. Contribution to the Inventory of "Protected Animals" Sold As Bush Meats in Some Markets of Nord Ubangi Province, Democratic Republic Of The Congo. J. of Advanced Botany and Zoology, V3I2. DOI: 10.15297/JABZ.V3I2.02, 2015.
- [17] K.N. Ngbolua, A. Mafoto, M. Molongo, J.P. Magbukudua, G.M. Ngemale, C.A. Masengo, K. Patrick, H. Yabuda, J. Zama, F. Veke. Evidence of new geographic localization of *Okapia johnstoni* (Giraffidae) in Democratic Republic of the Congo: The rainforest of "Nord Ubangi" district. Journal of Advanced Botany & Zoology. V2I1. DOI: 10.15297/JABZ.V2I1.02, 2014.
- [18] K.N. Ngbolua, G.M. Ngemale., N.F. Konzi, C.A. Masengo, Z.B. Gbolo, B.M. Bangata., T.S. Yangba, N. Gbiangbada. Utilisation de produits forestiers non ligneux à Gbadolite (District du Nord-Ubangi, Province de l'Equateur, R.D. Congo): Cas de *Cola acuminata* (P.Beauv.) Schott & Endl. (Malvaceae) et de *Piper guineense* Schumach. & Thonn. (Piperaceae). Congo Sciences Vol. 2, no. 2, pp. 61-66, 2014.
- [19] J. Omatoko, H. Nshimba, J. Bogaert, J. Lejoly, R. Shutsha, J.P. Shaumba, J. Asimonyio, K.N. Ngbolua. Etudes floristique et structurale des peuplements sur sols argileux à *Pericopsis elata* et sableux à *Julbernardia seretii* dans la forêt de plaine de UMA en République Démocratique du Congo. International Journal of Innovation and Applied Studies Vol. 13, no. 2, pp. 452-463, 2015.
- [20] J.U. Thumitho, T.B. Mambo, C.C. Urom, J.C. Ngab'u, A.B. Kankonda, A.P. Ulyel, M.G. Ngemale, K.N. Ngbolua. Ecologie alimentaire de *Ichthyoborus besse congolensis* (Giltay, 1930 ;Teleostei: Distichodontidae) de rivière Biaro et son affluent Yoko dans la Réserve forestière de Yoko (RD Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research, Vol. 21, no. 2, pp. 330-341.
- [21] J.M. Tsongo , P. Sabongo , J.K. Kambale , B.T. Malombo , E.W. Katembo , P.K. Kavira , J.A. Asimonyio , P.M. Konga , K.N. Ngbolua. Régénération naturelle de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard (Leguminosae) dans la réserve forestière de Masako à Kisangani, République Démocratique du Congo. International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 21, no. 1, pp. 61-68, 2016.
- [22] J.B. Akuboy, F. Bapeamoni, G. Tungaluna, G.B. Badjedjea, L. Baelo, J.A. Asimonyio, A. Laudisoit, A. Dudu, K.N. Ngbolua. Diversité et répartition des ophiidiens (Reptilia) dans les trois aires protégées de la province orientale RD .Congo, International journal of innovation and Scientific Research Vol. 23, no. 2, pp. 476-484. 2016.
- [23] E.Y. Isangi, E.M. Katungu, C.K. Mukirania, J.K. Kosele, P. Baelo, E.P. Bugenthoo, S. Gambalemoke, J.A. Asimonyio, K.N. Ngbolua. Biodiversité des rongeurs et musaraignes de la forêt de Yasikia (Opala, République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 26, no. 1, pp. 146-160, 2016.

- [24] E. Okangola, E. Solomo, Y. Lituka, W.B. Tchatchambe, M. Mate, A. Upoki, A. Dudu, J.A. Asimonyio, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Etude ethnobotanique et floristique de quelques plantes hôtes des chenilles comestibles à usage médicinal dans le secteur de Bakumu-Mangongo (Territoire d'Ubundu, Province de la Tshopo, RD Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 26, no. 1, pp. 161-168, 2016.
- [25] E. Fonty. Etude de l'écologie du *Spirotropis longifolia* DC Baill. (Leguminosae-papilionoideae) Espèce monodominante dans les forêts de Guyane Française. Thèse de doctorat, Université Montpellier II. Sciences Techniques. France, 2011.
- [26] J. Lebrun, G. Gilbert. Une classification écologique des forêts du Congo Publ. INEAC, Série SC. no 63, 89p., 1954.
- [27] G. Gilbert, G. Troupin. Flore du Congo Belge et du Rwanda-Urundi. Spermatophytes. Myristicaceae, Vol. 2, (Publ. I.N.E.A.C, Bxl), pp. 390-399, 1951.
- [28] T.B. Hart. The ecology of a single-species-dominant forest and of a mixed forest in Zaire, Africa. Michigan State University, East Lansing, 1985.
- [29] N. Ewango. Contribution à l'étude structurale de la forêt monodominante à *Gilbertiodendron dewevrei* de la Réserve de Faune à Okapi. Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 1994.
- [30] M. Masiala. Analyse d'une zone de contact de la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) J. Léonard avec la forêt semi-caducifoliée dans la réserve de la Yoko nord (RDC). Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 2009.
- [31] M. Nyakabwa. Phytocenose de l'écosystème urbain de Kisangani (RDC). Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 1982.
- [32] B. Bikumbu. Observation sur le premier stade de la régénération naturelle de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard. Dans la forêt primaire de Masako à Kisangani (RDC). Monographie. Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 1994.
- [33] B.S. Marimon, J.M. Felfili, M. Haridasan. Studies in monodominant forests in eastern Mato Grosso, Brazil: I. A forest of *Brosimum rubescens* Taub. *Journal of Botany* Vol. 58, pp. 123-137, 2001.
- [34] J. Louis. Contribution à l'étude des forêts équatoriales congolaises. C.R. Sem. Agr. INEAC Yangambi, pp. 902-924, 1944.
- [35] R. Devred. La végétation forestière du Congo Belge et du Ruanda-Urundi. *Bull. Soc. Roy. For. Belg.* Vol. 65, no. 6, pp. 409- 468, 1958.
- [36] S. Kasereka. Flore et aspects dynamiques du jardin botanique de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani. Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 1996.
- [37] N.D. Gross, S.D. Torti, D.H. Feener, P.D. Coley. Monodominance in an African Rainforest: is reduced herbivory important? *Biotropica* Vol. 32, no. 3, pp. 430-439, 2000.
- [38] B. Toirambe. Inventaire des plantes cultivées au jardin botanique de la Faculté des Sciences. Monographie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 1986.
- [39] B. Likunde. Contribution à l'étude floristique de la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* (De. Wild) Léonard de Yalisombo (Kisangani, RDC). Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 1987.
- [40] B. Kirongozi. Contribution à l'étude structurale de la forêt monodominante à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild. J. Léonard) basée sur les individus matures dans la Reserve forestière de Masako. RD Congo. Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République démocratique du Congo, 2010.

ETUDE DE L'IMPACT DES DECHETS PRODUITS DANS LES GRANDS ETABLISSEMENTS DU GROUPEMENT D'IRHAMB-KATANA, TERRITOIRE DE KABARE, EST DE LA RD CONGO

[SURVEY OF THE IMPACT OF WASTES PRODUCED BY THE GREAT ESTABLISHMENT OF IRHAMB-KATANA GROUPING, TERRITORY OF KABARE, EAST OF THE DR CONGO]

Elige KUJIRABWINJA RUCHACHURA, Justin RUJAMIZI MULUMKONE, and Ducaux CIZA BJIRIRI

Département de l'Environnement, Institut Supérieur des Techniques de Développement (ISTD)-Mulungu, Sud-Kivu, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A survey has been conducted on the impact of wastes produced in the great establishments of Irhambi-Katana grouping, territory of Kabare, East of the Democratic Republic of the Congo. This study aimed to identify the impact of wastes produced by the great establishments of Irhambi-Katana grouping on human, the surrounding population and the environment. For reaching this objective, we used the method of collection of data by a questionnaire of inquiry and an interview in the great establishments of our study medium. After this inquiry and the analysis of the data collected, we accepted that the wastes in the great establishments of Irhambi-Katana grouping are bad stored according to the results found from our inquiries, the bad storage of the wastes in the great institutions of the Irhambi-Katana grouping sweeps along diseases and the nature pollution (atmospheric, of the water and of the soil) and the sensitization by an environmentalist agent and the creation of dump for wastes are the means for fighting against the consequences of these lasts on the environment and the human health. Thus, we recommended to the government to command respect the law on the wastes management and to the great establishments of Irhambi-Katana grouping to evacuate the wastes that they produce far from themselves for safeguarding the environment, the human and the surrounding population.

KEYWORDS: Impact, Wastes, Management, great establishments, Irhambi-Katana, DR Congo.

RÉSUMÉ: Une étude a été menée sur l'impact des déchets produits dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana, territoire de Kabare, Est de la République Démocratique du Congo. Cette étude visait à identifier l'impact des déchets produits par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana sur l'homme, la population leur environnement et l'environnement. Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé la méthode de collecte des données par un questionnaire d'enquête et une interview dans les grands établissements de notre milieu d'étude. Après cette enquête et l'analyse des données recueillies, nous avons retenu ce que les déchets dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana sont mal stockés selon les résultats trouvés à partir de nos enquêtes, le mauvais stockage des déchets dans les grandes institutions du groupement d'Irhambi-Katana entraîne les maladies et la pollution de la nature (atmosphérique, de l'eau et du sol) et que la sensibilisation par un agent environnementaliste et la création des dépotoirs pour les déchets sont les moyens pour lutter contre les conséquences de ces derniers sur l'environnement et la santé humaine. Ainsi, nous avons recommandé que le gouvernement fasse respecter la loi sur la gestion des déchets et les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana, d'évacuer les déchets qu'ils produisent loin d'eux pour sauvegarder l'environnement, l'homme et la population environnante.

MOTS-CLEFS: Impact, Déchets, Gestion, Grands établissements, Irhambi-Katana, RD Congo.

1 INTRODUCTION

L'environnement et la santé dans le milieu rural des pays en développement sont confrontés à des menaces diverses [1]. L'expansion des villages, la croissance démographique, la diffusion universelle du mode de vie rurale exercent désormais une action extrêmement diverse et sans cesse grandissante sur l'état de l'environnement [2]. Ces villages qui aspirent à une dynamique de développement susceptible d'améliorer leur vécu sont confrontés aux conséquences néfastes des déchets sur la qualité de vie, l'environnement et la santé publique.

Il a été démontré qu'à la suite des activités diverses, l'homme produit des déchets et des résidus d'une manière exorbitante. Dans les villes des pays en développement, la production des déchets serait en moyenne de l'ordre de 0,75 kg par habitant et par jour avec des disparités entre les quartiers d'habitat spontané (0,3 kg par habitant et par jour) et les quartiers de "luxe" (1,4 kg par habitant et par jour) [3] et [4]. Au niveau de la composition, les matières fermentescibles sont prédominantes, elles atteignent 40-50 %, voire même plus, contre 25 % en Europe [5].

En France, la production des déchets ménagers est de l'ordre de 1 kg par habitant et par jour. Les déchets issus de la maison sont composés d'environ 45 % de déchets recyclables (papiers, emballages, verre) dont une partie est captée par la collecte sélective, de 20 % de déchets putrescibles (cuisine, jardin), et de 35 % de divers autres déchets (plastiques non recyclables, papiers souillés ou couches, « déchets fins », ...) [6], [3] et [7]. Aux Etats-Unis, les déchets hospitaliers sont estimés à 158 millions de tonnes par an et en France, les déchets hospitaliers et diffus sont estimés à 1,4 millions de tonnes par an [8]. Dans ces déchets divers, on trouve les déchets encombrants des ménages (déchets verts, déblais et gravats, ferrailles...), qui représentent en gros un tiers du total collecté. Ces chiffres varient d'une collectivité à l'autre, mais les ordres de grandeur restent les mêmes. Ce phénomène n'est pas propre seulement aux pays développés, mais aussi aux pays en voie de développement qui manquent souvent les moyens adéquats pour les résoudre ; ce qui entraîne des conséquences désastreuses sur l'hygiène des hommes ainsi que le milieu [9] et [3].

Le problème des déchets devient de plus en plus préoccupant en raison du caractère polluant, voire toxique, dans certains cas. Bien plus, certains d'entre eux sont difficilement dégradables et sont ainsi rémanents [10]. De plus, le débordement des eaux de ruissellement dû pour la plupart de l'obstruction des caniveaux suite au stockage des déchets dans des canalisations, rivières, ruisseaux sur la voie publique est à la base des dégâts matériels et humains très importants. Dans certaines collectivités, les dépotoirs sont à ciel ouvert à côté des maisons. Ces différents dépotoirs constituent des réservoirs d'insectes nuisibles et des microbes responsables des plusieurs maladies mortelles, ce qui constitue des véritables problèmes de santé publique [11] et [12].

[6] soulignent la contribution des décharges sauvages dans la pollution atmosphérique ou par dispersion des polluants en surface ou encore par percolation d'eaux contaminées. Ces auteurs donnent, par ailleurs, différentes modalités suivant lesquelles des contaminants chimiques ou microbiologiques ayant pour origine les déchets bruts ou les résidus encore actifs stockés dans des conditions de confinement insuffisantes peuvent se répandre dans le milieu.

Au sein du groupement d'Irhambi-Katana, les déchets sont éparpillés dans la nature sans respect des règles d'hygiène et de la législation en matière de gestion des déchets. Ainsi, ces déchets peuvent se répandre dans le milieu par la percolation des lixiviats, le ruissellement d'eaux de lessivage vers des cours d'eau voisins, ou encore par dégazage des composés volatils piégés dans la matrice des déchets qui s'échappent dans l'air extérieur ou par envol des débris et poussières.

Les études menées sur les déchets dans le groupement d'Irhambi-Katana concernent les risques potentiels des déchets domestiques sur la santé des populations en milieu rural: cas d'Irhambi Katana, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo [13], la gestion des déchets hospitaliers à l'hôpital de référence de la FOMULAC Katana [14], la gestion des déchets médicaux en milieux ruraux de la zone de santé de Katana [15] et l'étude des déchets ménagers en milieu rural : cas du groupement d'Irhambi-Katana [16]. Néanmoins, aucune étude liée sur l'impact des déchets produits dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana n'a jamais été faite. C'est pourquoi, nous nous sommes intéressés à cet aspect mais qui se rapporte sur l'impact des déchets dans les grandes institutions du groupement d'Irhambi-Katana, territoire de Kabare, à l'Est de la République Démocratique du Congo. Ainsi, les déchets produits dans les grandes institutions du groupement d'Irhambi-Katana seraient mal stockés, le mauvais stockage de ces déchets entraîneraient des cas de pollution de la nature (atmosphérique, de l'eau et du sol) et la sensibilisation par un agent environnementaliste et la création des dépotoirs pour les déchets seraient les moyens pour lutter contre les conséquences de ces déchets sur l'environnement et la santé humaine. Cette étude vise à identifier l'impact des déchets produits par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana sur l'homme, la population leur environnant et l'environnement.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Le groupement d'Irhambi-Katana se trouve compris entre 2° 30' de latitude Sud et 28° 30' de longitude Est. Il est limité au Nord et à l'Ouest par le territoire de KALEHE, au Sud par le Groupement de BUGORHE alors qu'à l'Est, il est baigné par le lac Kivu et à l'Ouest par le Parc National de Kahuzi-Biega. Situé dans le Graben Est-Africain ou logent des nombreux lacs, le Groupement d'Irhambi-Katana fait partie des hautes terres du Kivu.

Son relief a été marqué dans son ensemble par des mouvements tectoniques qui ont affecté l'Afrique Orientale. De l'Est à l'Ouest, on note la présence de trois paliers plus au moins étagés. Ils correspondent aux anciens fonds de Graben respectivement à 1580 m (centre commercial de Katana), à 1750 m (Lwiro-Katana) et à 2200 m (au niveau de Tshibati) [17].

Au Nord, ces paliers se confondent en un seul. Celui-ci s'individualise par la « Falaise de la faille du mur » au bord du lac et domine la baie de Kalehe [17].

Les plaines côtières sont rares. La côte, très découpée, abrite et rocheuse comporte d'importante baie. La presqu'île de Kadjuchu est la seule à noter. L'Ouest est un ensemble montagneux s'étendant suivant une ligne générale Nord-Sud et dont le point culminant s'élève à environ 3300 m sur le Mont Kahuzi.

D'une façon générale, l'altitude de Katana augmente progressivement d'Est vers l'Ouest. C'est ainsi qu'elle est de 1470 m à CIBALE (Mwanda) [18].

De 1580 m au centre commercial de Katana pour passer respectivement à 2074 m à Kahungu [19] et à plus de 2200 m à Tshibati.

Cette disposition du relief influe énormément sur le climat marqué par l'altitude et la proximité du lac. La température reste modérée et diminue par l'altitude. L'isotherme de 18° C se situe entre 1800 m et 1900 m. A 2000 m, la température passe à 17°C et même 16°C. Les pluies sont également marquées par les mêmes facteurs. Elles restent suffisantes pendant toute l'année avec une moyenne annuelle supérieure à 1000 m. Seuls les mois de juin, juillet et août reçoivent une faible quantité de pluie. C'est la véritable saison sèche. Le climat de Katana à 2° latitude Sud est un climat tropical, tempéré par l'altitude. Malgré cette répartition des précipitations suivant les saisons, on note de légères variations dans le régime. La région de Katana fait partie intégrante des hautes terres du Kivu. A l'exception de quelques plaines côtières étroites et d'aspect marécageux. Le relief influe beaucoup sur le climat de la région qui connaît des pluies orographiques dans l'Ouest montagneux.

Ce relief permet d'avoir une fraîcheur pendant la saison sèche. Ce qui modifie considérablement la température (20°C en moyenne). Certaines différences climatiques régionales existent dans le groupement d'Irhambi-Katana. C'est ainsi que les régions d'altitude à l'Ouest (LUCIGA) sont fraîches en juillet et en août, alors que les régions riveraines connaissent une sécheresse pendant la même saison. Cela influence particulièrement la vie agricole et introduit des contraintes régionales. La vie du lac Kivu dans le Graben connaît des températures élevées et moins de pluies que la région au pied du Mont Kahuzi (Kahungu, Kabushwa, Tshibati) avec des températures fraîches et pluies orographiques. Cette abondance des pluies pendant une bonne partie de l'année et la variation des températures moyennes sont des effets positifs sur la végétation. La végétation du fond du Graben congolais comporte une série de groupements sclérophylles dont ceux du lac Kivu présentent certains aspects particuliers en raison de l'altitude et des conditions climatiques spéciales [20].

A Katana, la végétation primaire a été détruite sous l'action de l'homme. Toutefois, on rencontre encore une forêt de bambous aux flancs des premiers contreforts de l'ensemble montagneux de Kahuzi. Ce domaine forestier de l'Ouest est un véritable refuge des animaux sauvages. Par contre les régions basses de l'Est se caractérisent par leurs champs et leurs bananeraies.

L'hydrographie du Groupement d'Irhambi-Katana est dominée par le lac Kivu. Ce dernier touche toute la partie Est de Katana. Parmi les six localités que contient ce groupement, trois touchent le lac Kivu entre autre : Mwanda, Kabamba et Kadjuchu. La disposition du relief influe, non seulement sur le climat mais aussi sur la direction du réseau hydrographique.

En effet, toutes les rivières partent de la chaîne montagneuse de l'Ouest pour se jeter dans les différentes baies du lac Kivu, qui constitue l'essentiel de l'hydrographie de la région. Il s'agit d'un réseau hydrographique tributaire de ce même lac. Les rivières ont un caractère torrentiel et coulent dans les gorges très profondes, sauf en aval ou elles traversent des zones marécageuses parce que la nappe phréatique est située à une faible profondeur.

Le lac Kivu est d'une grande importance économique pour le groupement d'Irhambi-Katana car s'en sert pour la pêche et comme voie de communication ; donc facilite plus ou moins la population riveraine de faire le commerce par voie lacustre.

Le groupement d'Irhambi-Katana se trouve localisé dans la zone ayant connu des épanchements volcaniques du Sud-Ouest du lac Kivu, possède un sol très fertile. Ce sol où l'action érosive n'est pas aussi intense permet d'avoir des rendements plus élevés. Ses principales roches sont des basaltes [21].

Sur les plateaux où la couche humifère est très importante, la fertilité est très bonne ; sur les versants par contre, les sols sont plus ou moins décapés et leur potentiel agricole diminue rapidement avec la pente. C'est ainsi que les zones au pied des collines seront favorisées et connaîtront une accumulation des alluvions [22]. Les sols des bas-fonds sont des formations colluvionnaires, soit alluvionnaires.

La notion de densité est intéressante car elle permet d'établir des comparaisons entre diverses zones de peuplement. C'est ainsi qu'à l'intérieur d'une même région, la densité peut être variable. Avec une population de 80780 âmes et une superficie totale de 93 km²[23].

La fertilité du sol, la coutume et l'installation des différentes infrastructures sociales dans la région expliquent l'origine de cette forte densité. La population d'Irhambi-Katana a connu une forte croissance : par contre les superficies qui sont disponibles pour cette population n'ont pas changé. Or, nous avons souligné que la population d'Irhambi-Katana est essentiellement agricole. Cela a donc des répercussions sur les activités agricoles de la population. Autrement dit, cette situation a beaucoup modifié le système de culture et freiné la production dans ce domaine. En plus des activités agricoles, la population se tourne de plus en plus vers d'autres occupations souvent rémunératrices. Toutefois, l'agriculture reste l'activité prédominante dans la région.

2.2 COLLECTE DES DONNÉES

La collecte des données s'est faite à travers un questionnaire d'enquête soutenu par une interview semi-structurée couplée des entretiens avec différents acteurs. Ainsi, nous avons utilisé:

- Les questions ouvertes et semi-ouvertes: pour avoir les informations sur les différents problèmes que les enquêtés rencontrent dans la gestion des déchets.
- Les questions fermées: pour avoir des informations sur l'acquisition des poubelles pour collecter les déchets et les conséquences des déchets sur l'environnement, l'homme et la population environnante.
- Une interview ou entretien: l'interview ou entretien est un procédé d'investigation scientifique ou un speech even qu'utilise un processus en rapport avec le but fixé [24], [25] et [26]. Dans ce travail, nous avons utilisé l'interview semi-structurée couplée à des entretiens avec différents acteurs impliqués dans la gestion des déchets dans le groupement d'Irhambi-Katana.

2.3 DEPOUILLEMENT DES DONNEES DE L'ENQUETE

Les résultats de l'enquête ont été enregistrés sur les fiches sur terrain et le dépouillement des données a été réalisé après toutes les enquêtes. Après collecte et codification, les données recueillies, qualitatives et quantitatives pour la plupart, ont été analysées et comparées aux résultats de nos prédécesseurs.

2.4 ANALYSE STATISTIQUE

Les analyses statistiques ont été faites à l'aide des fréquences et des pourcentages à partir des résultats obtenus sur le terrain après nos enquêtes et entretiens. Les pourcentages ainsi obtenus, ont été calculés par la formule:

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

Où p est le pourcentage, f est la fréquence et n est la taille de la strate.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de nos enquêtes dans les grands établissements (Centres de Santé (CS), Ecoles, Couvents, Hôtels, Marchés, Usines et Restaurants) du groupement d'Irhambi-Katana sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Dans le tableau 1 sont présentés les résultats sur la connaissance des déchets par nos enquêtés dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

Tableau 1: connaissance des déchets par nos enquêtés.

	CS	Ecoles	Couvents	Hôtels	Marchés	Usines	Restaurants	Total	%
Oui	7	25	6	10	2	2	6	58	100
Non	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Source : nos enquêtes

De ce tableau, il ressort que tous nos enquêtés (100% de nos enquêtés) ont déjà entendu parler des déchets. Ces résultats s'expliquent par le fait que nos enquêtés sont des intellectuels et connaissent que les déchets sont des résidus d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation d'une substance, d'un matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon comme l'avait défini [27]. Pour connaître la voie par laquelle nos enquêtés ont entendu parler des déchets, les réponses fournies sont compilées dans le tableau 2.

Tableau 2. Voie par laquelle nos enquêtés ont entendu parler des déchets.

	CS	Ecoles	Couvents	Hôtels	Marchés	Usines	Restaurants	Total	%
A la radio/A la télévision	2	4	0	7	2	0	1	16	27.6
A l'église	0	1	0	0	0	0	0	1	1.7
A l'école	4	18	6	3	0	2	1	34	58.6
En famille	1	1	0	0	0	0	4	6	10.4
Dans la rue	0	1	0	0	0	0	0	1	1.7
Total	7	25	6	10	2	2	6	58	100

Source : nos enquêtes

58.6% de nos enquêtés ont entendu parler des déchets à l'école tandis que 1.7% l'ont entendu à l'église et dans la rue. A l'école, on apprend des notions sur les déchets [5], alors que tous nos enquêtés ont suivi des études primaires, secondaires et d'autres en plus les études universitaires. Avoir entendu des déchets à l'église et dans la rue ne survient que lors qu'on cherche à rappeler la population à propos des conduites à tenir lors des épidémies et endémies comme le cholera, la dysenterie amibienne ou bacillaire, le paludisme, etc. Dans ce même ordre d'idée, nos prédécesseurs [16] et [27] avaient aussi montré que les informations sur les déchets quel que soit le type parvient toujours à la population d'Irhambi-Katana par la voie de l'école et qu'à l'église et dans la rue, cela se fait par communiqué adressé à la population lors d'une situation quelconque se rapportant aux déchets.

A la question de savoir s'il existe de cas des déchets dans le groupement d'Irhambi-Katana, les résultats sont repris dans le tableau 3.

Tableau 3. Existence des déchets dans le groupement d'Irhambi-Katana.

	CS	Ecoles	Couvents	Hôtels	Marchés	Usines	Restaurants	Total	%
Oui	7	25	6	10	2	2	6	58	100
Non	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Source : nos enquêtes

Tous nos enquêtés ont acceptés que dans le groupement d'Irhambi-Katana existent des déchets. Ces résultats corroborent avec ceux trouvés par nos prédécesseurs qui ont montré l'existence des déchets en milieux hospitaliers comme à l'hôpital de référence de la FOMULAC Katana [14], les déchets médicaux en milieux ruraux de la zone de santé de Katana [15] et les déchets ménagers en milieu rural : cas du groupement d'Irhambi-Katana [16] et [13]. Mais, cela n'avait jamais été démontré dans les grands établissements de la place comme dans les écoles, les couvents, les hôtels, les restaurants, les usines et marchés alors que ce sont des institutions qui utilisent des substances, des matériaux et des produits constituant et produisant des déchets après leurs utilisation. Ceci avait été démontré par d'autres auteurs qui ont suggéré la présence des

déchets dans des grands établissements et ont montré que ces déchets présentent des dangers pour l'environnement, l'homme et la population environnante [5], [7] et [12].

En effet, les catégories des déchets réunis dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana ont été aussi enquêtées et les résultats sont résumés dans le tableau 4.

Tableau 4. Les catégories des déchets réunis dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

	CS	Ecoles	Couvents	Hôtels	Marchés	Usines	Restaurants	Total	%
Oui	7	0	6	10	2	2	6	33	56.9
Non	0	25	0	0	0	0	0	25	43.1
Total	7	25	6	10	2	2	6	58	100

Source : nos enquêtes

Ces résultats montrent que 56.9% de nos enquêtés sont capables de réunir les trois catégories des déchets dont les déchets liquides, solides et gazeux alors que 43.1% l'ont nié. Dans les grands établissements comme les CS, les couvents, les hôtels, les marchés, les usines et les restaurants, il ya production des déchets solides, liquides et gazeux suite aux différentes activités qui s'y déroulent les déchets y produits sont l'eau des égouts, les restes des aliments, les bouteilles cassées, les bouteilles en plastique qui sont à usage unique, les gaz comme le gaz carbonique, etc. [2]. Les 43.1% obtenus, ont concernés uniquement les écoles car les déchets produits dans des écoles sont seulement des déchets solides (les papiers) comme l'avait montré [12].

Cependant, chaque grand établissement du groupement d'Irhambi-Katana produit un type quelconque de déchets. Le tableau 5 donne les résultats sur le type de déchets produit par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

Tableau 5. Les catégories des déchets réunis dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

	CS	Ecoles	Couvents	Hôtels	Marchés	Usines	Restaurants	Total	%
Déchets liquides	3	0	0	0	0	0	2	5	8.6
Déchets solides	4	25	6	9	2	1	3	50	86.2
Déchets gazeux	0	0	0	1	0	1	1	3	5.2
Total	7	25	6	10	2	2	6	58	100

Source : nos enquêtes

Il ressort de ce tableau que 86.2% de nos enquêtés produisent les déchets solides, 8.6% produisent les déchets liquides et 5.2% produisent les déchets gazeux. Nous constatons que les déchets les plus produits sont les déchets solides car les activités menées par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana ne concernent que les matières solides comme les bouteilles, les haricots, les médicaments, les produits de la fermentation putride des animaux égorgés, etc.). Ces mêmes résultats ont été trouvés par nos prédécesseurs qui avaient travaillé sur les déchets dans ce même milieu comme [16], [14], [15] et [13]. Mais aussi, en dehors de ce milieu, les même résultats ont été remarqués comme l'avait souligné [1] dans son étude sur l'impact environnemental des décharges de déchets ménagers sur la qualité des eaux en Haïti.

Ces déchets produits par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana sont stockés d'une manière ou d'une autre. Le tableau 6 indique les résultats de l'enquête sur le mode de stockage des déchets par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

Tableau 6. Mode de stockage des déchets par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

	CS	Ecoles	Couvents	Hôtels	Marchés	Usines	Restaurants	Total	%
Stockage dans une poubelle	6	20	6	6	1	0	2	41	70.7
Rejet dans un caniveau	0	0	0	0	1	1	3	5	8.6
Rejet dans des ruisseaux ou rivières	0	0	0	2	0	1	1	4	6.9
Abandon sur les voies publiques	0	3	0	0	0	0	0	3	5.2
Rejet aux alentours de l'institution	1	2	0	2	0	0	0	5	8.6
Total	7	25	6	10	2	2	6	58	100

Source : nos enquêtes

Plus de la moitié (70.7%) de nos enquêtés stocke leurs déchets dans une poubelle. Ils préfèrent stocker ces déchets dans une poubelle pour laisser l'établissement propre. Alors que, dans la poubelle où les déchets sont stockés dans l'enceinte de l'établissement, ces derniers subissent des décompositions qui font appel aux vecteurs de germes conduisant en fin à des maladies diverses, Ceci fournit l'impact des déchets stockés dans la poubelle [12].

Néanmoins, le stockage des déchets dans une poubelle est le seul mode de stockage des déchets connus dans le groupement d'Irhambi-Katana [16], [13] et [15]. Ainsi, les résultats sur la connaissance de l'impact des déchets dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana sont repris dans le tableau 7.

Tableau 7. Connaissance de l'impact des déchets dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

	CS	Ecoles	Couvents	Hôtels	Marchés	Usines	Restaurants	Total	%
Oui	7	25	6	10	2	2	6	58	100
Non	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	7	25	6	10	2	2	6	58	100

Source : nos enquêtes

De ce tableau, il ressort que tous nos enquêtés, soit 100% connaissent les conséquences des déchets jetés n'importe où. Ces résultats sont en relation parallèle avec ceux de [16] et [13] qui ont montré que la population du groupement d'Irhambi-Katana est belle et bien informée sur les dégâts causés par les déchets sur l'environnement, l'homme et la population environnante. Mais, aussi, cette même situation avait été démontrée par [5] qui ont signalé que la population n'ignore pas les dégâts commis par les déchets sur l'environnement, l'homme et la population environnante.

Pour les conséquences des déchets dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana, les résultats les montrant sont compilés dans le tableau 8.

Tableau 8. Conséquences des déchets dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

	CS	Ecoles	Couvents	Hôtels	Marchés	Usines	Restaurants	Total	%
Maladies	7	10	4	8	2	0	2	33	56.9
Les moustiques	0	5	0	0	0	0	1	6	10.3
Pollution de la nature	0	7	2	2	0	2	3	16	27.6
Les mouches	0	3	0	0	0	0	0	3	5.2
Bouchage des canaux d'eau	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	7	25	6	10	2	2	6	58	100

Source : nos enquêtes

Il ressort de ce tableau que les maladies sont les conséquences principales des déchets dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana car 56.9% de nos enquêtés l'ont affirmés. A part les maladies, la pollution aussi est acceptée par nos enquêtés avec 27.6% d'acceptation. Selon [1] et [2]; l'impact des déchets sur l'homme et la population environnante est la présence des maladies quand ils montrent que sur l'environnement, l'impact des déchets est la pollution de celui-ci. Ainsi, nos résultats, sont en corrélation étroite avec ceux trouvés par ces deux auteurs.

Ainsi, pour lutter contre ces conséquences causées par les déchets, le tableau 9, reprend les résultats qui concernent les services de gestion des déchets dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

Tableau 9. Services qui s'occupent des déchets dans le groupement d'Irhambi-Katana

	CS	Ecoles	Couvents	Hôtels	Marchés	Usines	Restaurants	Total	%
Oui	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non	7	25	6	10	2	2	6	58	100
Total	7	25	6	10	2	2	6	58	100

Source : nos enquêtes

Il ressort de ce tableau que 100% de nos enquêtés affirment qu'il n'existe pas des services qui s'occupent des déchets dans le groupement d'Irhambi-Katana. Ce qui fait que les déchets sont très mal gérés et son impact se fait voir sur la population de ce milieu. On remarque chaque fois des maladies comme les diarrhées amibiennes et dysentériques, le choléra, le paludisme, etc. car la source de ces dernières n'est pas contrôlée. [13] souligne que les déchets domestiques constituent les risques potentiels sur la santé des populations en milieu rural: cas d'Irhambi Katana. [28], [29] et [9] ont montré que la cause de plusieurs maladies des mains sales est liée à la mauvaise gestion des déchets produits par la population.

En fin, dans le tableau 10 nous avons compilé les résultats qui se rapportent aux mesures à utiliser pour lutter contre les conséquences des déchets produits par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

Tableau 10. Lutte contre les conséquences des déchets produits par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

	CS	Ecoles	Couvents	Hôtels	Marchés	Usines	Restaurants	Total	%
La sensibilisation par un agent environnementaliste	6	18	3	7	0	0	0	34	58.6
La création des dépotoirs pour les déchets	1	3	2	0	2	2	6	16	27.6
La création d'un service gouvernemental pour la gestion des déchets.	0	4	1	3	0	0	0	8	13.8
Total	7	25	6	10	2	2	6	58	100

Source : nos enquêtes

Il ressort de ce tableau que 58.6% de nos enquêtés affirment que la meilleure façon de lutter contre les conséquences des déchets produits par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana est la sensibilisation par un agent environnementaliste. Ces résultats s'expliquent par le fait que, c'est la conscience qui amène le changement. Néanmoins, 27.6% de nos enquêtés ont accepté que la création des dépotoirs pour les déchets est aussi un moyen de lutte contre les conséquences des déchets produits par les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana. Ils montrent que les dépotoirs à créer doivent être éloignés de la population comme le souligne les autres auteurs comme [28], [29] et [9]. Le faible pourcentage observé pour le cas de la création d'un service gouvernemental pour la gestion des déchets s'explique par la faiblesse de notre gouvernement en matière de la gestion de la population et de suivi des lois.

4 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Notre étude qui porte sur l'étude de l'impact des déchets produits dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana, Territoire de Kabare, Est de la R.D. Congo avait pour objectif d'identifier l'impact des déchets produits dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana.

Après vérification de notre hypothèse, en utilisant un questionnaire d'enquête adressé aux grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana. Les données ainsi trouvées, ont été analysées par le calcul d'indice de pourcentage à base des fréquences.

Après l'analyse et l'interprétation des résultats de cette étude, nous avons retenu ce qui suit :

- Les déchets dans les grands établissements du groupement d'Irhambi-Katana sont mal stockés selon les résultats trouvés à partir de nos enquêtes.
- Le mauvais stockage des déchets dans les grandes institutions du groupement d'Irhambi-Katana entraîne les maladies et la pollution de la nature (atmosphérique, de l'eau et du sol).
- La sensibilisation par un agent environnementaliste et la création des dépotoirs pour les déchets sont les moyens pour lutter contre les conséquences de ces derniers sur l'environnement et la santé humaine.

Au regard des résultats obtenus, nous disons que l'hypothèse a été affirmée par nos enquêtes aux différents pourcentages mentionnés après analyse et interprétation des résultats.

Eu égard à ce qui précède, nous suggérons ce qui suit :

- Au gouvernement, de faire respecter la loi sur la gestion des déchets.
- Aux établissements du groupement d'Irhambi-Katana, d'évacuer les déchets qu'ils produisent loin d'eux pour sauvegarder l'environnement, l'homme et la population environnante.

REFERENCES

- [1] Hiligsmann S., Lardinois M., Rodriguez C., Mhiri F., Marouani L., Benzarti A., Pohl D., Chamblin J.F, Grolet S., Noel J.M., Copin A. et Thonart P., Impact environnemental des décharges de déchets ménagers sur la qualité des eaux. Congrès, Gestion intégrée de l'eau en Haiti, pp 192 – 204. 2002.
- [2] Ousseynon E., Les nouveaux objectifs de la gestion des déchets dans le monde, CREA, AO 327 p. 1996.
- [3] Okot-Okumu J. et Nyenje R., Municipal solid waste management under decentralization in Uganda. Habitat International, 35, 537 - 543. 2011.
- [4] Nabembezi D., Solid Waste Management Study in Bwaise II Parish, Kawempe Division., 68p. 2011.
- [5] Fainet, J-L. et Niang S., Le recyclage des déchets et effluents dans l'agriculture urbaine. In: Smith, O., Moustier P., Mougeot L. et Fall A., eds. Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone. Enjeux, concepts et méthodes. CRAD & CRDI 143-173. 2004.
- [6] Rotich K.H., Zhao Y. et Dong J., Municipal solid waste management challenges in developing countries – Kenyan case study. Waste Management, 26, 92–100. 2006.
- [7] Amouei A., Tahmasbizadeh M., Asgharnia H., Fallah H. et Mohammadi A., Quantity and quality of solid wastes in the Hospitals of Babol University of Medical Sciences, Norhe of Iran. Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation, 7, 3, 203-208. 2012.
- [8] Mounier M., et Denis F., Risques épidémiologiques liés aux déchets d'activités de soins, Techniques hospitalières n°632, pp57-63. 1998.
- [9] Van Riel J., Hygiène Tropicale, Ed. Deseon, Liège, 215 p. 1958.
- [10] Le Dorlot, E., La question des déchets – Nuisances et vertus. NSS, vol. 10, n° 1, 96-108. 2002.
- [11] OMS, La lutte contre les insectes et les rongeurs par l'aménagement de l'environnement, OMS, Genève, 85 p. 1994.
- [12] Alhou, B., Impact des rejets de la ville de Niamey (Niger) sur la qualité des eaux du fleuve Niger. Thèse de doctorat, Université Notre Dame de la Paix, Namur, France, 299p. 2007.
- [13] Bagalwa M., Karume K., Mushagalusa N.G., Ndegeyi K., Birali M., Zirirane N., Masheka Z. et Bayongwa C., Risques potentiels des déchets domestiques sur la santé des populations en milieu rural: cas d'Irhambi Katana (Sud-Kivu, République Démocratique du Congo). *Vertig*. 13, 2. pp1-12. 2013.
- [14] Chavu K., Gestion des déchets hospitaliers dans la zone de santé de Katana : cas spécifique Hôpital General de Référence FOMULAC-Katana, TFC, Inédit, 33p. 2010.
- [15] Bahwinja I.M., Gestion des déchets médicaux en milieux ruraux de la zone de santé de Katana. Mémoire, UP/CIEDEL, Inédit, 32p. 2012.
- [16] Ndegeyi K., Etude des déchets domestiques en milieu rural d'Irhambi-Katana, Kabare, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo. Mémoire, Inédit UO/CIDEP, Katana, 43 p. 2009.
- [17] Sallée A., Résultats scientifiques de la mission géologique du comité national du Kivu. Louvain 1934. 71p. 1978.
- [18] Hans J., Principe solidarité, Ed. Husson, Genève, Suisse, 56p. 1979.
- [19] Zikamabahari M., Essai de Monographie de Katana. Mémoire, UNAZA/ISP/Bukavu, Inédit, 47p. 1975.
- [20] MASTAKI C., Evolution des sources agraires dans une société traditionnelle (Bushumba). Mémoire, UNAZA/ISP/Bukavu, Inédit, 57p. 1976.
- [21] PASSAU G., La région volcanique du Sud-Ouest du lac Kivu in BIRCB, 3(2), Bruxelles. 75p. 1932.
- [22] HECQ J., Le système de cultures des Bashi (Kivu, Territoire de Kabare) et ses possibilités in BACB. 119p. 1958.

- [23] Barhalengehwa Ny., Le groupement de Katana : L'évolution démographique et son impact socio-économique (Kabare). Mémoire, UNAZA/ISP/Bukavu, Inédit, 67p. 1978.
- [24] Grawitz M., Méthodes des sciences sociales, Paris, Dalloz, 124 p. 1993.
- [25] Gordon R., Méthodes de recherches en sciences sociales. Paris, L'harmattan. 156 p. 1988.
- [26] Albertit G., Pas de visas pour les déchets ; vers une solidarité africaine/Europe en matière d'environnement, Ed. Harmattan, Paris, 74p. 1990.
- [27] Maystre L.Y., «Déchets urbains : Nature et Caractérisation». Presses Universitaires Romandes. Collection gérer l'environnement. 89p. 1994.
- [28] Traoré A., Déchets solides en milieu urbain d'Afrique de l'Ouest et Centrale, CREA-AO, 417 p. 1996.
- [29] Van den Berghe, C., Sota P. et Mujawayezu A., Etude de la complémentation minérale dans les compostières en milieu paysan de Mugamba (Burundi) ; Tropicultura 20, 4, 210 – 216. 2002.

PERCEPTIONS DES ORPAILLEURS ET DE LA POPULATION SUR LES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIO-SANITAIRES DE L'EXPLOITATION DE L'OR A KAMITUGA, DANS L'EST DE LA RDC

[PERCEPTIONS OF THE GOLD PANNERS AND THE POPULATION ON THE ENVIRONMENTAL EFFECTS AND SOCIO-SANITARYS THE EXPLOITATION OF THE GOLD HAS KAMITUGA, IN THE EAST OF THE RDC]

K. Kalakuko¹, M. Masilya², Atumishi Mubangu El Kent³, E. Lundimu⁴, J. Muceso⁵, K. Lwaki⁶, H. Kyetile⁴, and M. Isumbisho²

¹Institut Supérieur des Techniques Médicales (I.S.T.M.) de Bukavu, RD Congo

²Unité d'Enseignement et de Recherche en Hydrobiologie Appliquée (U.E.R.H.A.), Dpt. de Biologie-Chimie, ISP/Bukavu, RD Congo

³Université Libre des Pays des Grands Lacs de Bukavu(ULPGL) de Bukavu, RD Congo

⁴Institut Supérieur Pédagogique de Lulingu, ISP/Shabunda, RD Congo

⁵Institut Supérieur des Arts et Métiers (I.S.A.M.) de Bukavu, RD Congo

⁶Groupe d'appui aux innovations de développement(GAID), RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Introduction: The mining exploitation always affected the immediate environment and the socio-sanitary life by the nature of the rock exploited and the use of the chemical products at the time of the treatment of gold. The objective of this survey was to clear the perceptions of the orpailleurs and non orpailleurs on the environmental and socio-sanitary effects of this exploitation.

Methode: A transverse survey has been achieved in the mining City of Kamituga in Province of the South-Kivu. A questionnaire has been distributed to a sample of orpailleurs and present non orpailleurs at the time of the investigation. Then a documentary withdrawal has been achieved in five sanitary structures of Kamituga to determine the illnesses met at the orpailleurs during five years.

Results: A total of 220 investigated of which 153 orpailleurs and 67 non orpailleurs had taken part to this survey, 26% of the children of less than 17 years were minor. The most quoted illness is the silicosis to 30%, then the intestinal parasitoses to 27%, the malnutrition à18%, the cough and the tuberculosis to 10%, the HIV to 8%. The relocation of the institutions and sacred sites were discerned by 22,7% to 36,6% of them investigated. The degree of the association of perception of the effects of this exploitation was associated meaningfully between the 'function' orpailleur and the masculine sex ($p=0,006$) ; the use of mercury, of cyanide and the generation of the acidic mining drainage (DMA) and their threat for the environment according to the majority of the orpailleurs ($p\geq 0,05$), the level of the knowledge of the effects and the function orpailleurs and non orpailleurs ($p < 0,05$ and $p < 0,01$), the use of the protective materials and the knowledge so many the orpailleurs and non orpailleurs ($p < 0,01$).

Conclusion: This survey had permitted to note that the environmental effects and sanitary socio resulting from the mining exploitation of gold in Kamituga were known meaningfully so much by the population that by the orpailleurs. These effects

result from the dismissal of mercury and cyanide in the environment, of the deficit on average of use of the protective materials, of the relocation of the institutions and the sacred sites.

KEYWORDS: Local perceptions, Exploitation of the gold, Environmental impact, Kamituga.

RESUME: *Introduction :* L'exploitation minière a toujours affecté l'environnement immédiat et la vie socio-sanitaire par la nature de la roche exploitée et l'usage des produits chimiques lors du traitement de l'or. L'objectif de cette étude était de dégager les perceptions des orpailleurs et non orpailleurs sur les effets environnementaux et socio-sanitaires de cette exploitation.

Méthode: Une étude transversale a été réalisée dans la Cité minière de Kamituga dans la Province du Sud-Kivu. Un questionnaire a été distribué à un échantillon d'orpailleurs et non orpailleurs présents lors de l'enquête. Ensuite un prélèvement documentaire a été réalisé dans cinq structures sanitaires de Kamituga pour déterminer les maladies rencontrées chez les orpailleurs pendant cinq ans.

Résultat: Un total de 220 enquêtés dont 153 orpailleurs et 67 non orpailleurs avaient pris part à cette étude, 26% des enfants de moins de 17 ans étaient mineurs, la maladie la plus citée était la silicose à 30%, puis les parasitoses intestinales à 27%, la malnutrition à 18%, la toux et la tuberculose à 10%, le VIH à 8%. La délocalisation des institutions et sites sacrés était perçue par 22,7% à 36,6% des enquêtés. Le degré de l'association de perception des effets de cette exploitation étaient significativement associés entre la fonction 'orpailleur' et le sexe masculin ($p=0,006$) ; l'usage du mercure, du cyanure et la génération du drainage minier acide (DMA) et leur menace pour l'environnement selon la majorité des orpailleurs ($p\leq 0,05$), le niveau des connaissances des effets et la fonction orpailleurs et non orpailleurs ($p<0,05$ et $p<0,01$), l'usage des matériels de protection et les connaissances tant des orpailleurs et non orpailleurs ($p<0,01$).

Conclusion : Les effets environnementaux et socio sanitaires résultant de l'exploitation minière de l'or à Kamituga étaient significativement connus tant par la population que par les orpailleurs. Ces effets résultent du rejet du mercure et du cyanure dans l'environnement, du déficit en moyenne d'usage des matériels de protection, de la délocalisation des institutions et des sites sacrés.

MOTS-CLEFS: Perceptions locales, Exploitation de l'or, Impact environnemental, Kamituga.

1 INTRODUCTION

A Kamituga, la Société Minière du Kivu (SOMINKI) a exploité de manière industrielle l'or pendant 70 ans. Des traces négatives y sont encore perceptibles dans certaines rivières qui sont devenues abiotiques et ont perdu leur degré de potabilité suite aux effluents riches en cyanures et en mercure qui y étaient déversés (1).

Du fait qu'à la cessation de ses activités en 1985, la SOMINKI fut complètement remplacée par une exploitation artisanale s'exerçant sans aucune précaution écologique, dans un contexte économique, politique et social profondément marqué par la désorganisation des structures étatiques (2,3), ces effets ne pouvaient qu'être exacerbés. Dans ce contexte, les écosystèmes exploités et environnants ne peuvent qu'être soumis à des fortes dégradations de forêts, de sols et à la contamination en rejets miniers due à l'usage des produits chimiques tels que le mercure, le cyanure, l'acide nitrique et les explosifs.

L'environnement et la vie socio-sanitaire dans le milieu minier des pays en développement sont confrontés à des menaces diverses et méritent une attention particulière (4). La promotion et le souci du développement durable doivent caractériser toute exploitation minière responsable (5). Malheureusement la plupart d'exploitation industrielle et artisanale se fait en dehors de la directive de l'ONU. Cette directive veut que l'on ne jette pas dans l'environnement immédiat des substances toxiques telles que le mercure, le cyanure, et les autres métaux issus de l'extraction de la roche (6). Ces différentes activités anthropiques induisent des effets environnementaux tels que l'acidification des eaux (en rendant le milieu abiotique), la déforestation, le déplacement des lits des rivières, le changement de la topographie. En plus des effets environnementaux, ces actions entraînent aussi des effets socio-sanitaires négatifs tels que la délinquance juvénile, l'abandon conjugal, la pauvreté, la déscolarisation, le travail des enfants et des femmes, les tensions sociales, les conflits et l'insécurité. Il y a lieu de mentionner aussi la prévalence des maladies telles que la silicose, la tuberculose, les atteintes des reins et le VIH/SIDA (7, 8, 9).

En outre, des travaux d'exploitation minière s'effectuant dans les faibles conditions hygiéniques à l'intérieur comme à l'extérieur des puits, et sans matériels de protection (pendant l'extraction comme pendant le traitement de l'or) sont

responsables des diverses maladies rencontrées chez les orpailleurs à Kamituga. Avec ces conditions de travail, les orpailleurs déclarent que les eaux de lixiviations issues des puits souterrains en contact avec leur peau et leurs yeux provoquent des irritations aiguës et des chatouillements analogues à celles du piment. Pour sa part, la population environnante se plaint de la destruction faite à l'égard des certaines institutions et sites sacrés. Elle déplore aussi la mauvaise qualité des eaux et la disparition des poissons dans les rivières suite à l'exploitation de l'or. C'est dans ce contexte que ce travail a été réalisé. L'objectif de cette étude était de dégager les perceptions des orpailleurs, de la population sur les effets environnementaux et socio-sanitaires de cette exploitation.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 TYPE D'ÉTUDE

Cette étude est de type descriptif transversal. Elle a été réalisée dans la cité minière de Kamituga du 3 Août au 23 Octobre 2012.

2.2 SITE D'ÉTUDE

Kamituga est sur l'axe routier Bukavu-Kindu à plus ou moins 180 km de la ville de Bukavu, Territoire de Mwenga, Province du Sud-Kivu en RDC.

La population de Kamituga est estimée à 214 974 habitants (10). Il est compris entre 3° et 3°6' de latitude Sud et 28°12' de longitude Est et à 1033m d'altitude. Ce site minier s'étend actuellement sur 214780 Km². Il bénéficie d'un climat tropical humide comprenant une longue saison de pluies de 9 mois (de Septembre à Mai) et une courte saison sèche de 3 mois (de Juin à Août). Les températures sont élevées et la moyenne annuelle est de 22,9° C avec une amplitude thermique annuelle très faible soit 2,6°C et la pluviosité annuelle se situe à 2891 mm. Le milieu a été en exploitation industrielle par la SOMINKI depuis 1923 jusqu'en 1995 et en exploitation artisanale par la population après cette période.

2.3 ECHANTILLONNAGE

Notre échantillon a concerné tous les orpailleurs au niveau de 150 puits et les habitants présents lors de l'enquête à Kamituga. Les critères d'inclusion suivants ont été retenus: être orpailleur ou non, habiter Kamituga, et accepter de répondre à l'enquête. Dans l'ensemble, nous avons adressé notre questionnaire d'enquête à 220 personnes. Le nombre ainsi retenu pour chaque catégorie était proportionnel à son effectif.

2.4 VARIABLES ÉTUDIÉES

La variable dépendante est la perception des effets environnementaux et socio-sanitaires de l'orpaillage à Kamituga, alors que les variables indépendantes sont les caractéristiques sociodémographiques des enquêtés dont l'âge, le sexe, le niveau d'études et la profession.

2.5 MÉTHODES DE COLLECTE DES DONNÉES

Elle a été faite sur base d'une recherche documentaire et d'un questionnaire d'enquêtes adressé à 220 personnes dont 131 orpailleurs et 89 non orpailleurs. Les non orpailleurs ont été composés par 7 agents de BANRO, 45 personnes hors des carrés miniers, 12 agents de service de santé et 25 agents des services des mines. La recherche documentaire consistait à consulter les fiches de malades reçus dans les trois structures sanitaires (HGR Kamituga, CS: Kintemba, Nsolu) de Kamituga de 2007 à 2011. Ces malades étaient des orpailleurs ou leurs dépendants.

2.6 MÉTHODES D'ANALYSE DES DONNÉES

Les données obtenues ont été saisies en Excel et analysées à l'aide de logiciel Epi Info version 3,55. Il s'est agi de calculer les fréquences des différentes variables de l'étude et d'effectuer les croisements de certaines de ces variables afin d'établir les relations existant entre elles.

2.7 CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

Ce travail a été réalisé en respectant le consentement éclairé. C'est-à-dire que nous avons chaque fois expliqué aux enquêtés que les données collectées seront confidentielles et ne seront utilisées que pour cette recherche. Ceci nous a permis d'obtenir leurs réponses à nos questions.

3 RÉSULTATS

3.1 CARACTERISTIQUES DES NOMBRES, TYPES DES SITES ET MODE D'EXPLOITATION DE L'OR A KAMITUGA

Tableau I: Nombres, types des sites et modes d'exploitation de l'or à Kamituga

TYPE DES SITES ET MODE D'EXPLOITATION	ORPAILLEUR N=153	NON ORPAILLEUR N=67	P
Artisanaux			
5-100	30	30	0,000
101-200	123	37	
Industriels			
0-1	31	31	0,000
2-3	122	36	
Ciel ouvert			
1-100	24	24	0,000
101-200	129	43	
Ciel fermé			
1-100	4	4	0,405
101-200	149	63	

Le tableau N°I a présenté l'association entre les caractéristiques générales du site d'exploitation relative aux types des sites et mode d'exploitation en fonction des orpailleurs et non orpailleurs. Au regard des estimations sur les nombres des sites, types d'exploitation tels que cités par les orpailleurs et non orpailleurs ; il ressort un lien statistiquement significatif entre les types d'exploitants, les types des sites et modes d'exploitation.

3.2 ORPAILLEURS SELON LE SEXE

Tableau II : Profil sociodémographique

Variables	Femmes n= 30	%	Hommes n=190	%	Total N=220	P=
Age						
≤17ans	4	13,3	22	11,6	26	0, 977
≥ 18 ans	26	86,7	168	88,4	194	
Niveau d'études						
Sans / primaire	12	40,0	65	34,2	77	0,536
Secondaire/ universitaire	18	60,0	125	65,8	143	
Profession						
Non orpailleur	19	63,3	70	36,9	67	0,006
Orpailleur	11	36,7	120	63,1	153	

Le tableau II a présenté l'association entre la fonction orpailleur et le sexe. Il ressort de ce tableau que la fonction orpailleur a été en association significative avec le sexe masculin ($p=0,006$) et qu'il y a eu présence des personnes vulnérables dans les activités de l'orpaillage à Kamituga soit 11,8 % des enfants et femmes. Pour les enfants la tranche d'âge observée a été de 10 à 17 ans.

3.3 MALADIES FREQUENTES DANS LE MILIEU

Les principales caractéristiques négatives de l'orpaillage à Kamituga qui affectent directement la santé des creuseurs sont reprises dans la figure 1. Parmi les maladies courantes et périodiques, la silicose est beaucoup diagnostiquée auprès (30%), puis les parasitoses intestinales (27%), viennent alors la malnutrition (18%), la toux et la tuberculose (10%), le VIH (8%), etc. Néanmoins, ces maladies peuvent être des conséquences directes ou indirectes de l'exploitation minière dans ce milieu.

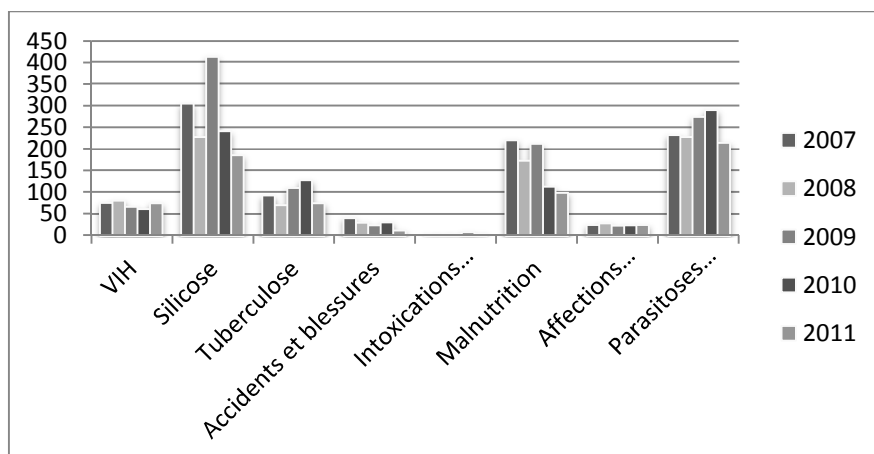


Figure 1 : Moyenne annuelle des maladies diagnostiquées auprès des orpailleurs dans les FOSA de Kamituga (Sources: HGR Kamituga, CS: Kintemba, Nsolu,) de 2007 à 2011.

VIH : Virus d'immunodéficience humaine
HGR : Hôpital Général de Référence
C.S : Centre de santé

3.4 NIVEAU DE CONNAISSANCES DES ORPAILLEURS SUR LES DANGERS DU MERCURE ET DU CYANURE DANS L'ORPAILLAGE A KAMITUGA

Tableau III : Le niveau de connaissance des orpailleurs sur les dangers du mercure et du cyanure dans l'orpaillage à Kamituga

Variables	Orpailleurs n=153	%	Non orpailleurs n=67	%	p
Informés des dangers du mercure/cyanure :					
Non	0	0,0	55	82,0	0,000
Oui	153	100,0	12	18,0	
Dangers connus du mercure/cyanure:					
Maladies respiratoires, mort des poissons	3	2,0	1	1,5	0,757
Destruction des végétaux,					
bioamplification, bioconcentration,	150	98,0	66	98,5	
bioaccumulation					
Informés sur le drainage minier acide (DMA) :					
Non	6	4,0	54	80,0	0,000
Oui	147	96,0	13	20,0	
Caractéristiques du DMA connues :					
Effluents acides, couleur grisâtre, verdâtre	19	12,4	0	0,0	0,005
Effluents acides, couleur rougeâtre, couleur grisâtre	134	87,6	67	100,0	

A la lumière de ce tableau, il se dégage que le mercure, le cyanure et le drainage minier acide (DMA) sont connus de manière significative dangereux pour l'environnement selon la majorité des orpailleurs ($p \leq 0,05$).

3.5 EFFETS DE L'EXPLOITATION MINIERE SUR L'ENVIRONNEMENT

Tableau IV : Connaissances des effets de l'exploitation minière sur l'environnement

Variables	Orpailleurs N=153	%	Non orpailleurs N=67	%	p
Présence des lacs d'eau					
Oui	148	80,5	45	76,1	0,000
Non	5	19,5	22	32,1	
Usage du mercure et du cyanure					
Oui	153	100	18	26,9	0,000
Non	0	0	49	73,1	
Rivières abandonnées suite aux rejets miniers					
Oui	143	93,4	67	100	0,032
Non	10	6,6	0	0	
Air pollué lors de la distillation du mercure					
Oui	70	45,7	5	7,5	0,000
Non	83	54,3	62	92,5	
Infertilité du sol due à la décharge minière					
Oui	37	24,2	53	79,1	0,000
Non	116	75,8	14	20,9	
Menace des espèces végétales					
Oui	152	99,3	65	93	0,458
Non	1	0,7	2	7	
Menace de la faune					
Oui	152	99,3	65	93	0,458
Non	1	0,7	2	7	
Changement du rythme saisonnier					
Oui	49	32,0	67	100,0	0,000
Non	104	68,0	0	0,0	

Les effets ci-dessous cités à l'exception de la menace de la disparition de la faune et des espèces végétales étaient influencés par l'exploitation minière et étaient plus connus, soit par les orpailleurs, soit par les non orpailleurs avec une différence significative ($p < 0,05$ et $p < 0,01$).

3.6 CONNAISSANCES SUR LES MATERIELS DE PROTECTION

Tableau V: connaissances des enquêtés sur les matériels de protection

Variables	Orpailleur N=153	%	Non orpailleur N=67	%	Chi-square	p
Usage d'équipement de protection						
Oui	13	8,5	0	0	6,0503	0,013
Non	140	91,5	67	100		
Equipements de protection utilisés						
bottes	25	16,3	48	71,6	64,2731	0,000
Bottes et Torches ordame	128	83,7	19	28,4		
Moment d'usage de matériels de protection						
Pendant le broyage et la distillation	2	1,3	0	0,00	0,0284	0,866
Pendant le creusage et panage	151	98,7	67	100		
Informé du risque de non port matériel de protection						
Oui	38	24,8	31	47,3	9,9424	0,001
Non	115	75,2	36	53,7		

Tous les facteurs relatifs au niveau des connaissances des enquêtés sur les matériels de protection ci-haut cités à l'exception du moment de l'usage des matériels de protection ont influé sur les connaissances tant des orpailleurs et non orpailleurs ($p < 0,01$)

3.7 DELOCALISATION DES INSTITUTIONS D'INTERET COMMUNAUTAIRE ET DES SITES CULTURELS

Tableau VI: Institutions et sites culturels délocalisés suite à l'exploitation minière à Kamituga

Institutions délocalisées	n=220 %	
EPA, C.S Solu, Eglise St François, marché Soko/Stock	30	13,6
EP KASETI, Dispensaire KASETI, Eglise 5e CELPA KASETI, Petit Marché Kaseti, Destruction des cimetières (tombeaux de Kaseti)	80	36,6
EP mero, EP Luliba, EP Tumaini, CS SIDEM/Kele, Eglise CELPA, marché KAMITUGA, EP Nkuba, HGR/Kamituga	50	22,7
Monument culturel	30	13,6
Petit marché de Mero(Mungombe), petit marché de Butwa	10	4,5
Petit marché de Kabulungu vers Tchanda Mero	10	4,5
Quartier Mero/Kabo	10	4,5

CS= Centre de Santé, EP= Ecole Primaire, HGR = Hôpital Général de référence

Les écoles, les C.S, les marchés, les cimetières, les églises, la localité et l'HGR ont été, soit délocalisés, soit touchés, suite à l'exploitation minière à Kamituga. Cette information est connue par les participants à cette étude à 22,7% et à 36,6% respectivement. Le tableau VI le montre.

4 DISCUSSION

4.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES DES ENQUÊTÉS

Le tableau 1 fait remarquer l'implication des mineurs dont l'âge varie entre 10-17 ans et des femmes comme activistes miniers. Ceci explique le danger qui guette la jeunesse alphabète et délinquante juvénile dans cette localité. En plus, l'âge moyen des enquêtés était environ de 34 ans dont 13,6% des femmes et 86,4% des hommes. Et pourtant, c'est cette masse qui devrait s'occuper activement des activités vitales habituelles qui se retrouvent abandonnées au profit de l'exploitation de l'or et du coltan. Ces activités sont notamment la fonction publique, l'enseignement, l'agriculture, l'élevage. Il s'ensuit que la malnutrition est une des conséquences. Human Rights Watch et Alert International, quant à leurs études sur la participation des enfants et des femmes dans les mines en RDC et au Mali ont trouvé des résultats similaires que le nôtre (9, 10).

4.2 RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIO-SANITAIRES LIÉS À L'USAGE DU MERCURE ET DU CYANURE

Parmi les effets néfastes de l'exploitation minière sur l'environnement connus par les participants à notre étude figure l'usage de mercure et du cyanure ($p < 0,01$). Dudka et al, Humphries ont montré que des concentrations élevées de ces toxiques dans les nerfs ont comme effets les troubles de coordination des membres inférieurs, l'altération des capacités de raisonnement et de l'organisation visio-spatiale, des maux de tête, des pertes de mémoire (12,13).

4.3 EFFETS SOCIO-SANITAIRES DES EXPLOITANTS ARTISANAUX À KAMITUGA

Les effets importants résultant de l'exploitation minière sur l'environnement sont évoqués par la majorité des enquêtés. Les participants à 95,5% décrivent la perte d'accessibilité à l'eau potable, les rivières et sources abandonnées (94,4 %). La plupart se plaignent de la délocalisation des institutions et monuments notamment les écoles, les églises, les structures sanitaires dont l'HGR/Kamituga, les CS et les dispensaires, les quartiers entiers, les cimetières, les marchés, les sites sacrés etc. (Voir Tableau 6). Les ménages évoquent la présence des lacs et bassins d'eau (puits abandonnés) qui seraient la source première de la persistance du paludisme, des odeurs, de la coloration à la base des nuisances esthétiques (78,5%). Ces lacs d'eau sont innombrables estiment les 100% des enquêtés (Voir Tableau 4). Ces résultats corroborent ceux de PROMINE et d'Alert International identifiant les effets liés à l'exploitation minière dont la migration, la toxicomanie, les problèmes de santé, la prostitution, le travail des enfants jusqu'à 40 % (4,11). D'autres effets sont la discrimination sexiste et violence, la malformation des organes et des os des enfants mineurs due à l'exposition aux minerais, aux produits chimiques, à la

radioactivité et aux poussières. La pauvreté de la population autochtone en ravivant les tensions sociales, en entretenant l'insécurité des bourses et du ventre sont autant d'autres effets de l'exploitation minière signalés par ces auteurs dans leurs études (11,15).

Les conséquences socio-sanitaires entre autres, la persistance de la tuberculose, la silicose et la malnutrition (85,9%), la multiplication des malades aux IST dont le VIH (61,4%) du fait du vagabondage sexuel (60,9%); la baisse du taux de scolarisation des enfants (56,7%) et la multiplication des ménages brisés (56,7%), se sont profilées dans les carrés miniers de Kamituga (figure2). Les raisons associées à ces effets socio-sanitaires sont la consommation abusive et excessive de l'alcool et la drogue par la plupart des jeunes orpailleurs hommes et filles.

Ces résultats corroborent ceux de Sawadogo et d'Alert International ayant relevé les effets suivants dans leurs études : abandon de l'agriculture, prévalence élevée des maladies pulmonaires et des infections sexuellement transmissibles, faible niveau hygiénique, la malnutrition, la mégestion des revenus tirés de l'exploitation minière, la dégradation de l'environnement, la déscolarisation, les mariages précoces, la prostitution et les divorces en recrudescence, la polygamie et la polyandrie, le coût élevé de la vie, la prédominance des femmes « Twangaises » (8,11). Tandis que Geenen, Mutabazi et Nyassa, ont révélé que l'exploitation minière ne catalyse pas le développement et ne réduit pas la pauvreté en RDC, contraste (7, 15 et 16).

4.4 DELOCALISATION DES INSTITUTIONS, STRUCTURES ET DES SITES SACRES A KAMITUGA

Les effets néfastes de l'exploitation minière sur la vie socioculturelle des habitants sont entre autres la proximité des habitations avec les lacs d'eau, la présence des maladies, l'hygiène de l'eau, les rivières abandonnées, l'air pollué, le sol infertile, la délocalisation des institutions et la présence des enfants et femmes sur les sites ont eu des liens statistiquement significatifs avec la perception de ce phénomène en étude, $p < 0,001$. Ces résultats corroborent ceux de PROMINE ayant révélé que l'exploitation minière artisanale avait des impacts majeurs sur l'environnement en RDC (4).

5 CONCLUSION

Cette étude a permis de constater que la population en général et les orpailleurs en particulier connaissent les effets environnementaux et socio sanitaires résultant de l'exploitation minière à Kamituga. Les effets observés dans la dégradation de l'environnement dans cette cité sont la présence des flaques d'eau dans les excavations non remblayées après l'exploitation, l'usage du mercure et du cyanure dans le traitement de l'or, rejets du cyanure, mercure et autres toxiques dans des rivières, la pollution de l'air lors de la distillation et l'infertilité des sols. D'autres effets sont la destruction des certaines espèces végétales et animales et de leur habitat. L'absence des matériels de protection appropriés aux activités minières, les insuffisances dans les pratiques d'hygiène sont à la base des effets socio sanitaires. S'agissant des maladies, la silicose est la maladie la plus fréquente et quasi permanente dans les sites miniers de Kamituga.

Vu l'ampleur des dégâts commis sur l'environnement alors que l'exploitation artisanale de l'or à Kamituga est la principale source de revenu de la population de Kamituga, cette étude constitue donc une contribution à l'insuffisance des connaissances de degré de contamination des eaux de rivières, des sols et de l'atmosphère par les métaux lourds et metalloïdes.

REFERENCES

- [1] PIL (Promotion des Initiatives Locales) : La vie d'un peuple dans une colonie sous l'hégémonie de la SOMINKI au Bulega, Kivu-Zaïre – D'une enquête-participation à un syndicat de défense des droits et intérêts paysans, Kamituga, août 1992, 76 p.
- [2] De Faily D, Coltan : pour comprendre..., in L'Afrique des Grands Lacs, annuaire 2000-2001, Centre d'étude de la région des Grands Lacs, Anvers, L'Harmattan, Paris 2001, pp 280-306.
- [3] Kennes E. : Le secteur minier au Congo : « déconnexion » et descente aux enfers, in L'Afrique des Grands Lacs, annuaire 1999-2000, Centre d'étude de la région des Grands Lacs, Anvers, L'Harmattan, Paris 2000, pp 299-342.
- [4] PROMINE : Exploitation minière artisanale en République Démocratique du Congo, Pact, Inc, 2010.
- [5] ONU 2002, Rapport du Sommet mondial pour le développement durable, Johannesburg (Afrique du Sud) 26 août A septembre 2002, 1-191.
- [6] Pauline C. Evolution de la qualité de l'eau dans les mines abandonnées du bassin ferrifère Lorrain. De l'expérimentation en laboratoire à la modélisation in situ, thèse, Ecole doctorale RP2E, Lorraine 2003.

- [7] Geenen Sara et Gabriel : "Qui cherche trouve" opportunités, défis et espoirs dans le secteur de l'or à Kamituga. L'Afrique des grands lacs, Anvers , 2009.
- [8] SAWADOGO E. : L'impact de l'exploitation artisanale de l'or : cas du site de Fofora dans la province du Poni, Université de Ouagadougou 2011.
- [9] Human Rights Watch : Un mélange toxique, Travail des enfants, mercure et orpillage au Mali, 350fifth Avenue 34th floor, New York 2010, 10118-3299.
- [10] Rapport de Bureau d'Etat Civil de Kamituga, 3ème trimestre 2012
- [11] Alert International : La femme comme objet d'exploitation socio-économique dans la dynamique des guerres au Sud-Kivu, 2009.
- [12] Dudka S. et Adriano D.C.: Environmental impacts of Metal Ore Mining and Processing: a Review, Journal of Environmental Quality, London 1997 vol .26 590-602
- [13] Human Rights Watch : Un mélange toxique, Travail des enfants, mercure et orpillage au Mali, 350fifth Avenue 34th floor, New York 2010, 10118-3299
- [14] Humphries M. Mining on Federal Land. Congr.Res.Serv. Issue Brief Congr. Wshington 2003 , D.C: Congr.Res.Serv
- [15] Ngaboyeka M. et Nyassa S. : L'exploitation du Coltan en République Démocratique du Congo:Trafic et Guerre, Rapport de recherche No1 Novembre 2008
- [16] Geenen S. et Raf C.: Tiraillements autour du secteur minier de l'Est de la RDC. L'Afrique des grands lacs, Anvers 2010.
- [17] Journal Officiel de la RD Congo : Loi N° 007/2002 du 11 juillet 2002 portant Code minier, 43^e Année, N° Spécial, Kinshasa 15 juillet 2002.
- [18] Journal Officiel de la RD Congo : Loi N° 038/2003 du 26 mars 2003 portant Règlement minier, Kinshasa 2003
- [19] Aubertin M. B., Bussière et Bernier L. Environnement et gestion des rejets miniers : Manuel sur cédérom. Montréal: Presses internationales polytechnique, Montréal 2002.
- [20] Bridge G. Contested Terrain: Mining and the Environment. Annual Review of Environment and Resources, vol. 29, p. 205-259. 11 ,New York 2004..
- [21] Braeckman C : Les nouveaux prédateurs. Politique des puissances en Afrique centrale, Fayard, 2003.
- [22] Environnement Canada : Guide pour l'étude du suivi des effets sur l'environnement Aquatique par les mines de métaux. Bureau national de l'ESEE, Canada juin 2002.
- [23] Dominic J., Tegera A.: La faillite de la politique minière de la RDC, in Regards Croisés Belgique 2005.
- [24] Morel F. M. M., Kraepiel A. M. L., Amyot M: The chemical cycle and bioaccumulation of mercury. Annu Rev Ecol Syst ; Québec 1998.
- [25] MMSD. Breaking New Ground: Mining, Minerals, and Sustainable Development. The Report of the MMSD Project. Du International Institute for Environment and Development and World Business Council for Sustainable Development. London (R.U.) 2002 : Earthscan
- [26] Wiener J. G., Krabbenhoft D. P., Heinz G. H., Scheuhammer A. M.: Ecotoxicology of mercury. In: Hoffman J, Rattner BA, Burton GA, Cairns J, eds. Handbook of Ecotoxicology. Boca-Raton: CRC Press, 2002.
- [27] Bose-O'Reilly S and Coll: Health assessment of artisanal gold miners in Indonesia; 2010
- [28] Ripley, E.A., R.E. Redman et A.A. Crowder: Environmental effects of mining. Delray Beach (Floride) : St. Lucie Press 1996. 356p.
- [29] Benzaazoua, M. Rejets miniers : Entre gestion intégrée en amont et restauration en aval. *Notes et Mémoires du Service Géologique*. Canada 2009 No 530 : 63 – 70.
- [30] Kamundala : Exploitation minière industrielle et artisanale au Sud-Kivu, Possibilité d'une cohabitation pacifique ? L'Afrique des grands lacs, Anvers 2012.

