

UNIVERSITÉ DE
NGAOUNDÉRE



THE UNIVERSITY OF NGAOUNDERE

FACULTÉ DES ARTS, LETTRES ET SCIENCES HUMAINES
Tél : (237)222254018/222254037



FACULTY OF ARTS, LETTERS AND SOCIAL SCIENCES

DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE ET DES SCIENCES ENVIRONNEMENTALES
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

***Sujet : Contribution des SIG à la visualisation de
l'accessibilité physique à l'eau potable des ménages de la
commune d'Ogou 1 au Togo.***

Mémoire présenté et soutenu, en vue de l'obtention du diplôme de Master Professionnel

Parcours/spécialité :

GEOMATIQUE, AMENAGEMENT ET GESTION DES RESSOURCES

Par
AMETOVENA Kodjo Elom Ezéchiél
Matricule :

Sous l'encadrement

scientifique de :
M. MADJIGOTO Robert
Professeur Titulaire

professionnel de :
M. NJEUTO TCHOULI
Prosper Innocent
Docteur

Année Académique 2023-2024

UNIVERSITÉ DE
NGAOUNDÉRE



THE UNIVERSITY OF NGAOUNDERE

FACULTÉ DES ARTS, LETTRES ET SCIENCES HUMAINES
Tél : (237)222254018/222254037



FACULTY OF ARTS, LETTERS AND SOCIAL SCIENCES

DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE ET DES SCIENCES ENVIRONNEMENTALES
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

***Sujet : Contribution des SIG à la visualisation de
l'accessibilité physique à l'eau potable des ménages de la
commune d'Ogou 1 au Togo.***

Mémoire présenté et soutenu, en vue de l'obtention du diplôme de Master Professionnel

Parcours/spécialité :
GEOMATIQUE, AMENAGEMENT ET GESTION DES RESSOURCES

Par
AMETOVENA Kodjo Elom Ezéchiél
Matricule :

Sous l'encadrement

scientifique de :
M. MADJIGOTO Robert
Professeur Titulaire

professionnel de :
M. NJEUTO TCHOULI
Prosper Innocent
Docteur

Année Académique 2023-2024

DEDICACES

A mes parents, je dédie ce mémoire

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire n'aurait pas été possible sans le soutien et l'implication de plusieurs personnes, que je tiens à remercier sincèrement.

Je remercie tout d'abord le Professeur MADJIGOTO Robert et Dr. NJEUTO TCHOULI, respectivement, mes encadrants scientifiques et professionnels, pour leur accompagnement, leurs conseils avisés et leur disponibilité tout au long de ce travail.

J'adresse également ma profonde gratitude à M. AKOUETE Franck et la communauté OpenStreetMap Togo, pour leur accueil chaleureux, leur collaboration et la confiance qu'ils m'ont témoignée durant mon stage.

Je remercie aussi mes camarades ASSAN AOUDOU et le délégué de la promotion Léogérard pour leur soutien constant et leur esprit d'entraide tout au long de la formation.

Enfin, je souhaite exprimer toute ma reconnaissance à mes parents pour leur soutien indéfectible et pour les valeurs qu'ils m'ont transmises.

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| DEDICACES..... | 3 |
| REMERCIEMENTS..... | 4 |
| SOMMAIRE | 5 |
| Liste des cartes..... | 6 |
| Liste des Photos | 6 |
| Listes des figures | 6 |
| Listes des Tableaux..... | 6 |
| INTRODUCTION GENERAL | 9 |
| CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET CADRE DE L'ETUDE | 12 |
| CHAPITRE 2 : OUTILS ET METHODES | 28 |
| CHAPITRE 3 : RESULTATS, EVALUATION ET DISCUSSIONS..... | 43 |
| Discussion | 61 |
| Conclusion | 65 |
| Bibliographie..... | 66 |
| Sitographie..... | 69 |
| TABLE DES MATIERES..... | 71 |

Liste des cartes

| | |
|---|----|
| Carte 1 : Localisation géographique de la commune Ogou 1 | 13 |
| Carte 2 : Relief de la commune Ogou 1 | 22 |
| Carte 3 : Equipement en point d'eau par canton dans la commune Ogou 1 | 46 |
| Carte 5 : Zones de bon accès théorique des ménages à l'eau potable autour des points d'eau | 50 |
| Carte 6 : Part des ménages bénéficiant d'un bon accès à l'eau potable (dans un rayon de 500 m d'un point d'eau) par canton | 51 |
| Carte 7 : Proportion des ménages bénéficiant d'un bon accès à l'eau potable (dans un rayon de 500 m d'un point d'eau) à l'échelle des mailles | 53 |
| Carte 8 : Accessibilité à l'eau potable et poids démographique par canton..... | 55 |
| Carte 9 : Hiérarchisation des zones prioritaires pour l'implantation d'infrastructures d'eau potable... | 58 |

Liste des Photos

| | |
|--|----|
| Photo 1 : Production maraîchère à la périphérie d'Atakpamé | 14 |
| Photo 2 : Activités commerciales à Agbonou | 19 |

Listes des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Modèle conceptuel de données..... | 31 |
| Figure 2 : Modèle logique de données | 32 |
| 31 | |

Listes des Tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Logiciel et outils retenus pour ce mémoire..... | 29 |
| Tableau 2 : Récapitulatif du score Z et son interprétation | 34 |
| Tableau 3: Récapitulatif des critères et de leurs scores bruts..... | 42 |
| Tableau 4: Proportion des zones habitées totalement desservies en eau potable dans les trois cantons de la commune d'Ogou 1 | 56 |
| Tableau 5: Budget de réalisation d'un PMH dans la commune d'Ogou 1..... | 60 |
| Tableau 6: Budget de réalisation d'une borne fontaine dans la commune d'Ogou 1..... | 61 |

Résumé :

Ce mémoire analyse l'accessibilité à l'eau potable dans la commune d'Ogou 1 à partir d'une approche spatiale combinant analyse multicritère et maillage régulier de 500 m × 500 m. L'étude révèle de fortes disparités entre cantons : à Gnagna, 37,1 % de la zone habitée dispose d'un accès total à l'eau potable, contre seulement 22,5 % à Houdou et 26,5 % à Djama. L'analyse par maillage met en évidence que certaines zones bien équipées restent partiellement exclues en raison de la dispersion de l'habitat et de la distance aux points d'eau. Ces résultats soulignent la nécessité d'une planification ciblée, appuyée sur une hiérarchisation des priorités et une optimisation des investissements.

Mots-clés : Systèmes d'Information géographique (SIG), accès à l'eau potable, gestion des ressources en eau, Analyse multicritère, Ogou 1.

Abstract :

This thesis analyzes access to drinking water in the commune of Ogou 1 through a spatial approach combining multi-criteria analysis and a regular 500 m × 500 m grid. The study reveals strong disparities between cantons: in Gnagna, 37.1% of the inhabited area has full access to drinking water, compared with only 22.5% in Houdou and 26.5% in Djama. The grid-based analysis highlights that some well-equipped areas remain partially excluded due to dispersed settlements and distance from water points. These findings underline the need for targeted planning, supported by a clear prioritization of interventions and optimized investments.

Keywords: Geographic Information Systems (GIS), access to drinking water, water resource management, multi-criteria analysis , Ogou 1.

SIGLES ET ABREVIATIONS

SI : Système d'information

SIG : Système d'information Géographique

INSEED : Institut National de la Statistique, des Etudes Economiques et Démographiques

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

AMC : Analyse multicritère

PAC : Proportion d'Accessibilité Cantonale

PAG : Proportion d'Accessibilité par Grille

PMH : Pompe à Motricité Humaine

CIEAU : Centre d'Information sur l'Eau

ODD : Objectifs de Développement Durable

CLA : Chenilles Légionnaires d'Automne

CTE : Collège Technique Excellence

NSCPA : Nouvelle Société de Commercialisation des Produits Agroalimentaires

INTRODUCTION GENERAL

Mise en contexte de l'étude

L'eau est une ressource indispensable à la vie humaine. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), environ 2,2 milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à une eau potable gérée de façon sécurisée. L'eau est ainsi loin d'être équitablement réparti, notamment dans les régions rurales des pays en développement comme le Togo. La commune d'Ogou 1, située dans la région des Plateaux au Togo, est confrontée à des défis majeurs en matière d'approvisionnement en eau potable. La majorité des infrastructures hydrauliques sont concentrées dans certaines zones, laissant de nombreux ménages dans des conditions d'inaccessibilité physique à l'eau.

En milieu rural, où les distances entre les habitations et les sources d'eau sont souvent grandes, cette situation peut avoir des conséquences graves sur la santé publique, l'éducation et la productivité économique des populations. La gravité de cette situation se perçoit de plus quand on considère le droit de tous à l'eau potable et à l'assainissement, droit fondamental, essentiel à la pleine jouissance de la vie et à l'exercice de tous les autres droits de l'homme (résolution de l'Assemblée générale de l'Organisation des Nations-unies en date du 28 juillet 2010). En effet, chacun a le droit à un approvisionnement en eau suffisant, physiquement accessible et à un coût abordable, d'une eau potable et de qualité acceptable pour les usages personnels et domestiques (boisson, assainissement individuel, lavage de linge, préparation des aliments, hygiène) et ce, partout dans le monde). De plus le sixième objectif de l'agenda 2030 des Nations-Unies, vise un accès universel et équitable à l'eau potable, à l'hygiène et à l'assainissement d'ici 2030, en particulier pour les populations vulnérables.

Face à tous ces enjeux, l'utilisation des SIG offre un potentiel considérable pour comprendre, visualiser et planifier les infrastructures nécessaires à une meilleure accessibilité en eau potable.

Cette étude est essentielle pour plusieurs raisons. Premièrement, elle propose une nouvelle approche pour évaluer l'accès à l'eau potable dans la commune d'Ogou 1 en utilisant les SIG, une technologie qui permet d'analyser les données géographiques de manière précise et visuelle. Deuxièmement, elle répond à une nécessité pratique : de nombreux projets d'infrastructures hydrauliques échouent ou ne parviennent pas à toucher les populations les plus vulnérables en raison d'un manque d'analyse spatiale adéquate. Enfin, cette étude pourrait servir de modèle pour d'autres régions du Togo ou d'autres pays confrontés à des défis similaires.

Problématique

Dans la commune d'Ogou 1, l'accès à l'eau potable constitue un enjeu majeur pour le bien-être des populations, en raison de l'inégale répartition des infrastructures hydrauliques et des contraintes géographiques qui affectent leur accessibilité. Cependant, une évaluation précise de cette accessibilité reste limitée, ce qui entrave l'identification des zones critiques et la planification d'interventions efficaces. Ce mémoire vise à cet effet à utiliser les Systèmes d'Information Géographique (SIG) pour localiser et cartographier les infrastructures hydrauliques existantes, analyser les inégalités d'accès à l'eau potable, et proposer des solutions adaptées aux besoins des populations locales.

Questions de recherche

Dans le but de mieux cerner la problématique de ce mémoire, une question principale mérite d'être posée : Comment les Systèmes d'Information Géographique (SIG) peuvent-ils contribuer à analyser et améliorer l'accessibilité physique à l'eau potable dans la commune d'Ogou 1 ?

De cette question principale découle trois questions subsidiaires :

- Quelle est la répartition spatiale des infrastructures d'eau potable dans la commune d'Ogou 1 ?
- Dans quelle mesure l'accessibilité physique à l'eau potable varie-t-elle selon les zones ou cantons ?
- Quelles sont les zones les plus défavorisées en matière d'accès à l'eau potable et comment les prioriser pour l'action publique ?

Hypothèses de recherche

Afin de répondre à ces questions de recherche des réponses provisoires ont été émises. Ainsi l'étude prend appui sur l'hypothèse principale selon laquelle : L'accès à l'eau potable dans la commune d'Ogou 1 est marqué par une inégale répartition spatiale des infrastructures, entraînant des disparités d'accessibilité entre les cantons. De cette hypothèse principale, découlent les hypothèses secondaires ci-après :

- Les infrastructures d'eau potable sont concentrées dans certaines zones, laissant d'autres portions du territoire moins desservies.
- L'éloignement des ménages par rapport aux points d'eau constitue un facteur majeur d'inégalité d'accès.
- Une hiérarchisation des zones prioritaires est possible grâce à l'analyse spatiale, permettant de mieux cibler les interventions.

Objectifs

L'objectif principal de l'étude est d'analyser la répartition et l'accessibilité aux infrastructures d'eau potable dans la commune d'Ogou 1 afin d'identifier les inégalités existantes et de proposer des priorités d'action pour améliorer l'accès.

De façon plus spécifique, l'étude vise à :

- Cartographier la répartition spatiale des infrastructures d'adduction d'eau potable existantes dans la commune.
- Évaluer l'accessibilité physique à l'eau potable dans la commune Ogou 1.
- Identifier les zones insuffisamment desservies et hiérarchiser les localités à prioriser pour renforcer l'accès à l'eau potable.

Etat de l'art

Dans cette section, nous présenterons les travaux antérieurs qui ont soutenu des approches similaires à celles de ce mémoire, en mettant en évidence leur complémentarité.

Dans le document intitulé « Apport des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) dans la gestion et le suivi des réseaux d'Adduction d'Eau Potable (AEP) dans la ville de Lomé. Cas des réseaux des quartiers de Vakpossito et Dabarakondji » rédigé par Y. KAKOUTOULI et *Al* en 2019, avait pour objectif d'améliorer à partir des Systèmes d'Information Géographiques la gestion du patrimoine eau potable des quartiers de Vakpossito et Dabarakondji dans la ville de Lomé. Il s'agissait plus spécifiquement d'établir les cartographies numériques des réseaux et de leurs environnements et ensuite d'élaborer des bases de données SIG pour ces deux systèmes AEP réalisés en 2016 avant qu'ils ne s'étendent. Cette étude bien qu'elle soit ambitieuse n'a pas abordé les questions d'accessibilité à l'eau qui se trouvent au cœur de ce mémoire.

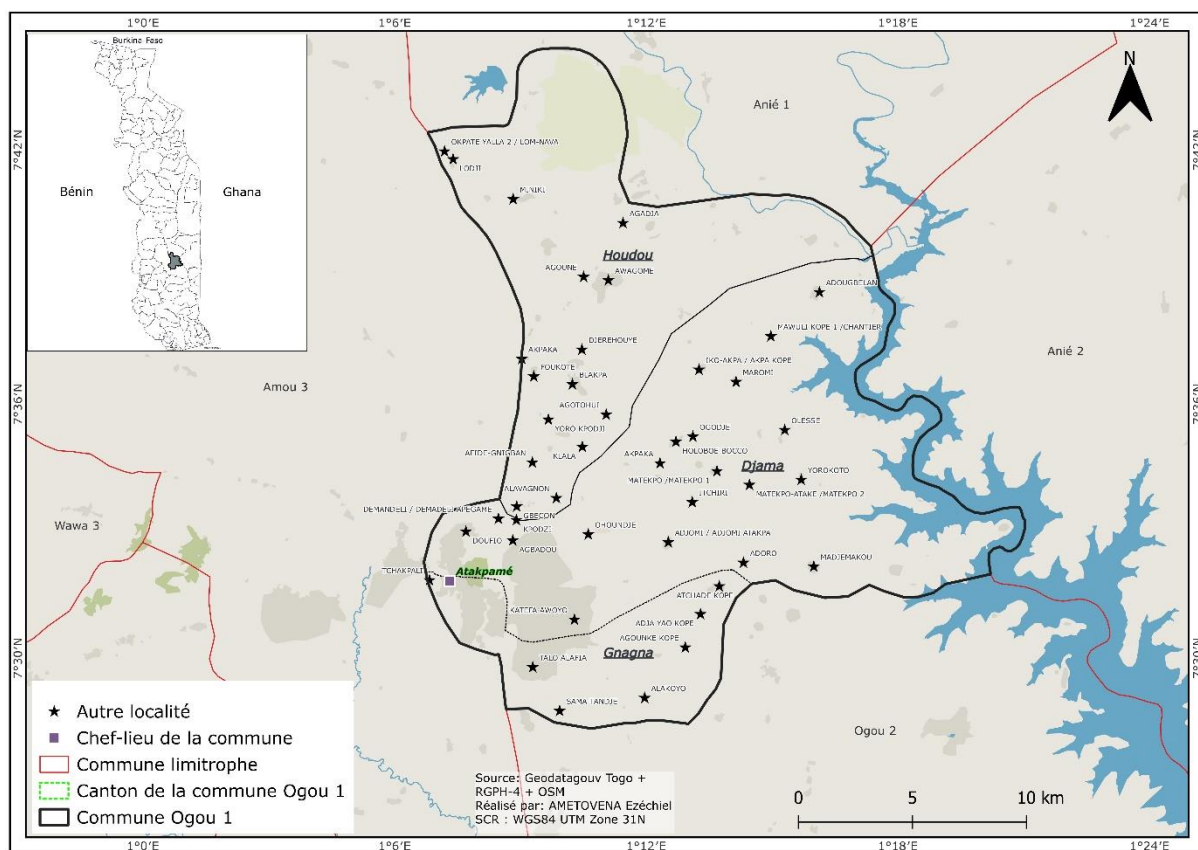
La présente étude est structurée en trois chapitres selon les objectifs poursuivis et les résultats obtenus. Dans le premier chapitre intitulé « Contexte et cadre de l'étude », il sera question de présenter le milieu d'étude et de décrire les composants physiques et humains de l'espace d'étude. Le second chapitre titré « Outils et méthode » présentera les logiciels, les démarches et les benchmarking qui concourent à l'atteinte des résultats de ce mémoire. Le troisième chapitre intitulé « Résultats, évaluations et discussions » consiste à présenter la finalité de ce mémoire vis-à-vis des objectifs de ce mémoire et les grands chiffres émanant des résultats de cette étude.

CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET CADRE DE L'ETUDE

1.1.Contexte géographique et social

1.1.1. Situation géographique

La commune d'Ogou 1, d'une superficie d'environ 392 km², a pour chef-lieu la ville d'Atakpamé. Située dans la région des Plateaux, elle regroupe trois cantons : Gnagna, Djama et Woudou. Elle se trouve entre les latitudes 7°40' et 7°75' Nord et les longitudes 1°10' et 1°40' Est. Sa position géographique stratégique en fait un point névralgique, avec Atakpamé comme ville carrefour située à l'intersection de quatre routes d'importance internationale : la Route Nationale N°1, axe principal Nord-Sud reliant le Togo à l'hinterland ouest-africain, la Route Nationale N°5 reliant Kpalimé à Atakpamé, la Route Nationale N°15 reliant Atakpamé à Badou, et la Route Nationale N°8 qui relie Atakpamé au Bénin. Les limites territoriales de la commune sont définies par le village de Doufio (commune Amou 3) au Nord-Ouest, par le village d'Ekpéhoun (commune Anié 1) au Nord, et par la rivière Anié, le fleuve Mono et le village d'Adjigo (commune Anié 2) au Nord -Est et à l'Est. Au Sud-Ouest, elle est bordée par les villages d'Avété et Datcha-Tchogli, tandis qu'au Sud-Est, elle jouxte le village d'Assogbala (commune Ogou 2). À l'Ouest, elle est délimitée par le village de Tchakpali (commune Amou 3).



Carte 1 : Localisation géographique de la commune Ogou 1 – Source : Géodata Gouv Togo, RGPH – et OpenStreetMap – Réalisation : Ezéchiel Ametovena, Février 2025.

1.1.2. Contexte socio-économique

1.1.2.1. Caractéristique humaine de la commune Ogou 1

La population de la commune Ogou 1 est estimée en 2021 à 126 916 habitants. La population de la commune Ogou 1 est composée majoritairement des Ifè, Akposso, Woudou, Fon. On y trouve aussi des communautés allogènes comme les Akébou, Ewé, Tem, Kabyè, Losso, Lamba, Moba, Tchokossi, Adja, Guins, Mina, etc. A côté de ces ethnies du Togo, l'on retrouve également les ressortissants des pays voisins (Ghana, Bénin, Niger, Nigéria, etc.) tels que les, Ashanti, Yorouba, Zerma, Haoussa, Ibo, etc. La répartition de la population selon l'appartenance religieuse permet de ressortir les pratiquants de la religion traditionnelle (animisme) et les adeptes des religions importées à savoir : le christianisme, l'islam, le bouddhisme, etc

1.1.2.2. Caractéristiques économiques de la zone d'étude

L'économie de la commune d'Ogou 1 repose principalement sur le secteur primaire, incluant l'agriculture, l'élevage, la pêche, ainsi que l'exploitation des carrières de sable et de granulats. Le secteur tertiaire, regroupant le commerce, le tourisme et les services, joue également un rôle clé. En revanche, le secteur secondaire demeure fragile et peu structuré, avec une capacité limitée à soutenir les activités de transformation et à absorber une part significative de la population active.

1.1.2.2.1. Agriculture, élevage et production halieutique

L'agriculture et l'élevage sont les piliers de l'économie de la commune Ogou 1.

1.1.2.2.1.1. Activités agricoles et ses acteurs

La commune d'Ogou 1 possède un fort potentiel agricole, avec une agriculture pratiquée par la quasi-totalité des ménages. Elle se décline en deux formes principales : l'agriculture pluviale et la production sous périmètres irrigués, notamment le maraîchage.

L'agriculture pluviale est prédominante dans les zones rurales, où presque toutes les familles la pratiquent durant la saison des pluies, qui s'étend d'avril à septembre. Elle se divise en cultures vivrières et cultures de rente, avec une prédominance du soja et du coton pour ces dernières. Les cultures vivrières, essentielles à l'alimentation locale, regroupent principalement les céréales (maïs, sorgho, riz) et les légumineuses (niébé, arachide). Par ailleurs, les plantations d'anacardiers se multiplient sur des surfaces significatives.

En complément, le maraîchage se développe dans les bas-fonds et le long des cours d'eau traversant la commune, contribuant à la diversification de la production agricole.



Photo 1 : Production maraîchère à la périphérie d'Atakpamé - Source : PDC, Commune Ogou 1, 2022

Les principales cultures maraîchères de la commune incluent la laitue, la carotte, la tomate, le gombo, la corète (adèmè), les épinards, le concombre, la courgette et l'aubergine. Toutefois, ces productions périurbaines ne sont pas quantifiées à l'échelle de la commune Ogou 1.

Le relief de la ville d'Atakpamé¹ et de ses environs est marqué par sept collines escarpées, rendant l'accès difficile et limitant les terres cultivables en raison de sols très caillouteux. Les principales zones agricoles se situent à l'est de la commune, en direction de la vallée du Mono. Cependant, aucune donnée statistique n'est disponible sur les superficies agricoles exploitables et celles réellement mises en culture.

Dans la commune, la Centrale d'Approvisionnement et de Gestion des Intrants Agricoles (CAGIA) est la principale structure étatique fournissant des intrants agricoles aux producteurs, aux côtés de quelques entreprises privées. Comme ailleurs au Togo, les terres appartiennent aux populations autochtones, mais restent accessibles par location, achat ou cession saisonnière. Toutefois, la propriété foncière est majoritairement masculine, limitant l'accès des femmes à la terre, une inégalité soulignée par l'ODD² 5, cible 5.1.

L'agriculture, de type familial, constitue une activité secondaire en milieu urbain, pratiquée par des commerçants, fonctionnaires, salariés et artisans. Elle est confrontée à plusieurs défis :

- La diminution des productions vivrières due aux aléas climatiques ;
- Le tarissement des points d'eau en saison sèche, limitant les cultures maraîchères ;
- La présence des chenilles légionnaires d'automne (CLA), causant des pertes sur les céréales ;
- La vulnérabilité des cultures maraîchères aux maladies et insectes nuisibles ;
- La faible maîtrise de l'eau, rendant la production fortement dépendante des précipitations.

Carte zone urbain et rurale

1.1.2.2.1.2. Activités d'élevage et ses acteurs

En complément de la production végétale, l'élevage représente l'une des activités majeures du secteur primaire dans la commune. Toutefois, en milieu urbain, il est limité par l'organisation spatiale de la ville et par un relief peu adapté à l'élevage de gros bétail. Les bovins sont principalement élevés dans les zones de plaine, notamment par les Peulhs, qu'ils soient

¹ Chef-lieu de la commune Ogou 1

² Objectifs de Développement Durable

transhumants ou sédentaires, ce qui entraîne parfois des conflits avec les agriculteurs.

L'élevage local se concentre davantage sur les petits ruminants, la porciculture et l'aviculture. Cependant, la population n'a pas une forte tradition d'éleveur. L'élevage traditionnel des volailles, ovins, caprins et porcins est pratiqué aussi bien par les hommes que par les femmes, bien que ces dernières soient plus impliquées dans l'élevage des volailles et du petit bétail. À l'inverse, l'élevage moderne reste majoritairement exercé par les hommes.

1.1.2.2.1.3. Production halieutique

La proximité du fleuve Mono a favorisé le développement d'une activité de pêche significative au sein des communautés de la commune d'Atakpamé. Un marché de poisson frais est installé à Agbonou³, tandis que le poisson frit, très apprécié, est vendu aux différents carrefours de la ville, contribuant à la renommée locale.

Par ailleurs, quelques petits producteurs se consacrent à la pisciculture. Cette activité présente un fort potentiel de développement, compte tenu de la demande existante, mais nécessiterait une meilleure organisation de la commercialisation pour en maximiser les bénéfices.

1.1.2.2.1.4. Artisanat, industrie et transformation des produits locaux

1.1.2.2.1.4.1. Activités artisanales dans la commune

L'artisanat occupe une place prépondérante dans la commune, avec une grande diversité d'activités allant de la petite restauration à la transformation agroalimentaire, en passant par les services, les métiers du bâtiment, l'hygiène et les soins corporels, la menuiserie, la couture et la boulangerie. Ce secteur génère de nombreux emplois, bien que souvent informels et précaires, en raison d'une demande limitée et des difficultés d'accès aux matières premières, qui freinent son développement.

En 2020, la préfecture de l'Ogou comptait plus de 24 226 artisans et petits opérateurs économiques, dont 12 101 femmes, principalement dans l'économie informelle⁴. Une grande partie de ces acteurs est enregistrée dans la commune d'Ogou 1 auprès de la Chambre Régionale de Métiers, des services déconcentrés de l'État et de la mairie.

L'artisanat joue un rôle clé dans l'économie locale, avec une commercialisation principalement axée sur les marchés de proximité. De plus, la présence de centres de formation technique et

³ Agbonou est l'une des localités de la commune Ogou 1 réputé pour les activités commerciales liées à l'halieutique.

⁴ Source : commune Ogou 1

professionnelle, tels que le Lycée d'Enseignement Technique et Professionnel (LETP), le Collège Technique Excellence (CTE), le centre Consolation géré par les sœurs catholiques, ainsi que le centre de formation des couturières de l'église des Assemblées de Dieu (AD), constitue un véritable atout pour le développement de ce secteur.

1.1.2.2.1.4.2. Industrie et transformation des produits locaux

Le secteur industriel de la commune reste peu développé, avec seulement quelques unités de taille moyenne. Parmi les principales industries recensées, on trouve :

- **L'usine d'égrenage de coton** de la Nouvelle Société de Coton du Togo (NSCT) située à Talo, qui constitue un important pourvoyeur d'emplois pour la ville d'Atakpamé et ses environs.
- **L'unité de transformation de manioc en amidon** de la Nouvelle Société de Commercialisation des Produits Agroalimentaires (NSCPA), implantée dans le quartier Kamina et inaugurée en mai 2021. Avec une capacité de production de 50 tonnes par jour, cette unité devrait générer plus de 3 000 emplois.

Par ailleurs, ces dernières années ont vu l'émergence d'unités de production d'eau potable, au nombre de trois dans la commune.

1.1.2.2.1.5. Exploitation minière et de granulats

Le secteur minier de la commune repose essentiellement sur l'exploitation artisanale des carrières de sable et de gravier, principalement destinées à la construction de bâtiments et d'infrastructures. Bien que cette activité soit théoriquement soumise à une autorisation municipale, elle est souvent pratiquée de manière anarchique et clandestine, compliquant ainsi le contrôle par les services communaux.

Les principales zones d'extraction sont :

- **Pour le sable** : les abords des rivières, notamment dans les localités de N'Lodji au nord et d'Atalo au sud de la commune.
- **Pour le gravier** : la zone d'Awagomé ainsi que les berges de la rivière Anié et du fleuve Mono, notamment vers Adougbelan et Iko Ognadon.
- **Pour la latérite, les cailloux et les moellons** : les collines entourant Atakpamé, où l'extraction se fait encore avec des moyens rudimentaires.

1.1.2.2.1.6. Activités commerciales

Comme dans de nombreuses communes en développement, l'économie locale d'Ogou1 est largement dominée par un secteur informel en constante évolution. D'un point de vue spatial, les activités commerciales se déroulent aussi bien dans les marchés ruraux qu'en zone urbaine, avec une concentration du commerce moderne dans la ville d'Atakpamé.

La commune dispose d'un fort potentiel commercial, avec une grande diversité d'activités concentrées principalement à Atakpamé et le long des axes routiers majeurs. L'approvisionnement des habitants s'effectue via plusieurs marchés répartis dans les différents quartiers. Ces marchés, majoritairement animés par des femmes, comprennent notamment :

- Le marché d'Akpessémé : 527 femmes actives dans le commerce des céréales et 64 magasins.
- Les kiosques du carrefour d'Agbonou : 58 stands dédiés aux fruits et légumes, avec plus d'une centaine de commerçantes.
- Le marché aux poissons : regroupant plus d'une cinquantaine de vendeuses ambulantes au carrefour.
- Le marché des ignames : animé par 38 femmes.
- D'autres marchés de proximité : tels que le petit marché d'Agbonou, le marché Blakpa et le grand marché d'Agbonou.

Selon les commerçants locaux, la dispersion des marchés nuit au développement des échanges et à l'attractivité de la commune pour une clientèle extérieure. Ils estiment qu'un grand marché moderne regroupant toutes ces activités en un seul lieu serait plus bénéfique.

En dehors des marchés, la commune compte également de nombreux commerces, notamment :

- Des magasins d'alimentation générale et de cosmétiques (Saint Paul, Pamar, Aladji 80, Boligo, Saint Étienne, King of King, etc.).
- Des quincailleries (Eric, Hamani, CAF de Plateaux, etc.).
- Des stations-service (CAP, TOTAL, Oando, T-Oil, MRS, Sadko).
- Des boutiques proposant des produits locaux et manufacturés.



Photo 2 : Activités commerciales à Agbonou - Source : PDC, Commune Ogou 1, 2022

1.1.2.2.1.7.Sites et potentialités touristiques

La commune Ogou 1 possède un riche patrimoine culturel, à la fois matériel et immatériel, offrant un fort potentiel pour le développement du tourisme et des services associés. Atakpamé ne se limite pas à son rôle de carrefour régional ou de chef-lieu communale ; elle est également un point stratégique des principaux axes Nord-Sud et Est-Ouest du Togo, ainsi que le chef-lieu de la plus vaste région du pays. Parmi les sites attractifs, le barrage de Nangbéto constitue une destination prisée des visiteurs extérieurs.

La commune abrite également plusieurs sites touristiques et culturels, dont certains hérités de la période coloniale allemande, tels que Kamina, Djama, l'ancien bureau de la préfecture de l'Ogou et l'ancienne prison. Elle est aussi marquée par ses sept collines emblématiques : OKE Aguema, OKE Ekpa, OKE Akposso, OKE Batabali, OKE Omikossi, OKE Mefa et OKE Ologbo. Par ailleurs, on y recense une cinquantaine de groupes folkloriques, témoignant de la richesse culturelle locale.

Cependant, la plupart de ces sites souffrent d'un manque d'entretien, d'aménagement et de conservation, ce qui limite leur mise en valeur et leur attractivité. Cette situation freine également la réalisation de l'objectif 11.4 des ODD, qui vise à renforcer la protection et la préservation du patrimoine culturel et naturel mondial.

En somme, une meilleure valorisation de ces atouts culturels et touristiques pourrait significativement contribuer au développement socio-économique de la commune.

1.2.Contexte scientifique (épistémologie et théories)

La question de l'accès à l'eau potable et de sa répartition spatiale a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques, mobilisant à la fois des outils de cartographie et des méthodes d'analyse multicritère. Dans la littérature, les chercheurs s'accordent sur l'importance d'intégrer plusieurs dimensions afin d'obtenir une représentation fidèle et d'orienter les décisions d'aménagement. Bien souvent ces paramètres sont : disponibilité des infrastructures, distance parcourue par les ménages, taille

de la population desservie et accessibilité physique. Toutefois, les approches méthodologiques diffèrent selon les contextes d'étude et les données disponibles.

Un premier exemple est fourni par l'étude de Silvia Díaz-Alcaide et al. (2021) au Burkina Faso. Les auteurs ont cartographié les points d'eau en distinguant différentes catégories à l'instar de forages, pompes, puits permanents ou saisonniers. Leur approche, essentiellement descriptive, met en évidence la répartition spatiale des infrastructures et les zones encore dépourvues de service. Cette méthode est utile pour dresser un état des lieux, mais elle reste limitée puisqu'elle ne prend pas en compte la population desservie ni la distance réelle parcourue par les ménages. Elle n'apporte donc pas directement d'outils de hiérarchisation pour orienter les choix d'aménagement. À l'opposé, d'autres travaux ont mobilisé des approches analytiques basées sur l'analyse multicritère (AMC). P. Kulandaisamy et al. (2020) en Inde ont combiné les SIG avec la méthode AHP (Analytical Hierarchy Process) développée par Saaty (1987). Ils ont sélectionné plusieurs critères relatifs aux ressources souterraines à savoir profondeur de la nappe, qualité des sols, disponibilité en eau. Ensuite ils ont attribué des poids via comparaisons par paires, puis normalisé et agrégé les données. L'étude aboutit à une hiérarchisation robuste des zones à potentiel d'approvisionnement, grâce à une pondération. Toutefois, elle s'intéresse plus aux ressources souterraines qu'à l'accessibilité quotidienne des ménages, ce qui limite sa transférabilité directe à la problématique de disponibilité de l'eau potable dans les ménages.

Dans le même esprit, Gdoura et al (2015) ont combiné SIG et AHP pour localiser les sites propices à la recharge artificielle des aquifères en Tunisie. Leur analyse mobilise des critères environnementaux à l'instar de : perméabilité des sols, proximité des cours d'eau, risques de pollution, permettant une hiérarchisation des zones favorables. Mais cette orientation met l'accent sur des paramètres hydrogéologiques, au détriment des facteurs sociaux comme la taille de la population ou la proximité effective des usagers aux infrastructures.

D'autres études, plus proches de la problématique de l'accès quotidien à l'eau, viennent enrichir la réflexion. Au Cameroun, Kah et al. (2019) ont utilisé une analyse multicritère pour évaluer la durabilité du réseau d'eau potable dans la région de Nkong Zem. Leur démarche a intégré l'état des infrastructures existantes, la population desservie et les besoins en extension. Les résultats offrent une vision opérationnelle des priorités d'investissement, même si la prise en compte des obstacles physiques et de la distance réelle reste limitée.

Dans un autre contexte, au Sri Lanka, Hewapathirana (2021) a appliqué la méthode AHP pour prioriser les besoins en eau potable. Les critères retenus incluaient la densité de population, la disponibilité et la qualité des ressources, ainsi que les dynamiques futures de développement. L'étude se distingue par sa rigueur dans la pondération et sa capacité à combiner facteurs sociaux

et environnementaux. Toutefois, certains paramètres comme la taille de la population sont difficiles n'ont pas été intégrés.

Enfin, une étude récente au Mexique (Esquivel-Martínez et al., 2022) a mobilisé l'AHP et les SIG pour prioriser la surveillance des nappes phréatiques. En intégrant des critères tels que la vulnérabilité des ressources, la qualité de l'eau et la densité de population, elle démontre la pertinence de ces méthodes pour orienter les politiques publiques. Néanmoins, l'accent mis sur la surveillance environnementale rend cette démarche partiellement éloignée des préoccupations d'accessibilité quotidienne.

Ces travaux illustrent la diversité des approches. Certains privilégient une cartographie descriptive, qui éclaire mais reste incomplète. D'autres mobilisent l'analyse multicritère avec pondérations rigoureuses, produisant des hiérarchisations solides, mais parfois au détriment des réalités sociales. Le présent travail se situe à l'intersection de ces démarches : il s'appuie sur une analyse multicritère inspirée de ces méthodologies, tout en adaptant les critères au contexte de la commune d'Ogou 1.

1.3.Aspect physique et humain influençant la mise en place des infrastructures en eau potable

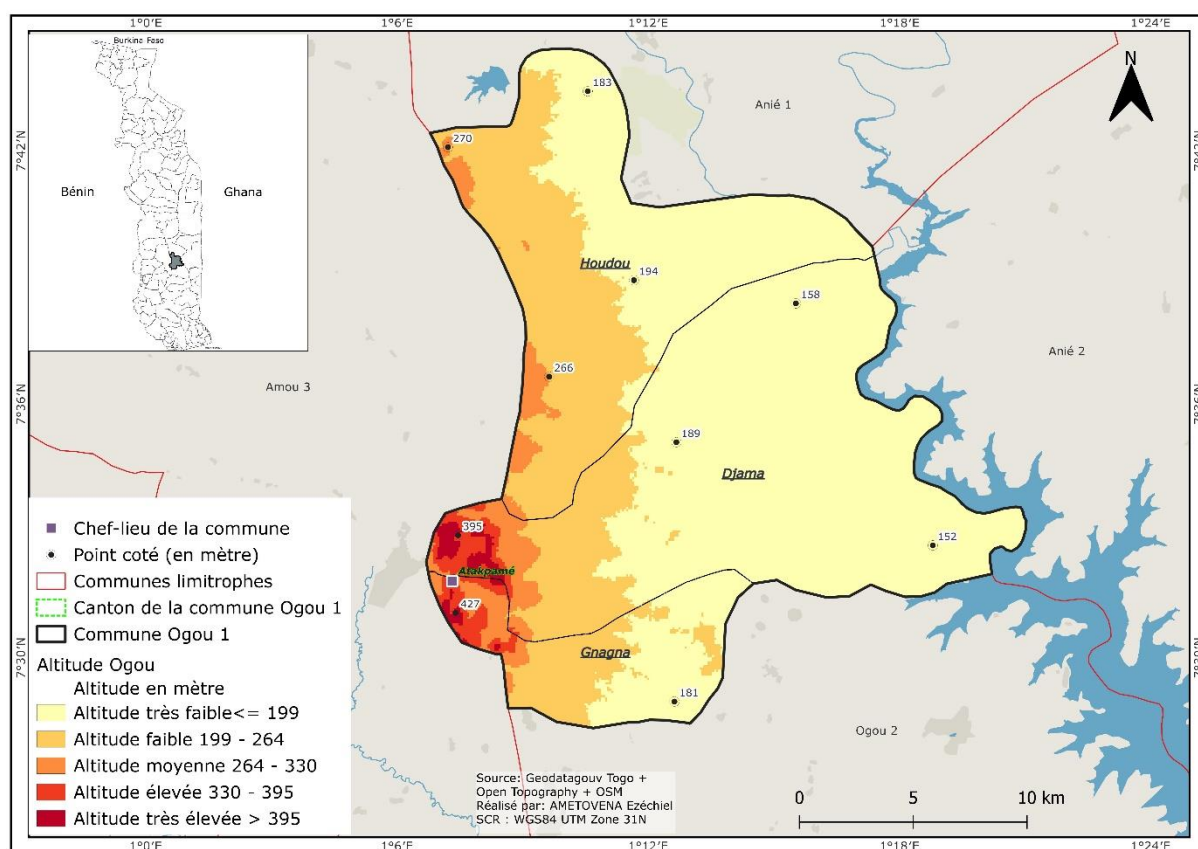
1.3.1. Relief

Le relief de la commune d'Ogou 1 se distingue par un contraste marqué entre le Nord et l'Est, qui constituent une vaste plaine, et le Sud-Ouest, plus montagneux et collinaire. La plaine, parsemée de plateaux de moyenne altitude, fait partie de la grande plaine du Mono, qui s'étend de la dépression de Lama jusqu'aux plateaux de l'Ouest du Togo et aux premières formations de la chaîne de l'Atakora. Les altitudes dans cette zone varient entre 200 et 280 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Au Sud-Ouest, quelques petits massifs isolés, dont les monts d'Atakpamé, s'élèvent avec des collines proches les unes des autres culminant à 698 mètres au mont Okélogbo, avec une altitude moyenne d'environ 400 mètres. À l'Est, le relief devient plus ouvert, formant des collines qui s'étalent progressivement vers les plaines du Nord et de l'Est du territoire communal. Ces formations sont accentuées par deux failles marquées par l'érosion pluviale, qui a creusé des ravins profonds.

Dans la ville d'Atakpamé, le site présente une configuration en cuvette légèrement inclinée vers l'Est, avec un fond relativement peu accidenté, ce qui en fit longtemps une ville refuge. Cette cuvette est bordée au Nord, à l'Ouest et au Sud par une série de collines, dont sept d'entre elles,

chargées d'histoire, donnent à Atakpamé son surnom de « ville aux sept collines ». Les altitudes moyennes y atteignent environ 350 mètres.



Carte 2 : Relief de la commune Ogou 1 – Source : Géodata Gouv Togo, Open Topographie et OpenStreetMap – Réalisation : Ezéchiél Ametovena, Février 2025

1.3.2. Climat propice aux initiatives de création d'infrastructure d'adduction d'eau potable

La commune d'Ogou 1 bénéficie d'un climat relativement diversifié, oscillant entre le climat subéquatorial de moyenne altitude, caractéristique des plateaux frais, et le climat tropical humide. Ce climat soudanien se distingue par une saison des pluies s'étendant de mars à octobre et une saison sèche de novembre à février. Les précipitations annuelles moyennes varient entre 800 et 1200 mm dans les plaines, et entre 1200 et 1500 mm sur les plateaux.

Cependant, les effets des changements climatiques se font de plus en plus ressentir. Le calendrier climatique annuel connaît des décalages, avec une augmentation des températures, une irrégularité des précipitations d'une année à l'autre, et une tendance générale à la diminution des cumuls pluviométriques annuels. Les pluies deviennent plus intenses mais

concentrées sur de courtes périodes, tandis que les périodes de sécheresse s'allongent et s'intensifient, avec des températures dépassant souvent les moyennes habituelles.

Les températures mensuelles moyennes, atténuées par l'altitude et les précipitations, affichent une baisse progressive du Nord et Nord-Est vers l'Ouest : elles atteignent 28°C à Awagomé et 25°C sur les hauteurs d'Atakpamé. Néanmoins, une tendance générale à l'augmentation des températures minimales et maximales confirme les effets du dérèglement climatique.

1.3.3. Sol et hydrographie plus ou moins propice à l'installation des infrastructures d'adduction en eau potable

La commune d'Ogou 1 présente des sols majoritairement ferrugineux et ferrallitiques, globalement fertiles. Les sols ferrallitiques, bien que moins étendus, possèdent une meilleure qualité agronomique. En revanche, les sols ferrugineux tropicaux, plus répandus, affichent une valeur agronomique variable selon leur degré de concrétionnement, d'induration et d'hydromorphie. Ces sols, issus de matériaux d'altération peu épais, disposent d'un drainage moyen. Lorsqu'ils sont fortement concrétionnés, leur rendement agricole est limité, mais lorsqu'ils le sont peu, ils offrent de bons résultats. Par ailleurs, les vertisols, présents uniquement le long des rives du fleuve Mono, sont d'excellente qualité. Cependant, la surexploitation des sols dans la région exige des apports organiques et minéraux pour maintenir leur fertilité. Ces sols conviennent particulièrement aux cultures vivrières et au coton, ainsi qu'à l'élevage des petits ruminants.

Sur le plan hydrographique, la commune est traversée par un réseau de petits cours d'eau saisonniers appartenant aux bassins versants de la rivière Anié. Parmi ces cours d'eau figurent le ruisseau Eké, qui traverse Atakpamé d'ouest en est sur 10 km, ainsi que les ruisseaux Yoro, Afèflè, Kessévé (Fifito), Paloki et Omoïn, situés au nord de la ville. Dans la partie méridionale de la commune, on trouve les ruisseaux Atalo et Adafana. Ces eaux sont utilisées pour des activités domestiques telles que la lessive, la vaisselle et le bain, mais aussi pour l'agriculture maraîchère. Essentiels pour les habitants, ces cours d'eau jouent un rôle crucial, notamment en période de sécheresse, comme ce fut le cas en 1993. Toutefois, malgré leur faible débit, ils peuvent provoquer des dégâts importants, y compris des destructions d'habitations en période de crues, soulignant la nécessité d'aménagements hydrauliques et hydro-agricoles adaptés.

1.3.4. Végétation et faune diversifiée ayant besoin de l'eau

Le couvert végétal de la commune d'Ogou 1 présente une diversité caractéristique de la région des Plateaux. Il se compose principalement de forêts denses sèches de montagnes, de galeries forestières et de savanes arbustives et boisées ponctuées de jachères agricoles. Ces formations correspondent à la zone écofloristique n°3 du Togo, où l'on retrouve des espèces végétales telles que le néré (*Parkia biglobosa*), l'acajou (*Khaya senegalensis* et *Khaya grandifoliola*), le fromager ou kapokier (*Ceiba pentandra*), et le baobab (*Adansonia digitata*). Les savanes arbustives, souvent boisées, prédominent et témoignent de la présence de sols ferrugineux.

Le tissu urbain d'Atakpamé est marqué par une forêt classée située au nord-ouest de la ville. Bien qu'elle couvre officiellement 581,65 hectares, seulement 300 hectares demeurent intacts, le reste étant dégradé par des activités agricoles et des lotissements anarchiques. Cette forêt abrite des essences végétales telles que l'ako (*Antiaris africana*), l'iroko (*Milicia excelsa*), l'acajou, le teck (*Tectona grandis*), et *Annona senegalensis*. En périphérie, des zones de formations artificielles, comme des plantations forestières et des alignements d'arbres le long des routes, contribuent à l'aménagement paysager. Ces espaces de reboisement comptent des espèces comme le teck indien (*Gmelina arborea*), l'anacardier (*Anacardium occidentale*), le rônier (*Borassus aethiopum*), le neem (*Azadirachta indica*), le palmier à huile (*Elaeis guineensis*), le flamboyant (*Delonix regia*), et l'eucalyptus (*Eucalyptus sp.*). Cependant, le couvert végétal global est gravement dégradé par des pratiques humaines destructrices telles que la coupe excessive de bois, les feux de brousse et la culture sur brûlis, exacerbant l'érosion des sols et des pentes montagneuses.

La faune terrestre, concentrée principalement dans la forêt classée, comprend diverses espèces : reptiles (margouillats, geckos, caméléons, couleuvres, pythons royaux, mambas verts, vipères), oiseaux (perdrix, hiboux, éperviers, vautours, hirondelles, hérons cendrés, hérons garde-bœufs, corbeaux), mammifères (lièvres, agoutis, chauves-souris, rats palmistes, écureuils), amphibiens (crapauds, grenouilles) et insectes (criquets, fourmis, papillons, moustiques, mouches). La faune aquatique, limitée aux cours d'eau comme la rivière Anié et ses affluents (Eké, Afèflè, Yoro, Atalo, Kasseré, entre autres), se résume principalement à des poissons comme le silure et quelques batraciens.

1.4. Clarification des concepts clefs

Système d'Information Géographique (SIG) :

Le SIG est un outil qui permet d'organiser des données alphanumériques référencées dans l'espace et de les présenter sur des plans et des cartes (Certu, 2012, p1). Le SIG est un système permettant de communiquer et de traiter l'information « géographique » (J. FOTSING et al, 2012, p17). Pour les auteurs anglo-saxons, « a GIS is a computer-based system that provides the following four sets of capabilities to hand/e georeferenced data: input; data management (data storage and retrieval); manipulation and analysis; output » (Pazner, 1989). Un SIG gère les informations spécifiques à ces points, lignes et zones pour extraire les données requises afin de réaliser des recherches et des analyses spécialisées » (Dueker, 1979). Les SIG sont un ensemble puissant d'outils pour saisir, conserver, extraire, transmettre et afficher les données spatiales décrivant le monde réel (Burrough et al., 1989). Pour Aranoff et al. « GIS are systems composed of software used to collect, store and manipulate spatially referenced data. In practical terms, GIS are computer programs used to process and answer questions about spatial data » (Aranoff et al., 1989). Goodchild va dans le même sens et considère les SIG comme : « Integrated computer tools for handling, processing and analysing geographical data » (Goodchild et al., 1994). Les SIG sont un ensemble puissant d'outils pour saisir, conserver, extraire, transmettre et afficher les données spatiales décrivant le monde réel (Burrough et al., 1989). Dans le cadre de cette étude, le SIG est un dispositif conçu pour capturer, stocker, traiter, analyser, gérer, présenter et visualiser tous les types de données géospatiales pour une meilleure prise de décision.

Visualisation :

D'après Esri, la visualisation c'est la représentation de données sur un support ou dans un format pouvant être affiché. Dans un SIG, la visualisation permet d'organiser des données spatiales et les informations associées en couches qui peuvent être analysées ou affichées sous forme de cartes, de scènes tridimensionnelles, de diagrammes récapitulatifs, de tables, de vues temporelles et d'éléments schématiques. Edward Tufte, dans son ouvrage "The Visual Display of Quantitative Information", définit la visualisation comme l'art de représenter visuellement des informations quantitatives de manière à les rendre plus compréhensibles et accessibles. Charles Miglietti décrit la data visualisation comme "l'art de raconter des chiffres de manière créative et impactante". Pour Martin Wattenberg, "The first sign that a visualization is good is that it shows you a problem in your data [...] every successful visualization that I've been involved with has had this stage where you realize, "Oh my God, this data is not what I thought it would be!" So already, you've discovered something". Selon Smappen, la visualisation, dans

le contexte des SIG, est définie comme la capacité de "transformer des données brutes en cartes et analyses visuelles pour révéler des tendances et des modèles cachés dans les données spatiales. Pour cette étude, la visualisation est la présentation des bases de données sous différentes formes de rendu à l'instar des cartes des tableaux de bords et des graphes.

L'accessibilité à l'eau potable :

Selon l'OMS, l'accès à l'eau est un indicateur représentant la part de la population disposant d'un accès raisonnable à une quantité adéquate d'eau potable qui représente au minimum 20 litres d'eau par habitant et par jour. On entend généralement par « accès raisonnable », un approvisionnement en eau potable disponible à **moins de quinze minutes de marche du lieu d'habitation**. L'accès à l'eau désigne la capacité d'une population à accéder à une eau potable en quantité suffisante pour satisfaire ses besoins principaux (Geoconfluences). Cette étude adopte dans un premier temps la définition de l'OMS, notamment en ce qui concerne la temporalité, et considère l'accessibilité à l'eau potable comme un accès situé à une distance maximale de 500 mètres à pied.

Eau potable :

Selon l'institut statistique de l'UNESCO, l'eau potable de base est définie comme une source d'eau potable fonctionnelle améliorée sur ou à proximité des locaux et des points d'eau accessibles à tous les utilisateurs pendant les heures de classe. Une source d'eau potable améliorée est un point de distribution d'eau qui, par la nature de sa conception, protège l'eau de la contamination externe, en particulier d'origine fécale. Des exemples d'installations d'eau potable améliorées comprennent l'eau courante, les puits protégés, les puits tubulaires et les forages, les sources protégées et l'eau de pluie, l'eau en bouteille achetée et les camions-citernes. Les sources d'eau non améliorées comprennent les puits et les sources non protégés et les eaux de surface (par exemple les rivières, les lacs). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'eau potable est une eau dotée de caractéristiques microbiennes, chimiques et physique répondant à des directives et à des normes relatives à la qualité de l'eau de boisson. Selon le Centre d'Information sur l'Eau (CIEAU), "L'eau potable est une eau que l'on peut boire ou utiliser à des fins domestiques et industrielles sans risque pour la santé". Dans le cadre de ce mémoire, l'eau potable sera désignée comme tout eau provenant des bornes fontaines et pompes à motricité humaine (PMH).

Ménages :

Selon l'INSEE : "Un ménage, au sens statistique du terme, désigne l'ensemble des occupants d'un même logement sans que ces personnes soient nécessairement unies par des liens de parenté (en cas de colocation, par exemple). Un ménage peut être composé d'une seule personne". Pour l'ONU, la statistique des ménages varie fortement d'un pays à l'autre et donc deux thèses s'affrontent dans la définition de ménages : dans la première, le critère de définition du ménage est l'habitation ; la seconde correspond au concept de ménage-foyer fondé sur le critère de la mise en commun des ressources et des dépenses. Afin d'harmoniser les statistiques, l'ONU a précisé les définitions suivantes :

- Un ménage d'isolé ou ménage habitation, c'est-à-dire une personne qui vit seule dans une unité d'habitation distincte ou qui occupe, en qualité de sous-locataire, une ou plusieurs pièces d'une unité d'habitation, mais qui ne forme pas avec d'autres occupants de l'unité d'habitation un ménage multiple répondant à la définition ci-après :
- Un ménage multiple ou ménage-foyer, c'est-à-dire un groupe de deux personnes ou plus qui s'associent pour occuper une unité d'habitation en totalité ou en partie et pourvoir, en commun, à leurs besoins alimentaires et autres besoins essentiels de l'existence.

Pour l'Institut National de la Statistique, des Etudes Economiques et Démographiques du Togo (INSEED), la définition de la notion de ménage varie en fonction de la typologie suivante :

- Le ménage ordinaire qui est un ménage constitué par une personne ou un groupe de personnes apparentés ou non, vivant dans une même unité d'habitation prenant le plus souvent leurs repas en commun, subvenant ensemble à leur besoins essentiels et reconnaissant l'autorité d'une personne appelé chef de ménage.
- Le ménage collectif qui est un ménage constitué par un groupe de personnes, sans lien de parenté à priori qui vivent ensemble au sein d'une même institution pour des raisons de santé, s'études, de religion, de travail, de voyage, de privation de liberté et autres (INSEED, 2021, p10).

A défaut de la disponibilité de données sur les ménages, cette étude considère un bâtiment comme un ménage.

CHAPITRE 2 : OUTILS ET METHODES

2.1. Matériels, logiciel et données

2.1.1. Logiciels et outils

Pour mener à bien les analyses cartographiques et statistiques dans le cadre de ce mémoire plusieurs logiciels plateformes web et outils sont utilisés. D'une part il s'agit des logiciels de réalisation de cartes statique ou dynamique, de graphiques, de tableau de bords, de plateformes web et d'autres parts il s'agit des applications mobiles de capture de photos et de *tracking* sur le terrain.

Le tableau 1 ci-dessous présente une liste de logiciel retenu pour ce mémoire en fonction du besoin.

| Logiciel | Rôle | Raisons du choix | |
|------------|--|--|--|
| | | Avantage | Pertinence pour le mémoire |
| QGIS | Création du SIG et des cartes | Libre et gratuit | Analyse spatiale et cartographie adaptée aux besoins. |
| PostgreSQL | Gestion de base de données spatiales | Gestion efficace des données géospatiales | Nécessaire pour organiser et analyser des données géographiques. |
| Arcgis pro | Analyse et gestion SIG avancée | Outils puissants pour des analyses géospatiales complexes, intégration facile avec d'autres outils Esri. | Approprié pour des projets nécessitant des fonctions avancées d'analyse et de visualisation. |
| QGIS2Web | Publication de cartes web | Permet la création rapide de cartes interactives. | Facilite le partage en ligne via GitHub ou autres plateformes. |
| GitHub | Plateforme de gestion de code et d'hébergement web | Versionnement des fichiers, collaboration facilitée, publication rapide des cartes web. | Hébergement des cartes interactives, partage des données et des lignes de code en ligne. |

| | | | |
|-------|--|---|---|
| Excel | Réalisation des graphiques et nettoyer les données | Simplicité d'utilisation, fonctionnalités avancées pour les tableaux et graphiques. | Utile pour organiser, calculer et préparer des données avant l'analyse SIG. |
|-------|--|---|---|

Tableau 1 : Logiciel et outils retenus pour ce mémoire – Réalisé par : Ezéchiél Ametovena

Tous les logiciels du tableau ci-dessus seront utilisés dans le cadre de ce mémoire en raison de leur pertinence. ArcGIS Pro sera utilisé pour des manipulations nécessitant la flexibilité qu'il offre, tout comme QGIS. En partant de l'acquisition de données passant par leur traitement, leur stockage, leur réutilisation pour arriver à leurs visualisations sous différentes formes pour aboutir finalement à la prise de décision, seront utilisés, les logiciels, excel, PostgreSQL/Postgis, Arcgis pro/Qgis, Qgis2web, GitHub.

2.1.2. Elaboration des modèles de données

Dans le cadre de ce mémoire de master 2, le Modèle Conceptuel de Données (MCD) et Modèle Logique de Données (MLD) ont été conçu à l'aide de l'outil looping⁵. Les entités et associations du MCD ont été identifiées selon les orientations et objectifs de ce mémoire. Les tables du MLD découlent du MCD.

2.1.2.1. Modèle conceptuel de données

Le Modèle Conceptuel de Données (MCD) élaboré dans le cadre de ce travail vise à structurer les données spatiales et attributaires relatives aux infrastructures territoriales, notamment les points d'eau, les bâtiments, les routes et les subdivisions administratives. Il repose sur un ensemble d'entités et de relations rigoureusement définies, reflétant les liens hiérarchiques, fonctionnels et spatiaux entre les objets d'étude.

L'entité *Région*, identifiée par *Id_region* et *Nom_region*, constitue le niveau administratif le plus élevé du modèle. Une région regroupe plusieurs préfectures (relation 1,n), tandis qu'une préfecture appartient à une seule région (relation n,1). L'entité *Préfecture*, décrite par *Id_prefecture* et *Nom_prefecture*, est donc directement rattachée à une région.

⁵ Logiciel libre de modélisation conceptuelle : <https://www.looping-mcd.fr/>

Chaque préfecture est composée de plusieurs communes (relation 1,n), représentées par l'entité *Commune*, identifiée par *Id_commune* et *Nom_commune*. Une commune est toujours intégrée à une seule préfecture (relation n,1), conformément à la hiérarchie administrative nationale.

L'échelon suivant est celui du canton, modélisé par l'entité *Canton*, qui contient notamment *Id_canton*, *Nom_canton* et *Surface_km2_canton*. Chaque canton est situé dans une seule commune (relation n,1), tandis qu'une commune peut contenir plusieurs cantons (relation 1,n). Ce lien hiérarchique est représenté dans le modèle par l'association « se situe ».

L'entité *Localité*, définie par *Id_localité*, *Nom_localité* et *Type_localité*, est elle-même rattachée à un seul *canton* (relation n,1), tandis qu'un canton peut contenir plusieurs localités (relation 1,n). L'association « situe » exprime ce lien d'inclusion territoriale.

Au sein de chaque localité peuvent exister des points d'eau, représentés par l'entité *Point d'eau*, qui contient les attributs suivants : *Id_pe*, *Type_pe* (par exemple forage, puits, borne fontaine), *Statut_pe* (fonctionnel, non fonctionnel...), *Propriété* (publique, privée...) et *Organe_gestion*. Chaque point d'eau est inclus dans une seule localité (relation n,1), tandis qu'une localité peut en contenir plusieurs (relation 1,n), via l'association « inclus ».

Les bâtiments, modélisés dans l'entité *Bâtiment*, sont définis par *Id_batiment* et *Superficie_km2_bat*. Ils sont localisés dans une seule localité (relation n,1), tandis qu'une localité peut abriter plusieurs bâtiments (relation 1,n). Cette relation est représentée dans le MCD par l'association « localisé dans ».

En parallèle, les routes sont modélisées par l'entité *Route*, avec les attributs *Id_route*, *Nom_route*, *Type_route*, *Type_bitume*, *État_route* et *Catégorie*. Une route peut relier plusieurs points d'eau (relation 0,n), et chaque point d'eau peut être relié à une ou plusieurs routes (relation 1,n), via l'association « relie ». Cette relation traduit l'accessibilité physique aux points d'eau via le réseau routier.

Ainsi, le MCD met en évidence une organisation claire et hiérarchisée des objets territoriaux, depuis les régions jusqu'aux points d'eau, en passant par les subdivisions administratives intermédiaires et les infrastructures. Cette structure de données permet d'assurer une cohérence dans l'intégration des données dans un Système d'Information Géographique (SIG), et facilite les analyses spatiales à différentes échelles d'observation.

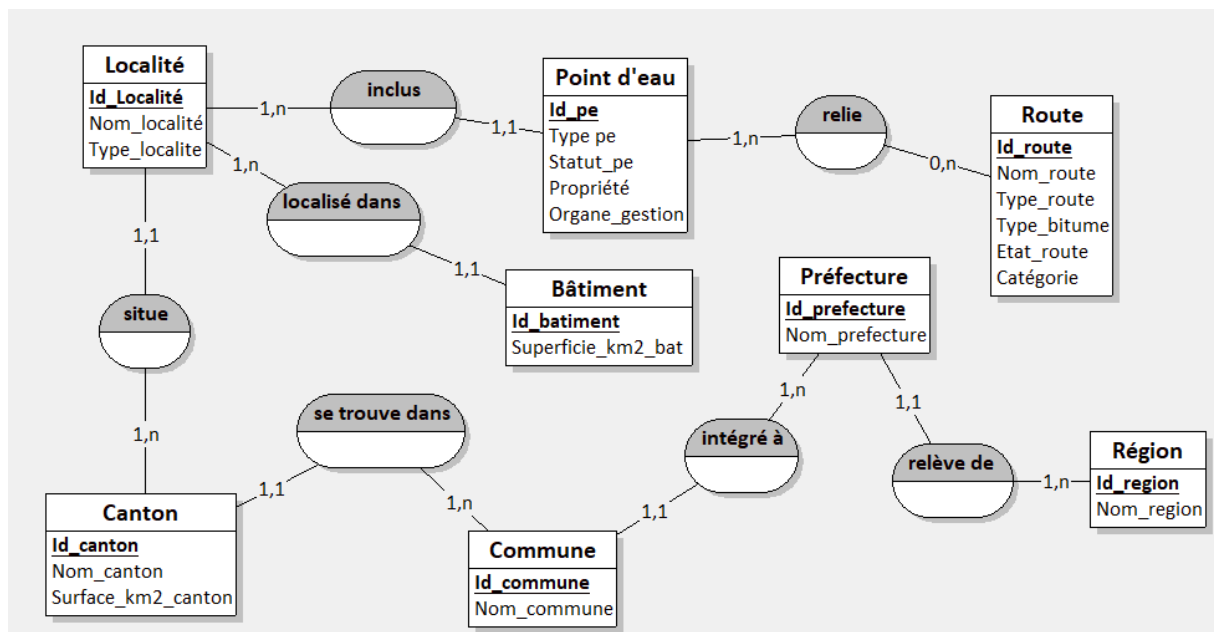


Figure 1 : Modèle conceptuel de données – Réalisation : Ezéchiél Ametovena

2.1.2.2. Tables issues du MCD

A l'aide des entités, associations et cardinalités présents dans le MCD, se découlent des tables sur lesquelles se focalise ce mémoire.

La légende ci-dessous est indispensable à la lecture des tables.

Z : table issue des associations

Z : table issue des entités

Z : clé primaire des tables issues des entités

#Z,#Z : clé primaire des tables issues des associations

#Z : clé étrangère

Z : type de données de l'attribut

(**Z Z**) : longueur maximale de caractère autorisée dans la base de données

Route = (Id_route VARCHAR(50), Nom_route VARCHAR(50), Type_route VARCHAR(20), Type_bitume VARCHAR(30), Etat_route VARCHAR(50), Catégorie VARCHAR(50));

Région = (Id_region VARCHAR(50), Nom_region VARCHAR(50));

Préfecture = (Id_prefecture VARCHAR(50), Nom_prefecture VARCHAR(50), #Id_region);

Commune = (Id_commune VARCHAR(50), Nom_commune VARCHAR(50), #Id_prefecture);

Canton = (Id_canton VARCHAR(50), Nom_canton VARCHAR(50), Surface_km2_canton DECIMAL(15,2), #Id_commune);

Localité = (Id_Localité VARCHAR(50), Nom_localité VARCHAR(30), Type_localite VARCHAR(30), #Id_canton);

Bâtiment = (Id_batiment VARCHAR(50), Superficie_km2_bat DECIMAL(15,2), #Id_Localité);

Point_d_eau = (Id_pe VARCHAR(50), Type_pe VARCHAR(30), Statut_pe VARCHAR(30), Propriété VARCHAR(50), Organe_gestion VARCHAR(30), #Id_Localité);

relie = (#Id_pe, #Id_route);

La relation entre ces tables sont donc visualisables à travers un modèle logique de données

2.1.2.3.Modèle logique de données

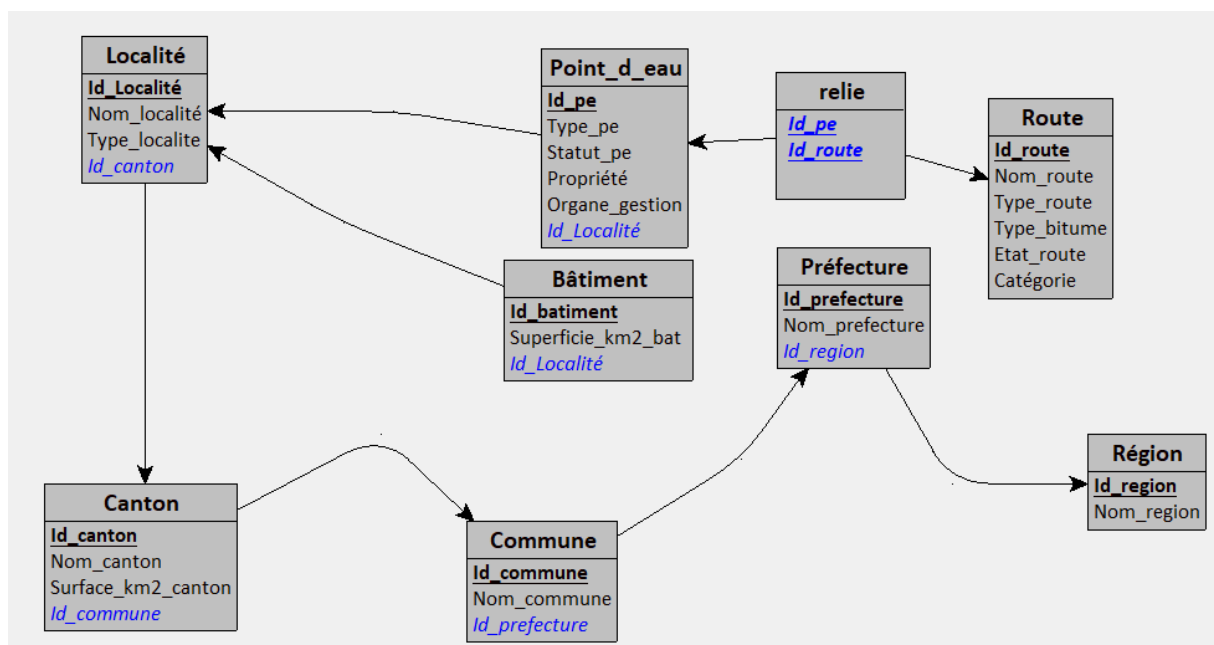


Figure 2 : Modèle logique de données – Réalisation : Ezéchiél Ametovena

2.1.3. Démarche méthodologique adoptée par objectif

2.1.3.1. Démarche méthodologique adoptée pour le résultat 1

Analyse statistique du nombre de points d'eau par canton : approche par score Z

Afin de comparer objectivement la répartition des points d'eau entre les cantons d'une même commune, une standardisation des données a été réalisée à l'aide du score Z. Cette méthode statistique permet de mesurer l'écart relatif d'une valeur par rapport à la moyenne, en tenant compte de la dispersion des valeurs, représentée par l'écart-type. Le score Z (ou valeur centrée réduite) est une mesure statistique qui indique à combien d'écarts-types une valeur X_i se situe au-dessus ou en dessous de la moyenne μ d'un ensemble de données.

Le score Z est défini par la formule suivante :

$$Z = \frac{X_i - \mu}{\sigma}$$

où :

- X_i est le nombre de points d'eau du canton i
- μ est la moyenne du nombre de points d'eau pour l'ensemble des cantons de la commune,
- σ est l'écart-type de cette même distribution.

Cette approche permet de dépasser une simple comparaison des valeurs absolues, en tenant compte de la distribution globale des données et des variations naturelles entre cantons. Elle est particulièrement utile lorsqu'on souhaite identifier les zones sous-dotées ou sur-dotées en infrastructures d'eau potable, dans une logique de priorisation ou de rééquilibrage territorial.

Catégorisation des cantons selon le score Z⁶

À partir des valeurs de Z obtenues, une typologie a été proposée pour faciliter l'interprétation et la cartographie à l'échelle des trois cantons que compose la commune Ogou 1. La catégorisation des écarts à la moyenne, mesurés à l'aide du score Z, met en évidence des disparités significatives en matière d'accès à l'eau potable. Si un canton présente un score Z égal inférieur à 0 alors ceci traduirait une situation de déficit notable par rapport à la moyenne

⁶ Cette catégorisation a été effectuée à l'échelle des 117 communes du pays afin de voir dans quelle catégorie se trouve la commune elle-même. Le score de la commune est de 0 indiquant qu'elle est moyennement desservie.

communale. Au cas où le score Z est nul ($Z = 0$), alors le canton en question à une situation conforme à la moyenne. Enfin, si le canton se distingue par un score Z supérieur à 1, ceci indiquerait un niveau d'accès supérieur à la moyenne et à celui observé dans les autres cantons (tableau 2).

| Score Z | Interprétation |
|-----------|--|
| $Z < 0$ | Canton sous-doté en points d'eau (inférieur à la moyenne communale) |
| $Z = 0$ | Canton moyennement desservi (correspond à la moyenne) |
| $Z > 0$ | Canton bien desservi en points d'eau (supérieur à la moyenne) |

Tableau 2 : Récapitulatif du score Z et son interprétation – Réalisé par : Ezéchiel Ametovena

Toutefois, cette échelle demeure trop agrégée pour répondre pleinement aux enjeux de ce mémoire. Une attention particulière sera donc portée à une échelle spatiale plus fine, afin de révéler les disparités intra-territoriales souvent masquées par les unités administratives classiques.

Analyse spatiale par grille et complémentarité avec l'analyse par canton

Pour analyser la répartition des points d'eau dans la commune d'Ogou 1, une approche spatiale plus fine a été mobilisée en complément de l'analyse conduite à l'échelle des unités administratives. Cette approche repose sur l'utilisation d'une grille hexagonale régulière de 500 m par 500 m, choisie pour sa capacité à réduire les biais liés aux formes irrégulières des mailles. Un calcul de densité spatiale des points d'eau a ensuite été réalisé sur cette grille afin de mettre en évidence les variations locales de desserte en eau potable.

Choix de la maille spatiale

La grille utilisée est composée de mailles hexagonales de 500 m par 500 m. Ce choix repose sur plusieurs justifications issues de la littérature scientifique et des bonnes pratiques en géomatique :

- **Forme hexagonale** : les grilles hexagonales sont préférées à d'autres formes de grilles car elles réduisent les effets de bordure et permettent une meilleure continuité spatiale entre cellules voisines (ESRI, 2019). Elles offrent aussi une distance constante entre le

centre d'une maille et ses voisines, ce qui facilite les analyses spatiales fines (Birch et al., 2007).

- Dimension de 500 m : cette taille représente un bon compromis entre résolution spatiale et stabilité statistique. Elle est suffisamment fine pour détecter des variations locales tout en limitant la présence excessive de mailles vides. Cette dimension a été recommandée pour des analyses similaires dans des zones à densité modérée à urbaine (Haifu Cui et al, 2020).

Calcul de la densité spatiale des points d'eau par maille régulière

Pour chaque maille hexagonale, le nombre de points d'eau recensés a été comptabilisé. Puis, une densité spatiale a été calculée en rapportant ce nombre à la surface de la maille qui est de 0,25 km² pour toutes les mailles. Cette densité est exprimée en points d'eau par kilomètre carré. Cette mesure permet d'identifier avec précision les zones de sous-équipement en eau indépendamment des découpages administratifs, souvent peu adaptés aux réalités locales.

Complémentarité avec l'analyse par canton (score Z)

En parallèle, une analyse statistique basée sur le score Z a été conduite à l'échelle des cantons. Ce score compare le nombre de points d'eau de chaque canton à la moyenne communale, en tenant compte de la variabilité à travers l'écart-type. Cette méthode permet de repérer les cantons sous- ou sur-dotés, offrant une hiérarchisation claire selon le découpage administratif.

Cependant, les limites administratives ne reflètent pas toujours la distribution réelle des ressources. La grille hexagonale apporte donc une granularité supplémentaire, avec une vision continue et spatialisée des disparités. Elle permet d'identifier des zones prioritaires d'intervention que l'analyse cantonale pourrait masquer.

Explication de la complémentarité entre l'analyse cantonale et l'analyse fine par grille d'équipement en infrastructures

Dans un premier temps, une analyse statistique a été réalisée à l'échelle des cantons de la commune d'Ogou 1. Pour ce faire, le score Z a été mobilisé afin de comparer le nombre de points d'eau recensés dans chaque canton à la moyenne communale. Cette méthode permet de prendre en compte la variabilité à travers l'écart-type, et ainsi de distinguer les cantons disposant d'un niveau d'équipement en infrastructures hydrauliques supérieur ou inférieur à la

moyenne. Cette première approche offre une hiérarchisation des territoires selon le nombre d'infrastructure en eau que chaque canton renferme.

Dans un second temps, une approche spatiale plus fine a été adoptée afin de dépasser les limites des découpages administratifs. Une grille hexagonale régulière de 500 mètres de côté a été générée pour couvrir l'ensemble du territoire communal. Ce type de maillage, couramment utilisé en analyse spatiale pour sa régularité et sa capacité à éviter les effets d'alignement des grilles carrées, permet d'appréhender les variations de densité de manière plus continue et neutre spatialement.

Pour chaque maille hexagonale, le nombre de points d'eau recensés a été comptabilisé. Une densité spatiale a ensuite été calculée en rapportant ce nombre à la surface de la maille, qui est de 0,25 km². La densité est ainsi exprimée en points d'eau par kilomètre carré. Cette mesure permet d'identifier avec précision les zones de sous-équipement ou de concentration en infrastructures hydrauliques, indépendamment des limites administratives souvent peu adaptées aux réalités locales.

2.1.3.2.Démarche méthodologique adoptée pour le résultat 2

Les résultats escomptés dans la partie 2 ont conduit à identifier les zones de desserte de 500 mètres autour des infrastructures d'eau potable, faire des calculs de la proportion des bâtiments ayant accès à l'eau potable par canton, et désagréger les mêmes informations en les représentant à l'échelle des grilles régulières hexagonales de 500 m * 500m.

Calcul de la proportion des bâtiments ayant accès à l'eau potable par canton

Dans une première approche, l'analyse de l'accessibilité physique à l'eau potable a été réalisée à l'échelle administrative des cantons. Pour ce faire, une zone de desserte de 500 mètres a été générée autour de chaque infrastructure d'eau potable, en accord avec les recommandations du de la charte de l'humanitaire des Nations Unies, qui considère qu'un ménage devrait avoir accès à l'eau dans un rayon de 500 mètres maximum pour des besoins de base tels que la boisson, la cuisine et l'hygiène personnelle.

Les bâtiments situés à l'intérieur de cette zone tampon ont été identifiés comme disposant d'un accès physique à une infrastructure d'eau potable. Pour chaque canton, une jointure spatiale a permis d'associer les bâtiments à leur unité administrative, et de comptabiliser d'une part le

nombre total de bâtiments et d'autre part le nombre de bâtiments couverts par les zones de desserte. La proportion d'accessibilité cantonale (PAC) a alors été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$PAC = (\text{Nombre de bâtiments ayant accès} / \text{Nombre total de bâtiments}) \times 100$$

Cette proportion, exprimée en pourcentage, permet de comparer le niveau de couverture entre les différents cantons et de mettre en évidence les inégalités spatiales en matière d'accès aux infrastructures en eau potable.

Les résultats escomptés permettront de représenter l'accès des ménages à l'eau potable à l'échelle des trois cantons. Cette représentation prendra en compte la classification ci-dessus.

- Moins de 60 % : Faible accès des ménages
- Entre 60 % et 75 % : Accès modéré des ménages
- Plus de 75 % : Accès élevé des ménages

Cependant les différences de superficie peuvent influencer ce calcul ce qui amène ce mémoire à s'affranchir de ces limites administratives.

Calcul de la proportion sur une grille hexagonale pour dépasser les limites administratives

Afin de s'affranchir des biais liés au découpage administratif, une seconde analyse a été conduite à partir d'une grille régulière d'hexagones de 500 m * 500m (0,25 km²), couvrant l'ensemble de la commune. Cette démarche permet d'uniformiser l'analyse spatiale sur tout le territoire, en évitant que des variations locales soient masquées par les frontières administratives.

Chaque cellule de la grille hexagonale a été intersectée avec la couche des bâtiments. Pour chaque hexagone, ont été calculés :

- le nombre total de bâtiments présents par grille,
- le nombre de bâtiments situés à moins de 500 mètres d'un point d'eau par grille (donc considérés comme ayant accès).

Comme pour les cantons, la proportion d'accessibilité a été obtenue via la même formule, mais appliquée cette fois à chaque grille (PAG) :

$$\text{PAG} = (\text{Nombre de bâtiments ayant accès} / \text{Nombre total de bâtiments}) \times 100$$

Ce calcul permet une lecture plus fine et continue de l'accessibilité, en révélant notamment des poches d'exclusion ou des zones à faible couverture qui ne seraient pas visibles à l'échelle du canton.

Traitement des cas particuliers et reclassification

Lors de l'analyse spatiale de l'accessibilité à l'eau potable par les bâtiments (ménages), certaines situations particulières ont été rencontrées et ont nécessité un traitement méthodologique rigoureux pour garantir la fiabilité de l'interprétation des résultats. Il s'agit des cas des cellules sans ménages et des cellules contenant des ménages mais aucuns d'entre eux n'as accès à l'eau selon la norme.

Gestion des cas de cellules sans bâtiment (NULL)

Certaines cellules hexagonales de la grille spatiale ne contenaient aucun ménage. Dans ce cas, le calcul du taux de couverture n'était pas applicable, puisque le dénominateur (nombre total de ménages dans la cellule) était nul. Cela générant des valeurs **nulles** dans le champ des proportions. Ces cellules ont été conservées dans les résultats finaux afin de maintenir l'intégrité spatiale de la grille. Elles ont été visuellement distinguées lors de la représentation cartographique en couleur grisée et interprétées comme des zones non bâties.

Cellules avec bâtiments mais sans accès à l'eau (valeur 0)

À l'inverse, certaines cellules comprenaient bien des bâtiments, mais aucun d'entre eux ne se situait dans un rayon de 500 mètres d'une infrastructure en eau potable. Le calcul de la proportion aboutissait alors logiquement à une valeur de **zéro**. Ces cas indiquent des zones bâties non couvertes par les infrastructures étudiées, et constituent un signal important en termes de déficit d'accessibilité.

Reclassification des proportions

Afin de faciliter la lecture cartographique et l'interprétation des résultats, une reclassification des proportions a été opérée. Le but était de regrouper les valeurs allant de 0 à 100 % en classes d'accessibilité. Cette classification permet de visualiser de manière synthétique les niveaux de

couverture des ménages par les infrastructures en eau. Les classes ont été définies de manière en tenant compte de la distribution des valeurs et des besoins d'interprétation.

Par exemple, les classes suivantes ont été retenues :

- 0 % (aucun ménage couvert)
- 1 à 25 % (très faible accès des ménages)
- 26 à 50 % (faible accès)
- 51 à 75 % (accessibilité modérée)
- 76 à 99 % (bonne accessibilité)
- 100 % (tous les bâtiments couverts)
- NULL (absence de bâtiment)

Ces classes ont été appliquées tant à l'échelle des cantons qu'à celle des cellules hexagonales, permettant des comparaisons multi-échelles.

Cette reclassification a été appliquée via une expression conditionnelle dans QGIS, intégrant à la fois les cas de division par zéro et les valeurs nulles. L'expression utilisée est la suivante :

CASE

WHEN "Prop_acc_2" IS NULL THEN 'Absence de bâtiment'

WHEN "Prop_acc_2" = 0 THEN '0 % - Pas d'accès'

WHEN "Prop_acc_2" > 0 AND "Prop_acc_2" <= 50 THEN '1 à 50 % - Faible accès'

WHEN "Prop_acc_2" > 50 AND "Prop_acc_2" <= 75 THEN '51 à 75 % - Accès moyen'

WHEN "Prop_acc_2" > 75 AND "Prop_acc_2" < 100 THEN '76 à 99 % - Bon accès'

WHEN "Prop_acc_2" = 100 THEN '100 % - Accès total'

END

Cette codification permet ensuite une représentation cartographique claire, où chaque classe peut être associée à une couleur spécifique, rendant visibles les zones bien desservies et celles souffrant d'un déficit d'accès aux infrastructures d'eau.

Explication de la complémentarité entre l'analyse cantonale et l'analyse fine par grille dans l'évaluation de l'accès à l'eau potable

Les classifications des proportions de ménages ayant accès à l'eau potable ont été définies de manière adaptée à l'échelle d'analyse considérée. En effet, la classification appliquée aux cantons est plus synthétique et répond au faible nombre d'unités territoriales à savoir trois cantons. Cette classification permet ainsi d'identifier globalement des niveaux d'accès faibles, modérés ou élevés, adaptés à une vision macroscopique et administrative.

À l'inverse, la classification utilisée pour les grilles hexagonales est plus détaillée et graduelle, reflétant la forte variabilité spatiale que permet une subdivision fine du territoire. Cette granularité plus importante montre une segmentation plus fine des classes d'accessibilité, afin de mieux différencier les poches de très faible à forte couverture, qui peuvent coexister à une échelle locale.

Le lien entre ces deux classifications repose donc sur leur complémentarité. En effet la classification cantonale donne une vue d'ensemble, synthétisant la situation à une échelle administrative, tandis que la classification par grille hexagonale permet une analyse spatiale fine et localisée des disparités d'accès. Cette approche multi-échelle enrichit la compréhension des inégalités territoriales d'accès à l'eau potable dans la commune Ogou 1.

2.1.3.3.Démarche méthodologique adoptée pour le chapitre 3

Approche méthodologique pour l'analyse multicritère et hiérarchisation des zones propriétaires pour l'amélioration de l'accès à l'eau.

Afin d'aboutir à des résultats concrets d'hiérarchisation des zones prioritaires pour l'implantation de nouvelles infrastructures d'eau potable dans la commune d'Ogou 1 une démarche méthodologique par approche multicritère a été mis en place.

La première étape a consisté à sélectionner les critères d'évaluation pertinents au regard des résultats préliminaires obtenus lors de la deuxième phase de l'étude. Cinq critères principaux ont ainsi été retenus à savoir : le niveau d'équipement en eau potable par canton, la proportion de ménages situés à moins de 500 mètres d'un point d'eau, la part des zones habitées disposant d'un accès total, la taille de la population par canton, ainsi que le niveau d'accessibilité calculé à l'échelle des mailles de 500 m × 500 m. Ces critères traduisent des dimensions complémentaires de la problématique de l'accès à l'eau potable, en intégrant à la fois l'offre en infrastructures, la proximité spatiale, la pression démographique et les conditions locales d'accessibilité. Le choix de ces critères s'explique par une cohérence de ces derniers avec

l'orientation stratégique 3 de la commune qui vise une amélioration de l'accès et de la qualité des services sociaux de base par des mécanismes innovants et inclusifs.

Une fois les critères définis, chacun d'eux a été catégorisé en classes représentatives. À ces classes ont été attribués des scores bruts allant de 0 à 10. L'attribution a suivi un principe simple : plus une zone est défavorisée, plus son score est élevé. Ainsi, pour le critère relatif au niveau d'équipement, les zones sous-équipées ont obtenu les scores les plus forts, tandis que celles bien équipées ont reçu des valeurs plus faibles. La même logique a été appliquée aux autres critères, par exemple pour la proportion de ménages à moins de 500 mètres d'un point d'eau, où les zones faiblement desservies ont été mieux scorées, ou encore pour la taille de la population, où les cantons les moins peuplés ont reçu les valeurs les plus fortes. Cette orientation permettait de mettre en avant les situations de vulnérabilité. Le tableau 3 ci-dessous récapitule ce paragraphe.

| Critère | Catégorie | Score brut | Rang (1 = priorité max) |
|---|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| Niveau d'équipement en eau potable par canton | Sous équipé | 10 | 1 |
| | Moyennement équipé | 5 | 2 |
| | Bien équipé | 0 | 3 |
| Proportion de ménages à moins de 500 m par canton | Faible accès | 10 | 1 |
| | Accès moyen | 5 | 2 |
| | Bon accès | 0 | 3 |
| Part des zones habitées à accès total | Faible accès | 10 | 1 |
| | Accès moyen | 5 | 2 |
| | Accès total élevé | 0 | 3 |
| Taille population par canton | Moins peuplé | 10 | 1 |
| | Moyennement peuplé | 5 | 2 |
| | Plus peuplé | 0 | 3 |

| | | | |
|--|--------------|----|---|
| Niveau d'accessibilité à l'échelle des mailles de 500 m × 500 m | Pas d'accès | 10 | 1 |
| | Accès faible | 7 | 2 |
| | Accès moyen | 5 | 3 |
| | Bon accès | 3 | 4 |
| | Accès total | 0 | 5 |

Tableau 3: Récapitulatif des critères et de leurs scores bruts – Réalisé par : Ezéchiel Ametovena

L'attribution des scores bruts a été suivie d'une normalisation, nécessaire pour ramener l'ensemble des résultats sur une échelle commune et assurer leur comparabilité. La méthode adoptée consistait à diviser chaque score brut par le score maximum, ce qui permettait d'obtenir des valeurs comprises entre 0 et 1.

La formule utilisée est : $\text{Score normalisé} = \text{Score brut} / \text{Score max}$

Ces scores normalisés ont ensuite été pondérés en fonction de l'importance relative de chaque critère dans l'analyse. Les poids retenus ont été de 15 % pour le niveau d'équipement, 15 % pour la proportion de ménages à moins de 500 m, 15 % pour la taille de la population, 25 % pour l'accessibilité par maille, et 30 % pour la part des zones habitées à accès total. L'attribution des poids s'est appuyée en partie sur la connaissance terrain et d'une bibliographie scientifique à l'instar de la méthode d'analyse hiérarchique des processus (AHP) développée par Saaty (1987)⁷, qui permet de dériver les poids à partir de comparaisons par paires des critères. Le calcul du score pondéré pour chaque entité reposait sur la formule : score normalisé multiplié par le poids attribué.

Afin d'agréger l'ensemble de ces informations, une jointure spatiale a été réalisée pour regrouper les résultats des différents critères dans une couche unique. Il convient de préciser que les zones non habitées, identifiées par la présence d'une valeur correspondant à l'absence de bâtiments, ont été exclues par attribution d'une valeur nulle. Ce choix méthodologique a pour objectif de ne pas biaiser les résultats en introduisant artificiellement des scores dans des zones où la question de l'accès à l'eau potable ne se pose pas. Le score global pour chaque maille a alors été calculé en sommant les scores pondérés de l'ensemble des critères.

La dernière étape a consisté à classifier les résultats finaux afin de mettre en évidence différents niveaux de priorité. Les scores globaux ont été reclassés en cinq catégories allant de la zone très prioritaire à la zone de très faible priorité.

Méthodologie pour l'estimation budgétaire des infrastructures d'eau potable

L'estimation des coûts liés à l'implantation des pompes à motricité humaine (PMH) et des bornes-fontaines dans la commune d'Ogou 1 a suivi une démarche méthodologique progressive, combinant revue documentaire, analyse comparative et contextualisation locale.

Dans un premier temps, les infrastructures ciblées par ce mémoire dans la partie clarification des concepts ont été considérées.

La collecte documentaire a porté sur les rapports techniques, publications scientifiques et documents budgétaires nationaux et régionaux portant sur les pays de l'Afrique de l'ouest à savoir : Togo, Bénin, Burkina Faso, Ghana. Les informations extraites ont concerné les coûts unitaires des équipements, à la formation des comités de gestion et au suivi technique, ainsi que les marges d'incertitude liées aux aléas techniques et aux fluctuations économiques (WikiWater, 2020).

L'estimation budgétaire a ensuite été structurée par postes principaux, intégrant les investissements directs prenant en compte le forage, la pompe, les superstructures et les aménagements de site ; les coûts indirects (formation, sensibilisation, suivi), la gestion de projet (ingénierie, maîtrise d'œuvre, suivi et évaluation) et une provision pour imprévus (aléas techniques, inflation).

Enfin, les montants ont été ajustés en fonction des conditions locales d'accessibilité et des pratiques tarifaires des projets hydrauliques récents au Togo.

CHAPITRE 3 : RESULTATS, EVALUATION ET DISCUSSIONS

3.1.Présentation générale des résultats

Les résultats de ce mémoire contribuent à la prise de connaissance de l'accessibilité physique à l'eau potable dans la commune d'Ogou 1. Le premier résultat majeur intitulé **Répartition spatiale des infrastructures en eau potable dans la commune d'Ogou 1** permettra d'avoir

un aperçu de la répartition de ces infrastructures afin d'identifier les zones grises⁸ et les zones de forte présence de ces infrastructures. Dans cette même partie il s'agira de montrer l'écart du nombre d'infrastructure en eau potable par canton par rapport à la moyenne communale⁹ et aussi faire une densité spatiale des points d'eau par maille régulière. Le second résultat majeur titré **Inégalité de l'accès à l'eau dans la commune d'Ogou 1** vise à montrer, à base des normes de la charte de l'humanitaire¹⁰, qui stipule que la bonne accessibilité à l'eau c'est d'accéder à un point d'eau en 500 mètres, les ménages ayant une bonne accessibilité à l'eau. De plus, dans cette même partie, d'autres calculs géostatistiques seront faits pour connaître la proportion de ménages ayant accès à l'eau par canton et ensuite par grille de 500 m * 500m. Le troisième résultat majeur intitulé **Hierarchisation des zones à prioriser pour l'amélioration de l'accès à l'eau potable dans la commune d'Ogou 1** s'inscrit dans la continuité des analyses du deuxième résultat. Il sera question de localiser les zones critiques en mobilisant une approche multicritère fondée sur les différents résultats d'accessibilité. Ceci permettra non seulement de hiérarchiser les zones à fort besoin en infrastructures d'eau potable, mais aussi d'estimer les coûts que leur implantation impliquerait, dans une optique de planification stratégique et réaliste des interventions.

3.2. Répartition spatiale des infrastructures en eau potable dans la commune d'Ogou 1

L'accès à l'eau potable repose en grande partie sur la présence et la répartition des infrastructures dédiées sur le territoire. Avant d'aborder les inégalités d'accès proprement dites, il est nécessaire de s'intéresser à la disposition spatiale des points d'eau dans la commune d'Ogou 1. Cette analyse permet de comprendre dans quelles zones les efforts d'équipement ont été concentrés et d'identifier les secteurs potentiellement délaissés par les politiques d'aménagement hydraulique.

La commune d'Ogou 1, composée de trois cantons à savoir Djama, Gnagna et Houdou, présente une diversité territoriale qui se reflète dans la distribution des infrastructures hydrauliques. Afin d'évaluer cette répartition, deux niveaux d'analyse sont mobilisés. La première, à l'échelle cantonale, offre une vue d'ensemble du niveau d'équipement entre les grands territoires administratifs. La seconde, plus fine, s'appuie sur une trame spatiale de 500 m x 500 m,

⁸ Zone grise = zone marquée par une faible présence des infrastructures en eau potable et / ou les zones d'absences de ces infrastructures.

⁹ La moyenne du nombre de points d'eau pour l'ensemble des cantons de la commune

¹⁰ Un document de référence internationalement reconnu dans le secteur humanitaire

permettant de prendre connaissance des disparités intra-cantoniales souvent masquées par les représentations globales. Ces analyses croisées permettent d'identifier les territoires sous-équipés, mais aussi de repérer des pockets d'équipement localisé dans des cantons globalement moins bien desservis.

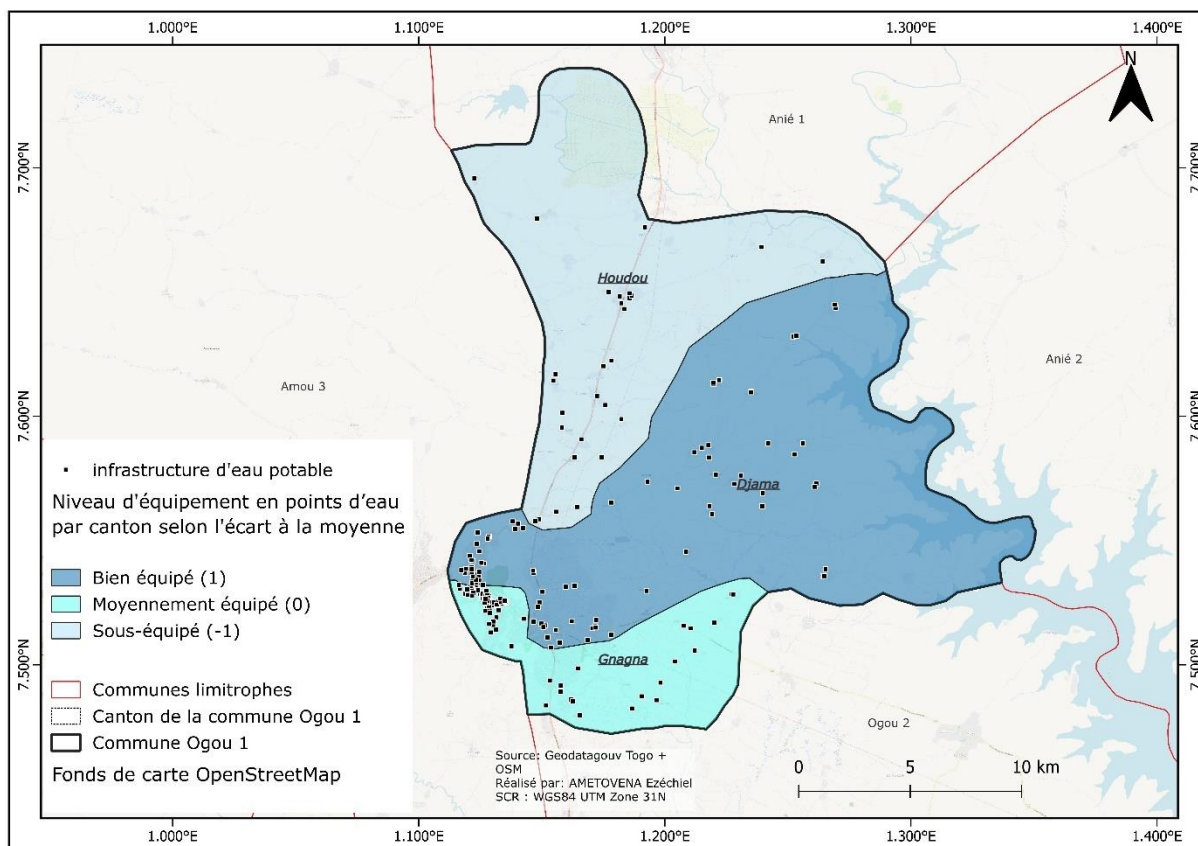
3.2.1. Évaluation standardisée du niveau d'équipement en eau potable par canton

La carte 3 représente une évaluation comparative du niveau d'équipement en points d'eau potable à l'échelle des cantons composant la commune Ogou 1, à savoir Djama, Gnagna et Houdou. Elle permet de visualiser les disparités spatiales en matière d'équipement en infrastructure d'eau potable à une échelle infra-communale, en mettant en évidence les écarts relatifs à la moyenne communale.

Le canton de Djama présente un niveau d'équipement supérieur à la moyenne communale. Cela se traduit par une concentration importante de points d'eau. Djama pourrait ainsi être considéré comme un territoire relativement bien desservi.

Le canton de Gnagna affiche un niveau d'équipement égale à la moyenne. Toutefois, cela ne signifie pas une couverture optimale.

Le canton de Houdou est sous-équipé par rapport à la moyenne communale. Ce déficit d'infrastructures d'eau potable soulève la question des inégalités territoriales. Ce constat mérite une attention particulière en vue des mesures correctives. Cette carte s'inscrit dans une logique d'évaluation standardisée, visant à identifier visuellement les écarts territoriaux et à fournir un appui à la décision pour les autorités locales. En reliant les données d'équipement aux limites cantonales, elle permet une lecture claire de l'inégalité de distribution.



Carte 3 : Equipement en point d'eau par canton dans la commune Ogou 1 – Source : Géodata Gouv Togo et OpenStreetMap – Réalisation : Ezéchiél Ametovena, Juillet 2025

L'analyse à l'échelle cantonale a permis de poser un premier diagnostic territorial en identifiant les cantons globalement bien ou mal desservis en points d'eau potable dans la commune d'Ogou 1. Toutefois, cette approche agrégée masque les disparités internes aux cantons et ne permet pas de saisir les nuances locales dans la distribution réelle des infrastructures hydrauliques.

Afin d'affiner l'évaluation et de mieux comprendre la réalité d'équipement en infrastructure d'eau potable sur le terrain, une analyse à plus fine échelle spatiale a été conduite en utilisant une maille régulière de 500 m x 500 m. Cette approche permet de dépasser les limites administratives et de révéler les écarts infra-cantonaux, en identifiant précisément les zones les plus équipées et celles en déficit, indépendamment de leur appartenance cantonale.

3.2.2. Analyse par densité du niveau d'équipement en eau potable à l'échelle infra-cantonale

La carte 4 propose une lecture fine du niveau d'équipement en points d'eau potable à travers une analyse par densité réalisée sur une trame régulière de mailles de 500 m x 500 m couvrant

l'ensemble de la commune d'Ogou 1. Cette approche infra-cantonale permet de dépasser la vision agrégée par canton et de révéler des contrastes spatiaux internes significatifs.

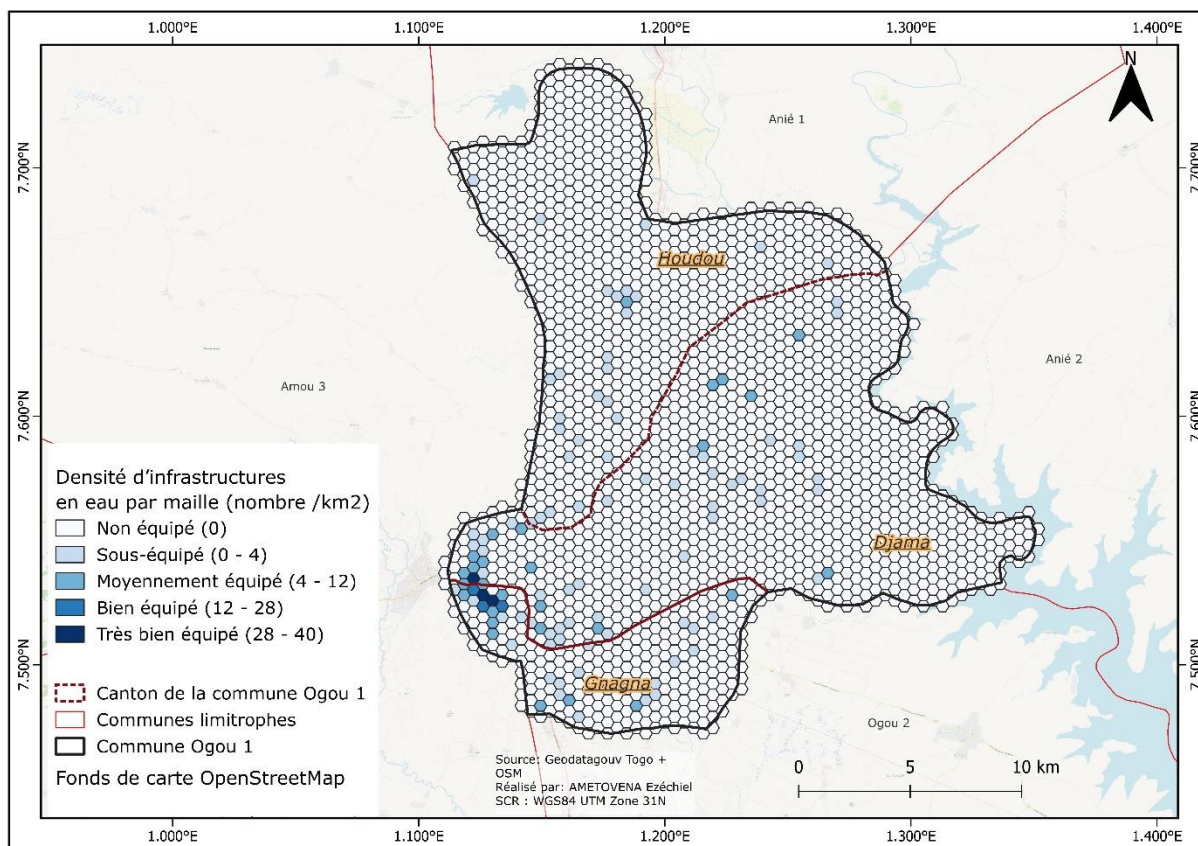
La classification adoptée allant de « non équipé à très bien équipé » met en lumière une hétérogénéité marquée dans la répartition des infrastructures hydrauliques à l'intérieur même des unités cantonales.

Ainsi, bien que le canton de Houdou ait été identifié comme sous-équipé à l'échelle cantonale, l'analyse par carreaux révèle la présence de mailles moyennement équipées. Ce constat suggère que certaines localités de Houdou bénéficient d'un accès relatif à l'eau potable, probablement du fait de la présence de quelques points stratégiques concentrés, tandis que d'autres zones demeurent totalement dépourvues d'infrastructures. Cette disparité interne invite à nuancer le diagnostic global établi à l'échelle du canton.

De manière similaire, dans le canton de Gnagna, caractérisé globalement comme moyennement équipé, l'analyse révèle des carreaux très bien équipés, mais également d'autres sous-équipés. Ce morcellement spatial met en évidence une distribution inégale des infrastructures, où certains noyaux de peuplement bénéficient d'un bon niveau de desserte, alors que d'autres, souvent plus périphériques, restent mal couverts. Ces disparités pourraient refléter des logiques d'implantation des points d'eau centrées sur les zones densément peuplées ou plus accessibles.

Enfin, même dans les cantons de Djama et Gnagna, qui affichaient respectivement un bon et un niveau moyen d'équipement à l'échelle cantonale, des carreaux sous-équipés voire non équipés apparaissent. Cela souligne que des situations de déficit existent localement, y compris dans des territoires globalement bien desservis.

Dans l'ensemble, cette analyse par densité spatiale apporte une valeur ajoutée essentielle au diagnostic territorial, en mettant en évidence les écarts intra-cantonaux et en soulignant la nécessité d'une approche plus ciblée et localisée des politiques d'amélioration de l'accès à l'eau. Elle montre également les limites des analyses uniquement fondées sur les unités administratives, qui peuvent masquer des inégalités infra-locales.



Carte 4 : Niveau d'équipement en points d'eau (densité par km²) à l'échelle des grilles de 500 m * 500m dans la commune d'Ogou 1 – Source : Géodata Gouv Togo et OpenStreetMap – Réalisation : Ezéchiel Ametovena, Juillet 2025

L'analyse menée dans cette section a permis de dresser une cartographie détaillée du niveau d'équipement en points d'eau potable dans la commune d'Ogou 1, à la fois à l'échelle cantonale et infra-cantonale. Cette approche a mis en évidence des disparités territoriales importantes, révélant des zones bien desservies, d'autres moyennement équipées, voire totalement dépourvues d'infrastructures hydrauliques.

Cependant, il convient de souligner qu'un niveau d'équipement élevé ne garantit pas automatiquement un accès réel à l'eau potable pour les populations.

Ainsi, au-delà de la simple répartition spatiale des infrastructures, il est essentiel d'évaluer les inégalités d'accès à l'eau. La section suivante s'attache donc à analyser ces inégalités, en croisant les données disponibles avec des indicateurs, afin de mieux cerner les enjeux liés à la justice territoriale dans l'accès à cette ressource vitale.

3.3. Inégalité de l'accès à l'eau dans la commune d'Ogou 1

Si la présence d'infrastructures constitue une condition nécessaire à l'accès à l'eau potable, elle ne saurait à elle seule garantir une bonne accessibilité pour l'ensemble des populations. En effet, l'accessibilité réelle physique à cette ressource dépend également de facteurs spatiaux (dans ce cas, distance de 500m autour des points d'eau). Cette section s'attache ainsi à analyser d'une part, les inégalités d'accès à l'eau dans la commune d'Ogou 1 à partir d'une approche spatiale multi-échelle, puis d'autre part, faire une évaluation de l'adéquation ou de l'inadéquation entre les infrastructures existantes et la capacité réelle des populations à en accéder.

3.3.1. Analyse spatiale multi-échelle de l'accessibilité à l'eau potable

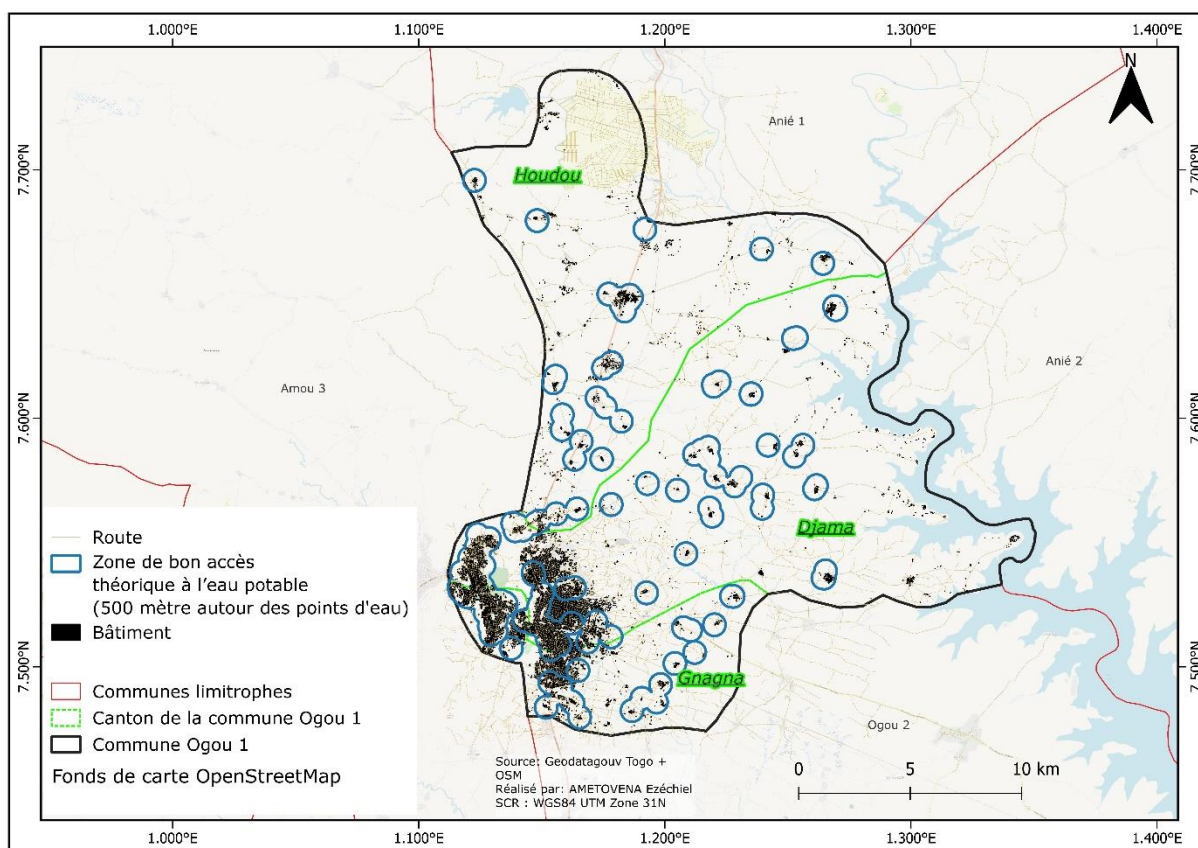
Dans cette sous-partie, l'analyse porte sur la proximité physique des ménages aux points d'eau, en tenant compte de la norme de la charte de l'humanitaire largement abordé précédemment. Cette approche permet de représenter l'accessibilité physique à l'eau potable de manière concrète, en identifiant les zones qui se situent à distance raisonnable des infrastructures, et celles qui en sont éloignées.

L'étude est menée à plusieurs échelles d'analyse, afin de mieux cerner les différences d'accessibilité selon les territoires : d'abord par une représentation théorique autour des points d'eau, puis à l'échelle cantonale, et enfin à l'échelle fine des mailles de 500 m x 500 m. Cette progression permet de mettre en évidence les disparités spatiales et de mieux comprendre dans quelles zones les populations font face à une accessibilité réduite, malgré la présence éventuelle d'équipements.

3.3.2. Représentation théorique de l'accessibilité des ménages à l'eau potable autour des points d'eau

La carte 5 présente une représentation de l'accessibilité à l'eau potable, fondée sur un critère de distance. En effet, tout ménage situé dans un rayon de 500 mètres autour d'un point d'eau est considéré comme bénéficiant d'un bon accès physique à la ressource.

Sur cette carte, les zones de desserte théorique sont représentées par des buffers de 500 mètres autour de chaque infrastructure. Les ménages sont également localisés, mais aucune distinction visuelle en couleur n'est encore faite entre ceux situés à l'intérieur ou à l'extérieur de ces zones. L'objectif de cette carte est donc avant tout de visualiser l'enveloppe spatiale que couvriraient ménages.



Carte 5 : Zones de bon accès théorique des ménages à l'eau potable autour des points d'eau -
Source : Géodata Gouv Togo et OpenStreetMap – Réalisation : Ezéchiel Ametovena, Juillet 2025

Cette première approche permet de repérer les secteurs bien desservis, là où les buffers couvrent des zones d'habitation, mais aussi d'identifier des espaces hors desserte, où aucun point d'eau ne semble accessible dans le rayon défini. Elle constitue néanmoins une base de réflexion utile, qui sera complétée dans les parties suivantes par une analyse plus fine de l'accessibilité réelle des ménages, à l'échelle cantonale puis infra-cantonale.

3.3.3. Analyse de l'accès des ménages à l'eau potable à l'échelle cantonale

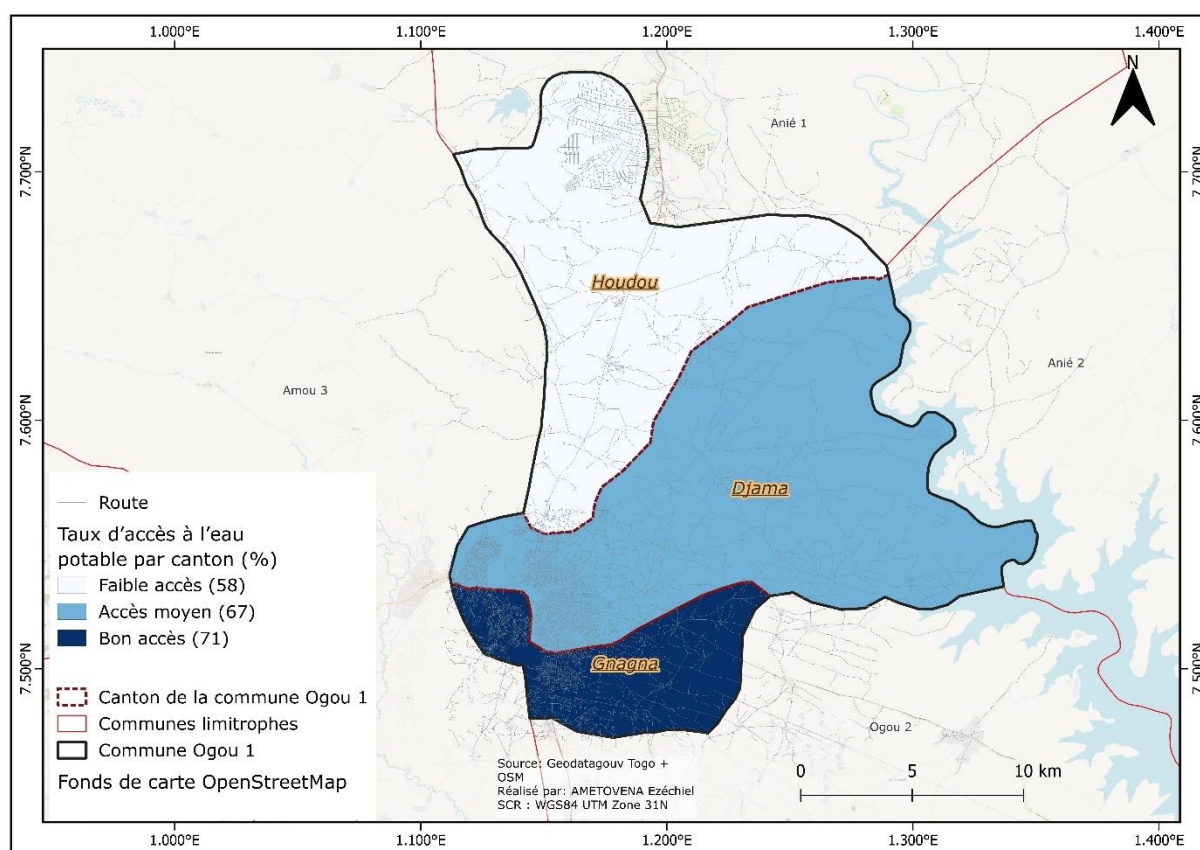
La carte 6 montre une évaluation de l'accessibilité à l'eau potable par canton, à travers le calcul de la proportion de ménages situés à moins de 500 mètres d'un point d'eau. Les résultats révèlent des disparités notables entre les trois cantons de la commune d'Ogo 1.

Le canton de Gnagna enregistre la meilleure couverture, avec 71 % de ses ménages ayant un accès situé dans le rayon de 500 m. Ce résultat relativement élevé traduit une implantation satisfaisante des infrastructures par rapport à l'habitat. Toutefois, il est important de noter que

près de 30 % des ménages restent encore hors de portée directe d'un point d'eau, ce qui nuance la qualification de « bon accès ».

Dans le canton de Djama, 67 % des ménages bénéficient d'un accès à l'eau dans le périmètre défini. Ce niveau d'accessibilité, intermédiaire, révèle une couverture partielle du territoire.

Le canton de Houdou, déjà identifié comme sous-équipé, confirme sa situation défavorable. Seuls 58 % des ménages y ont un accès conforme au critère de distance. Autrement dit, plus de 4 ménages sur 10 doivent parcourir plus de 500 m pour s'approvisionner, ce qui représente une contrainte significative, notamment pour les populations vulnérables comme les femmes, enfants et personnes âgées.



Carte 6 : Part des ménages bénéficiant d'un bon accès à l'eau potable (dans un rayon de 500 m d'un point d'eau) par canton - Source : Géodata Gouv Togo et OpenStreetMap – Réalisation : Ezéchiél Ametovena, Juillet 2025.

Ces résultats montrent clairement que même dans les cantons les mieux pourvus en infrastructures comme Gnagna, l'accessibilité n'est jamais totale. Cette observation renforce l'idée, déjà suggérée dans le commentaire de la carte 5, que la présence d'un point d'eau dans une zone ne signifie pas automatiquement l'accès effectif pour tous les ménages. La distribution spatiale des infrastructures, la densité de population et la dispersion de l'habitat jouent un rôle déterminant dans la couverture réelle.

Plus concrètement, force est de constater dans cette étude que le canton de Djama est le mieux équipé, suivi de Gnagna et enfin de Houdou (carte 3), cependant la carte 6 révèle un classement différent en termes d'accessibilité réelle. Gnagna arrive en tête, devant Djama puis Houdou.

L'analyse à l'échelle cantonale fournit une première lecture des disparités d'accès à l'eau potable entre les cantons. Toutefois, cette approche reste insuffisante pour appréhender les contrastes spatiaux plus fins, dans la mesure où les limites cantonales, variables en taille, pourraient dissimuler d'importantes inégalités internes. Afin de dépasser ces contraintes et d'obtenir une vision plus précise des dynamiques d'accessibilité, l'échelle des mailles régulières de 500 m × 500 m est mobilisée. Cette désagrégation spatiale permet de s'affranchir des découpages administratifs et de révéler plus finement les zones bien ou mal desservies à l'intérieur même des cantons.

3.3.4. Niveau d'accessibilité des ménages à l'eau potable dans à l'échelle des mailles de 500 m * 500 m

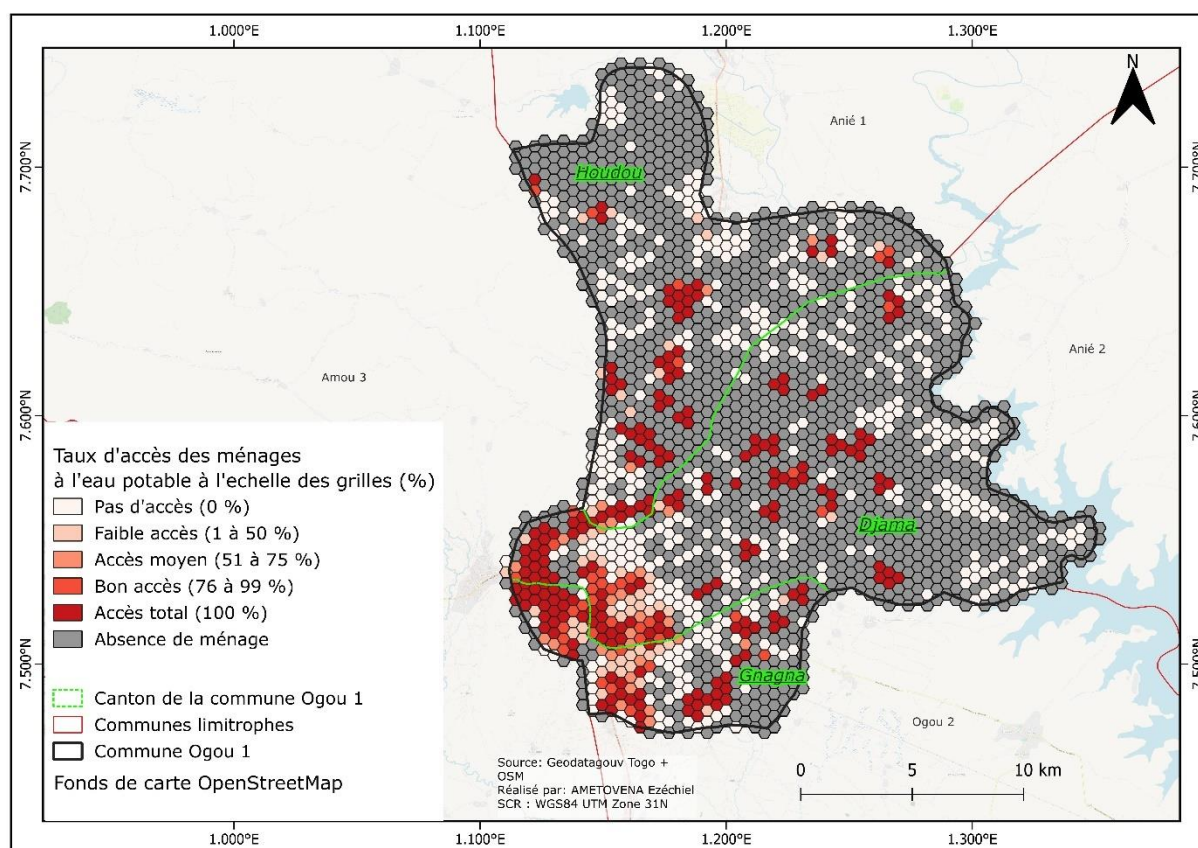
La Carte 7 propose une lecture fine de l'accessibilité à l'eau potable à travers une maille régulière de 500 m × 500 m, en évaluant pour chaque cellule le pourcentage de ménages situés à moins de 500 m d'un point d'eau fonctionnel. La classification adoptée distingue cinq niveaux d'accès à savoir : pas d'accès, faible accès, accès moyen, bon accès et accès total. Ce découpage permet de dépasser les effets de l'agrégation cantonale et de révéler les contrastes intra-cantonaux en matière d'approvisionnement en eau.

Contrairement à ce que laissait apparaître l'analyse à l'échelle des cantons (Carte 6), la présente carte met en lumière une hétérogénéité significative à l'intérieur même de chaque territoire. Le canton de Gnagna, précédemment identifié comme globalement bien desservi, présente en réalité des zones de faible couverture. En effet, plusieurs mailles relèvent des classes pas d'accès, faible accès ou accès moyen, révélant des poches de vulnérabilité dissimulées par l'analyse agrégée.

Le constat est similaire pour Djama, qualifié d'intermédiaire en termes d'accessibilité dans la

carte précédente. Ce canton regroupe une diversité marquée de situations : des zones en déficit d'accès coexistent avec des mailles bénéficiant d'un bon accès voire d'un accès total, suggérant une distribution inégale de l'infrastructure hydrique sur son territoire.

Enfin, le canton de Houdou, classé parmi les moins bien dotés à l'échelle cantonale, révèle également des disparités internes. Au sein même de ce territoire, certaines mailles affichent des taux d'accès élevés, témoignant de l'existence de poches relativement bien desservies malgré une situation d'ensemble jugée déficitaire.



Carte 7 : Proportion des ménages bénéficiant d'un bon accès à l'eau potable (dans un rayon de 500 m d'un point d'eau) à l'échelle des mailles - Source : Géodata Gouv Togo et OpenStreetMap – Réalisation : Ezéchiél Ametovena, Juillet 2025.

Cette analyse met en évidence les limites d'une approche par unités administratives et confirme la pertinence d'un maillage régulier pour rendre compte des réalités vécues par les populations. En effet, ce niveau d'observation permet de mieux cibler les zones prioritaires pour les politiques d'aménagement et d'investissement, en identifiant les micro-territoires cumulant des déficits d'accessibilité, indépendamment des moyennes cantonales. Dans le cas d'espèce, les mailles classées de pas d'accès jusqu'à bon accès devraient être ciblées comme zone

d'intervention prioritaire pour les initiatives d'aménagement.

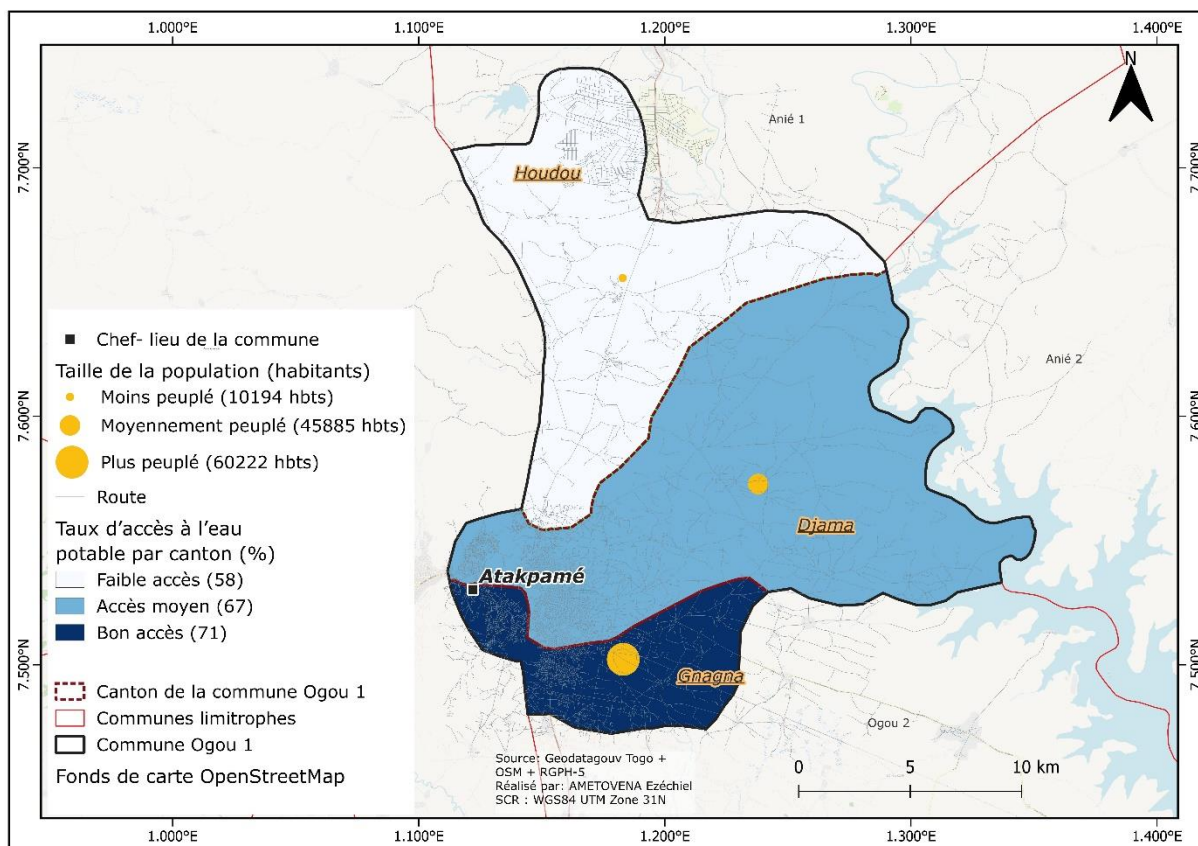
Bien que la maille régulière a permis de révéler des disparités internes souvent masquées par l'agrégation administrative, il reste néanmoins pertinent de revenir à l'échelle cantonale lorsqu'il s'agit d'apprécier le poids démographique par rapport à ces disparités.

3.3.5. Analyse croisée de l'accessibilité à l'eau potable et des effectifs de population à l'échelle cantonal

La lecture croisée de la taille de la population cantonale et de la part des ménages ayant un bon accès à l'eau potable (dans un rayon de 500 m) met en lumière des situations contrastées au sein de la commune d'Ogou 1. Le canton de Houdou se distingue comme le plus défavorisé car malgré une population relativement faible, il cumule un faible niveau d'équipement en infrastructures hydrauliques et la part la plus basse de ménages bien desservis, avec seulement 58 % de ménages disposant d'un point d'eau à proximité. Cela traduit une forme de marginalisation qui pourrait s'expliquer par un moindre poids démographique, souvent associé à une moindre priorité dans les politiques d'aménagement.

À l'opposé, Djama, bien que moyennement peuplé, bénéficie du meilleur maillage en infrastructures d'eau potable dans la commune. Cependant, cette densité d'équipements ne se traduit que par un accès moyen pour les ménages, avec un taux de 67 %.

Enfin, Gnagna, le canton le plus peuplé, dispose d'un équipement intermédiaire, mais parvient à atteindre un bon niveau d'accessibilité pour les ménages. Ce résultat pourrait s'expliquer par une meilleure implantation des infrastructures à proximité des zones résidentielles qui traduit une priorisation dans les politiques d'aménagements.



Carte 8 : Accessibilité à l'eau potable et poids démographique par canton - Source : Géodata Gouv Togo, RGPH-5 et OpenStreetMap – Réalisation : Ezéchiel Ametovena, Juillet 2025.

Ainsi, cette analyse met en évidence le fait que les politiques d'aménagements dans la commune tiennent fortement compte de la démographie des cantons dans l'implantation des infrastructures dont dépendent partiellement l'accessibilité physique à l'eau.

Néanmoins, une telle lecture à l'échelle cantonale, bien qu'instructive, demeure insuffisante car les cantons couvrent des superficies étendues dont certaines portions ne sont pas habitées. Or, l'enjeu réside précisément dans la capacité des habitants à bénéficier d'un accès à l'eau, dans les espaces qu'ils occupent effectivement. Il convient donc désormais de recentrer l'analyse sur les seules zones habitées des cantons, afin de mesurer, parmi ces espaces, la part disposant d'un accès total à l'eau potable. Cette approche permet une lecture plus opérationnelle de la couverture territoriale réelle des services en eau.

3.3.6. Part des zones habitées bénéficiant d'un accès effectif à l'eau potable

L'analyse effectuée à la carte 7 a permis de cartographier, à l'échelle des mailles de 500 m par 500 m, les zones disposant d'un accès total à l'eau potable. Afin d'en tirer des enseignements plus opérationnels, il convient à présent d'évaluer cette accessibilité relativement aux zones réellement habitées, c'est-à-dire les grilles où la présence de ménages a été confirmée. Cette

démarche permet de mieux cerner les inégalités d'accès au sein des espaces peuplés et de relativiser les résultats bruts obtenus sur l'ensemble des territoires cantonaux.

Les superficies totales des cantons de Houdou, Djama et Gnagna s'élèvent respectivement à 169,22 ha, 233,37 ha et 64,57 ha. Toutefois, seules certaines portions de ces superficies sont effectivement habitées. Les zones habitées identifiées sur la base de la présence de ménages au sein des mailles représentent 50,64 ha à Houdou ; 81,24 ha à Djama ; 37,56 ha à Gnagna.

L'évaluation de l'accessibilité effective à l'eau potable consiste ici à déterminer, pour chaque canton, la part de ces zones habitées qui se situent dans des mailles bénéficiant d'un accès total à l'eau selon les critères précédemment définis. Les résultats révèlent que à Houdou, seulement 22,5 % des zones habitées sont totalement couvertes par des infrastructures d'eau potable. À Djama, cette proportion s'élève à 26,5 % environ. C'est à Gnagna que la situation semble la moins critique, avec 37,1 % des zones habitées disposant d'un accès total.

Ces chiffres, bien que tous inférieurs à 40 %, traduisent des disparités marquées dans la distribution des services en eau. Ils suggèrent que plus des deux tiers des zones habitées des cantons restent partiellement ou totalement dépourvues d'un accès complet à l'eau potable, ce qui représente un enjeu majeur en matière d'équité territoriale et d'aménagement.

| Canton | Superficie totale (ha) | Zone habitée (ha) | Zone d'accès total (ha) | Part de la zone habitée par rapport à la superficie totale (%) | Part de la zone habitée avec accès total à l'eau potable (%) |
|---------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---|---|
| Houdou | 169,22 | 50,64 | 11,394 | 29,93 | 22,5 |
| Djama | 233,37 | 81,24 | 21,522 | 34,81 | 26,5 |
| Gnagna | 64,57 | 37,56 | 13,926 | 58,17 | 37,1 |

Tableau 4: Proportion des zones habitées totalement desservies en eau potable dans les trois cantons de la commune d'Ogou 1 – Réalisé par : Ezéchiél Ametovena

L'analyse suivante s'attachera à localiser et hiérarchiser les zones à prioriser pour l'implantation d'infrastructures d'eau potable, à travers une analyse multicritère qui prendra en compte les résultats des analyses de la partie 3.3. Inégalité de l'accès à l'eau dans la commune Ogou 1, dans le but de proposer des stratégies d'amélioration ciblées.

3.4.Hiérarchisation des zones à prioriser pour l'amélioration de l'accès à l'eau

potable dans la commune d'Ogou 1

3.4.1. Analyse multicritère et hiérarchisation des zones prioritaires

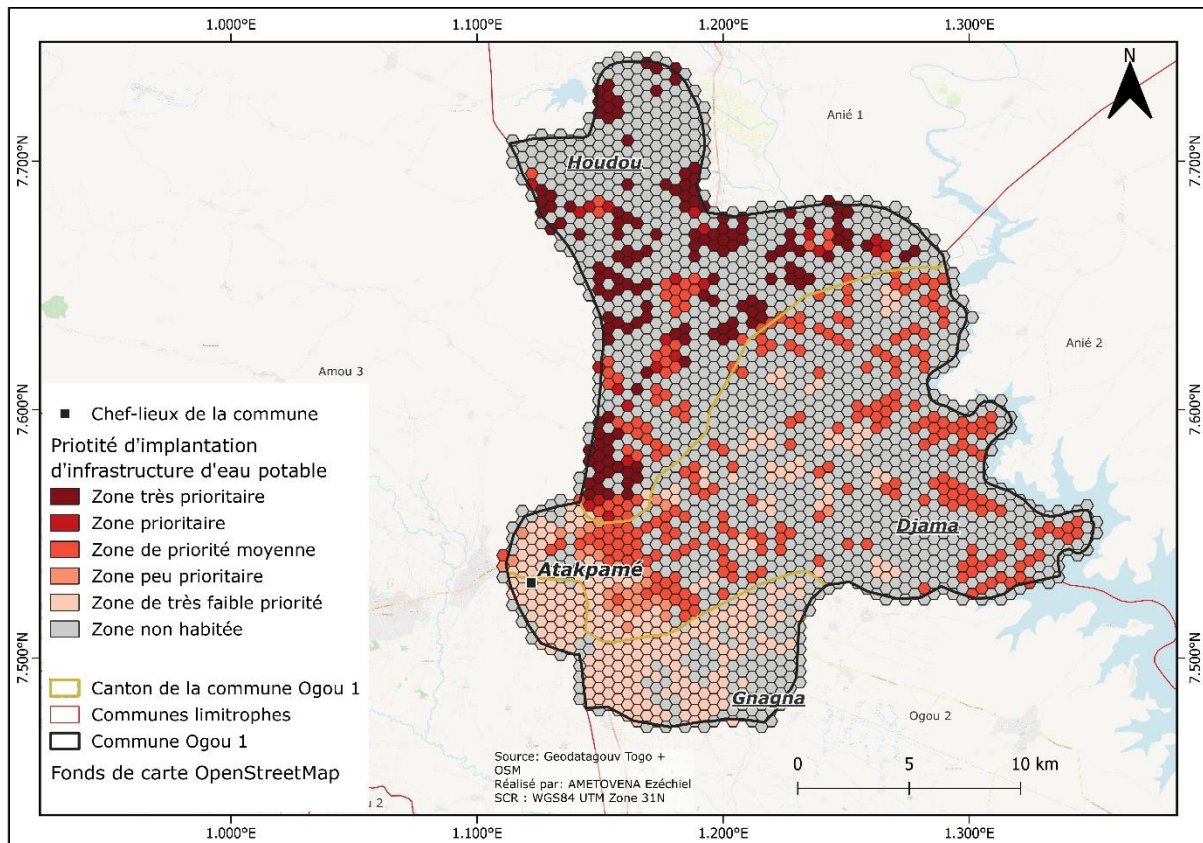
La carte 9 met en évidence des disparités entre les cantons de la commune Ogou 1.

Dans le canton de Houdou, qui est à la fois moins peuplé et caractérisé par un faible taux d'accès à l'eau, toutes les zones habitées apparaissent dans les classes allant de moyenne priorité à très forte priorité. Ceci impliquerait une attention particulière de la part des décideurs pour renforcer l'accès à l'eau potable dans ce territoire.

Le canton de Djama présente quant à lui des zones réparties entre faible priorité et moyenne priorité. Cela traduit une situation intermédiaire selon laquelle les besoins en infrastructures existent, mais ils ne sont pas aussi pressants que dans le canton de Houdou.

Enfin, dans le canton de Gnagna, où se situe le chef-lieu de commune, Atakpamé, la carte indique des zones de très faible priorité. Cette situation s'explique par un taux d'accès à l'eau potable relativement élevé. Toutefois, cette classification ne doit pas conduire à négliger ce canton. Les efforts d'aménagement doivent aussi s'y poursuivre, afin de maintenir le niveau de couverture existant et d'anticiper les besoins futurs liés à la croissance démographique.

Cette hiérarchisation permet de cibler les actions en fonction de l'urgence des besoins. Le canton de Houdou apparaît comme le plus prioritaire pour de nouvelles implantations, suivi par Djama, tandis que Gnagna, bien que mieux desservi, ne doit pas être laissé de côté dans une logique de planification équilibrée à l'échelle communale.



Carte 9 : Hiérarchisation des zones prioritaires pour l'implantation d'infrastructures d'eau potable - Source : Géodata Gouv Togo et OpenStreetMap – Réalisation : Ezéchiel Ametovena, Septembre 2025.

Après l'identification et la hiérarchisation des zones prioritaires à travers l'analyse multicritère, il s'avère indispensable de passer de la planification stratégique à une estimation opérationnelle. En effet, la détermination des zones les plus vulnérables et les plus urgents en termes d'accès à l'eau potable ne constitue qu'une première étape. Pour que cette planification soit réellement mobilisable par les décideurs locaux, elle doit être accompagnée d'une estimation financière permettant d'anticiper les ressources nécessaires à l'implantation des infrastructures. Ainsi, l'évaluation des coûts liés à la mise en place de forages et de borne fontaine représente une étape complémentaire. C'est dans cette perspective que la section suivante propose une estimation des coûts d'implantation des infrastructures d'eau potable dans la commune d'Ogou 1.

3.4.2. Estimation des coûts d'implantation des infrastructures d'eau potable

Dans le cadre de ce mémoire, deux budgets sont faits selon les types de point d'eau retenu depuis l'étape de clarification des concepts : il s'agit du PMH et de la borne fontaine.

3.4.2.1. Le budget du PMH (Pompe à Motricité Humaine)

Le budget proposé pour l'installation d'une pompe à motricité humaine (PMH) se situe dans la fourchette couramment observée au Togo et dans la région des Plateaux. Les postes de dépenses essentiels (forage, équipement, génie civil et main-d'œuvre) sont globalement bien couverts et reflètent les pratiques standards dans la mise en place de ce type d'ouvrage hydraulique. Toutefois, il est important de souligner que ce budget reste une estimation indicative et ne prend pas encore en compte certaines variables contextuelles telles que la profondeur réelle de la nappe, la nature du sol, l'accessibilité du site ou encore les coûts indirects liés au suivi communautaire et à l'entretien post-installation. Ainsi, bien qu'il constitue une base solide de planification, ce budget devra être affiné par la commune et ses partenaires techniques afin de garantir sa pertinence et sa faisabilité économique dans le contexte spécifique d'Ogou 1.

| Libellé | Sous-groupe | Unité | Quantité | Coût unitaire (XOF) | Coût total (XOF) |
|----------------------------------|--|---------|----------|---------------------|------------------|
| 1. Études & préparation | Étude hydrogéologique & implantation | forfait | 1 | 800000 | 800000 |
| | Essais de pompage & analyses physico-chimiques | forfait | 1 | 250000 | 250000 |
| 2. Travaux & fournitures | Forage 50–70 m (perçage, tubage PVC, développement) | forfait | 1 | 3000000 | 3000000 |
| | Pompe manuelle (India Mark II/Vergnet) + tête de pompe | unité | 1 | 1200000 | 1200000 |
| | Génie civil (dalle, margelle, clôture) | forfait | 1 | 600000 | 600000 |
| | Transport & logistique chantier | forfait | 1 | 300000 | 300000 |
| 3. Appui institutionnel & social | Formation du comité de gestion (ASUFOR), hygiène | forfait | 1 | 300000 | 300000 |
| | Sensibilisation / mise en service | forfait | 1 | 200000 | 200000 |
| 4. Gestion du projet | Ingénierie & maîtrise d'œuvre | % | 10 | 6650000 | 6650000 |

| | | | | | |
|-------------|--|---|----|----------|----------|
| | (10% CAPEX direct) | | | | |
| 5. Imprévus | Aléas techniques et inflation (10% CAPEX direct) | % | 10 | 6650000 | 6650000 |
| Total | | | | 19950000 | 19950000 |

Tableau 5: Budget de réalisation d'un PMH dans la commune d'Ogou 1 – Réalisé par : Ezéchiél Ametovena.

3.4.2.2. Le budget de la borne fontaine

Le budget relatif à l'implantation d'une borne fontaine présente également une cohérence avec les coûts pratiqués dans la région, notamment en matière de raccordement, d'équipement hydraulique et d'aménagements périphériques (dallage, robinetterie, abris). Ce type d'infrastructure, souvent relié à un réseau d'adduction d'eau potable, implique toutefois une variabilité importante des coûts selon la distance par rapport à la conduite principale, le débit disponible et les conditions techniques locales. En outre, la prise en compte de la gestion future de la borne (responsabilité communautaire, tarification de l'eau, maintenance) reste déterminante pour assurer la durabilité de l'investissement. Ainsi, si le budget proposé peut être perçu comme une estimation réaliste à titre préliminaire, il ne saurait être validé tel quel sans une étude approfondie menée par la commune et les opérateurs concernés.

| Libellé | Sous-groupe | Unité | Qté | Unit Cost (XOF) | Line Total (XOF) |
|--------------------------|--|---------|-----|-----------------|------------------|
| 1. Études & préparation | Étude technique & DAO (site BF) | forfait | 1 | 300000 | 300000 |
| 2. Travaux & fournitures | Génie civil (plateforme béton, abri, drainage) | forfait | 1 | 500000 | 500000 |
| | Robinetterie, compteur, accessoires | forfait | 1 | 250000 | 250000 |
| | Conduite de branchement au réseau (100 m) | mètre | 100 | 10000 | 1000000 |
| | Signalétique & | forfait | 1 | 50000 | 50000 |

| | | | | | |
|----------------------------------|---|---------|----|----------|----------|
| | aménagements hygiène | | | | |
| 3. Appui institutionnel & social | Formation du gérant / comité (exploitation & hygiène) | forfait | 1 | 200000 | 200000 |
| 4. Quote-part amont | Part du réservoir/château & tête de réseau | forfait | 1 | 2000000 | 2000000 |
| 5. Gestion du projet | Ingénierie & maîtrise d'œuvre (10% CAPEX direct) | % | 10 | 4300000 | 4300000 |
| 6. Imprévus | Aléas techniques et inflation (10% CAPEX direct) | % | 10 | 4300000 | 4300000 |
| Total | | | | 11910000 | 12900000 |

Tableau 6: Budget de réalisation d'une borne fontaine dans la commune d'Ogou 1– Réalisé par : Ezéchiel Ametovena

Pris conjointement, les budgets relatifs à la PMH et à la borne fontaine constituent des estimations de référence qui permettent d'avoir un ordre de grandeur des investissements requis pour l'amélioration de l'accès à l'eau potable dans la commune d'Ogou 1. Leur pertinence repose sur leur ancrage dans les pratiques observées dans la région et sur la cohérence des postes de dépenses considérés. Toutefois, il convient de rappeler qu'il ne s'agit pas de budgets définitifs mais plutôt d'outils préliminaires d'aide à la décision, qui doivent impérativement être approfondis par la commune en concertation avec ses partenaires techniques et financiers. Cet approfondissement permettra d'intégrer les spécificités géotechniques et socio-économiques locales, d'anticiper les coûts de gestion à long terme et de sécuriser la viabilité des ouvrages envisagés.

Discussion

Discussions des résultats de la partie 1 intitulée « Répartition spatiale des infrastructures en eau potable dans la commune d'Ogou 1 »

L'analyse de la répartition spatiale des infrastructures d'eau potable dans la commune d'Ogou 1 met en évidence des inégalités territoriales significatives. À l'échelle cantonale, certains cantons comme Houdou apparaissent clairement sous-équipés par rapport à la moyenne

communale. Ce constat rejoint les observations de plusieurs travaux menés en Afrique de l'Ouest, qui soulignent que la répartition des points d'eau est rarement homogène et demeure marquée par des disparités territoriales (World Bank, 2017 ; Sokpo et al., 2020). Toutefois, la situation d'Ogou 1 se distingue par l'importance des écarts observés entre cantons voisins, ce qui traduit une problématique locale plus marquée.

L'analyse infra-cantonale renforce cette lecture en montrant que, même au sein d'un canton considéré comme moyennement ou bien équipé, certaines localités restent dépourvues de points d'eau potable. Ce résultat confirme l'importance d'adopter une approche multiscalaire en géomatique, comme l'ont déjà souligné les travaux de Bostoen et al. (2013) et d'Avenier (2019), qui insistent sur la nécessité de combiner des échelles d'analyse pour saisir la complexité des inégalités territoriales. Ainsi, alors que l'évaluation cantonale fournit une première vision stratégique, l'analyse infra-cantonale constitue un outil opérationnel pour cibler précisément les zones prioritaires d'intervention.

Comparativement à d'autres études, la présente recherche présente plusieurs limites. De plus, les besoins en eau potable ne dépendent pas uniquement du nombre d'habitants ou de la localisation géographique : ils sont influencés par des facteurs socio-économiques, culturels et même saisonniers (Jaglin, 2005). Ces dimensions n'ont pas été intégrées dans le cadre de cette étude et constituent donc une piste d'approfondissement.

En revanche, l'approche adoptée apporte une plus-value méthodologique et pratique par rapport à certaines études antérieures. En croisant les données d'équipements hydrauliques avec les limites cantonales et infra-cantonales, elle offre une lecture cartographique standardisée qui peut être directement mobilisée par les autorités locales pour la prise de décision. Là où plusieurs études se limitent à un diagnostic quantitatif ou descriptif (Houédakor et al., 2020), notre travail introduit une dimension spatiale fine permettant de visualiser concrètement les zones critiques. Cette approche contribue à renforcer l'intégration des outils de la géomatique dans la gouvernance locale de l'eau.

Ainsi, malgré ses limites, cette étude met en lumière des écarts territoriaux préoccupants et souligne l'urgence de mesures correctives en faveur d'une répartition plus équitable des infrastructures hydrauliques dans la commune d'Ogou 1. Elle confirme également l'intérêt d'une approche multiscalaire pour orienter la planification et invite à compléter ce type d'analyse par des données sur la fonctionnalité des points d'eau, la qualité de l'eau distribuée et les dynamiques démographiques locales.

Discussions des résultats de la partie 2 intitulée « Inégalité de l'accès à l'eau dans la

commune d'Ogou 1 »

L'analyse spatiale de l'accessibilité à l'eau potable dans la commune d'Ogou 1 met en évidence des disparités territoriales importantes, à la fois à l'échelle cantonale et infra-cantonale. La représentation théorique de l'accessibilité autour des points d'eau révèle que la simple présence d'infrastructures ne garantit pas un accès effectif pour tous les ménages. L'utilisation d'un maillage régulier de 500 m × 500 m a permis de dépasser les limites des agrégats administratifs en identifiant des micro-territoires cumulant des déficits d'accessibilité. Cette approche met en évidence des zones qui, bien qu'inclues dans des cantons moyennement ou bien équipés, restent marginalisées en termes d'accès à l'eau potable. Ce constat rejoint les travaux de Pullan et al. (2014) et de Yu et al. (2014), qui soulignent que les analyses par unités administratives peuvent masquer des inégalités locales significatives.

À l'échelle cantonale, la lecture croisée de la taille de la population et de la part des ménages ayant un bon accès à l'eau potable montre des situations contrastées. Le canton de Houdou apparaît comme le plus défavorisé, avec seulement 22,5 % de ses zones habitées couvertes par des infrastructures hydrauliques à proximité, malgré une population relativement faible. Cette marginalisation pourrait s'expliquer par un moindre poids démographique, qui se traduit souvent par une priorité moindre dans les politiques d'aménagement (Jaglin, 2005). À l'opposé, Djama, bien que moyennement peuplé, présente une accessibilité moyenne de 26,5 %, tandis que Gnagna, le canton le plus peuplé, atteint 37,1 % de couverture effective. Ces différences traduisent l'importance de l'implantation spatiale des infrastructures et la nécessité de considérer à la fois la densité et la localisation des équipements par rapport aux zones résidentielles (Bostoen et al., 2013).

L'analyse par mailles régulières révèle l'inadéquation entre équipements existants et accessibilité réelle des populations. Bien que certains cantons disposent d'un nombre relativement élevé de points d'eau, l'accès effectif reste limité pour une majorité de ménages. Ce constat rejoint les observations de Chimombo et al. (2025), selon lesquelles la distribution d'infrastructures sans prise en compte de la localisation spatiale et des dynamiques démographiques engendre des inégalités d'accès persistantes. La combinaison d'analyses multi-échelles constitue ainsi un outil essentiel pour la planification locale et la priorisation des interventions, permettant de cibler les micro-territoires les plus défavorisés.

Discussions des résultats de la partie 3 intitulée « Hiérarchisation des zones à prioriser pour l'amélioration de l'accès à l'eau potable dans la commune d'Ogou 1 »

L'analyse multicritère effectuée dans la commune d'Ogou 1 a permis de mettre en évidence des disparités territoriales claires en matière d'accès à l'eau potable. Les résultats montrent que le canton de Houdou, présente une faible couverture en infrastructures, une population dispersée et une accessibilité réduite, ce qui le place en tête des zones prioritaires. À l'inverse, le canton de Gnagna, dans lequel se trouve le chef-lieu Atakpamé, bénéficie d'une meilleure couverture et apparaît en moindre priorité. Ces constats soulignent que la distribution spatiale des points d'eau n'est pas seulement une question de quantité, mais aussi de localisation stratégique et de cohérence avec les localisations des populations.

Ces résultats rejoignent plusieurs constats établis dans la littérature. Une étude de la Banque mondiale au Nigeria a montré que la non-fonctionnalité d'un grand nombre de points d'eau était liée à des facteurs multiples, tels que l'absence d'entretien, le choix inadapté de l'implantation et la faiblesse de la gouvernance locale (World Bank Group, 2018). Ce constat rappelle qu'au-delà de la planification initiale d'implantation des infrastructures, la durabilité des infrastructures dépend fortement de la capacité des communautés et des institutions locales à assurer un suivi régulier.

De même, Foster et al. (2019), à partir d'un examen de données en Afrique subsaharienne et en Asie-Pacifique, ont montré que les taux de dysfonctionnement des pompes manuelles sont élevés, souvent en raison de défauts d'entretien et de contraintes techniques. Ce résultat éclaire les limites de certaines solutions retenues localement : si l'installation d'une pompe à motricité humaine représente une option adaptée dans de nombreux contextes, son efficacité dépend d'un dispositif de gestion solide et d'un appui technique durable.

Les travaux plus récents de Murray et al. (2024) confirment ce constat à une échelle plus large. Leur étude portant sur neuf pays d'Afrique subsaharienne et d'Asie du Sud a mis en évidence que la fonctionnalité réelle des points d'eau est souvent inférieure aux objectifs fixés. Ils soulignent l'importance d'intégrer des critères sociaux à l'instar de l'engagement communautaire, la co-construction, l'approche participative dans les approches de planification.

Enfin, Schreiner et al (2020) rappellent que l'accès à l'eau potable ne peut pas être réduit à une simple question d'infrastructures. Il s'agit aussi d'un enjeu de gouvernance. Leur étude sur plusieurs pays africains montre que la durabilité des ouvrages dépend de la capacité à associer les institutions publiques, les structures locales et les communautés elles-mêmes dans la gestion quotidienne. Dans le cas d'Ogou 1, cette réflexion est particulièrement pertinente car les disparités observées entre cantons ne sont peut-être pas seulement liées au nombre de points d'eau disponibles, mais peuvent aussi être liées aux différences dans la gestion locale.

Conclusion

L'étude menée dans la commune d'Ogou 1 avait pour objectif de comprendre la répartition spatiale des infrastructures d'eau potable, d'évaluer l'accessibilité réelle des ménages et de hiérarchiser les zones prioritaires en vue d'améliorer la couverture en eau. Les résultats mettent clairement en lumière l'ampleur et la complexité des inégalités d'accès.

L'analyse de la répartition spatiale a montré que, si certains cantons comme Gnagna disposent d'un niveau d'équipement relativement satisfaisant, des disparités importantes persistent à l'échelle infra-cantonale. L'approche par densité spatiale a apporté une précision supplémentaire, en révélant que les moyennes calculées au niveau des cantons masquent souvent des inégalités internes entre localités voisines. Cette observation confirme l'importance d'aller au-delà des simples unités administratives pour concevoir des politiques publiques adaptées.

L'évaluation de l'accessibilité physique, fondée sur un rayon de 500 mètres autour des points d'eau, a permis de dépasser la seule logique de présence ou d'absence d'infrastructures. Elle a montré que la localisation des points d'eau, combinée à la densité de population et à la dispersion de l'habitat, conditionne fortement l'accès effectif des ménages. Même dans les zones les mieux équipées, une partie de la population demeure en situation de vulnérabilité face à l'eau potable.

L'analyse multicritère et la hiérarchisation des zones prioritaires constituent une étape décisive de ce travail. Elles permettent de cibler de manière fine les cantons les plus défavorisés, tels que Houdou, où les besoins en infrastructures sont les plus urgents, tout en proposant une planification différenciée pour Djama et Gnagna. L'estimation des coûts pour l'implantation de pompes à motricité humaine et de bornes fontaines complète ce diagnostic en offrant des éléments tangibles de planification budgétaire, mobilisables par les décideurs locaux et les partenaires techniques et financiers.

Sur le plan scientifique, ce mémoire souligne la pertinence d'une approche croisant cartographie, analyse spatiale et méthodes multicritères pour traiter de la question de l'eau potable. Il confirme que l'accès à l'eau ne peut être appréhendé uniquement sous l'angle technique, mais qu'il implique une lecture territoriale fine intégrant la distribution spatiale, la démographie et les logiques d'accessibilité.

Enfin, au-delà des résultats obtenus, ce travail ouvre plusieurs perspectives. D'une part, l'intégration de données socio-économiques plus détaillées comme les revenus des ménages,

les modes de gouvernance locale permettrait d'enrichir l'analyse. D'autre part, la mise en place d'un suivi régulier de l'accessibilité à l'eau à travers les outils SIG renforcerait la capacité des communes à anticiper les besoins futurs et à planifier de manière proactive les investissements. Dans ce sens, la démarche développée pour Ogou 1 pourrait servir de modèle reproductible pour d'autres territoires confrontés à des défis similaires d'accès équitable et durable à l'eau potable.

Bibliographie

Certu, 2012, Le SIG au service de l'accessibilité, 6p.

Jean-Marie FOTSING, Nicolas DEVAUX, Les Systèmes d'information géographique : place et évolution dans les disciplines et la communication scientifiques, 19p.

Edward R. Tufte, 1983, The Visual Display of Quantitative Information, 197p.

Maneesh Agrawala, 2006, Exploratory Data Analysis, 30p

ONU-HABITAT, 2023, Accès à un logement adéquat et amélioration des bidonvilles, 31p

INSEED, 2021, Manuel d'instruction du cartographe dans la cadre de la cartographie censitaire du Cinquième Recensement de la Population de l'Habitat, 71p.

Tim Foster, Sean Furey, Brian Banks & Juliet Willetts, 2019, Functionality of handpump water supplies: a review of data from sub-Saharan Africa and the Asia-Pacific region, International Journal of Water Resources Development, 16p

Jess MacArthur, 2015, Handpump standardisation in Sub-Saharan Africa – Seeking a champion, Rural Water Supply Network Publication, 16p.

IRC Wash, 1993, Performance Evaluation of Handpumps used in UNICEF Projects, 47p.

World Bank, 2017, *Reducing Inequalities in Water Supply, Sanitation, and Hygiene in the Era of the Sustainable Development Goals: Synthesis Report of the WASH Poverty Diagnostic Initiative*, World Bank, Washington DC, 112 p.

Rachel L. Pullan, Matthew C. Freeman, Peter W. Gething & Simon J. Brooker, 2014, *Geographical Inequalities in Use of Improved Drinking Water Supply and Sanitation across Sub-Saharan Africa: Mapping and Spatial Analysis of Cross-sectional Survey Data*, PLOS Medicine, 11(4), 12 p.

Weiyu Yu, Robert E. S. Bain, Shawky Mansour & Jim A. Wright, 2014, *A Cross-sectional Ecological Study of Spatial Scale and Geographic Inequality in Access to Drinking-water and Sanitation*, International Journal for Equity in Health, 13(1), 11 p.

Adank, M., Kumasi, T.C., Abbey, E., Dickinson, N. & Dzansi, P., 2012, *Small Town Water Services Delivery in Ghana: Analysis of Water Supply Schemes in 12 Small Towns*, IRC International Water and Sanitation Centre, The Hague, 72 p.

Jaglin, S., 2005, *Services d'eau en Afrique subsaharienne : La fragmentation urbaine en question*, CNRS Éditions, Paris, 254 p.

Bostoen, K., Kolsky, P. & Hunt, C., 2013, *Improving Urban Access to Water and Sanitation in Low-income Countries: Mapping, Monitoring and Multiscale Analysis*, Waterlines Journal, 32(1), 21 p.

Avenier, M.-J., 2019, *Analyse Multiscale et Méthodes de Gouvernance Territoriale : Applications aux Politiques Locales d'Eau*, Revue Internationale des Sciences Sociales, 47(2), 18 p.

Koko Zébété HOUEDAKOR, Djiwonou Koffi ADJALO, 2020, Les opérateurs privés de l'eau à lomé : un cadre institutionnel favorable, In Anyasa, revue Togolaise de Géographie, 19 p.

Chimombo, M., et al., 2025, *Bridging the divide: analysing disparities in drinking water access in urban and rural areas*, Frontiers in Water, 15 p.

J. K. Ord et Arthur Getis, 1995, *Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application*, In Geographical Analysis, Vol. 27, No. 4 (October 1995), Ohio State University Press 21p.

Abdulkhakim Wagini Hassana, Danrong Zhanga, Muhammad Ibrahim, *Accessibility to WASH and waste management services in African urban informal settlements: A comparative analysis*, in Journal of Water, Sanitation & Hygiene for Development, January 2024, 23p.

Mairie d'Ogou 1, Plan de développement communal 2022 – 2026, 2022, 105 p.

Haifu Cui, Liang Wu, Sheng Hu, Rujuan Lu, Shanlin Wang, 2020, *Recognition of Urban Functions and Mixed Use Based on Residents' Movement and Topic Generation Model : The Case of Wuhan - China*, In Remote sensing, 21 p.

Birch, Colin P.D., Oom, Sander P., and Beecham, Jonathan A, 2007, *Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment, and simulation*, in ecology. *Ecological Modelling*, Vol. 206, No. 3–4. (August 2007), pp. 347–359.

Silvia Díaz-Alcaide, Wennegouda Jean-Pierre Sandwidi, Pedro Martínez-Santos, Miguel Martín-Loeches , José Luis Cáceres, Naomi Seijas, 2021, Mapping Ground Water Access in Two Rural Communes of Burkina Faso Mapping Ground Water Access in Two Rural Communes of Burkina Faso, 13p.

Anushka Sapumal Hewapathirana, Using gis-based multi criteria decision analysis for prioritizing drinking water supply needs: an application to southern region in sri lanka, 2021, 123p.

Elvis Kah, Ngounnoun Tenkeu Therry, Ndoh Mbue Innocent, 2019, GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis for the Sustainable Management of the Nkong Zem Pipe-Borne Water Network: West Region of Cameroon, *Journal of Geographic Information System*, 11, 727-746, 20p.

Khadija Gdoura, Makram Anane, Salah Jellali, 2015, Geospatial and AHP-multicriteria analyses to locate and rank suitable sites for groundwater recharge with reclaimed water, 13p.

J. M. Esquivel Martínez, J. L. Expósito Castillo, M. V. Esteller Alberich, C. M. Medina Rivas, C. R. Fonseca Ortiz, 2022, Prioritization of areas for groundwater monitoring using analytic hierarchy process method in Geographic Information Systems: a case of Mexico, 18p.

Prabakaran Kulandaisamy, Sivakumar Karthikeyan, Aruna Chockalingam, 2020, Use of GIS-AHP tools for potable groundwater potential zone investigations—a case study in Vairavanpatti rural area, Tamil Nadu, India, 15p.

R. W. SAATY, 1987, The analytic hierarchy process-what it is and how it is used, 16 p.

Barbara Schreiner , Barbara van Koppen, 2020, Hybrid Water Rights Systems for Pro-Poor Water Governance in Africa, 8p.

World Bank Group, 2018, Why Are So Many Water Points in Nigeria Non-Functional? An Empirical Analysis of Contributing Factors, 37p.

Tim Foster, Sean Furey, Brian Banks , Juliet Willetts, 2019, Functionality of handpump water supplies: a review of data from sub-Saharan Africa and the Asia-Pacific region, *International Journal of Water Resources Development*, 16p.

Anna L. Murray, Georgia L. Kayser, Gabriela Stone , Audrey R. Yang, Nicholas F. Lawrence, Hannah Matthews, 2024, Rural Water Point Functionality Estimates and Associations: Evidence From Nine Countries in Sub-Saharan Africa and South Asia, 17p.

Sitographie

Cerema, La zone humide d'importance internationale (sites Ramsar), [En ligne] consulté le 23/02/2025. URL : <https://outil2amenagement.cerema.fr/outils/la-zone-humide-dimportance-internationale-sites-ramsar>.

ESRI, Support sur la visualisation, [En ligne] consulté le 23/01/2025. URL : <https://support.esri.com/fr-fr/gis-dictionary/visualization>.

Salforce, Avantages d'une visualisation efficace, En ligne] consulté le 23/07/2025. URL : <https://www.tableau.com/fr-fr/learn/articles/data-visualization>.

Mprez, Impact de la data visualisation et psychologie cognitive dans la prise de décision stratégique, En ligne] consulté le 02/01/2025. URL : <https://www.mprez.fr/blog/limpact-de-la-data-visualisation-dans-la-prise-de-decision-strategique>.

Smappen, Système d'Information Géographique (SIG): comprendre et utiliser la cartographie numérique, En ligne] consulté le 02/01/2025. URL : <https://www.smappen.fr/sig/>.

Action contre la faim, Tout savoir sur l'accès à l'eau dans le monde [En ligne] consulté le 02/01/2025. URL : <https://www.actioncontrelafaim.org/a-la-une/tout-savoir-sur-laces-a-leau-dans-le-monde/>.

OMS, 1 personne sur 3 dans le monde n'a pas accès à de l'eau salubre, [En ligne] consulté le 02/01/2025. URL : <https://www.who.int/fr/news/item/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-access-to-safe-drinking-water-%e2%80%93-unicef-who>.

OMS, 2,1 milliards de personnes n'ont pas d'eau potable à domicile et plus du double ne disposent pas d'assainissement sûr, [En ligne] consulté le 02/01/2025. URL : <https://www.who.int/fr/news/item/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>.

Geoconfluences, Ressources de géographie sur l'eau, [En ligne] consulté le 02/01/2025. URL : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/eau-acces-potabilite>.

UNESCO, L'eau potable, [En ligne] consulté le 02/01/2025. URL : <https://uis.unesco.org/fr/glossary-term/eau-potable-0>.

INSEE, Définitions de ménage, [En ligne] consulté le 02/01/2025. URL : <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1879>.

Catherine Bonvalet et Denise Arbonville, Politique du logement, [En ligne] consulté le 02/01/2025. URL : <https://politiquedulogement.com/dictionnaire-du-logement/m/menage/>.

UNICEF, Water pumps: a source of life, health and resilience, [En ligne] consulté le 19/08/2025. URL : <https://www.unicef.org/supply/stories/unicef-water-pumps-source-life-health-and-resilience>.

Togo First, Togo allocates CFA18 billion to water supply projects under the 2024 finance bill, [En ligne] consulté le 19/08/2025. URL : <https://www.togofirst.com/en/social/1201-13231-togo-allocates-cfa18-billion-to-water-supply-projects-under-the-2024-finance-bill>.

WikiWater, *E36 – Advantages and disadvantages of hand pumps*, [En ligne] consulté le 19/08/2025. URL : <https://wikiwater.fr/e36-advantages-and-disadvantages>.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| DEDICACES..... | 3 |
| REMERCIEMENTS..... | 4 |
| SOMMAIRE | 5 |
| Liste des cartes..... | 6 |
| Liste des Photos | 6 |
| Listes des figures | 6 |
| Listes des Tableaux..... | 6 |
| INTRODUCTION GENERAL | 9 |
| CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET CADRE DE L'ETUDE | 12 |
| 1.1. Contexte géographique et social..... | 12 |
| 1.1.1. Situation géographique..... | 12 |
| 1.1.2. Contexte socio-économique | 13 |
| 1.1.2.1. Caractéristique humaine de la commune Ogou 1 | 13 |
| 1.1.2.2. Caractéristiques économiques de la zone d'étude..... | 14 |
| 1.2. Contexte scientifique (épistémologie et théories)..... | 19 |
| 1.3. Aspect physique et humain influençant la mise en place des infrastructures en eau potable | 21 |
| 1.3.1. Relief..... | 21 |
| 1.3.2. Climat propice aux initiatives de création d'infrastructure d'adduction d'eau potable... | 22 |
| 1.3.3. Sol et hydrographie plus ou moins propice à l'installation des infrastructures d'adduction en eau potable..... | 23 |
| 1.3.4. Végétation et faune diversifiée ayant besoin de l'eau | 24 |
| 1.4. Clarification des concepts clefs | 24 |
| CHAPITRE 2 : OUTILS ET METHODES | 28 |
| 2.1. Matériels, logiciel et données | 28 |
| 2.1.1. Logiciels et outils..... | 28 |
| 2.1.2. Elaboration des modèles de données..... | 29 |
| 2.1.2.1. Modèle conceptuel de données..... | 29 |
| 2.1.2.2. Tables issues du MCD..... | 31 |
| 2.1.2.3. Modèle logique de données..... | 32 |
| 2.1.3. Démarche méthodologique adoptée par objectif | 33 |
| 2.1.3.1. Démarche méthodologique adoptée pour le résultat 1 | 33 |
| 2.1.3.2. Démarche méthodologique adoptée pour le résultat 2 | 36 |
| 2.1.3.3. Démarche méthodologique adoptée pour le chapitre 3 | 40 |
| CHAPITRE 3 : RESULTATS, EVALUATION ET DISCUSSIONS..... | 43 |
| 3.1. Présentation générale des résultats..... | 43 |
| 3.2. Répartition spatiale des infrastructures en eau potable dans la commune d'Ogou 1 | 44 |
| 3.2.1. Évaluation standardisée du niveau d'équipement en eau potable par canton | 45 |
| 3.2.2. Analyse par densité du niveau d'équipement en eau potable à l'échelle infra-cantonale | 46 |
| 3.3. Inégalité de l'accès à l'eau dans la commune d'Ogou 1 | 48 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.3.1. | Analyse spatiale multi-échelle de l'accessibilité à l'eau potable..... | 49 |
| 3.3.2. | Représentation théorique de l'accessibilité des ménages à l'eau potable autour des points d'eau | 49 |
| 3.3.3. | Analyse de l'accès des ménages à l'eau potable à l'échelle cantonal | 50 |
| 3.3.4. | Niveau d'accessibilité des ménages à l'eau potable dans à l'échelle des mailles de 500 m * 500 m | 52 |
| 3.3.5. | Analyse croisée de l'accessibilité à l'eau potable et des effectifs de population à l'échelle cantonal | 54 |
| 3.3.6. | Part des zones habitées bénéficiant d'un accès effectif à l'eau potable | 55 |
| 3.4. | Hierarchisation des zones à prioriser pour l'amélioration de l'accès à l'eau potable dans la commune d'Ogou 1 | 56 |
| 3.4.1. | Analyse multicritère et hierarchisation des zones prioritaires..... | 57 |
| 3.4.2. | Estimation des coûts d'implantation des infrastructures d'eau potable..... | 58 |
| 3.4.2.1. | Le budget du PMH (Pompe à Motricité Humaine)..... | 59 |
| 3.4.2.2. | Le budget de la borne fontaine | 60 |
| | Discussion | 61 |
| | Conclusion | 65 |
| | Bibliographie..... | 66 |
| | Sitographie..... | 69 |
| | TABLE DES MATIERES..... | 71 |