

UNIVERSITE DE LOME SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

*Revue du Laboratoire de Recherches
Biogéographiques et d'Etudes Environnementales
(LaRBE)*



PRESSES DE L'UL

Vingt-unième Numéro Lomé, Décembre 2024

Directeur de publication : Prof. Lalle Yendoukoa LARE, Université de Lomé, Togo.

Rédacteur en Chef : Prof. Minkilabe DJANGBEDJA, Université de Lomé, Togo

Secrétariat de publication : Prof. Tchaa BOUKPESSI, Abdourazakou ALASSANE (MC), Ama-Edi KOUYA (MC), Paroussiè Wiyao TAKOU (MA), Faya LEMOU (MA), Laounta AKAME (MA) et Pèhèzounam AHE (A).

Comité Scientifique :

Prof. Yao AGBOSSOUMONDE (Lomé, Togo); Prof. Kodjo AKLIKOKOU (Lomé, Togo) ; Prof. Atiyihwè AWESSO (Lomé, Togo) ; Prof. Komlan BATAWILA (Lomé, Togo) ; Prof. Tchaa BOUKPESSI (Lomé, Togo) ; Prof. Ibrahim BOUZOU-MOUSSA (Niamey, Niger) ; Prof. Sabiba Kou'Santa AMOUZOU (Kara, Togo) ; Prof. Moctar BAWA (Lomé, Togo) ; Prof. Gbandi DJANEYE-BOUNDJOU (Lomé, Togo) ; Prof. Gnon BABA (Lomé, Togo) ; Prof. Minkilabe DJANGBEDJA (Lomé, Togo) ; Prof. Koffi DJONDO (Lomé, Togo) ; Prof. Tak Youssif GNONGBO (Lomé, Togo) ; Prof. Follygan HETCHELI (Lomé, Togo) ; Prof. Moussa GIBIGAYE (Cotonou, Bénin) ; Prof. Atsu Koudzo GUELLY (Lomé, Togo) ; Ama-Edi KOUYA (MC) (Lomé, Togo) ; Prof. Kodjona KADANGA (Lomé, Togo) ; Prof. Koffi KOKO (Lomé, Togo) ; Prof. Koffi KILI (Lomé, Togo) ; Prof. Kouami KOKOU (Lomé, Togo) ; Prof. Kossi NAPO (Lomé, Togo) ; Abdourazakou ALASSANE (MC) (Lomé, Togo) ; Prof. Abou NAPPON (Ouagadougou, Burkina-Faso) ; Prof. Edinam KOLA (Lomé, Togo) ; Prof. Komi KOSSI-TITRIKOU (Lomé, Togo) ; Prof. Lalle Yendoukoa LARE (Lomé, Togo) ; Prof. Euloge OGOUWALE (Cotonou, Bénin) ; Prof. Vincent OREKAN (Cotonou, Bénin) ; Prof. François de Charles OUEDRAOGO (Ouagadougou, Burkina Faso) ; Prof. Komla SANDA (Lomé, Togo) ; Prof. Brice SINSIN (Cotonou, Bénin) ; Prof. Koudjo Yve SOKEMAWOU (Lomé, Togo) ; Prof. Thiou T. K. TCHAMIE (Lomé, Togo) ; Prof. Kpèrkouma WALA (Lomé, Togo) ; Prof. Tanga Pierre ZOUNGRANA (Ouagadougou, Burkina-Faso) ; Prof. Brice TENTE (Cotonou, Bénin) ; Prof. Ismaïla TOKO IMOROU (Cotonou, Bénin) ; Jean Bosco VODONOU (MC) (Parakou, Bénin) ; Prof. Ibouaïma YABI (Cotonou, Bénin) et Prof. Akossiwa ZINSOU KASSOU (Lomé, Togo).

Comité de lecture : les lecteurs (referees) sont des scientifiques choisis de par le monde selon les champs thématiques des articles.

Sommaire

1. Caractérisation de la végétation et de son impact sur les températures de surface dans l'arrondissement Emeri Patrice Lumumba à Pointe-Noire (République du Congo) ; par E. J. LEGRAND-SOUAMY, G. IBIASSI MAHOUGOU, F. W. MANIAKA, C. A. B. GOLO BANDZOUZI.....	5
2. Stratégies d'adaptation paysanne face à la variabilité climatique dans la commune de Gotheye, Niger ; par N. ALI, S. DJIBO HASSANE, L. DAMBO, T. BOUKPESSI.....	24
3. Evaluation des métaux lourds dans les sols de la ville de Bafia (Centre-Cameroun) ; par N. TEHNA, Y. B. TCHOUKEU, J. MBANGA NYOBE, A. D. M. MILANG ASSENE, E. SABABA, G. F. NGON NGON, ETAME Jacques.....	37
4. Etat des écosystèmes forestiers, déterminants de régression et leurs implications sur la communauté rurale dans la préfecture de Kloto au Togo ; par A. EVE & N. KONLANI	54
5. Caractérisation des services écosystémiques de la mangrove de l'aire marine protégée de Sangomar (Sénégal) ; par R. THIAM, C. SAMBOU, A. SARR, C. T. DIALLO.....	72
6. Contribution de la sécurité foncière au développement local dans la Commune de Ouidah au Sud-Ouest du Bénin ; par B. DOSSOU-YOVO, T. R. G. KADJEBIN et J. ADEGNANDJOU.....	100
7. Analyse des influences de la variabilité pluviométrique sur la dynamique de dégradation de la Forêt Classée de Pata au sud Sénégal ; par M. SOW et L. TOURE.....	114
8. Effets de la variabilité climatique sur les agrosystèmes et stratégies paysannes d'adaptation dans la commune d'Aplahoue au sud-ouest du Bénin ; par P. D. KOMBIENOU, C. A. TOVO, I. YABI, O. AROUNA.....	139
9. Analyse socioéconomique et environnementale de la production artisanale de savon : cas du savon kabakrou à Dabou (Côte d'Ivoire) ; par Y. R. OUATTARA-COULIBALY ; A. N. DIAKITE ; K. O. DIEN.....	164
10. Protection du maïs contre la chenille légionnaire d'automne (<i>Spodoptera frugiperda</i> j.e. smith) à l'ouest du Burkina Faso : la piste des insecticides biologiques ; par W. F. TAPSOBA, I. OUEDRAOGO.....	185

11. LA RN9 dans le champ circulatoire de la ville de Maradi au Niger ; par A. AGAISSA ; I. ABDOL YOLIHINZA ; H. ALI ELHADJI SANI...	205
12. Sig et gestion des déchets solides dans l'arrondissement de Zagnanado (commune de Zagnanado au Bénin) ; par M. DJAUGA, N. P. C. AMOUSSOU, I. MAZO, V. OREKAN	224
13. Transport terrestre dans l'UEMOA : un modèle d'intégration régionale ; par A. S. TOUREI, C. I. DOSSOU.....	243
14. Le rôle des mots physis et natura dans l'histoire de l'écologie scientifique ; par T. T. K. TCHAMIE, A-E. KOUYA et A. SIDI ISSAH...	261
15. Bref aperçu sur l'histoire de l'écologie organiciste ; par T. T. K. TCHAMIE, W. P. TAKOU, P. AHE.....	294

SIG ET GESTION DES DECHETS SOLIDES DANS L'ARRONDISSEMENT DE ZAGNANADO (COMMUNE DE ZAGNANADO AU BENIN)

DJAOUGA Mama*, AMOUSSOU Noël Précieux C, MAZO Ismaël, OREKAN Vincent

* mama.djaouga@gmail.com

Résumé

L'intégration des SIG dans la gestion des déchets dans l'arrondissement de Zagnanado au Bénin implique l'utilisation des technologies numériques pour cartographier, analyser et gérer spatialement toutes les données pertinentes. La présente étude vise à gérer les déchets à base des outils SIG. La démarche méthodologique a pris en compte les méthodes de collecte de données quantitatives et qualitatives, la mise en place d'une base de données SIG avec PhpMyAdmin et QGIS 3.26, les enquêtes auprès de 120 ménages, la géolocalisation des dépotoirs sauvages. Toutes les données collectées ont été traitées et spatialisées.

L'étude révèle une prédominance des déchets ménagers à 65 %, suivis par les déchets agricoles (16 %), industriels (10 %), de constructions (7 %), biomédicales (5%) et électroniques (3%), soulignant l'impact des activités locales sur la production de déchets. Malgré ses implications environnementales, l'incinération est utilisée à 70 % pour la gestion des déchets. La distribution inégale des dépotoirs de déchet, concentrés autour du centre urbain, nécessite une planification stratégique pour améliorer sa gestion. La mise en place de la base de données SIG permet de mieux gérer les infrastructures de gestion des déchets, soulignant l'importance d'une approche intégrée pour résoudre les défis environnementaux et sanitaires associés.

Mots clé : SIG, Déchets ménagers, Incinération, Collecte des déchets, Zagnanado

Abstract

The integration of GIS in waste management in the Zagnanado district of Benin involves the use of digital technologies to map, analyze and spatially manage all relevant data. This study aims to manage waste using GIS tools. The methodological approach took into account quantitative and qualitative data collection methods, the establishment of a GIS database with PhpMyAdmin and QGIS 3.26, surveys of 120 households,

and the geolocation of illegal dumpsites. All data collected were processed and spatialized. The study reveals a predominance of household waste at 65 %, followed by agricultural waste (16 %), industrial waste (10 %), construction waste (7%), biomedical waste (5%) and electronic waste (3%), highlighting the impact of local activities on waste production. Despite its environmental implications, incineration is used at 70 % for waste management. The uneven distribution of waste dumpsites, concentrated around the urban center, requires strategic planning to improve its management. The implementation of the GIS database allows for better management of waste management infrastructures, highlighting the importance of an integrated approach to address associated environmental and health challenges.

Keywords: GIS, Household waste, Incineration, Waste collection, Zagnanado

1. Introduction

Au Bénin, la gestion des déchets solides constitue un défi majeur, exacerbée par l'urbanisation rapide et l'augmentation des populations urbaines. Selon S. Kaza *et al.* (2018, p. 3), le monde génère chaque année plus de 2 milliards de tonnes de déchets solides municipaux, dont une part significative est mal gérée, entraînant des conséquences environnementales néfastes. Au niveau local, l'arrondissement de Zagnanado n'échappe pas à cette problématique, avec des décharges non réglementées qui contaminent les sols et les ressources en eau, nuisant ainsi à la santé publique et à l'écosystème (I. Al-Khatib *et al.*, 2010, p. 314). Dans ce contexte, les systèmes d'information géographique (SIG) sont des outils essentiels pour améliorer la planification et la gestion des déchets. En intégrant des données spatiales, les SIG permettent une analyse approfondie des flux de déchets, facilitant ainsi une meilleure compréhension des dynamiques locales et des besoins spécifiques de la communauté (B. Alavi *et al.*, 2019, p. 85). En outre, l'utilisation des SIG dans la gestion des déchets permet non seulement d'optimiser les routes de collecte et de réduire les coûts opérationnels, mais aussi de sensibiliser la population sur les pratiques de tri et de recyclage (C. Akinyemi *et al.*, 2020, p. 112). Les SIG facilitent la cartographie des zones de production de déchets, identifient les tendances de génération et évaluent les impacts environnementaux, contribuant ainsi à une gestion durable des ressources (S. Thangavel *et al.*, 2019, p. 23). Par ailleurs, les applications SIG dans

*Sig et gestion des déchets solides dans l'arrondissement de Zagnanado
(commune de Zagnanado au Bénin)*

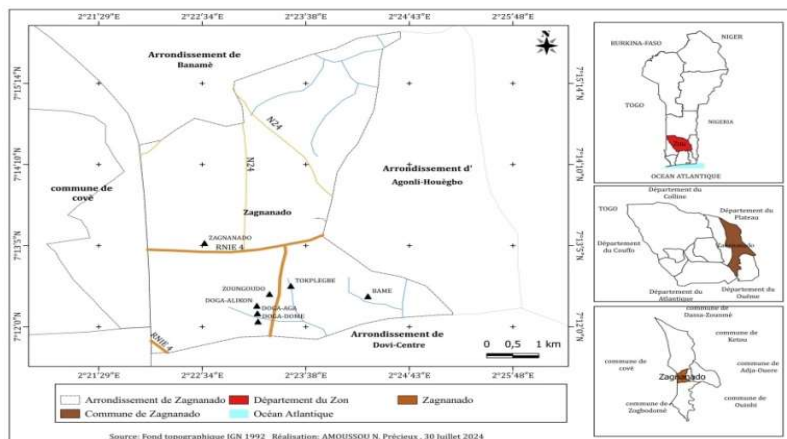
le cadre d'initiative comme l'objectif de Zéro Artificialisation Nette (ZAN) démontre leur rôle crucial dans la préservation des espaces naturels tout en répondant aux besoins croissants d'urbanisation (D. Ouedraogo, 2021, p. 39). En intégrant ces aspects socio-économiques et environnementaux, les SIG offrent ainsi une approche holistique, essentielle pour le développement durable et la résilience face aux défis environnementaux (M. Boughey *et al.*, 2020, p. 67). En effet, l'intégration des SIG dans la gestion des déchets au Bénin reste limitée par un manque d'infrastructures, de formation et de sensibilisation des acteurs locaux (S. Hounkpe *et al.*, 2014, p. 61). Dans l'arrondissement de Zagnanado, les déchets produits sont de différents types et situés à proximité des grosses agglomérations. Quels sont les types et quantités de déchets produits dans l'arrondissement de Zagnanado ? Cette question soulève la problématique sur l'efficacité des politiques de gestion des déchets en place et leur capacité à répondre aux besoins croissants des populations urbaines. Les déchets ménagers produits dans l'arrondissement de Zagnanado sont de différents types et peuvent être mieux gérés à l'aide d'une base de données SIG. Par conséquent, cette recherche vise à montrer l'apport des SIG dans une gestion efficiente des déchets dans l'arrondissement de Zagnanado (commune de Zagnanado).

2. Matériel et méthodes

2.1. Localisation géographique de l'arrondissement de Zagnanado

L'arrondissement de Zagnanado est l'un des six (06) arrondissements de la commune de Zagnanado, avec une superficie de 26 km². Situé sur le plateau de Zagnanado, ce dernier est le plus petit plateau au nord de la dépression de la Lama. Il s'étend entre les coordonnées géographiques 7° 12' 00" et 7° 15' 14" de latitude nord, et 2° 21' 29" et 2° 25' 48" de longitude est, avec une altitude moyenne de 89 m. L'arrondissement est limité au nord par Don-Tan, à l'ouest par Houèko (commune de Covè), au sud par Dovi, et à l'est par Agonlin-Houégbo. Administrativement, il est subdivisé en huit villages : Doga-aga, Doga-alikon, Doga-domè, Tokplégbé, Zagnanado, Zonmon, et Zoungoudo. Comme le montre la figure 1.

Figure 1 : Situation géographique du milieu d'étude



2.2. Données planimétriques et recueillies

Les données utilisées sont principalement le fond topographique IGN, 2018 et les données GPS notamment les coordonnées géographiques des sites de collecte et des décharges.

2.3. Outils et méthodes de traitement des données

Le traitement des données s'est appuyé sur une combinaison d'outils, matériels et logiciels, chacun ayant joué un rôle précis dans l'analyse et la représentation des informations collectées.

Matériel :

- **Ordinateur portable** a été utilisé pour exécuter les logiciels nécessaires et gérer les données.
- **Appareil photo du téléphone portable** a été utilisé pour visualiser les sites étudiés.

Outils logiciels

Excel a permis de :

- Calculer des taux de réponses des enquêtés à partir de la formule de Seastrom : $t = S / N \times 100$, où t représente le taux de réponse (%), S le nombre de réponses fournies, et N le nombre total de personnes enquêtées.

*Sig et gestion des déchets solides dans l'arrondissement de Zagnanado
(commune de Zagnanado au Bénin)*

- Saisir des coordonnées géographiques des dépotoirs sauvages, transformées en format CSV pour intégration dans **QGIS 3.26**.
- Convertir les coordonnées géographiques de DMS (Degré, Minute, Seconde) en UTM.

QGIS a permis de :

- Faire l'analyse des données de production pour identifier les zones à forte densité et prioriser les points de collecte.
- Faire la jointure spatiale via l'outil « *Joindre les attributs par localisation* ».
- Calculer des distances entre les points de collecte et le centre de Zagnanado à l'aide de l'outil « *Distance au plus proche centre* ».
- Réaliser des cartes thématiques où les zones à forte production de déchets sont représentées en rouge et celles à faible production en vert.

Google Earth Pro a permis d'identification des dépotoirs sauvages à l'aide d'images satellitaires.

PhpMyAdmin et SQL ont permis de créer et de gérer la base de données dédiée aux déchets.

Locus Map a été utilisé pour collecter les coordonnées géographiques des sites étudiés.

Sublime Text a été utilisé pour développer la plateforme web dédiée à la gestion des données à l'aide de PHP et WAMP.

2.4. Méthodes de collecte des données

Pour atteindre les objectifs de l'étude, une démarche méthodologique a été suivie. D'abord la méthode de collecte des déchets et le tri de ces derniers, ensuite les modes de traitement des déchets. Enfin la prise des photos des sites de collecte des déchets au niveau des dépotoirs sauvages.

2.4.1 Echantillonnage

La taille des personnes à enquêter au niveau des ménages a été déterminée à partir de la formule de Schwartz (1994) :

$$n = z^2 \times p (1 - p) / m^2 \quad \text{avec}$$

n = taille de l'échantillon, **z** = niveau de confiance selon la loi normale centrée réduite (pour un niveau de confiance de 95 %, $z = 1,96$) ; **p** = proportion estimée des ménages dans chaque village ; **m** = marge d'erreur tolérée (par exemple on veut connaître la proportion réelle à 5 % près). Les villages d'enquête et les tailles des ménages échantillon sont déterminés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Répartition de l'échantillon

Villages	Nombre de ménages	Nombre de ménages enquêtés
Doga – aga	180	12
Doga – alikon	173	12
Doga – domè	312	21
Tokplégbé	196	13
Zagnanado	366	24
Zonmon	162	11
Zoungoudo	399	27
Total	1797	120

Source : Enquêtes de terrain, Mai 2024

Au total 120 personnes ont été investiguées dans l'arrondissement de Zagnanado.

2.4.2 Techniques de collecte de données

Les techniques suivantes sont utilisées pour collecter les données :

- Enquêtes auprès de 120 ménages.
- Entretien semi-directif avec les autorités locales (le responsable Eau, Hygiène et Salubrité de la mairie de Zagnanado).
- Observations directes sur le terrain.

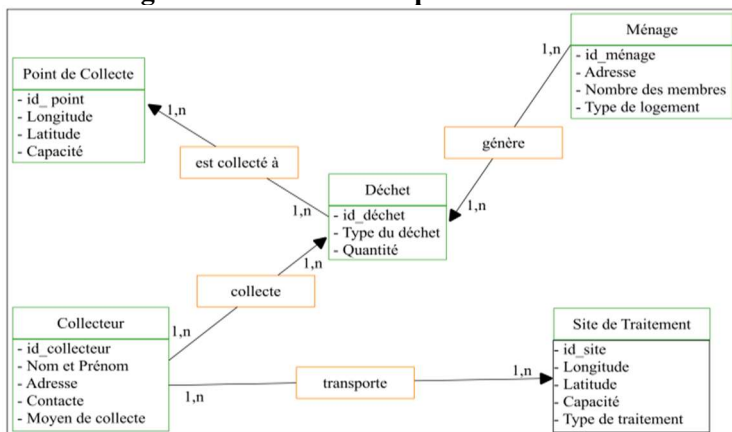
2.5. Démarche de conception de base de données

Pour mettre en place la base de données SIG, le modèle conceptuel de données, le modèle logique de données (MLD) et le modèle physique de données (MPD) ont été élaborés.

2.5.1. Modèle Conceptuel de Données (MCD)

Le MCD structure les informations en définissant les entités principales (ménages, types de déchets, points de collecte, collecteurs, sites de traitement) et leurs relations. Il offre une vue d'ensemble des connexions entre ces données essentielles pour la gestion des déchets (Figure 2).

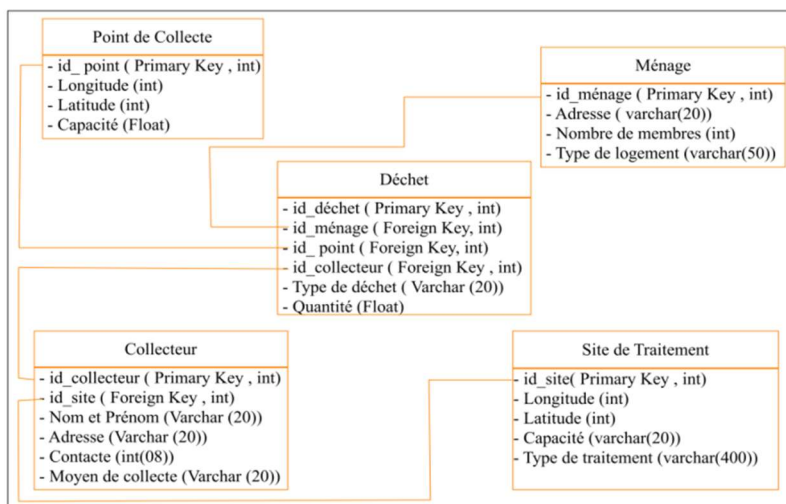
Figure 2 : Modèle conceptuel de données.



2.5.2. Modèle Logique de Données (MLD)

Le MLD traduit le MCD en une représentation logique adaptée à la base de données, précisant les tables, leurs attributs et relations (ménages, déchets, points de collecte, collecteurs, sites de traitement). Ce modèle garantit une organisation cohérente et facilite la conception physique (Figure 3).

Figure 3 : Modèle logique de données



2.5.3 Modèle Physique de Données (MPD)

Le MPD implémente le MLD en définissant les structures physiques nécessaires. Par exemple pour « Ménages »

La Table Ménage, Identifie chaque ménage avec une clé primaire (id_ménage).

```
CREATE TABLE Ménages (
    id_ménage INT PRIMARY KEY,
    Adresse VARCHAR(20) NOT NULL,
    Nombre_Membres INT NOT NULL,
    type_Logement VARCHAR(50) NOT NULL
);
```

- Table Ménage

id_ménage	Adresse	Nombre_Membres	type_Logem
-----------	---------	----------------	------------

Par exemp

La Table Déchets, Associe les types de déchets aux ménages à l'aide d'une clé étrangère (id_ménage).

```
CREATE TABLE Déchets (
    id_dechet INT PRIMARY KEY,
    type_dechet VARCHAR(20) NOT NULL,
    quantite FLOAT NOT NULL,
    id_ménage INT,
    id_point INT,
    id_collecteur INT,
    FOREIGN KEY (id_ménage) REFERENCES Ménages(id_ménage),
    FOREIGN KEY (id_point) REFERENCES Points_de_Collecte(id_point),
    FOREIGN KEY (id_collecteur) REFERENCES Collecteur(id_collecteur),
);
```

- Table Déchets

id_dechet	type_dechet	quantite	id_ménage	id_point	id_collecteur
-----------	-------------	----------	-----------	----------	---------------

Par exemple pour « Points de Collecte »

Table Points de Collecte : Stocke les emplacements des collectes. Sa clé primaire (id_point) est utilisée comme clé étrangère dans la table Déchets pour assurer le lien entre les deux tables.

```
CREATE TABLE Points_de_Collecte (
    id_point INT PRIMARY KEY,
    Longitude INT NOT NULL,
    Latitude INT NOT NULL,
    Capacité FLOAT NOT NULL,
    Nom_Site VARCHAR (30) NOT NULL
);
```

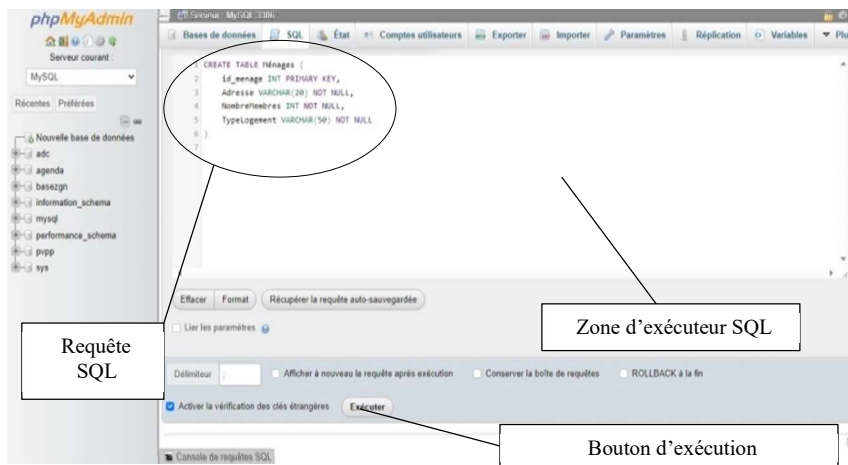
- Table Points de Collecte

id_point	Longitude	Latitude	Capacité	nom_site
----------	-----------	----------	----------	----------

Sig et gestion des déchets solides dans l'arrondissement de Zagnanado (commune de Zagnanado au Bénin)

Ces tables ont été créées et gérées à l'aide de l'exécuteur SQL de PhpMyAdmin, un outil graphique facilitant l'administration des bases de données MySQL (Figure 4).

Figure 4: Exécuteur SQL de PhpMyAdmin



Une plateforme dynamique et interactive a été développée pour simplifier l'enregistrement, la mise à jour et la visualisation des données. Conçue pour les acteurs de la gestion des déchets (autorités municipales, population, gestionnaires), elle permet de :

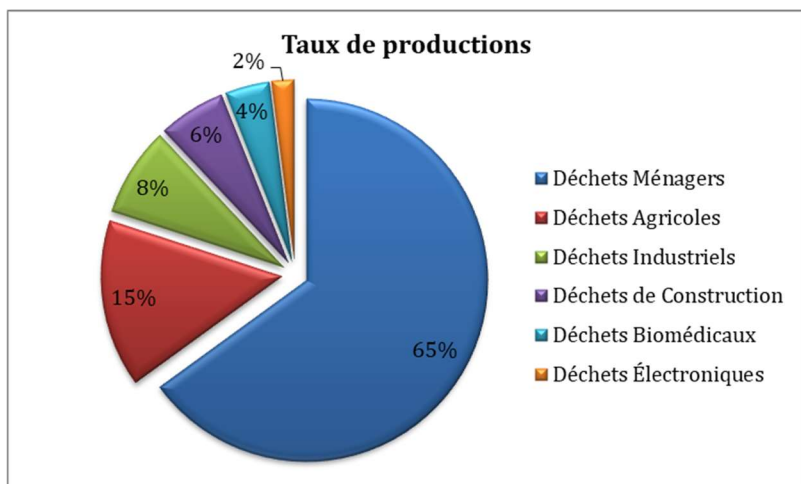
- Saisir et de mettre à jour : Cinq formulaires reliés aux tables Ménages et Déchets via des scripts PHP.
- Visualiser et analyser les outils interactifs facilitant la prise de décisions éclairées.

3. Résultats

3.1. Type de déchets dans l'arrondissement de Zagnanado

La figure 3 présente les types de déchets dans l'arrondissement de Zagnanado.

Figure 6 : Types de déchets dans l'arrondissement de Zagnanado



Source : Travaux de terrain, Juin 2024

De l'examen de la figure, il ressort que dans l'arrondissement de Zagnanado, les déchets ménagers constituent environ 65 % des déchets totaux, principalement composés de : papiers, cartons, couches jetables, emballages plastiques et restes alimentaires. Les déchets agricoles, représentant 15 % et proviennent de l'herbe, des feuilles et des résidus de récoltes, reflétant l'importance de l'agriculture. Les déchets industriels, issus des petites industries locales et ateliers de transformation agricole représentent 8 %. Les déchets de construction et de démolition représentent 6 %, les déchets biomédicaux 4 %, et les déchets électroniques 2 %. Cette répartition des déchets à Zagnanado montre une dominance des déchets ménagers, majoritairement composés de plastiques et restes alimentaires, ce qui nécessite une gestion appropriée pour limiter les impacts environnementaux. Les déchets agricoles, bien que moins nombreux sont principalement organiques et peuvent être valorisés par compostage. Les déchets industriels et de construction, bien qu'en proportion plus faible, exigent une gestion stricte pour éviter la contamination locale. Enfin, les déchets biomédicaux et électroniques, bien que marginaux, nécessitent des solutions de traitement spécifiques pour prévenir tout risque pour la santé publique et l'environnement. La planche 1 montre les photos des types de déchets.

**Planche 1 : Déchets ménagers (c), agricoles (a, b) et construction (d)
dans l'arrondissement de Zagnanado (village Doga-alikon, Zonmon
et Zagnanado)**



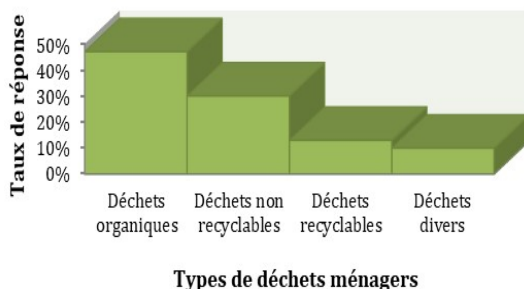
Prise de vue : P. Amoussou, 27/05/2024

L'examen de la planche 1, montre des photos de déchets sur les photos a (les coques de maïs) et b (manioc) qui sont des déchets agricoles. Tandis que sur les photos c des déchets ménagers (emballage plastique) et des déchets de construction (brique).

3.2. Types de déchets ménagers

La figure 7 montre les types de déchets dans l'arrondissement de Zagnado.

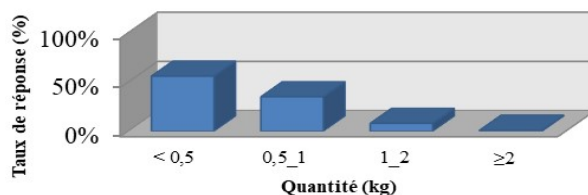
Figure 7 : Types de déchets ménager dans l'arrondissement de Zagnanado



De l'examen de la figure, il ressort que dans l'arrondissement de Zagnanado, 47 % des déchets ménagers sont organiques, principalement des restes alimentaires. Les déchets recyclables, comme le papier, le plastique et le verre représentent 13 %. Mais le manque d'infrastructures de recyclage consitue un obstacle. Les déchets non recyclables, tels que les emballages plastiques souillés et les couches jetables, constituent 30 % des déchets, nécessitant des solutions spécifiques. Enfin, les déchets divers, comme les textiles et céramiques cassées, représentent 10 % des déchets.

3.3 Quantités journalières de déchets ménagers par ménages

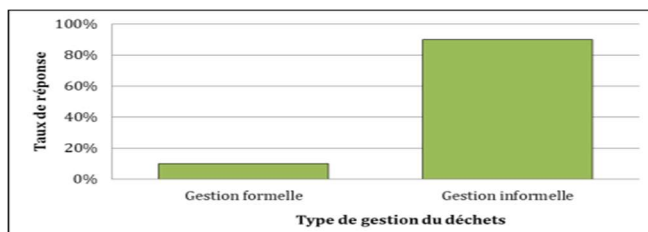
Figure 8 : Quantité totale de déchets ménagers produits par jour par ménage



L'examen de la figure 8 montre que la majorité des ménages (56 %) produit moins de 0,5 kg de déchets ménagers par jour, suivis par 35 % des foyers qui produisent entre 0,5 et 1 kg par jour. Seuls 9 % des foyers produisent entre 1 et 2 kg de déchets par jour, avec une très petite proportion (1 %) qui produit plus de 2 kg par jour.

3.4 Modes de gestion des déchets ménagers

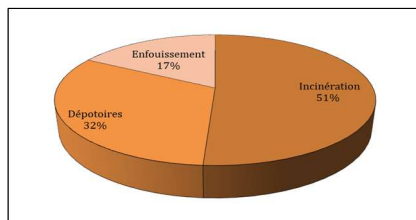
Figure 9 : Gestion formelle et informelle des déchets.



Sig et gestion des déchets solides dans l'arrondissement de Zagnanado (commune de Zagnanado au Bénin)

L'examen de la figure 9 montre que la gestion informelle des déchets prédomine à 90 % dans l'arrondissement, la population utilisant principalement l'incinération et l'enfouissement. La gestion formelle ne représente que 10 % en raison du dysfonctionnement du centre de collecte financé par le fonds national pour l'environnement et le climat, mettant en évidence un besoin d'amélioration de l'implication des autorités et des sociétés spécialisées.

Figure 10 : Modes de gestion de déchets



De l'analyse de la figure 10, il ressort que l'incinération est la méthode dominante de gestion des déchets avec 51 % bien qu'elle génère des émissions de gaz à effet de serre. Viennent ensuite les dépotoirs avec 32 %. Ces derniers posent des risques sanitaires et environnementaux s'ils ne sont pas bien gérés. Enfin, l'enfouissement est pratiqué par 17 % des ménages. Il présente des risques de contamination des sols et des eaux souterraines, nécessitant des précautions.

3.5 Point de regroupement des déchets ménagers

Pour gérer les déchets, un site de collecte des déchets a été construit à Zagnanado par le FNEC pour regrouper les déchets collectés par charrettes à bras avec l'approbation de la Mairie. Ces déchets devaient être transportés vers un site de traitement à Don-Tan, mais le manque de financement a empêché l'achèvement et la mise en service dudit centre.

Planche 3 : Etat du site de collecte des déchets ménagers de l'arrondissement de Zagnanado

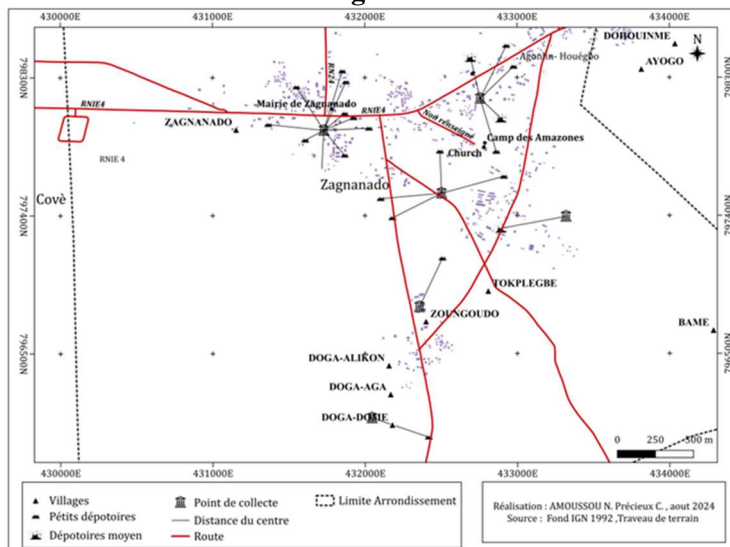


Prise de vue : P. Amoussou, 04/06/2024

3.6 Propositions de point de collecte des déchets ménagers

Pour éliminer les dépotoirs sauvages et améliorer la collecte des déchets, il est essentiel d'installer des points de collecte en tenant compte des distances à parcourir. La figure 11 fournit une analyse détaillée des distances entre les dépotoirs et les points de collecte.

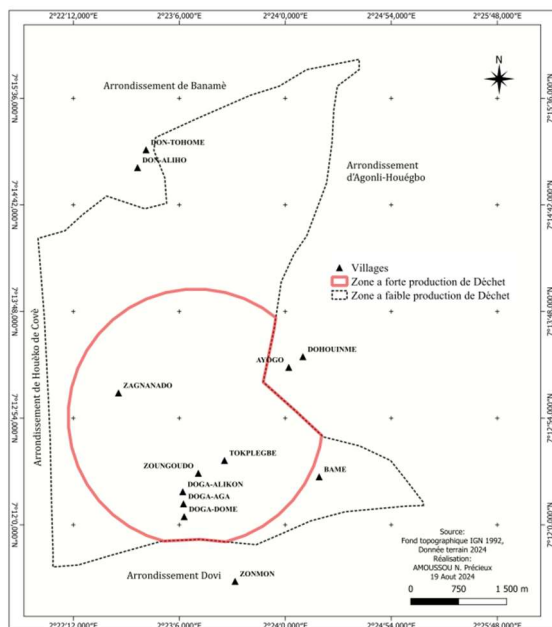
Figure 11 : Analyse détaillée des sites de collecte de déchets dans l'arrondissement de Zagnanado



La carte de figure 11 montre la distance entre les dépotoirs de déchets et les points de collecte proposés. La centralisation des déchets dans ces points réduit la dispersion des déchets dans l'environnement limitant ainsi la pollution des sols, de l'air et de l'eau. En plus d'améliorer l'efficacité des services municipaux, ces points de collecte réduisent le nombre de camions et les coûts opérationnels. Grâce à l'utilisation de technologies comme l'optimisation des itinéraires, nous avons 20 % plus efficace. Ces solutions permettent non seulement une gestion plus durable des déchets, mais elles contribuent également à un environnement plus propre et plus sain.

3.7 Densité de Production de Déchets

Figure 12 : Densité de Production de Déchets

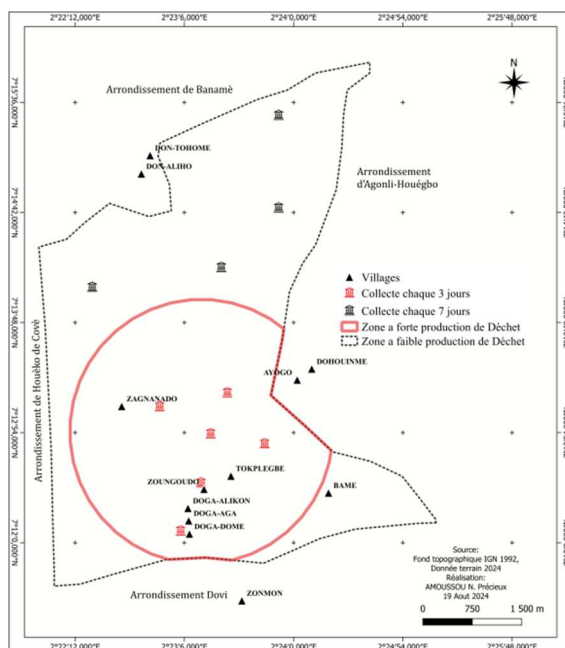


L'analyse de la figure 12 montre une zone où la densité de production de déchets est la plus élevée. Les zones à forte production de déchets sont délimitées par un contour rouge, tandis que les zones à faible production sont représentées par un contour en tirets. Cette généralisation cartographique met en évidence les différences de densité de production des déchets dans l'arrondissement de Zagnanado. Les zones à contour rouge, représentant les secteurs à forte production, correspondent principalement aux zones urbaines où la densité de population et les activités économiques sont plus élevées. Ce secteur génère une quantité importante de déchets. À l'inverse, les zones à contour en tirets indiquent les secteurs ruraux où la production de déchets est plus faible.

3.8 Fréquence de collecte des déchets ménagers dans l'arrondissement de Zagnanado

La figure 13 présente la fréquence de collecte des déchets ménagers dans l'arrondissement de Zagnanado.

Figure 13 : Fréquence de collecte des déchets ménagers dans l'arrondissement de Zagnanado



L'examen de la figure 13, il faut retenir que les zones à forte production bénéficient d'une collecte plus fréquente tous les trois jours, tandis que les zones à faible production ont une collecte hebdomadaire. Cette stratégie vise à répondre aux besoins spécifiques de chaque zone de l'arrondissement.

4. Discussion

L'étude révèle que 65 % des déchets produits à Zagnanado sont des déchets ménagers, avec une forte composante organique (47 %). Les déchets agricoles, industriels, de construction et biomédicaux représentent des proportions moindres. La gestion des déchets est majoritairement informelle (95 % des déchets sont incinérés ou enfouis), entraînant des impacts environnementaux graves comme la pollution des sols et des eaux. Le manque de participation des autorités locales (5 % seulement des déchets sont collectés par des organismes municipaux) et l'absence d'un

*Sig et gestion des déchets solides dans l'arrondissement de Zagnanado
(commune de Zagnanado au Bénin)*

site de collecte opérationnel aggrave la situation. Comparée à d'autres villes africaines, Zagnanado présente des similitudes et des différences. Des travaux similaires de S. Mwesigye *et al.*, (2009, p. 234-240) ont montré qu'à Ouagadougou, les déchets ménagers constituent 60 % du total de la production, avec une proportion équivalente de déchets organiques, mais une part plus élevée de déchets recyclables atteignant 20 %. De même J. Gnimavo (2021, p. 45), ont montré que la ville Cotonou présente 68 % de déchets ménagers avec une part négligeable de déchets agricoles et une proportion plus élevée de déchets industriels (15 %). L'étude recommande de renforcer les infrastructures, de promouvoir le compostage, de développer des programmes de recyclage, d'améliorer la gestion des déchets biomédicaux et électroniques et de lancer les campagnes de sensibilisation pour encourager les bonnes pratiques. La spatialisation des points de collecte révèle une concentration des dépotoirs autour du centre urbain de Zagnanado. Cette concentration dénote de la forte densité de population. Le manque d'infrastructures et de coordination dans la gestion des déchets entraîne une pollution importante, similaire à ce qui est observé dans d'autres villes africaines. Par exemple, à Accra au Ghana, les travaux de I. Bello *et al.* (2016, p. 17-25) ont également noté des défis liés à l'inactivité des sites de collecte. L'amélioration de la gestion des déchets passe par l'optimisation des infrastructures, l'investissement dans des technologies modernes et une meilleure sensibilisation de la population. La cartographie des sites de collecte est cruciale pour une gestion stratégique des ressources. Les Systèmes d'information géographique (SIG) constituent des outils clés pour améliorer la gestion des déchets à Zagnanado. Ils permettent d'identifier les zones critiques pour la collecte des ordures, d'optimiser les itinéraires et de centraliser les données sur les points de collecte. Les SIG facilitent également la collaboration entre les différents acteurs impliqués, permettant une gestion plus efficace et une meilleure planification. Des travaux similaires ont été noté par S. Kassim et M. Ali (2006, p 769-780) à Dar es Salaam. Ils ont utilisé les SIG pour améliorer l'efficacité du ramassage des ordures, en identifiant les zones nécessitant une attention prioritaire.

5. Conclusion

La gestion des déchets à Zagnanado est dominée par les déchets ménagers et organiques. La gestion de ces déchets repose encore largement sur des pratiques informelles telles que l'incinération, les dépotoirs et

l'enfouissement. La cartographie des sites de décharge a révélé une répartition inégale, ce qui met en lumière l'importance d'une planification géographique pour améliorer l'efficacité des systèmes de collecte et de traitement. Cette étude souligne les avantages significatifs qu'apporte l'intégration des Systèmes d'Information Géographique (SIG) dans la gestion des déchets à Zagnanado. Les résultats démontrent que l'utilisation des SIG favorise une planification plus précise, une meilleure surveillance et une optimisation des ressources, tout en contribuant à renforcer la durabilité environnementale. Il est impérieux, voire nécessaire de développer les infrastructures de recyclage, de mettre en place de programmes de compostage et d'adopter les politiques visant à moderniser les systèmes de gestion des déchets. Les recherches futures devraient explorer les techniques de webmapping sur les déchets.

Références bibliographiques

- KAZA Silpa, YAO Laura, et VAN Woerden Frank, 2018, « What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2030 », *World Bank*, p. 3.
- AL-KHATIB Ibrahim et KHAMIS Mohammad, 2010, « The impact of solid waste on the environment: A review », *Waste Management*, 30(2), p.314-319.
- BAYART Nicolas et YAO Souleymane, 2022, « The role of GIS in urban waste management: Challenges and opportunities in developing countries. » *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), p. 145.
- ALAVI Behnam, SADEGHIAN Seyed et MOHAMMADI Farhad, 2019, « Utilisation des systèmes d'information géographique pour l'optimisation de la gestion des déchets. » *Environmental Science and Pollution Research*, 26(1), p.81-90.
- AKINYEMI Christopher, ADEBAYO Adebayo et OJO Joseph, 2020, « Impact des SIG sur la gestion des déchets dans les zones urbaines. » *Waste Management*, 102, p. 110-118.
- THANGAVEL Srinivasan, 2019, « Cartographie des déchets solides à l'aide des SIG : une approche durable », *Journal of Cleaner Production*, 225, p. 15-30.
- OUEDRAOGO Dieudonné ,2021, « Les SIG et la gestion des déchets : études de cas en milieu urbain. » *Urban Studies*, 58(1), p. 35-50.

*Sig et gestion des déchets solides dans l'arrondissement de Zagnanado
(commune de Zagnanado au Bénin)*

- BOUGHEY Marwa , ODHIAMBO David et MAJULE Adam ,2020, « Évaluation de la gestion des déchets solides à travers les SIG: Approche intégrée » ,*Sustainability*, 12(14), p.3200-3215.
- ADETOLA Folorunso, ADEYEMO Adebayo et NWANKWO Emmanuel ,2022, « Défis et opportunités dans la gestion des déchets au Bénin : le rôle des SIG. » *Journal of Environmental Management*, 305, p.114-122.
- YOBOUE Venance., HOUNGBEDJI Modeste,2014, « Gestion des déchets solides municipaux au Bénin », *In : Environnement et Développement Durable en Afrique*, pp. 55-68, Presses Universitaires de l'Afrique.
- KASSIM Sulaiman et ALI Mohamed, 2006, « Urban solid waste management in Dar es Salaam: GIS application. », *Habitat International*, 30(4), pp 769-780.
- BELLO Ibrahim , ABDULAI Sulemana et ABUBAKAR Mohammed , 2016, « Assessment of Solid Waste Management Systems in Accra, Ghana. » *Journal of Waste Management and Research*, 34(1), pp 17-25.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

1. Conditions de publication

La Revue Sciences de l'Environnement en abrégé *Rev. Sc. Env.* est une revue thématique du Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Etudes Environnementales (LaRBE) de l'Université de Lomé (Togo). C'est une revue ouverte à toutes les spécialités s'intéressant à la thématique de l'environnement. Elle publie des articles originaux, rédigés en français ou en anglais, non publiés auparavant et non soumis pour publication dans une autre revue. Elle paraît annuellement et, au besoin, en hors-série et en édition spéciale.

2. Le manuscrit

Tout manuscrit soumis à examen, doit comporter les éléments suivants :

- ❖ un titre (en majuscule, centré par rapport au texte) ;
- ❖ une signature comportant le prénom (en minuscule avec l'initial en majuscule) suivi du nom (en majuscule) de ou des auteur (s) ;
- ❖ le nom et l'adresse complète de l'institution d'attache ;
- ❖ le courriel ;
- ❖ un résumé en français et en anglais (de 250 mots au maximum présentant la problématique, l'approche méthodologique, les résultats et les perspectives) ;
- ❖ des mots clés (un minimum de trois et un maximum de cinq).

Ce texte doit respecter les formes habituelles de présentation :

- ❖ introduction ;
- ❖ cadre géographique ;
- ❖ approche méthodologique (ou matériels et méthodes) ;
- ❖ résultats ;
- ❖ discussion ;
- ❖ conclusion ;
- ❖ références bibliographiques.

Ce schéma classique peut être adapté selon le type de recherche.

Le volume et la typographie :

4. le volume d'un article est de 15 pages au maximum, y compris les références bibliographiques pour les contributions théoriques et 20 pages pour les autres ;
5. Interligne simple ; police : Times New Roman ; taille 11 ;
6. le format : A5 ; les marges de haut et de bas : 1,9 cm ; de gauche et de droite : 1,75 cm ;
7. Les espacements avant et après les paragraphes et titres sont de 6. Le texte doit être saisi « au kilomètre », c'est-à-dire sans application d'une feuille de style quelconque.

Les articulations du développement du texte, les titres et sous-titres sont à présenter ainsi :

Les articulations d'un article, à l'exception de l'introduction, de la conclusion, des références bibliographiques, doivent être titrées, et numérotées par des chiffres (exemples : 1. ; 1.1. ; 1.1.1. ; 2. ; 2.2. ; 2.2.1 ; etc.).

1. Premier niveau (Times 12 gras)

1.1. Deuxième niveau (Times 12 gras italique)

1.1.1. Troisième niveau (Times 12 italique sans le gras).

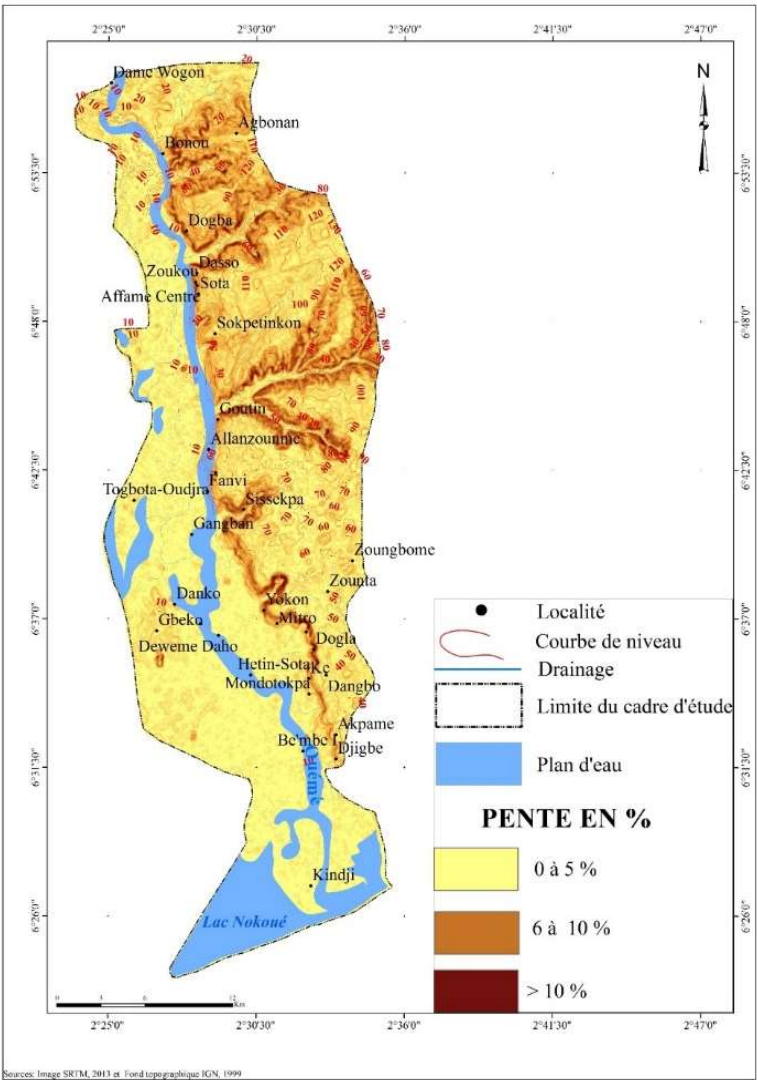
Les noms scientifiques doivent être écrits en entier, avec le nom du descripteur ou de l'auteur, à la première apparition (ex. : *Tectona grandis* L.). On peut donner uniquement le nom du genre suivi du nom de l'espèce à la deuxième apparition (ex. : *Tectona grandis*). Dans le cas où il s'agit d'une série de mêmes genres qui se suivent, le nom du premier genre sera écrit en entier et en abrégé les autres, suivis des noms des espèces (ex. : *Terminalia laxiflora* Engl., *T. ivorensis* A. Chev., *T. superba* Engl. & Diels).

3. Les illustrations

1. Les figures et photos doivent être de bonne qualité visuelle avec une très bonne résolution en format **png* (plus conseillé) ou **jpeg* ;
2. les graphiques et autres schémas réalisés en Ms Word, Excel ou tout autre logiciel devraient être convertis strictement aux formats images indiqués ci-dessus (**png*, **jpeg*). Au cours de la conversion, il faudrait veiller à choisir la résolution maximale, nécessaire à un bon rendu visuel à l'impression ;
3. un fichier Word contenant toutes les illustrations (tableaux, figures, photos) doit accompagner l'article. Dans ce fichier, les tableaux, graphiques et autres figures réalisées en MS Word ou Excel seront conservés dans leur format d'origine sans conversion ;
4. les figures doivent montrer à la lecture visuelle, suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte ;
5. les tableaux, les cartes, les figures, les graphiques, les schémas et les photos doivent être numérotés (numérotation continue) en chiffres arabes selon l'ordre de leur apparition dans le texte ;
6. ils doivent comporter un titre concis, placé au-dessus de l'élément d'illustration (centré, taille 10 gras) ;
7. la source est indiquée (centrée) au-dessous de l'élément (Taille 10, normal) ;
8. il est important que ces éléments d'illustration soient d'abord annoncés, ensuite insérés, et enfin commentés dans le corps du texte ;
9. les illustrations doivent être référencées avec précision dans le texte. Exemple : Tableau 1 ou Figure 1, lorsque l'illustration est appelée ; (Tableau 1), (Figure 1) lorsque la référence de l'illustration est placée à la fin d'une phrase. Les illustrations sont numérotées et commentées dans un ordre chronologique.

Exemples d'illustrations

Figure 1 : Différents types de pentes dans le bassin inférieur de l'Ouémé



Source : Image SRTM, 2013 et Fond topographique, IGN 1999

Tableau 5 : Vitesse de sapement des fondations et calcul des pertes de terres dans le secteur de recherche

Commune	Vitesse de sapement moyenne en km/heure	Volume des terres perdues par les ravinements en moyenne en m ³
Bonou	5,5	7
Adjohoun	6	5
Dangbo	4,7	3
Aguégoués	3,33	2

Source : Résultats de recherche, mai 2017

Photo 1 : Sapements de berges participant à la recharge sédimentaire des rivières



Prise de vue : Agbomahènan, Décembre 2017

4. Normes bibliographiques

Comment citer les auteurs ?

Les références de citation sont intégrées au texte citant, selon les cas, de la façon suivante : Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et du Nom de l'Auteur, année de publication, pages citées.

Les passages cités sont présentés en italique ou entre guillemets. Lorsque la citation dépasse trois lignes, il faut aller à la ligne, pour la

présenter (interligne 1) en retrait, en diminuant la taille de police d'un point (taille 10).

Lorsque l'auteur est appelé

Exemples :

- selon T. T. K. Tchamiè (2012, p. 12) ; quand il s'agit d'un document d'un auteur ;
- selon T. T. K. Tchamiè et L. Y. Laré (2012, p. 19) ; quand il s'agit d'un document de deux auteurs ;
- selon W. Takou & *al.*, (2012 ; p. 10) ; quand il s'agit d'un document de plus de deux auteurs ;
- si plusieurs références se suivent, elles doivent être séparées chacune par une virgule et classer par ordre chronologique de publication. Exemple : Selon Y. Dakissaga (2006, p. 22), Z. Nassa (2009, p. 31) et T. Polorigni (2012, p. 80).

Lorsque la référence est placée à la fin d'une phrase

Exemples :

- (T. T. K. Tchamiè, 2012, p. 12) ; quand il s'agit d'un document d'un auteur ;
- (T. T. K. Tchamiè et L. Y. Laré, 2012, p. 19) ; quand il s'agit d'un document de deux auteurs ;
- (W. Takou & *al.*, 2012, p. 10) ; quand il s'agit d'un document de plus de deux auteurs.
- Si plusieurs références se suivent, elles doivent être séparées chacune par un point-virgule et classer par ordre chronologique de publications. Exemple : (Y. Dakissaga, 2006, p. 22 ; Z. Nassa, 2009, p. 31 et T. Polorigni, 2012, p. 80).

Références bibliographiques

Seules figurent dans la bibliographie, les références citées dans le texte. Inversement, tout auteur cité doit figurer dans la bibliographie. L'ordre retenu pour les **références bibliographiques** est alphabétique. Elles se présentent de la manière suivante :

NOM et Prénom (s) de l'auteur, Année de publication, Zone titre, Lieu de publication, Zone Editeur, les pages (p.) des articles pour une revue. Dans la zone titre, le titre d'un article est présenté en Time New Roman (sans italique) et entre guillemets, celui d'un ouvrage, d'un mémoire ou d'une thèse, d'un rapport, d'une revue ou d'un journal est présenté en italique. Dans la zone Editeur, on indique la Maison d'édition (pour un ouvrage), le Nom et le numéro/volume de la revue (pour un article). Au cas où un ouvrage est une traduction et/ou une réédition, il faut préciser après le titre le nom du traducteur et/ou l'édition (ex : 2^{nde} éd.).

Exemples :

❖ Cas de la littérature grise et ouvrage simple

- AMIN Samir, 1996, *Les défis de la mondialisation*, Paris, L'Harmattan.
- AUDARD Catherine, 2009, *Qu'est-ce que le libéralisme ? Ethique, politique, société*, Paris, Gallimard.
- BERGER Gaston, 1967, *L'homme moderne et son éducation*, Paris, PUF.
- DI MEO Guy, 2000, *Géographie sociale et territoires*, Paris, Nathan.

❖ Article d'une revue

- DIAGNE Souleymane Bachir, 2003, « Islam et philosophie. Leçons d'une rencontre », *Diogène*, 202, p. 145-151.

❖ Ouvrage collectif

- BARROS (De) Phillipe et KUEVI Dovi André, 1989, « Prospection archéologique au Togo », in *Togo-Dialogue*, n°45, Lomé, p. 40-42.

5. Soumissions et évaluation des articles

Les textes doivent être **exclusivement envoyés** à l'adresse revuelarbe@gmail.com

- Tout manuscrit qui ne respecte pas les normes su-énumérées sera purement et simplement rejeté.
- Les projets d'articles sont attendus entre le **1^{er} janvier** et le **30 juin de chaque année**, délai de rigueur. Un délai de deux (2) mois est nécessaire pour instruire les articles. Les articles sont évalués par des scientifiques choisis de par le monde selon leurs champs thématiques.
- Les projets d'articles corrigés par les auteurs doivent parvenir à la direction de la publication de la revue, au plus tard le 30 septembre. Le mois d'octobre est consacré au traitement des articles par le comité scientifique et le secrétariat de publication de la revue, avant d'être renvoyés au besoin, aux auteurs pour les ultimes corrections. A l'issue de cette étape, la liste définitive des articles à publier sera retenue. Les articles publiés sont attendus au plus tard le 15 décembre de chaque année.
- Les articles sont évalués par des scientifiques de par le monde en fonction des spécialités.
- Les frais d'évaluation de l'article sont envoyés au moment de la soumission de l'article. Ils s'élèvent à **20 000 f CFA**
- Les frais de publication, sont versés après acceptation de l'article. Ils s'élèvent à **30 000 f CFA**.