

Original Article

Gestion Des Déchets Ménagers Et Des Terroirs En Liaison Avec La Production Agricole Dans La Commune De Pala

Collinlaw Joseph Ndouyang^{1*}, Ngoussou Mbailaou², Augustin Passannet Schinzoumka³, Abdelsalam Tidjani⁴.

¹Département de Génie Agricole et de Sécurité Alimentaire, Université de Pala, Route Minière de Baoré, BP 20 Pala, Tchad.

²Département de Physique-Chimie, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Sarh, BP 105 Sarh, Tchad.

³Département des Sciences de Biologie, Faculté des Sciences Technique et Technologique, Université de Pala, Route Minière de Baoré, BP 20 Pala, Tchad.

⁴Département de santé Publique, Faculté des Sciences de la santé Humaine Université de N'Djaména, BP 1117 N Djamena, Tchad.

Corresponding Author: Collinlaw Joseph Ndouyang (Ph./D)

Résumé

Dans les villes des pays en voie de développement, il y a un véritable défi en matière de respect des règles élémentaires d'hygiène. Déposés sans tris, les déchets ménagers constituent un danger public. A l'aide d'une fiche d'enquête, des données ont été collectées sur la gestion des déchets ménagers en liaison avec la production agricole. La méthode consistait en un entretien avec la personne jugée capable de donner de réponses exactes aux questions. Il en ressort que les conditions minimales de vie urbaine (eau potable, décongestion des marchés, raclage et traçage de rues...) sont rares à Pala où la taille maximale de ménage est de 8-9 têtes (28%). Dans le domaine de l'instruction, la plupart d'épouses ont atteint le niveau de 3^{ème}; mais la tendance s'inverse à partir de la classe de 2^{nde} au profit des époux. Dans la ville, les conditions de protection de l'environnement et l'hygiène pour la santé du consommateur sont négligées. C'est pourquoi les maladies liées aux conditions de vie insalubre, tels que le paludisme (75%) et la fièvre typhoïde (52%) demeurent presque les seules maladies de la Commune de Pala. Pour une ville propre, la mesure exacte consisterait en un triage de déchets ménagers à la base.

Mots-clé : Gestion, déchets, ménagers, insalubrité, agricole, Pala.

Abstract

In developing countries, the respect of the hygiene elementary rulers lacks. Collected all together, the household wastes constitute a public danger. Using an inquiry sheet, data were collected about the household wastes management in relationship with the agricultural production. The method consisted to have an interview with someone found able to give true responses to questions. As results, the least conditions for an urban life (such as drinking water, small markets in different quarters, street scraping and tracing...) are scarce in the township of Pala where the household high number is 8-9 persons (28%). In the education domain, women are numerous to have reached the class 3; but this situation is contrary from the class 2nd to Terminal one in the profit of their husbands. In Pala town, the conditions of environmental care and health hygiene of consumer are neglected. As consequences, diseases linked to life with unhealthy conditions, malaria (75%) and typhoid fever (52%) chiefly remain the only illness at Pala. In order to have a healthy

town, the right measure must be the sorting of the household waste at the basis.

Key-words: Management, household, waste, insalubrity, agricultural, Pala.

Introduction

Dans les villes des pays du Sud comme ceux du Nord, des activités humaines de toute nature s'intensifient de plus en plus et génèrent des quantités importantes de déchets (1). Les déchets ménagers ont un véritable impact sur l'environnement et la santé de la population. La vulnérabilité des villes des pays en développement s'explique par une combinaison de facteurs dont le principal est l'accroissement de la population urbaine. Cette urbanisation s'opère souvent sans l'accompagnement d'une planification, d'où un développement urbain mal maîtrisé, générateur de risque (2). D'après Bruckmann et al. (3), cette situation engendre généralement une extension du bâti en zones inondables, ce qui favorise une stagnation ou un écoulement des eaux plus important pour des aléas de même amplitude.

D'autres facteurs liés à la gestion urbaine augmentent également le risque de désastres dans les villes : l'absence d'outils de planification, l'insuffisance des réseaux d'évacuation des eaux pluviales ou l'inefficacité des systèmes de collecte des déchets solides (4, 5). Les zones inondables urbaines affectent également des populations marginalisées, installées dans des zones périphériques exposées au risque. Bruckmann et al. (3) ont relevé que la fragilité des matériaux utilisés pour les constructions crée une vulnérabilité face à l'excès d'eau, et que la combinaison des effets de l'urbanisation, de la mauvaise gestion et les inondations peut accroître le risque. Les zones urbaines de pays en voie de développement sont sujettes à l'augmentation des événements, notamment des crues spontanées (6).

Depuis plusieurs années, la communauté urbaine de Pala cherche à intégrer la gestion du risque de pollution par des politiques d'aménagement, en particulier dans le cadre de l'adaptation aux changements climatiques. Les projets mis en place visent à améliorer le paysage de la ville en évacuant à la périphérie les déchets ménagers accumulés soit dans les marchés, soit dans les rues. S'intégrant dans les politiques de résilience des zones urbaines face aux risques, des projets de développement ont l'avantage de faire évoluer les

quartiers de la ville vers la notion de mesure de réduction des risques (7) et de favoriser ainsi la prise de conscience nécessaire pour appréhender ensemble les différentes temporalités du risque et des politiques publiques. Pour gérer le risque lié aux déchets ménagers, l'approche "naturaliste" qui se fonde sur l'agrosystème est intéressante pour proposer des aménagements des structures de collecte suivie d'évacuation et réduire l'importance des ordures dans la ville. D'autres retours d'expérience mettent en avant une vulnérabilité sociale en montrant que les populations marginalisées sont les plus affectées par l'insalubrité. C'est pourquoi il est intéressant de rechercher des indices de vulnérabilité aux déchets ménagers, d'intégrer de plus en plus des données socio-économiques dans leur analyse. Selon Gaillard (8), ce type d'approche permet d'associer à la gestion des risques et des crises, les conditions socio-économiques exacerbant la vulnérabilité (en particulier la pauvreté) ce qui semble particulièrement pertinent dans les villes des pays en voie de développement.

La mauvaise gestion des déchets ménagers a d'impacts sur l'eau, le sol et la santé humaine. Afin de limiter la dégradation environnementale et sanitaire, l'implication des acteurs publics et privés pour une gestion durable des déchets ménagers urbains est nécessaire. Dans ce travail, nous proposons une gestion de la commune selon des approches sociale et naturaliste des déchets ménagers en liaison avec la production agricole aboutissant à sa modélisation.

1. Matériel et Méthodes

Pour mener à bien cette étude, le matériel a été constitué de deux éléments essentiels :

- la fiche d'enquête conçue pour un balayage effectif des causes possibles d'échec chez un étudiant (voir *fiche d'enquête*);
- le matériel biologique constitué des ménages auprès desquels l'enquête a été menée.

Une fiche d'enquête a été conçue et multipliée en vue d'un remplissage à raison d'une fiche par ménage. Les fiches remplies ont été soumises aux

dépouillements en vue des dénombrements des réponses. Pour ce faire, des conditions ont été fixées pour la détermination de la taille minimale de l'échantillon. Sachant que l'erreur sur l'échantillonnage E varie suivant la valeur de p et atteint son niveau maximum pour $p= 0,5$ (9), la taille de l'échantillon n a été déterminée par une probabilité p de 0,5 pour une erreur E inférieure ou égale à 5%. L'erreur d'échantillonnage E est donnée par la formule ci-après :

$$E = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \implies n = \frac{p(1-p)}{E^2}$$

Les principales rubriques dans la fiche d'enquête ont été les suivantes : variables indépendantes et variables dépendantes, le compostage, les maladies pouvant être liées aux déchets ménagers et la contribution des chefs de ménages. L'enquête a été effectuée auprès de 89 ménages.

2. Analyses statistiques

Les calculs de fréquences ont été effectués par Excel. Les tableaux de corrélation de Pearson ont

été effectués à l'aide de XLSTAT au seuil $\alpha = 0,05$; les surfaces de réponses ont été réalisées par SigmaPlot 11.0 ; et les effets principaux des facteurs et le digramme de Pareto ont été donnée par Statgraphics Plus 5.0

3. Résultats

Le Tableau 1 présente les quatre coins cardinaux qui ont bénéficié de ce travail dans la commune de Pala. Il en ressort que les parties Est, Ouest et Nord sont les plus enquêtées en raison de l'extension soutenue de la ville sur ces côtés. La partie Sud apparaît aujourd'hui limitée par un ravin important qui nécessiterait ponts ou dalots pour son développement ou extension. Cela atteste de la nécessité de la réalisation des conditions d'extensions en vue d'un développement harmonieux. C'est la preuve qui atteste que le manque de ces conditions dans bien de quartiers de Pala constitue un frein à son développement intégral à l'heure actuelle.

Tableau1. Les quartiers de la Commune de Pala

Coins cardinaux)	Fréquences (%)
Pala Nord	23,6
Pala Sud	12,4
Pala Est	38,2
Pala Ouest	24,7

N=89

Les résultats sur la taille des ménages de la commune sont représentés par la figure 1. Il s'y trouve qu'au-delà de 5%, la taille varie de 4-5 à 14-15 têtes par ménage selon les fréquences respectives de 6,7% et 12,4%. Cette variation

présente un pic de 28,1% de fréquence pour 8-9 têtes par ménage. Cette concentration de personnes peut, à la longue, avoir un impact important sur la gestion ou la capacité de la ville à satisfaire les besoins de sa population.

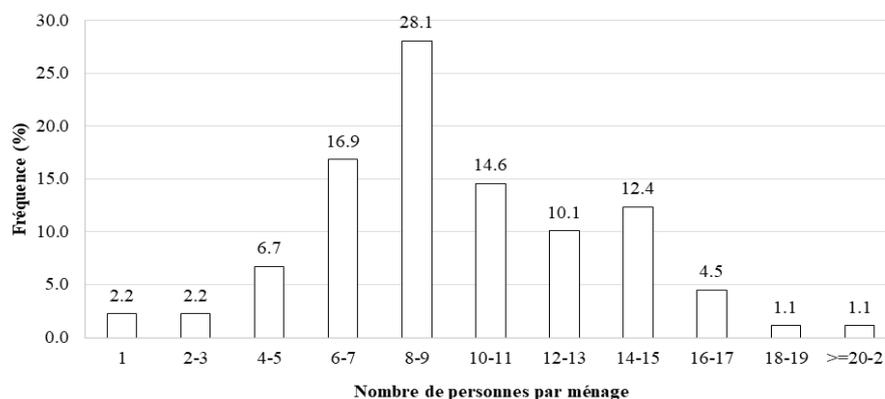


Figure 1. Taille de ménage (n=89)

C'est pourquoi (Tableau 2) les quartiers qui présentent des caractéristiques rurales présentent une fréquence élevée (49,4%) par rapport à ceux qui ont des caractéristiques urbaines (43,8%). Ce

phénomène conduit sans doute à un ravitaillement en eau de boisson à partir des puits (45,3%) en lieu et place de robinet et/ou forage à eau potable.

Tableau 2. Caractéristiques et source d'eau de boisson des quartiers

Caractéristiques des quartiers (n=89)	Fréquences (%)
Rurales	49,4
Urbaines	43,8
Ni rurales, ni urbaines	6,7
Eau de boisson du quartier (n=106)	Fréquences (%)
Robinet	44,3
Forage	10,4
Puits	45,3

Ces indices de médiocrité de vie auraient pu être corrigés au regard d'instruction des chefs de ménages et de leurs épouses. Malheureusement, il n'en est rien en raison de l'écart d'instruction entre l'époux et son partenaire (Figure 2). L'écart est fortement positif entre les femmes et les maris pour les faibles niveaux scolaires, mais négatif pour les niveaux élevés (de la 2nde au Supérieur). La plupart des épouses sont des ménagères avec un niveau scolaire bas, alors que celles qui ont un niveau élevé sont peu nombreuses. Contre toute

attente, la vie dans les ménages ne saura être aisée car, il a été trouvé que le niveau scolaire élevé des épouses améliore la vie de toute la famille (10). Cette inversion vient de ce que les filles supportent dans une moindre mesure les études après la classe de 3^{ème}. En outre, uniquement chez les chefs de ménages, les fréquences sont modélisables et obéissent à une loi de croissance exponentielle avec une corrélation significative ($R^2 > 0,95$).

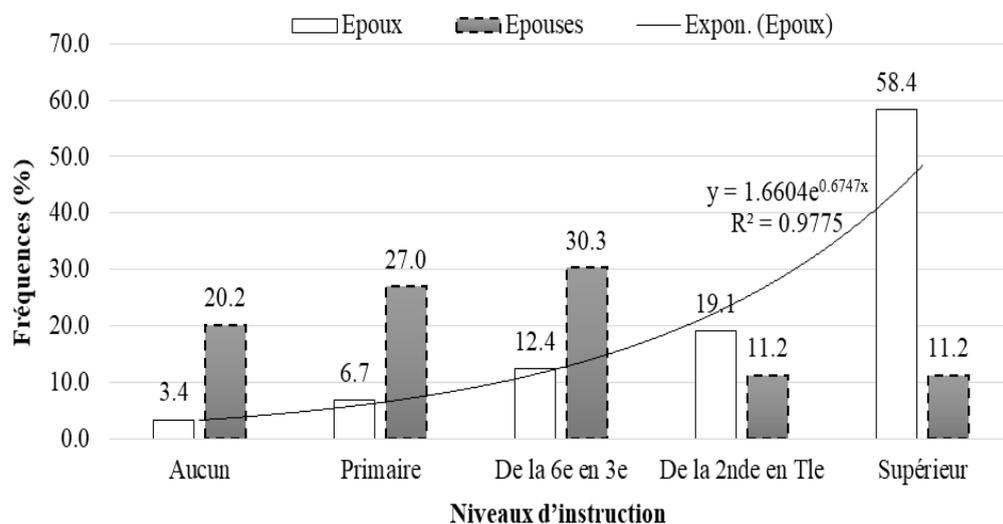


Figure 2. Niveaux d'instruction du chef et de l'épouse du Chef de ménage (n=89)

La gestion des selles est un indice de gestion des ménages par ces niveaux d'instruction. Quand on parle de déchets ménagers, il faut comprendre par ce terme la santé des ménages. Dans la commune de Pala, les selles n'ont pas une destinée unique qui soit les fosses (Tableau 3). Plusieurs ménages n'ont pas de fosses à selles et défèquent à l'air libre ou dans la nature. En moyenne, 80% des

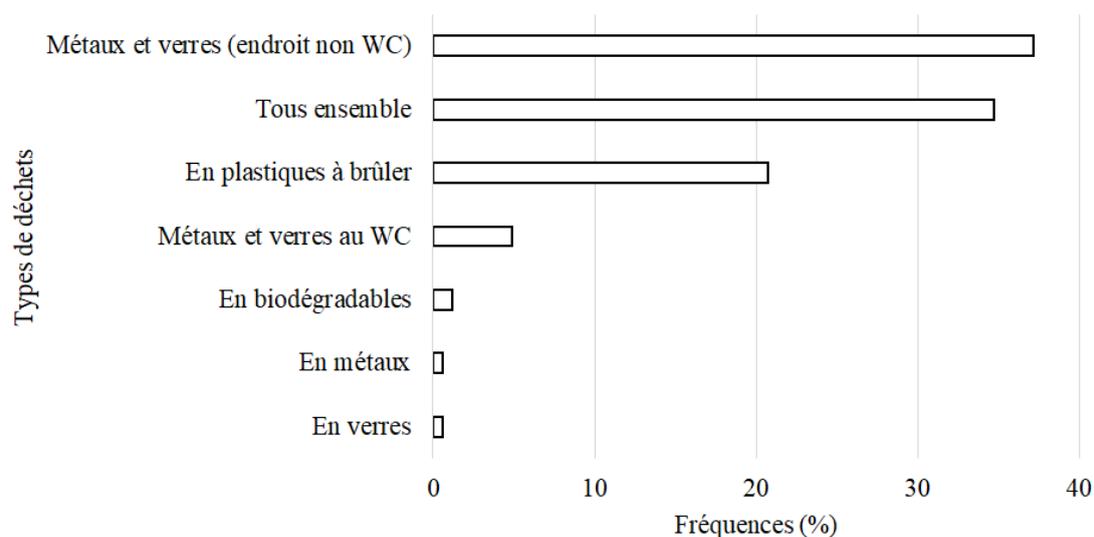
réponses portent sur l'existence de fosse. Mais les fosses construites sont à la même fréquence que celle non construite. Les fosses construites qui sont traitées soit à cause des insectes, soit à cause de la mauvaise odeur (huile de vidange...) sont peu nombreuses (34,1%) par rapport à celles non traitées.

Tableau 3. Gestion des selles et qualités des fosses à selles (n = 89)

Déjection des selles		Qualités des fosses à selles	
Destinée des selles	Fréquences (%)	Existence et traitement des fosses	Fréquences (%)
Dans de fosse	79,8	Pas de fosse	17,6
Dépôt à l'air libre	19,1	Fosse construite	22,0
Consumation par le feu	1,1	Fosse non construite	20,9
Animaux (chien/porc/etc.)	0,0	Fosse construite + insecticide / désinfectant / huile de vidange	34,1
		Fosse non construite + insecticide / désinfectant / huile de vidange	5,5

La séparation des déchets ménagers dans la commune de Pala n'est pas uniforme (Figure 3). A partir de 10% des 164 réponses, les objets blessants (métaux et verres cassés) sont réunis dans des endroits différents des WC. Cette séparation a lieu surtout quand les WC sont construits (37,19%). Dans le cas contraire, tout est remis ensemble (34,75%), à l'exception des plastiques qui doivent être brûlés (20,73%). Cette pratique de séparation ou tri des déchets à la source devrait préoccuper les autorités municipales pour un bon usage des déchets ménagers. Pendant l'enquête, beaucoup de producteurs ont approuvé cette orientation de tri à la source ! Pour eux, si les ordures ménagères ne contenaient des objets blessants et des plastiques, tous les déchets auraient été envoyés aux champs en lieu et place de matières ou engrais verts. Il est bien clair que lorsque tous les déchets ménagers sont mélangés sans tri, leur combustion même

n'est pas possible. Il est du devoir de la Commune de faire en sorte que les tris s'effectuent à la source pour permettre un bon recyclage en faveur de l'environnement des citoyens ou de jardins de case ou encore des champs. Cela conduit à un civisme citoyen pour la bonne pratique de tris. Par exemple, en France, les déchets ménagers sont réunis par catégories (...): les objets blessants non consommables par le feu, les plastiques non-biodégradables et les déchets biodégradables avant toute évacuation sur des lieux indiqués à cette fin. Les exemples des villes africaines sont, dans l'ensemble, très malséants quant à la gestion des déchets ménagers. Car il y a absence totale de tris des déchets alors que ces déchets constituent des sources importantes pour la production agricole par le système de compostage (...). Que laisse donc présager une telle pratique en termes de gestion ou d'organisation de nos communes ?

**Figure 3. Séparation des déchets ménagers (n=164)**

La Séparation des déchets ménagers suit de différentes voies d'utilisation ou d'élimination (Figure 4). Les plus grandes de ces déchets sont utilisées au jardin de case ou réunis en composts (62,9%). Mais une part aussi importante est soumise au feu. La fraction la plus dérangeante est celle qui est jetée dans la rue (11,2%) ! Il s'agit ici d'un incivisme caractérisée qui interpelle la Commune. En général, dans les villes non développées, ces déchets témoignent de l'arriération mentale des populations qui trouvent que la rue est un lieu de dépôt des eaux usées ou

des ordures produites par la famille. L'observation a permis de lister les eaux usées, les arêtes de poissons, les emballages de toutes sortes qui repeuplent et occasionnent des difficultés pour les usagers de la rue. Au Tchad, cet incivisme est observé dans presque toutes les grandes villes du pays, notamment N'Djaména, Abéché, Sarh, Moundou... Les impacts de la mauvaise gestion des déchets ménagers sur l'environnement et la santé humaine dans la ville de N'Djaména (10). Très peu sont les ménages qui jettent leurs déchets dans la nature (1,7%) sans perturber les voiries.

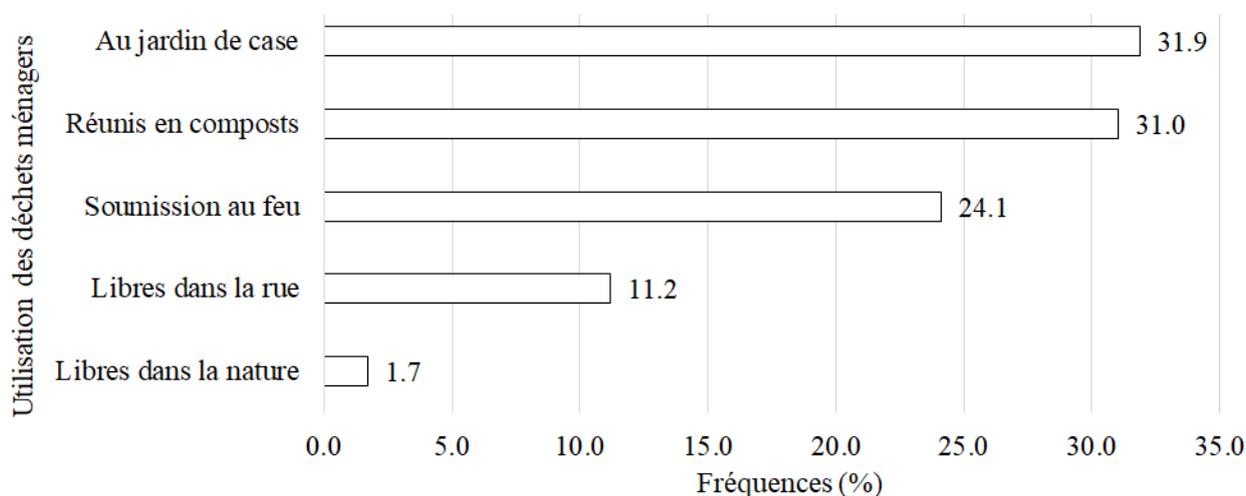


Figure 4. Gestion des déchets ménagers

Si cette séparation des déchets ménagers doit conduire à un renforcement de la production par son dépôt au champ, l'alternation la mieux adaptée est celle de son accumulation sous forme de compost au niveau du ménage même. Plus de 40% de réponses de ménages ignorent le compost ou sa pratique (Figure 5). Mais les ménages qui

font le compost se servent surtout des déjections animales et de déchets ménagers ou de mélanges de toutes sortes de déchets. Les ménages qui s'intéressent aux végétaux verts pour la production des composts sont en petit nombre, soit moins de 10% des réponses.

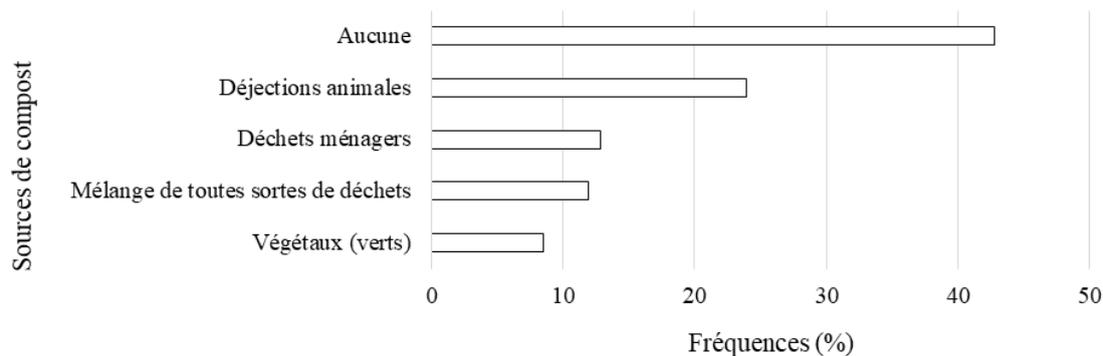


Figure 5. Sources principales de composts (n=117)

Dans la logique de gérer les déchets ménagers, ignorer l'importance du recyclage de ces déchets en compost n'est pas salubre pour une Commune

de caractéristique ou vocation agricole comme celle de Pala. Dans les milieux semi-arides, la pratique du compost a été trouvée comme solution

à la pauvreté ou l'épuisement des sols agricoles. Car il permet une reconstitution de ces sols pour des rendements appréciables. Dans la commune de Pala, bien que 58% des ménages enquêtés ne pratiquent pas le compost (Figure 6), ceux qui le font sont toujours satisfaits de l'effet du compost sur le rendement de la saison agricole. Aucun ménage n'a accusé le compost de détériorer sa production ou d'y contribuer peu. Cette

observation a été faite aussi à N'Djaména où il a été fait mention de gros électroménager, mobilier, matelas, bicyclettes, matières de vidange, tontes de pelouse, résidus d'élagage, tailles de haies, résidus de peinture et solvant, piles, produits de nettoyage... (11).

La grande difficulté dans cette pratique demeure les voies de transport pour les champs ou lieux de dépôt pour utilisations rationnelles.

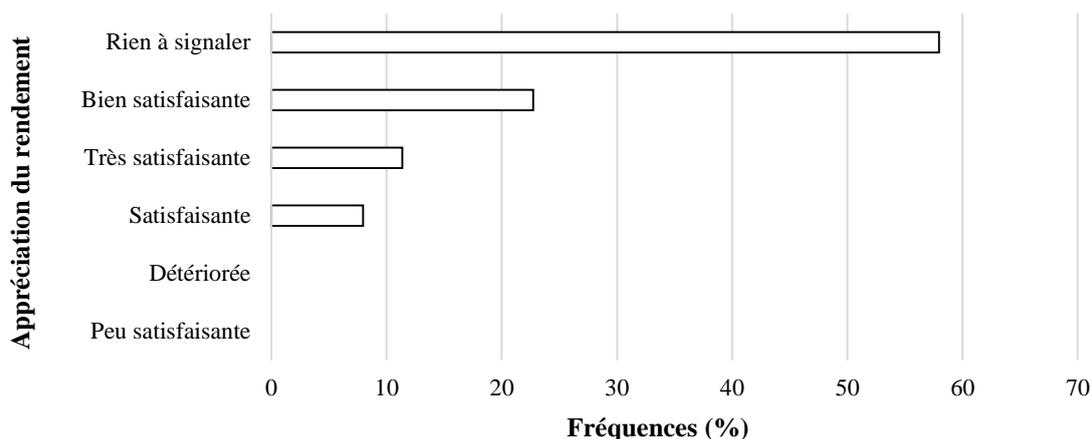


Figure 6. Autosuffisance alimentaire du ménage depuis l'adoption du compost si grande surface (n=89)

Dans la Commune de Pala, la ville souffre cruellement du manque des tracés urbains. Des lotissements plus ou moins définitifs, sinon aléatoires sont faits mais sans valeurs urbaines. Plus de 25% des ménages enquêtés reconnaissent le non tracé des rues, ou 33,3% voient des rues tracées libérées, et 40% voient plutôt des rues tracées non libérées (Figure 7). Cette présentation des rues est comparable à celle de N'Djaména (Tchad) ou de Douala (Cameroun) où on observe que les habitations ne tiennent pas compte du principe d'urbanisation. Cette sorte d'urbanisation est souvent à l'origine de catastrophe naturelle

telle que l'inondation des ménages faute de possibilité d'évacuation des eaux de pluies abondantes (5, 12). Le non tracé des rues posent à la fois un problème d'évacuation des déchets ménagers et des eaux de ruissellement ou de canalisation d'eau potable pour les quartiers. Les ménages se trouvent ainsi confrontés à une insécurité sur plusieurs plans : social, alimentaire, sécuritaire, sanitaire, etc. (1). Ces auteurs ont trouvé que la ville de N'Djaména est une bonne représentation de la pollution due aux effluents liquides et solides urbains.

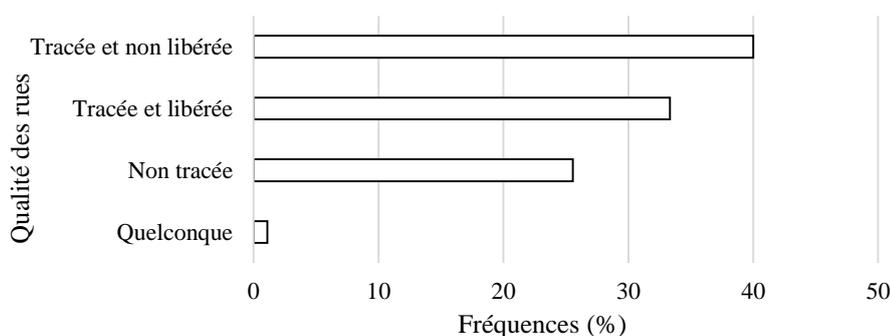


Figure 7. Présentation des rues (n=89)

En moyenne, la survenue de maladies par mois dans les ménages occupe un cumul de fréquence de 87,8% (Figure 8). Les cas de maladies sont de 1 à 4 par mois. Les cas de 1, 3 et 4 suivent la moyenne de 20% de fréquences, tandis que la fréquence de 30% est observée pour le nombre de 2 maladies par mois. Ces maladies sont soit infectieuses, soit parasitaires. Les deux maladies redoutables ou récurrentes (Figure 9). Ces maladies sont plus associées aux milieux de vie

qui sont insalubres, notamment les égouts, les flaques, consommation d'eau de puits ou crudités ou aliments souillés, etc. mais ces maladies sont en partie confirmées par des tests au laboratoire clinique ou par un soignant, c'est-à-dire 75% dans le cas du paludisme et 52% dans le cas de la fièvre typhoïde. Les traitements symptomatiques de ces deux peuvent occasionner le phénomène de la résistance de l'agent pathogène rendant ainsi la guérison difficile.

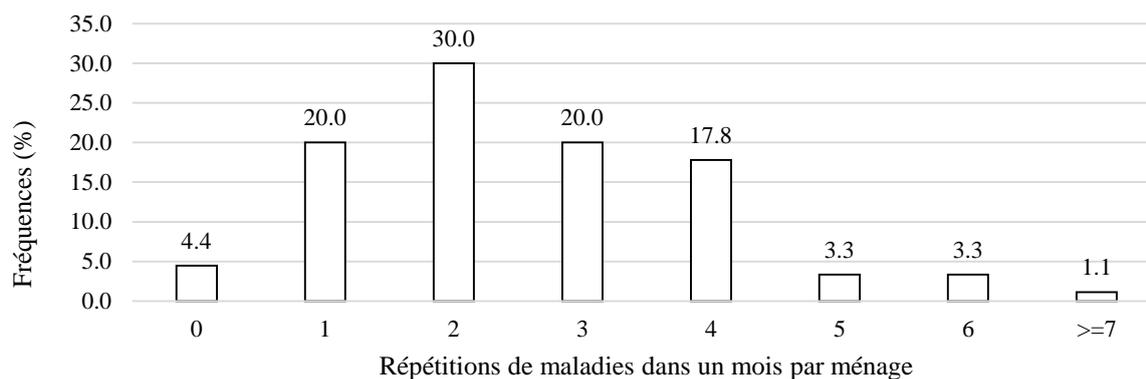


Figure 8. Cas des maladies infectieuses ou parasitaires dans un mois de l'année (n=89)

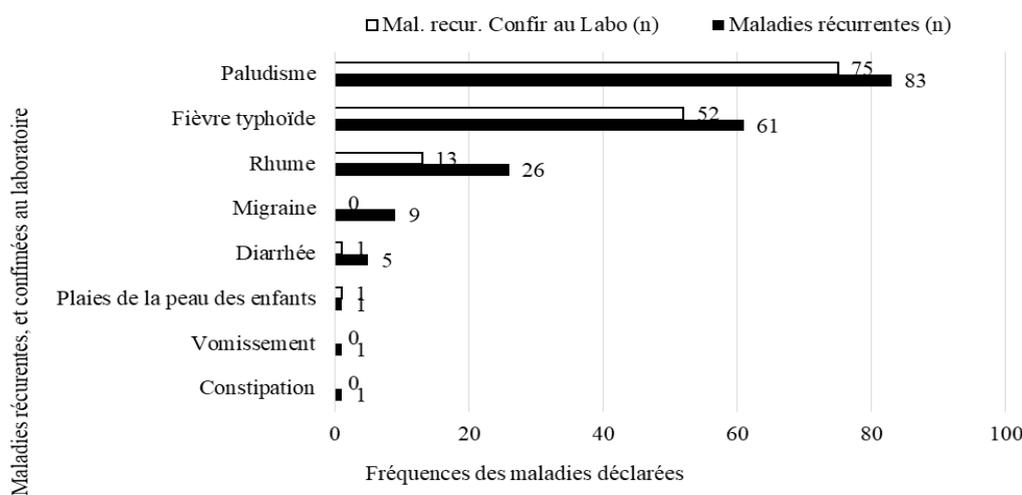


Figure 9. Maladies récurrentes confirmées au laboratoire clinique/Conclusion d'un Soignant (n=190/150) Mal. Recur. Confir au labo =Maladies Récurrentes Confirmées au laboratoire.

A l'issue de ce travail, les Chefs de ménages ont fait des propositions à titre de contribution pour la bonne gestion de la commune de Pala (Figure 10). Au-delà du seuil de 5%, leurs priorités décroissantes ont été les suivantes : Séparer les ordures par bac, Tracer et/ou aménager les rues, Réaliser des forages à eau potable, Construire les écoles, Poubelle par ménages, Désenclaver tous les quartiers, Canalisation d'eau potable et robinets publics. Ces requêtes mentionnées dans

cette rubrique sont la preuve d'une Commune qui se veut moderne. Les points dont les pourcentages de réponses sont faibles semblent bien ternir l'image de la Commune de Pala. Il s'agit, entre autres, de création ou d'offre d'emploi par la décongestion des marchés actuels en création d'autres dans les quartiers importants, de l'idée d'une ville sans taxe de circulation pour vélo et pour porte-tout à usage non commercial.

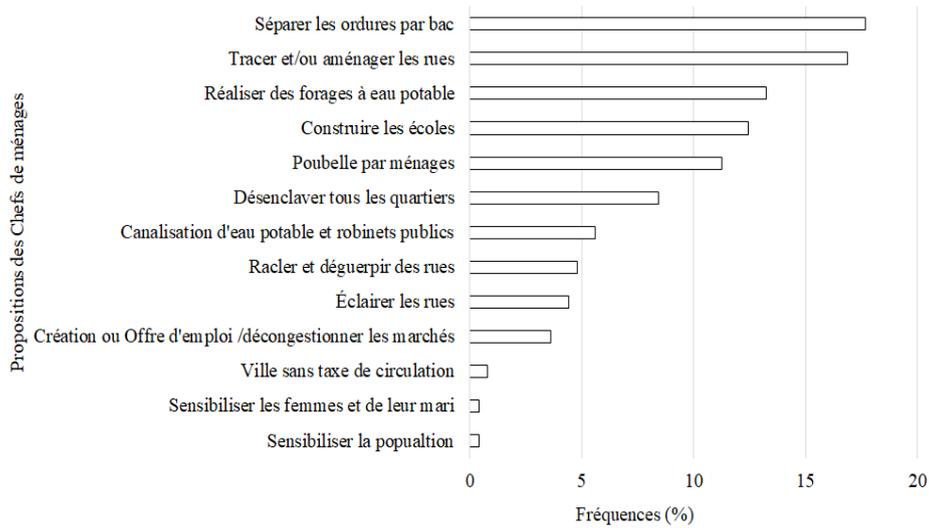


Figure 10. Proposition des Chefs de ménage pour la gestion de la commune (n=249).

Les significations de ces résultats ne peuvent être ignorées. Leurs rapprochements indiquent qu'elles sont bien liées et peuvent être exploitées

rationnellement. C'est ainsi que les figures 11, 12 et 13 montrent l'effet positif significatif de la quantité de compost sur le rendement agricole.

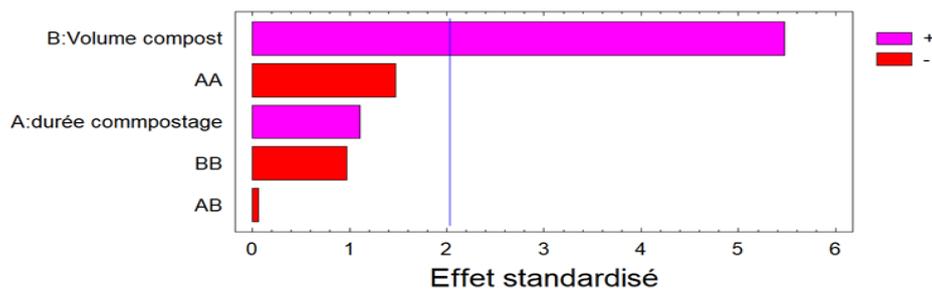


Figure 11. Diagramme de Pareto

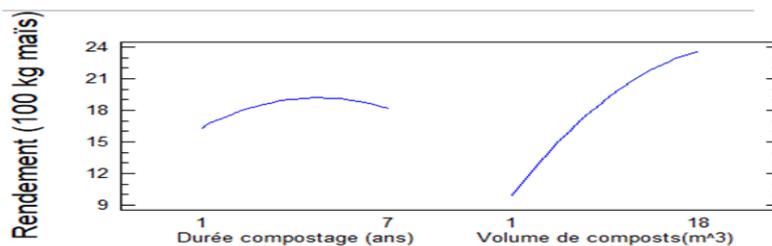


Figure 12. Effets principaux des facteurs de la production agricole

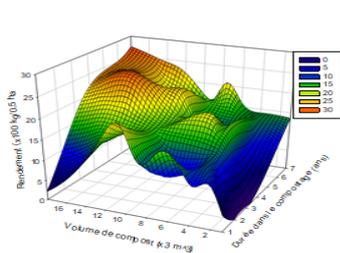


Fig.13.1) Graphe des valeurs individuelles

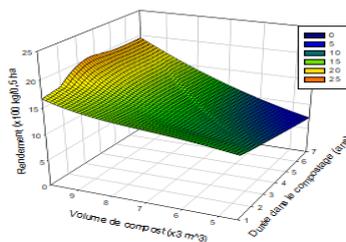


Fig.13.2) Graphe des valeurs moyennes

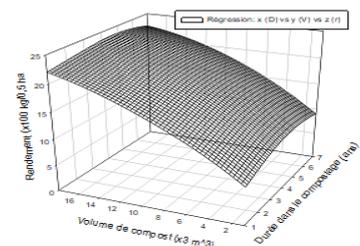


Fig.13.3) Graphe par régression non linéaire

Figure 13. Surfaces de réponses pour la production agricole par des ménages de la commune de Pala

Quant au tableau 4, il donne le modèle mathématique de la production agricole en utilisant les déchets ménagers comme source de matières organiques et minérales, tandis que les tableaux 5, 6, 7, 8 et 9 révèlent des différences statistiques significatives entre les paramètres analysés. Cela donne donc lieu à une discussion concrète sur les variables dépendantes.

4. Discussion

Le développement durable des Communes des pays en voies de développement passe nécessairement par plusieurs paramètres. Le peuplement de ces Communes demeure jusque-là dispersé sans obéir à un ordre précis et appréciable. Si à plus de 10% des réponses, la taille des ménages va de 6-7 à 12-13 personnes, ces peuplements ont des habitats caractérisés par un paysage rural, n'ayant pour eau de boisson que l'eau des puits ouverts (45,3%). Cette acceptation des conditions de vie peut s'expliquer surtout par le niveau d'instruction des ménages où les épouses ont majoritairement le niveau de 3^{ème} se consolant ainsi d'avoir été à l'école. Les Chefs de ménage ne peuvent seuls faire face au désordre malgré leur niveau intellectuel élevés. C'est ainsi que la gestion des déjections humaines, du reste des déchets ménagers, n'est pas exemplaires à travers la Commune de Pala. Notons que la défécation à l'air libre dans les espaces libres à l'exemple des « *bouta* » est un mal pour toutes les Communes. Ces déjections humaines sont à l'origine du péril fécal. En effet, les mouches, le vent, les animaux, les eaux de ruissellement redistribuent ces selles libres dans tous les milieux de vie et en contaminent ainsi l'alimentation et la respiration. La gravité de ces déjections humaines vient des concentrations humaines en milieux urbains. Les eaux d'inondations chargées de ces selles envahissent les passages et les concessions non élevées et polluent alors les systèmes de vie (3). Citons par exemple les inondations de 2018 en République Démocratique du Congo (13) et celles de 2012 et de 2022 au Tchad.

La bonne aptitude des ménages dans la gestion des déchets est de passer par le recyclage des déchets qu'ils produisent. Le système de compost, même sans réunir les conditions idéales de sa production, contribue largement à l'assainissement de la ville par un tri à la source. C'est un travail qui nécessite de la part de la

Commune un effort qui vaut la peine d'être entrepris et soutenu. Aux rangs de ces efforts se trouvent le traçage et la libération des rues, le délogement des agents vecteurs de maladies (mouches des bacs à ordures hétérogènes, moustiques...), l'adduction d'eau potable dans tous les quartiers du périmètre urbain, l'instauration momentanée d'une « assurance laboratoire ». Il s'agit ici de la santé humaine et environnementale de la Commune. Car il est connu que (i) les ordures nuisent à la santé ; (ii) pour être utiles, les déchets biodégradables doivent être évacués aux champs ; (iii) le tracé de la ville est maître de l'évacuation des déchets ; (iv) le tracé de la ville doit s'inscrire toujours dans la voie du développement.

Pour ce faire, la sensibilisation de la population sur le bienfait des actes pris par la Commune a été vivement souhaitée. En outre, la sensibilisation des femmes sur la gestion des déchets ménagers en présence de leur époux a été proposée comme une piste de réussite. Car les responsabilités pourraient être réorientées. Mais le constat désagréable fait par les répondeurs à l'enquête est le fait que les agents de la mairie ne prennent que de l'argent au lieu d'expliquer le bien-fondé de la décision municipale relative au fait !

Si le périmètre communale de Pala doit bénéficier d'un assainissement durable, d'une sécurité alimentaire et nutritionnelle, le compost (mise en commun des déjections animales, des déchets de récolte, des végétaux de sortes) doit retenir l'attention des autorités communales. Le compost favorise la productivité agricole selon la quantité et, par ricochet, la sécurité alimentaire des ménages (Figure 11 et 12). La durée dans le compostage n'est pas une garantie de production agricole.

Sachant que les ordures ménagères biodégradables relancent l'agriculture, dans cette étude, la production agricole soutenue par la qualité et la quantité du compost introduit au champ varie d'un producteur à un autre, ce qui ne favorise pas une production uniforme (Fig.13). Selon Aliyev (14), l'accumulation de la matière organique dans le sol favorise l'augmentation de l'activation des microorganismes régénérateurs des sols qui améliorent ainsi sa fertilité par la production de la matière volatile nutritive dans ce sol. Cela pourra

relancer la stabilité des sols et favoriser d'importantes productions agricoles (15).

En fait, la corrélation est positive et significative ($r = 0,7892$; $p < 0,0001$) entre la quantité de compost et la production agricole (Fig.13.2 ; Tableau 4). Une modélisation de la production par compost qui constitue de la matière organique (MO) permet effectivement de retenir que la corrélation est positive et significative ($r = 0,9883$; $p = 0,0460$) entre la quantité de compost

et la production agricole (Fig.13.3 ; Tableau 4). La surface de réponse correspondante est un paraboloïde (Tableau 4). Etant une alternative à l'utilisation massive des pesticides dans les champs agricoles (16), la pratique est à encourager, par exemple dans le transport de ces déchets au champ. Car, les pesticides contaminent l'air, l'eau et les sols, ce qui constitue un risque pour les humains et l'environnement (17, 18).

Tableau 4. Paramètres de la régression non linéaire des valeurs individuelles et des moyennes pour une même durée dans le compostage

Paramètres	Valeurs individuelles	Valeurs moyennes
z_0	4,0429	25,5723
a	1,9474	-1,8950
b	1,4162	-4,5420
c	-0,2051	0,1931
d	-0,0324	0,4461
R^2	0,6228	0,9767
p	<0,0001	0,0460

$$\text{Equation 3D ; surface de réponses paraboloïde : } z = z_0 + aD + bV + cD^2 + dV^2.$$

Les tableaux de corrélation (Tableau 5 à 9) montrent l'interaction et l'interdépendance entre les différentes variables étudiées. Cela explicite l'idée selon laquelle il faut adopter de comportement responsable en tant que citoyens en matière de gestion des selles et fosses septiques (Tableau 5), la gestion des objets blessants et déchets ménagers (Tableau 6). Mettre tous ensemble (TOE) les déchets est un comportement

à risque. Ces ordures deviennent un milieu non contrôlable des individus nuisibles tant biologiques que physique ou chimique. En cas de formation de composés physiques ou chimiques toxiques, un temps nécessaire est exigé pour dégradation en composés inoffensifs (16). Il en est de même pour les individus biologiques (insectes, parasites, bactérie, les moisissures). Ces milieux sont très dangereux pour la vie.

Tableau 5. Matrice de corrélation de Pearson (n) de gestion des selles et fosses septiques

Variables	SAL	SAFe	SAFo	PDF	FOC	FNC	FC+D	FNC+D
SAL	1							
SAFe	0,233	1						
SAFo	0,777²	0,313	1					
PDF	0,997²	0,283	0,779²	1				
FOC	0,662²	0,214	0,714²	0,690²	1			
FNC	0,670²	0,506	0,896²	0,682²	0,676²	1		
FC+D	0,736²	0,112	0,903²	0,712²	0,416	0,702²	1	
FNC+D	0,581	0,346	0,872²	0,606²	0,721²	0,818²	0,654²	1

Les valeurs en gras sont statistiquement significatives (²) à $\alpha = 0,05$. SAL: Selles Air libre, SAFe: Selles au feu, SAFo: Selles à la Fosse, PDF: Pas de fosse, FOC: Fosse construite, FNC: Fosse non construite, FC+D: Fosse construite+désinfectant, etc., FNC+D: Fosse non construite+désinfectant, etc.

Tableau 6. Matrice de corrélation de Pearson entre de la gestion des objets blessants et déchets ménagers

Variables	TOE	MVWC	MVNWC	En	En	En	Biodeg	Au	Au	LIBRR	LIBRN
-----------	-----	------	-------	----	----	----	--------	----	----	-------	-------

Current Opinion

	verres			métaux			plastiq.		jardin		feu
TOE	1										
MVWC	0,704² 1										
MVNWC	0,955² 0,709² 1										
-											
En verres	0,263	0,100	-0,231	1							
En											
métaux	0,263	0,100	-0,231	1,000² 1							
En											
plastiq.	0,855²	0,446	0,883²	0,272	-0,272	1					
-											
Biodeg	0,205	0,149	-0,053	0,671²	0,671²	-0,115	1				
-											
Au jardin	0,792²	0,657²	0,881²	0,275	-0,275	0,780²	-0,227	1			
-											
Au feu	0,885²	0,717²	0,797²	0,232	-0,232	0,544	-0,210	0,587	1		
-											
LIBRR	0,388	0,201	0,349	0,194	0,194	0,219	0,289	0,030	0,566	1	
-											
LIBRN	0,827²	0,696²	0,676²	0,149	-0,149	0,468	-0,222	0,443	0,944²	0,465	1

Les valeurs en gras sont statistiquement significatifs (²) à $\alpha=0,05$. TOE: Tous ensemble, MVWC: Métaux et verres au WC, MVNWC: Métaux/verres (non au WC), En verres : En verres séparés, En métaux: En métaux séparés, En plastiq.: En plastiques à brûler, Biodeg: En biodégradables, Au jardin: Au jardin de case, Feu: Soumission au feu, LIBRR: Libres dans la rue, LIBRN: Libres dans la nature.

Quant à la production agricole, les quantités se rapprochent les unes des autres (Tableaux 7 et 8) : P9-10 de P11-12 ; P15-16 de 17-18 et P19-20 de P21-22. Ainsi, il se dégage les trois gammes suivantes : P9-12 ; P15-18 et P19-22, soit un pas de 3 sacs de 100 kg de maïs. Il en ressort que la plage globale est de 9 à 22 sacs de 100 kg pour un demi-hectare. Cette variation du simple au double

est attribuable au type de sol et à l'amendement. Cependant, l'effort fourni dans la production agricole est similaire dans tous les ménages, allant d'une personne (1à1) à 11 individus (10à11) et à 15 personnes (14à15), excepté les ménages de 12 ou 13 personnes. Donc, il n'existe pas une seule taille de ménage pour réaliser la production agricole.

Tableau 7. Matrice de corrélation de Pearson entre les productions agricoles des ménages

Variables	P9-10	P11-12	P13-14	P15-16	P17-18	P19-20	P21-22	P>=25-26
P9-10	1							
P11-12	0,938²	1						
P13-14	-0,264	-0,281	1					
P15-16	0,209	0,100	0,457	1				
P17-18	0,485	0,516	0,140	0,620²	1			
P19-20	0,060	0,241	0,017	0,289	0,261	1		
P21-22	-0,028	0,134	0,257	0,454	0,449	0,810²	1	
P>=25-26	0,188	0,043	0,311	0,336	-0,100	0,261	0,069	1

Les valeurs en gras sont statistiquement significatifs (²) à $\alpha=0,05$. PX-Y (P9-10): Production de X-Y (ex : P9-10) sacs de 100 kg de maïs.

Tableau 8. Matrice de corrélation de Pearson entre les tailles des ménages :

Variables	1à1	2à3	4à5	6à7	8à9	10à11	12à13	14à15	16à17	18à19	>=20
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	------

Current Opinion

1à1	1											
2à3	1,000²	1										
4à5	1,000²	1,000²	1									
6à7	0,993²	0,993²	0,993²	1								
8à9	0,967²	0,967²	0,967²	0,956²	1							
10à11	0,981²	0,981²	0,981²	0,976²	0,915²	1						
12à13	0,433	0,433	0,433	0,375	0,457	0,403	1					
14à15	0,863²	0,863²	0,863²	0,835²	0,939²	0,794²	0,352	1				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16à17	0,164	0,164	-0,164	-0,178	-0,107	-0,284	-0,427	0,083	1			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18à19	0,125	0,125	-0,125	-0,157	-0,141	-0,067	0,000	-0,051	-0,164	1		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
>=20	0,125	0,125	-0,125	-0,069	-0,141	-0,216	0,000	-0,279	0,205	-0,125	1	

Les valeurs en gras sont statistiquement significatifs (²) à alpha=0,05. XàY (ex :2à3): X à Y (ex :2à3): personnes par ménage.

La contribution des chefs de ménages dans la réussite de la mission de la Commune apparaît ici comme piste de sortie des difficultés rencontrées par la population de la ville de Pala. Les points des avis des Chefs de ménages sont corrélés (pu en liaison) positivement et de manière significative ($p < 0,05$) (Tableau 9). Il s'agit des faits irréfutables. C'est ainsi que tracer/ménager

les rues, racler/déguerpier des rues, forages à eau potable, canalisation d'eau, construire les écoles sont non seulement tous en corrélés entre eux ($r = 0,676$ à $0,904$), mais aussi à la sensibilisation de la population ($r = 0,736$ à $0,946$) et au désenclavement de tous les quartiers ($r = 0,620$ à $0,869$). Il est donc impérieux d'exploiter le lien Eau-Assainissement-Santé.

Tableau 9. Matrice de corrélation de Pearson entre des propositions des Chefs de ménages

Variable	Sens											
	Trac/a m.	Racl/d ég.	Forag es	Canal.e au	Constr. Ec	ib pop	VST C	Empl/ m	Éclair er	Désencl. Qs	Sép.O B	Poub/m én
Trac/am.	1											
Racl/dég		1										
.	0,791²	1										
Forages	0,846²	0,866²	1									
Canal.ea				0,904								
u	0,676²	0,769²	²	1								
Constr.E					0,893							
c	0,777²	0,830²	²	0,800²	1							
Sensib						0,801						
pop	0,825²	0,946²	²	0,736²	0,770²	1						
VSTC	0,574	0,694²	0,512	0,509	0,349	1²	1					
Empl/m	0,321	0,161	0,579	0,598	0,585	0,04	0,12					
Éclairer	0,294	0,122	0,379	0,352	0,601	0	9	0,811²	1			
Désencl.	0,844²	0,620²	0,869	0,795²	0,812²	0,57	0,44	0,745²	0,613	1		

Current Opinion

Qs		2		9	1	2					
		0,803		0,40	0,24	0,799					
Sép.OB	0,718²	0,527	2	0,679²	0,808²	2	0	0,834²	0,932²	1	
Poub/mé		0,781		0,63	0,36					0,860	
n	0,931²	0,654²	2	0,574	0,810²	8²	1	0,502	0,579	0,884²	1

Les valeurs en gras sont statistiquement significatifs (²) à $\alpha=0,05$. Trac/am.:Tracer/ménager les rues, Racl/dég.: Racler/déguepir des rues,Forages: Forages à eau potable, Canal.eau: Canalisation d'eau, Constr.Ec : Construire les écoles, Sensib pop: Sensibiliser la population, VSTC: Ville sans taxe de circulation, Empl/m: Emploi/marchés, Éclairer: Éclairer les rues, Désencl. Qs: Désenclaver tous les quartiers, Sép.OB : Séparer les ordures par bac, Poub/mén: Poubelle par ménage.

Dans l'idée de création de marchés dans les quartiers, ces Chefs pensent permettre à la population de dépenser peu, donc de réaliser d'économie à portée de main; c'est donc créer de l'emploi à travers la Commune! L'idée de poubelle par ménage relève du souci de l'hygiène familiale, de l'assainissement de l'environnement urbain, de la réussite dans la gestion des déchets ménagers, la sécurité sanitaire de la ville... La question d'eau potable a été surtout soulevée par deux quartiers de la ville sans légèreté, notamment les quartiers Aéroport/Tao-Zagrang et Carrefour. Ils ne comprennent pas pourquoi la canalisation d'eau n'est pas arrivée à leur niveau; et à défaut, ils auraient dû bénéficier des forages d'eau potable! Sans eau, on ne peut pas parler propre (1). Ces avis des chefs de ménages témoignent de leur attachement à la réussite des plans de gestion de la Commune. Selon Bruckmann et al. (3), citant l'exemple de la ville de Douala, l'un des paramètres majeurs de risque réside dans la vulnérabilité sociale, du fait de la pauvreté et des modes d'occupation du sol qui marginalisent une grande partie de la population au sein d'espaces exposés (mangroves, abords des drains, etc.) où la gestion urbaine est particulièrement déficiente (évolution incontrôlée de l'habitat, sous-dimensionnement des drains, traitement insuffisant des déchets solides).

En définitive, le développement de la commune est très perturbé par plusieurs faits bien observés par bon nombre de personnes :

- La vente des parcelles initialement déclarées réserve de l'Etat ;
- La modification des plans cadastraux sur des sites déjà utilisés ;
- Des lotissements et attributions frauduleux des parcelles ;

- La marginalisation des propriétaires des champs lors des travaux de lotissement des terroirs ;
- Le lotissement des zones marécageuses sans mesure d'accompagnement.

5. Conclusion

La liaison entre les déchets et la production agricole semble être une alternance à l'usage des pesticides dangereux dans la production en jardin ou à échelle développée. Il est facile de voir que les déchets ne sont triés à la base, ce qui nécessite une orientation pratique en vue d'une Commune propre et/ou sans dangers. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour valider le modèle mathématique de la production obtenu par cette enquête.

Remerciement

Nous exprimons nos reconnaissances à tous ceux qui ont accepté d'apporter leur contribution dans la réussite de l'enquête en répondant aux questions point par point.

Références

1. Naskida M, Denenodji A, Baohoutou L. Access to drinking water and sanitation: an environmental and health risk in the city of Ati/Chad. *International Journal of Recent Scientific Research* 2019; 10(10B): 35243-35249. DOI: <http://dx.doi.org/10.24327/ijr sr.2019.1010.4063>.
2. Serre D. *La ville résiliente aux inondations. Méthodes et outils d'évaluation*. Mémoire d'HDR, Université Paris-Est 2011 ; 173 p.
3. Bruckmann L, Amanejieu A, Zogning Moffo MO, Ozer P. Analyse géohistorique de l'évolution spatio-temporelle du risque d'inondation et de sa gestion dans la zone urbaine de Douala (Cameroun). *Physio-Géo*

- 2019; 13(1):91-113. DOI : <https://doi.org/10.4000/physio-geo.8038>
4. Ahouangan MBD, Djaby B, Ozer P, Hountondji YC, Thitry A, De Longueville F. Adaptation et résilience des populations rurales face aux catastrophes naturelles en Afrique subsaharienne. Cas des inondations de 2010 dans la commune de Zagnanado, Bénin. In *Eau, milieux et aménagement. Une recherche au service des territoires*, Ballouche A, Taïbi AN. Édit. Presses de l'Université d'Angers 2014 ; 265-278.
 5. Yengoh GT, Fogwe ZN, Armah FA. Floods in the Douala metropolis, Cameroon: attribution to changes in rainfall characteristics or planning failures. *Journal of Environmental Planning and Management* 2017 ; 60(2), 204-230. DOI: [10.1080/09640568.2016.1149048](https://doi.org/10.1080/09640568.2016.1149048).
 6. Saha F, Tchindjang M. Rainfall variability and floods occurrence in the city of Bamenda (Northwest of Cameroon). *Present Environment and Sustainable Development* 2017; 11(1):65-82.
 7. Reghezza-Zitt M, Rufat S, Djament-Tran G, Le Blanc A, Lhomme S. What resilience is not uses and abuses. *Cybergeo* 2012. DOI : [10.4000/cybergeo.25554](https://doi.org/10.4000/cybergeo.25554)
 8. Gaillard JC. De l'origine des catastrophes : phénomènes extrêmes ou âpreté du quotidien ? *Natures Sciences Sociétés* 2007 ; 15(1) : 44-47. DOI : [10.1051/nss:2007022](https://doi.org/10.1051/nss:2007022)
 9. Céfaï D. L'enquête de terrain, Paris. La Découverte (Recherches) 2003.
 10. OCDE. Chapitre 1. Maintenir la croissance et améliorer le niveau de vie », Études économiques de l'OCDE 2011 ; 10 : 25-72. URL: <https://www.cairn.info/revue-etudes-economiques-de-l-ocde-2011-10-page-25.htm>
 11. Naskida M, Guiguindibaye M, Model D, Robert M. Impacts de la mauvaise gestion des déchets ménagers sur l'environnement et la santé humaine dans la ville de N'Djamena (Tchad). *Revue de géographie du laboratoire Leïdi* 2021 ; 26 : 37-48.
 12. Saha F, Tchio Nkemta D, Tchindjang M, Voundi E, Mbevo Fendoung P. Production des risques dits "naturels" dans les grands centres urbains du Cameroun. *Natures Sciences Sociétés* 2018; 26 (4) : 418-433. DOI : [10.1051/nss/2019003](https://doi.org/10.1051/nss/2019003).
 13. USAID. Risque climatique en République Démocratique Du Congo : profil de risque du pays. 1-6. FR_20180716_USAID-ATLAS_Clim. 2017 - Floods in the Douala metropolis, Cameroon: attribution to changes in rainfall characteristics or planning failures? *Journal of Environmental* 2018.
 14. Aliyev ZH. Azerbaijan effects on Agrochemical Indications and Effect of Erosion Process on Plant Productivity. *Pesticide Science and Pest Control* 2022; 1(3):1-6. DOI: [10.58489/2833-0943/012](https://doi.org/10.58489/2833-0943/012).
 15. Atat JG, Edet AC, Ekpo SS. Assesment of Geotechnical Properties of Soil Underlying O Collapsed Structure along Iman Street, Uyo, Nigeria. *Current Opinion CO* 2023; 3(2): 279-290. DOI: <https://doi.org/10.52845/CO/2023-3-2-4>.
 16. Mbailaou N, Ngassoum MB, Tchamango SR, Tsatsop RK, Rimhoudal N. Application of the Electro-Fenton process to the degradation of Malathion from a synthetic effluent. *JCBPS* 2022; 12(1): 001-011. DOI: [10.24214/jcbps.A.12.1.00111](https://doi.org/10.24214/jcbps.A.12.1.00111).
 17. Lamers M, Anyusheva M, La N, Nguyen VV, Streck T. Pesticide pollution in surface and groundwater by paddy rice cultivation: A case study from Northern Vietnam Clean-Soil, *AIR, Water* 2011; 39 (4): 356-361.
 18. Ensminger M, Budd R, Kelley K, Goh K. Pesticide occurrence and aquatic benchmark excess in urban surface waters and sediments in three urban areas of California, USA, *Environmental Monitoring and Assessment* 2013; 185: 3697-3710.