



ANALYSE DE LA GESTION DU PLAN CADASTRALE SUR L'UTILISATION DE LA GEOMATIQUE EN COMMUNE III DU DISTRICT DE BAMAKO

Mamadou HAIDARA*¹, Moussa Alassane MAIGA², Abdoulaye Soumaila MOULAYE³

¹*Ingénieur en Topographie

Ecole Nationale d'ingénieurs-Aderhamane Baba Touré
Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB) Mali,

^{2,3}Enseignants-chercheurs,

Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FSEG)
Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB) Mali,
Centre Universitaire de la Recherche Economiques et Sociales (CURES) Mali,

Résumé : Le présent article met en exergue les résultats de notre travail qui expose la gestion foncière qui constitue un des enjeux majeurs pour tout pays qui se veut un développement durable, encore plus pour les pays en voie de développement comme le Mali. Les acteurs en charge de la gestion foncière demeurent confrontés à des problèmes dans l'application de leur mission du fait de la vétusté des outils de gestion foncière existants. Il urge donc de concevoir de nouveaux systèmes de gestion qui soient en adéquation avec notre époque et qui améliorent la gestion foncière. L'objectif de cet article est d'exploiter les potentiels de la géomatique plus précisément les SIG pour améliorer la gestion foncière dans les communes du Mali. Cette étude se veut de concevoir un SIG Urbain pour la gestion de l'espace urbain et vulgariser ce système au moyen d'un SIG Web participatif. Des données issues de lotissements ont permis de mettre en place une base de données qui est vulgarisée grâce à QGIS Cloud. Les résultats obtenus par cette démarche méthodologique permettent d'avoir une base de données foncière capable d'être interrogée au moyen de requêtes. On obtient aussi un SIG Web qui permet de vulgariser l'information foncière à un large public et qui sert d'intermédiaire entre les responsables de la gestion foncière et les populations. Le SIG Urbain devient donc un outil d'aide à la décision permettant aux responsables de la gestion foncière de mieux accomplir leur mission. Ces résultats permettent d'attester l'apport de la géomatique en matière de gestion foncière. Il constitue une réelle solution pour gérer convenablement le patrimoine foncier dans la commune et permet l'accès facile de la donnée foncière aux populations. Notre démarche et les résultats qui en découlent présentent cependant des insuffisances, mais cet effort contribue à réduire les problèmes fonciers dans la commune. Néanmoins, il faut s'assurer de la mise à jour régulière du système pour assurer sa pérennité et son efficacité dans le temps.

Mots-clés: Gestion foncière, Développement urbain durable, Géomatique ; Problèmes fonciers ; SIG Urbain.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.14974739>

Published in: Volume 4 Issue 2



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

1. Introduction

La terre tient une place importante dans toutes les activités visant un développement individuel et communautaire aussi bien urbain, péri urbain que rural (Hazoume, 2014). Dans les pays africains, la terre constitue une source de richesse et joue un rôle important dans l'épanouissement socio-économique des populations (Azon, Caillie, & Pichault, 2010). De l'antiquité à nos jours, elle est restée source de richesse dans les sociétés. Il s'est donc posé des problèmes autour de l'appropriation de ce bien universel que représente la terre. La gestion des ressources foncières a toujours été l'un des éléments essentiels des activités de la communauté. De par sa complexité la question foncière, rurale ou urbaine, est étudiée par plusieurs disciplines (Diop, 2012). C'est une évidence de dire que les acteurs du territoire sont confrontés à d'énormes problèmes liés au foncier auxquels il faut trouver des solutions par le biais d'approches de plus en plus diversifiées et combinées.

Les politiques visant à améliorer la gouvernance foncière, en particulier l'accès à la terre, et sa gestion doivent pouvoir s'appuyer sur des analyses solides et des données fiables quant à la distribution et aux transferts de droits fonciers (Meur, 2008). L'information foncière devient de ce fait une ressource indispensable dans la résolution de ce problème. Pourtant, la question de l'information foncière est largement négligée ou du moins sous-évaluée par les politiques (Bierscenk & Sardan, 2003). Elle constitue aussi de nos jours un outil efficace de prise de décision lorsqu'elles sont utilisées judicieusement à cette fin. Les questions de gestion foncière constituent un problème majeur dans la plupart des pays de l'Afrique de l'ouest. Le Mali, l'un des pays de cette sous-région fait face à une multitude de problèmes liés à la mauvaise gestion de son foncier. Depuis près d'une vingtaine d'années, l'effort national pour la sécurisation foncière a enclenché un certain nombre de réformes qui révolutionnent progressivement le droit foncier malien. Cette vision des centres urbains contribue à l'amplification de l'exode rural dans ces régions, où la macrocéphalie reste une réalité (Samba, 2017). Cette rapidité du processus d'urbanisation dans les pays en voie de développement est une préoccupation persistante de nombreux gouvernements, des agences d'aide internationales et des chercheurs, notamment en raison de ses conséquences en matière de bien-être, d'approvisionnement en biens publics et d'environnement (Azon, Caillie, & Pichault, 2010). La description des propriétés foncières de chaque individu et la connaissance de leurs limites permettent de déterminer la contribution foncière. En dehors de toute considération fiscale, l'administration a toujours manifesté sa volonté de circonscrire l'espace sur lequel elle exerce sa souveraineté, d'où la nécessité de la cadastrer.

Selon le Centre D'Etude sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les Constructions Publiques (2006), le Cadastre peut se définir comme un inventaire exhaustif et permanent, descriptif et évaluatif de la propriété foncière. A l'origine, le cadastre avait un but fiscal ; aujourd'hui, il diffère selon les pays. Le cadastre, source de tant d'informations fiscales, foncières, techniques et économiques, représente le moyen privilégié de description et de localisation de ces données et constitue, à ce titre, le support de toute banque des données foncières et urbaines. Au Mali, l'objectif de la confection du cadastre est d'arriver à une plus grande sécurité juridique concernant la propriété foncière, une mise en valeur efficiente des terrains, une amélioration des conditions de vie des populations (Traoré, 2018). Le cadastre du Mali était confié à trois directions nationales relevant de ministères différents : la Direction Nationale des Impôts traitait la partie fiscale, la Direction Nationale de l'Urbanisme et la Direction Nationale de la Cartographie et de la Topographie traitaient la partie technique. La Direction Nationale de la Cartographie et de la Topographie a été érigée en Etablissement

Public à caractère Administratif (E.P.A) sous l'appellation Institut Géographique du Mali (IGM), qui hérite de plein droit de toutes les prérogatives de la Direction Nationale de la Cartographie et de la Topographie.

Il en a résulté un archivage des informations cadastrales et Foncières au niveau de l'Institut Géographique du Mali et de la Direction Nationale des Impôts. Par la suite, le Gouvernement de la République du Mali a décidé de créer un Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières. C'est ainsi que la Direction Nationale des Domaines et du Cadastre a été créée par l'Ordonnance n° 00-065/P-RM du 29 septembre 2000 (ratifiée par la Loi n° 01-111 du 28 mai 2001) avec pour mission :

L'élaboration des éléments de politique nationale relative au domaine, au cadastre, au Foncier ; la coordination et le suivi de la mise en œuvre de la dite politique (Guindo, Camara, & Waigalo, 2011). Pour Camara (2010) au Mali le cadastre est pratiquement inexistant, il faudra plutôt le créer. La mise en place de ses structures tant du point de vue documentation cadastrale que de la Confection des plans cadastraux doit être la toute première opération à entreprendre. Deux entités ont été créées et sont chargées de cette opération à savoir : le Projet de Gestion du Patrimoine Foncier Communal (PAFOC) créé en 2003 et la Cellule chargée de la Confection du Cadastre du District de Bamako et environs (CCCAB) créée en 2005 avec ces deux entités le cadastre malien décollera et dans un avenir proche ; les principales 10 villes du pays seront dotées de plans cadastraux (déclarait en 2010 le Président des Experts Géomètres).

Toute parcelle de terrain bâtie ou non bâtie sur l'ensemble du territoire national doit être identifiée au moyen d'un numéro d'identification national unique cadastral, en abrégé NINACAD, attribué par le service du cadastre. Le NINACAD doit nécessairement figurer sur tout acte à l'origine de la création d'un droit immobilier réel ou non, notamment les actes notariés et autres actes établis par les officiers publics ministériels, le contrat de bail, les actes d'attribution, d'autorisation d'occupation temporaire et d'autorisation de construire, les titres miniers et forestiers. Des sites distants : installés chez tous les acteurs travaillant dans ou en dehors du guichet unique comprennent chacun un poste mis en réseau avec le serveur central. Les sites distants seront connectés aux bases de données centrales par Internet via un tunnel sécurisé (VPN). La phase actuelle de mise en réseau va concerner les six communes du District de Bamako et les Communes de Barguignera, Mountougoula, Kalanba-coro, Mandé, Dogodouman, Moribabougou, NGabakoro-Droit, Sangarebougou, Safo et Djalakorodji. Malheureusement, le constat révèle aujourd'hui que plusieurs communes ne disposent pas de cet outil indispensable au développement qu'est le cadastre. Tel est le cas du district de Bamako. Ainsi, dans le cadre de notre travail de recherche, nous estimons à l'utilisation de la géomatique dans la gestion du plan cadastral de Bamako et mettre à la disposition de ladite district une base de données cadastrale. La Commune III, l'une des six communes que compte le district de Bamako dont la particularité est d'accueillir près d'un million de personnes par jour, est l'une des communes les plus attractives de la ville. Elle couvre une superficie d'environ 23km² soit 7% de la superficie de Bamako et sa population était estimée par le dernier RGPH (Recensement General de la Population et de l'Habitat) à 128 666 habitants soit 14% de la population de Bamako en 2009. Elle est l'une des communes les plus dotées en infrastructures et compte 12 centres d'état civil. Le secteur tertiaire (administration, commerce, service) y est très développé et occupe un nombre important de personnes.

La gestion du plan cadastrale de la Commune III reste dans le contexte de forte croissance urbaine de Bamako, les défis auxquels elle est confrontée sont multiples, à savoir l'accès à un logement décent, aux équipements et services. La faible capacité du pouvoir public à satisfaire aux besoins des citoyens a conduit ceux-ci à adopter leurs propres stratégies d'installation qui

ne va pas forcément dans le bon sens du développement de la ville. Pour comprendre la dynamique de la gestion du plan cadastrale dans le District de Bamako, divers auteurs ont utilisés conjointement les méthodes du système d'information géographique (SIG) et la télédétection (Samba, 2017 ; Boubacar et al, 2020). Cette technique permet à partir de l'analyse et de l'interprétation des images satellitaires à multi dates, d'appréhender l'évolution du paysage. Cependant, peu d'études ont été faites sur l'utilisation de la géomatique dans la gestion du plan cadastrale de la Commune III du District de Bamako. Ce pour pallier à ce problème que notre article s'intitule : **Analyse de la gestion du plan cadastrale sur l'utilisation de la géomatique en commune III du district de Bamako.**

Dans cette approche de solution à la gestion foncière, les systèmes d'information géographique (SIG) et la télédétection apporteront une solution efficace et seraient des outils essentiels à la prise de décision et à la planification.

1.1 Problématique

Le foncier constitue la toile de fond de la quasi-totalité des dynamiques de développement. En effet, le foncier met en jeu les rapports sociaux internes entre l'Etat et les citoyens (Yélian, 2020). La maîtrise du foncier se révèle être une contrainte majeure pour tout pays qui se veut un développement durable[8]. L'information foncière devient donc un moyen de fournir les représentations adaptées à la prise de décisions foncières. Beaucoup de pays africains ont compris cela et ont entrepris des réformes et mis en place des projets pour améliorer la gestion foncière sur leur territoire. Ces actions entreprises ne se révèlent pas très satisfaisantes car on enregistre toujours beaucoup de problèmes et de situations dues à la mauvaise gestion du foncier dans nos communes.

Au Mali, la commune 3 est un exemple de ce genre. Elle est la plus vieille et la plus peuplée des communes du district de Bamako. Au vu des différents investissements prévus et en cours par le gouvernement Malien, cette commune se révélera très attractive sur tous les plans et même plus que les nouvelles communes dans les années à venir. De plus, elle est la commune du Mali qui enregistre le plus de cas de litiges fonciers du fait de la mauvaise gestion de son foncier. Les outils de gestion foncière sur presque toute l'étendue du territoire malien sont obsolètes face aux exigences actuelles et les acteurs du foncier ainsi que les services techniques n'arrivent donc pas à bien mener leur mission. Cet état de fait empêche la sécurisation du foncier.

1.1.1. Question principale de recherche

Quelle contribution la géomatique peut-elle apporter pour une meilleure gestion du foncier dans la commune 3 du district de Bamako ?

1.1.2. Questions spécifiques de recherche

- Comment les SIG et la télédétection peuvent-ils aider à améliorer la gestion foncière dans la commune 3 du district de Bamako ?
- Comment garantir à un large public l'accessibilité aux informations foncières dans la commune 3 du district de Bamako ?
- Comment la population peut-elle participer à la gestion et à la mise à jour des données foncières dans la commune 3 du district de Bamako ?

1.1.3. Objectifs de recherche

L'objectif principal de cette étude est de contribuer à la meilleure gestion du foncier dans la commune 3 du district de Bamako. Les objectifs spécifiques de cette étude sont donc de :

- Mettre en place une base de données foncière pour aider à la gestion foncière dans la commune 3 du district de Bamako à partir de la géomatique ;
- Intégrer cette base de données à un système en ligne ;
- Permettre une gestion coopérative de ce système par l'approche des SIG-Participatif.

1.1.4. Hypothèses de recherche

Au vu de tous ce qui précède les hypothèses que nous émettons sont les suivantes :

Hypothèse 1 : les approches de la géomatique se révéleraient être une approche de solution pour améliorer la gestion foncière.

Hypothèse 2 : l'information foncière pourrait être vulgarisée en ligne.

Hypothèse 3 : les SIG-P apparaîtraient comme solution pour faire participer les usagers dans la mise en place, la gestion et la mise à jour de l'information foncière.

2. Revue de la littérature

Dans notre revue de la littérature, nous traiterons l'analyse de la gestion du plan cadastrale sur l'utilisation de la géomatique en commune III du district de Bamako.

2.1. Clarification des concepts

L'étalement urbain : c'est le phénomène de croissance de l'espace urbanisé de façon peu maîtrisée, produisant un tissu urbain très lâche, de plus en plus éloigné du centre de l'aire urbaine dont il est dépendant. Il se traduit donc par une consommation d'espaces importante et supérieure au niveau désiré par les acteurs publics et compatible avec un développement durable du territoire (Pulliat, 2007). L'étalement urbain est une nouvelle forme d'urbanisation, consommant plus de terrain par habitant et s'écartant de plus en plus du modèle de la ville compacte désignant une urbanisation sous forme de maisons de villes, d'immeubles contigus et d'habitats groupés dont l'accroissement se faisait naturellement en continuité des urbanisations antérieures (Dembele, 2023).

- **Occupation du sol :** c'est une description physique de l'espace – l'occupation (bio) physique observée de la surface terrestre (Sarr, 2009), (c'est-à-dire ce qui recouvre le sol. Elle distingue plusieurs catégories biophysiques – les zones de végétation (arbres, buissons, champs, pelouses), les sols nus (même s'il s'agit d'un manque de couverture), les surfaces dures (roches, bâtiments), les surfaces humides et les plans d'eau (nappes et cours d'eau, zones inondables). Cette description a des répercussions sur les systèmes de classification, de collecte des données et les systèmes d'information en général. L'occupation des sols est « observée », c'est-à-dire scrutée par différentes « sources d'observation » situées à plus ou moins grande distance de la surface terrestre : l'œil humain, les photographies aériennes, les sondes satellites.
- **Système d'information géographique (SIG):** Selon (Fischer, 1993) un Système d'Information Géographique (SIG) peut être défini comme un système informatique permettant de représenter et d'analyser toutes les choses qui existent sur terre ainsi que tous

les évènements qui s’y produisent. Autrement dit, il permet la collecte, le stockage, la gestion, la manipulation, l’analyse, la modélisation et l’affichage de données à référence spatiale. Ainsi, les SIG aident à la description de la réalité, à la prise de décision, à la résolution de problèmes complexes de planification et de gestion. Le SIG regroupe dans un même ensemble une base de données et un ou plusieurs logiciels de traitement de l’information. Il facilite la possibilité de faire des requêtes en interrogeant les jeux de données et de les mettre à jour (Beguin & Pumain, 2009).

- **Télé-détection** : selon (Comitas, 1988) est l’ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer les caractéristiques physiques, biologiques de l’objet par des mesures effectuées à distance sans contact matériel avec ces objets. Elle englobe tout processus qui consiste à capter et à enregistrer l’énergie d’un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l’information, pour ensuite mettre en application cette information.
- **Image satellitaire** : L’image satellitaire qualifie une image de télé-détection recueillie par les satellites artificiels (Spot, Landsat, Ikonos, Terra, etc.) en orbite autour de la terre ou d’autres planètes. Les images existent dans certaines longueurs d’onde (ultra-violet, visible, infrarouge, etc.) qui peuvent être combinées en vue de différentes interprétations. Elles intègrent tout le processus de télé-détection consistant à capter et à enregistrer l’énergie d’un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l’information sous forme d’image, pour ensuite mettre en application cette information (Robin, 1995).
- **Modèle** : Un modèle représente un idéal ou un prototype donné, qui peut soit servir de référence, soit être reproduit. Il est aussi défini comme une représentation « simplifiée » de l’objet réel (processus, ensemble de phénomènes, etc.). Il se focalise uniquement sur l’intérêt de l’objet, ignore les détails et sélectionne l’espace et le temps adéquats (Coquillard, 1997). La modélisation est la conception d’un modèle. Il a pour objectifs d’expliquer (comprendre), décrire (résumer) les données et prédire (ou simuler) le fonctionnement d’un phénomène. La simulation, quant à elle, consiste en la mise en action du modèle. Cependant, par simple commodité, nous utilisons les termes modélisation et simulation l’un pour l’autre, en nous référant à un usage fréquent du terme simulation qui sous-entend l’immersion du modèle dans le temps (Coquillard, 1997).

2.2. Etats de connaissances

- L’étude menée par (Dembele, 2017) sur la dynamique socio-spatiale de la ville de Bamako et environs a montré que, dans ville de Bamako entre 1986 et 2014, la tache urbaine a augmentée de 7290 ha. Elle est passée de 17% en 1986 à 32% en 2014. Durant cette période, il y a eu beaucoup d’aménagements dans le District de Bamako. Le rythme soutenu de cette croissance a conduit à l’épuisement des réserves foncières de la ville.
- Boubacar (2020) a utilisé les images Landsat MSS de 1972, Landsat TM de 1986, Landsat TM+ de 1999 et 2009, et Landsat OLI de 2018 pour faire l’analyse de l’occupation du sol de 1972 à 2018 de la ville de Bamako et environs. Il s’agissait précisément d’apprécier les mutations intervenues dans ce laps de temps et de déterminer leurs causes et implications. Les résultats ont montré une extension fulgurante du bâti, passant de 34,9 km² à 307,7 km², au détriment de la végétation, de l’eau et du sol nu.
- Dans la cartographie de l’évolution spatio-temporelle de l’occupation du sol dans la région des Lacs (Côte d’Ivoire) à partir des données de télé-détection (images Landsat TM et ETM+)

sur une période de 16 ans (1986-2002) d'une part, et l'impact de cette occupation sur les coefficients de rétention d'autre part, une analyse diachronique des données satellitaires a été réalisée et l'approche de la classification supervisée à partir des compositions colorées des bandes a été retenue en vue de la discrimination des classes.

- Au Niger, BIGA et al. (2020) ont utilisé des images Landsat de 1984 et 2000 et celles de sentinelle 2A de 2017 pour cartographier et analyser la dynamique de l'occupation des sols des Communes de Torodi, Gothèye et Tagazar de la région de Tillabéry. La classification supervisée par maximum de vraisemblance a été appliquée et la dynamique a été analysée à partir des courbes et des calculs de superficies. Les résultats cartographiques ont permis l'établissement des cartes d'occupation des sols par commune. Ces résultats ont montré que les superficies des formations végétales et les jachères régressaient sur l'ensemble de la zone d'étude, contrairement aux cultures et bâtis qui progressaient.

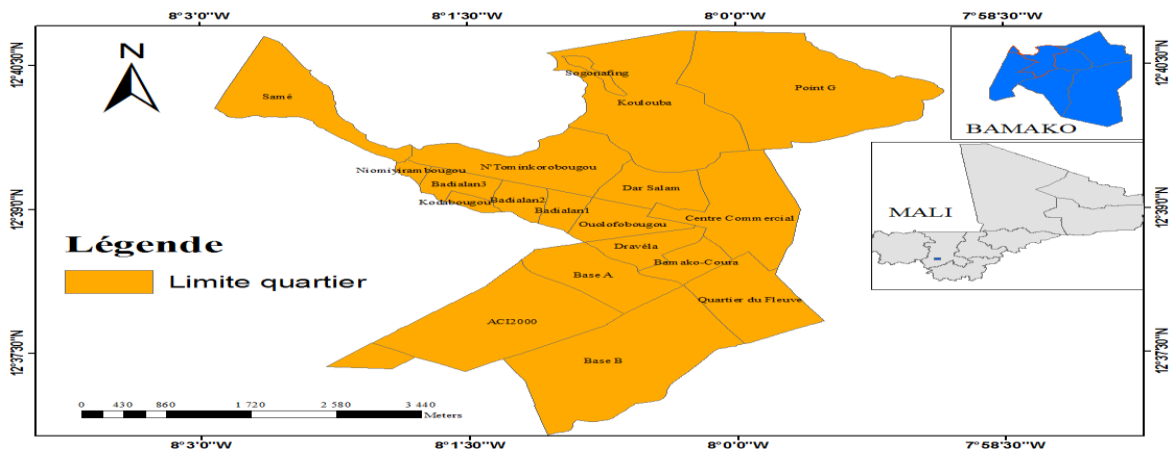
2.3.Situation géographique

Par ordonnance N° 78-34/CMLN du 18 aout 1978 déterminant les limites des Communes du District de Bamako, la Commune III est limitée ;

- Au Nord par le cercle de Kati
- A l'Est par le boulevard du peuple qui la sépare de la Commune II
- Au Sud par la portion du fleuve Niger comprise entre le pont des Martyrs et le Motel de Bamako

A l'Ouest par la Commune IV en suivant la rivière Farako à partir du Lido, par l'avenue des grottes devenue Cheick Zayed El Mahyan Ben Sultan qui enjambe la dite rivière et enfin la route de l'ancien aéroport dite route ACI 2000 passant derrière le cimetière de Hamdallaye pour rejoindre la zone du Motel. La Commune III couvre une superficie d'environ 23 km² soit 7% de la superficie de Bamako et sa population était estimée par le dernier RGPH à 128 666 habitants soit 14% de la population de Bamako en 2009 répartis entre 20 quartiers (voir figure 1).

Figure 1 : Situation géographique de la zone



Source : mairie commune III, 2016

2.4.Hydrographie

La Commune III est traversée par les cours d'eau intermittents de Sogonafing, Farako et Diafaranako. Dans la partie Sud, le fleuve Niger longe la Commune jusqu'au niveau du pont des martyrs. Le tableau ci-dessous présente les ressources en eau de la commune III.

Tableau 1 : Cours d'eau permanents et semi- permanents

Noms du cours d'eau	Permanence (mois)	Longueur dans la com	Quartiers riverains	Activités liées (profits)	Bénéficiaires	Explications des écarts
Collecteur Badialan I	3	1 400m	Darsalam, Badialan I, II, III, Tomikoro bougou, Ouolofobo	Maraîchage	Population	aménagé
Collecteur Badialan I, II, III, Tomikorobougou	12	1 200 m	Badialan I, II, III, Tomikorobougou	Maraîchage	Population	aménagé
Collecteur Badialan III	3	9375 m	Badialan I, II, III, Tomikorobougou	Maraîchage	Population	aménagé
Marigot de Sokonafing	4	2500 m	Centre commercial, Bko-coura, quartier	Maraîchage	Population	aménagé
Marigot de Diafarana	7	5 500 m	Samé, niomiyirambougou, Badialan I, II, III, Darsalam, Bolibana,	Maraîchage	Population	aménagé
Collecteur TP	2	500 m	Darsalam	Maraîchage	Population	aménagé
Fleuve Niger	12	5 km	Quartier fleuve	Pêche, Maraîchage	Population	

Source : mairie commune III, 2016

2.5. Relief

Le relief comprend les collines du Point G et les cours d'eau intermittents de Sogonafing, Farako et Diafaranako. La Commune est située dans une zone enclavée et dispose de peu de

ressources foncières. Les plus hautes altitudes varient entre 438m (Point G) en Commune III et 500 m (LassaKoulou) sur la rive gauche (PDESC, 2016).

2.6.Climat et Végétation

A l'instar du District (situé sur 12°4 en latitude Nord et 7°59 de longitude Est) la Commune III se trouve dans la zone Nord soudanienne avec une saison sèche (Novembre à Avril) et une saison pluvieuse (Mai à Octobre).

Tableau 2 : Précipitations moyennes de la commune III

Mois	Jan	Fév	Marss	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Préc. (mm)	1	1	2	20	55	130	225	290	195	65	5	1
Jours	0	0	1	3	6	8	17	18	15	6	0	0

Source : mairie commune III, 2016

La température moyenne est de 27.7°C avec des moyennes extrêmes de 34,7°C et 21°C (voir tableau 3).

Tableau 3 : Températures moyennes de la commune III.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Min (°C)	17	20	23	25	25	24	22	22	22	21	18	17
Max (°C)	33	36	39	40	39	35	32	31	32	35	35	33

Source : mairie commune III, 2016

Les forêts, espaces verts et périmètres de reboisement existent mais généralement mal entretenus. Il existe par exemple la forêt classée de Koulouba. Les autres ressources sont : carrières de terre, sable, gravier et pierres à bâtir.

2.7.Situation socio-économique.

La Commune III du District de Bamako, du fait de sa position centrale, concentre la grande partie des activités économiques. La Commune III dispose de la gare ferroviaire (marchandise et passager) qui est un centre de commerce très important assurant l'ouverture du Mali sur le Sénégal. Ce qui explique en partie le nombre élevé de la colonie Sénégalaise en Commune III. En outre la Commune III abrite les places de stationnement qui desservent les autres Communes du District de Bamako. Elle regroupe de grandes artères, la plupart des bâtiments administratifs, le presque totalité des grandes banques, ainsi que le centre commercial. Les activités économiques dominantes sont le maraîchage, le commerce et les services. La population de la Commune est cosmopolite, et presque toutes les ethnies du Mali s'y côtoient dans une parfaite symbiose. Les ethnies et langues dominantes en Commune III sont : Bambara, Malinkés, Dogons, Sarakolés, Ouolof, Peulhs, les étrangers vivant dans la Commune III sont principalement : les Sénégalais et les Guinéens à Bamako coura et Ouolofobougou en toute saison. Les religions sont principalement l'Islam, Christianisme et l'Animisme.

La population active est constituée d'entrepreneurs, de commerçants, d'artisans, d'agriculteurs, d'ouvriers, de fonctionnaires etc. La Commune III dispose en outre les plus grands centres commerciaux, tel que le Dibida, le Grand Marche de la ville qui draine les opérateurs économiques des autres communes du District.

4.2. Les méthodes

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation. Un SIG fait appel à une connaissance technique et à divers savoir-faire et donc divers métiers qui peuvent être effectués par une ou plusieurs personnes. Le concepteur du SIG doit mobiliser des compétences en géodésie (connaissance des concepts de système de référence et de système de projection), en analyse des données, des processus et de modélisation (analyse Merise, langage UML par exemple), en traitement statistique, en sémiologie graphique et cartographique, en traitement graphique. Il doit savoir traduire en requêtes informatiques les questions qu'on lui pose.

4.3. Les fonctionnalités techniques d'un SIG

Un logiciel de SIG assure 5 fonctions regroupées sous le terme des « 5A »

4.3.1. Abstraction

C'est la représentation du monde réel, cela revient à concevoir un modèle qui organise les données par composants géométriques et par attributs descriptifs ainsi qu'à établir des relations entre les objets.

4.3.2. Acquisition

C'est la saisie des informations géographiques sous forme numérique, cela revient à alimenter le SIG en données. Les fonctions d'acquisition consistent à entrer d'une part la forme des objets géographiques et d'autre part leurs attributs et relations.

4.3.3. Archivage

C'est la Gestion de base de données, cela consiste à transférer les données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage (disque dur).

4.3.4. Analyse

C'est la manipulation et l'interrogation des données géographiques, cela permet de répondre aux questions que l'on se pose.

4.3.5. Affichage

C'est la mise en forme et la visualisation, cela permet de produire des cartes de façon automatique, pour percevoir les relations spatiales entre les objets, pour visualiser les données sur les écrans des ordinateurs.

4.4. Les données SIG

L'information géographique regroupe deux types de données qui sont : les données spatiales, les données attributaires

4.5. Les données spatiales

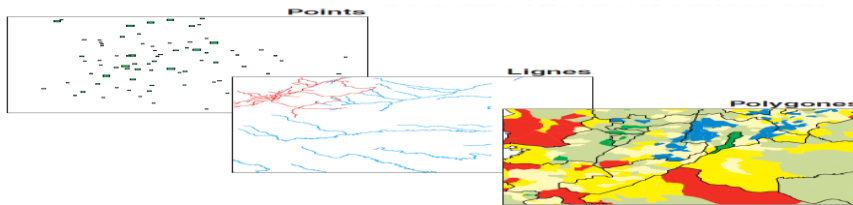
Une base de données spatiale est une base de données optimisée pour stocker et requêter des données reliées à des objets référencés géographiquement.

La plupart des bases de données permettent une représentation de géométrie simple tel que des points, lignes et polygones. On peut distinguer deux types de données spatiales à partir d'une réalité terrain :

4.6. Les données vectorielles

Les limites des objets spatiaux sont décrites à travers leurs constituants élémentaires, à savoir les points, les lignes et les polygones. Chaque objet spatial est doté d'un identifiant qui permet de le relier à une table attributaire.

Figure 2 : Données vecteur



4.7. Les points

Les géométries de type « point » sont utilisées pour représenter les objets ponctuels ou de petites tailles (selon l'échelle).

4.8. Les lignes

Les lignes représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : rue ou rivières) ou des objets linéaires qui ont une longueur mais pas de surface comme les courbes de niveau.

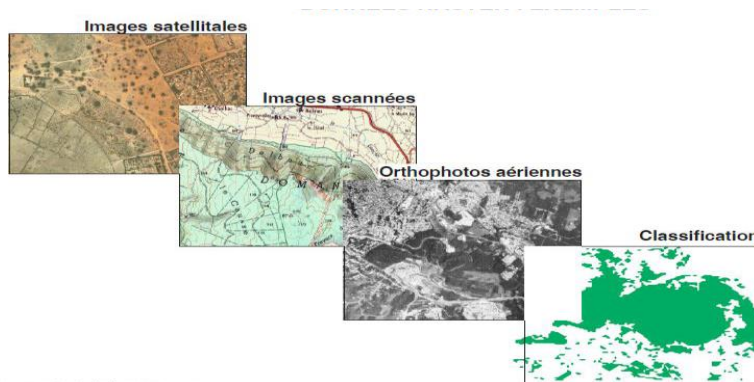
4.9. Les polygones

Ils représentent les phénomènes géographiques ayant des contours plus ou moins définis comme des pays, des parcelles, des types de sols etc...

4.10. Les données raster

La réalité est décomposée en une grille régulière, organisées en lignes et en colonnes, chaque maille (pixel) de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur. Une forêt par exemple sera « représentée » par un ensemble de points d'intensité identique.

Figure 3 : Données Raster



Source : www.Wikipedia.org

4.11. Les données attributaires

Les données attributaires décrivent les objets spatiaux contenus dans le SIG. Elles définissent les propriétés des différentes entités et figurent dans le MCD. Ce sont soit des textes, soit des chiffres. Elles peuvent être qualitatives (nom du propriétaire du lot par exemple) ou

quantitatives (superficie du lot). Il existe en effet dans le logiciel un lien dynamique entre les données graphiques d'une part, et les données alphanumériques, d'autre part. L'acquisition des données alphanumériques se réalise par la saisie directe dans le SIG ou par l'importation de tableaux établis avec des logiciels tableurs ou des logiciels SGBD. Pour la saisie directe, on procède soit en créant entièrement les tableaux, soit en travaillant en mode assisté. Dans ce mode, la structure en ligne du tableau est pré-fournie par l'association des données à une couche d'information graphique (un fond administratif, un cadastre, un fond hydrographique etc...). Les objets se distinguent graphiquement (changement de couleur par exemple) au fur et à mesure qu'ils sont identifiés. Les différentes facilités d'acquisition des données sont, sans doute, intimement liées aux logiciels, mais l'opération est longue. Les sources d'acquisition de ces données sont aussi diverses que les technologies de production de l'information géographique se diversifient. On peut cependant les regrouper en cinq catégories.

4.12. Les données d'archive

Il s'agit des cartes, des plans, des tableaux de coordonnées qui ont été produits dans le temps et sont disposés dans les bibliothèques ou consignés dans les livres, des fiches ou autres systèmes d'archivage.

4.13. Les données provenant de mesures directes (levé topographique)

À l'aide d'outil de levé comme les niveaux, les tachéomètres et autres instruments de mesures directes, de nombreuses institutions peuvent produire directement des informations géographiques.

4.14. Les images satellitaires

L'augmentation de la performance des systèmes optiques (censeur), la meilleure maîtrise des propriétés des corps dans le spectre électromagnétique, la mise au point des systèmes satellite, le développement de l'informatique, ont donné naissance à des systèmes d'observation de plus en plus performant, permettant ainsi d'améliorer sensiblement les avancées de la photographie aérienne. A la différence des photographies aériennes, les images satellitaires plutôt des photographies, sont des enregistrements des comportements des surfaces terrestres dans plusieurs longueurs d'ondes du spectre électromagnétique. Dans le sillage de ces développements technologiques est née la Télédétection, « Ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci. »

4.15. Les données GPS

Une idée originale des USA et de son armée est de mettre en place un système qui permet l'acquisition de coordonnées en tout point et en tout temps à la surface du globe. Ainsi est né le GPS (Global Positioning System). Pour cela un réseau de 24 satellites a été déployé autour de la terre. À l'aide de ce réseau et du récepteur GPS, on peut déterminer la position de tout point sur le globe dans un système de coordonnées absolues.

4.16. Les prises de vue aériennes

Deux technologies majeures ont été à la base de l'un des systèmes de production de l'information géographique les plus utilisés au cours du siècle dernier par le grand public : l'avion et la photographie. L'association de ces deux technologies a été à la base de l'invention de la photographie aérienne qui a changé fondamentalement la perspective d'observation de la terre et la collecte de l'information géographique.

4.17. Les secteurs d'application de la géomatique

La géomatique est utilisée dans de nombreux domaines chaque fois qu'il est nécessaire de prendre en compte l'espace géographique pour comprendre des phénomènes naturels, économiques, sociaux ou encore historiques. Il est un outil de gestion et d'aide à la décision qui est aujourd'hui de plus en plus utilisé et reconnu et dont la mise en œuvre suppose une démarche de travail fondée sur la cohérence, la pluridisciplinarité et l'échange. Ainsi nous avons :

- **Tourisme** (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- **Marketing** (localisation des clients, analyse du site)
- **Planification urbaine** (cadastre, voirie, réseaux assainissement)
- **Protection civile** (gestion et prévention des catastrophes)
- **Transport** (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)
- **Hydrologie** (détermination du passage des eaux)
- **Forêt** (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)
- **Géologie** (prospection minière)
- **Biologie** (études du déplacement des populations animales)
- **Télécoms** (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles)

4.18. Les avantages du SIG et géomatique

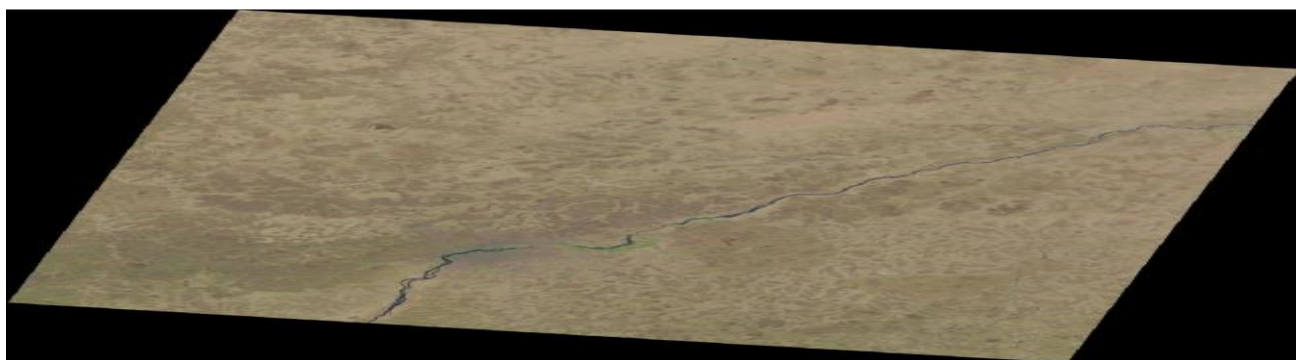
- Les informations sont stockées de façon claire et définitive ;
- Gérer une multiplicité d'informations attributaires sur des objets ;
- Comprendre les phénomènes, prévoir les risques (simulations) ;
- Établir des cartographies rapides ;
- Localiser dans l'espace et dans le temps ;
- Réagir rapidement après des événements ayant un impact sur le territoire ;
- Calculer des coûts ou des bénéfices ;
- Associer un plus grand nombre de partenaires aux choix d'aménagement ;
- Fournir des itinéraires, des plans adaptés ;
- Disposer les objets dans un système de référence géo référencé ;
- Convertir les objets graphiques d'un système à un autre ;
- Faciliter la superposition de cartes de sources différentes
- Fusionner des objets ayant une caractéristique commune
- Déterminer l'itinéraire le plus court pour se rendre à un endroit précis ;
- Définir des zones en combinant plusieurs critères.

Images Landsat 8	2014	2019
------------------	------	------

Path	199	199	
Row	051	051	
Date d'acquisition		16 Avril 2014	15 Avril 2019
Capteur		OLI / TIRS	OLI / TIRS
Mode		Multi spectral / Thermique	Multi spectral / Thermique
Résolution spectrale		<p>Bande 1 - côtier/aérosol – 0,433-0,453μm</p> <p>Bande 2 – Bleu – 0,450-0,515μm</p> <p>Bande 3 – Vert – 0.525-0.600μm</p> <p>Bande 4 – Rouge – 0.630-0.680μm</p> <p>Bande 5 – infrarouge proche – 0.845-0.885μm</p> <p>Bande 6 – infrarouge à ondes courtes – 1.560-1.660μm</p> <p>Bande 7 - infrarouge à ondes courtes – 2.100-2.300μm</p> <p>Bande 8 – panchromatique – 0.500-0.680μm</p> <p>Bande 9 – Cirrus – 1.360-1.390μm</p> <p>Bande 10 – Infrarouge à ondes grandes – 10,30-11,30μm</p> <p>Bande 11 - Infrarouge à ondes grandes – 11,50-12,50μm</p>	
Résolution spatiale		<p>Bande 1 à 7 et 9 – 30m</p> <p>Bande 8 – 15m</p> <p>Bande 10 et 11 – 100m</p>	

Tableau 4 : Caractéristiques des images utilisées.

Source : Construction de l'auteur

Figure 4 : Image Landsat 8(Avril 2019)

Source : Auteur

4.19. Données vectorielles

Elles ont été fournies par l'IGM (Institut Géographique du Mali). Il s'agit du : Fichier vecteur qui représente les limites de la Commune III du District de Bamako et Fichier vecteur qui contient l'ensemble de bâtiments de la Commune III du District de Bamako en 2016.

❖ Choix des données

Ici, il a fallu faire le choix de la zone d'étude notamment la commune 3 du District de Bamako. La zone d'étude s'étend sur environ 120 hectares et notre choix s'est effectué sur le critère d'existence préalable de données foncières et la connaissance préalable du terrain. Il ne faut pas oublier qu'il s'agit d'un quartier fortement habité et disposant de tous les équipements sociocommunautaires. Les données ont été recueillies auprès de différentes structures de la place et sont présentées dans le tableau 2-1 :

Tableau 5 : Données utilisées dans cette étude

Données	Structure	Accessibilité	Utilité
Découpage administratif	IGN Mali	Accessible	Carte de la zone d'étude
Plan parcellaire	Secrétariat Permanent de la Reforme Domanial	Accessible	Elément spatiale de la base de données
Répertoire	Service Technique mairie de la commune 3	Accessible	Elément attributaire de la base de données

Bâtiments, Réseau routier, équipements, Plan d'aménagement	Service Technique mairie de la commune 3	Accessible	Elément spatiale de la base de données
--	--	------------	--

Source : Construction de l'auteur

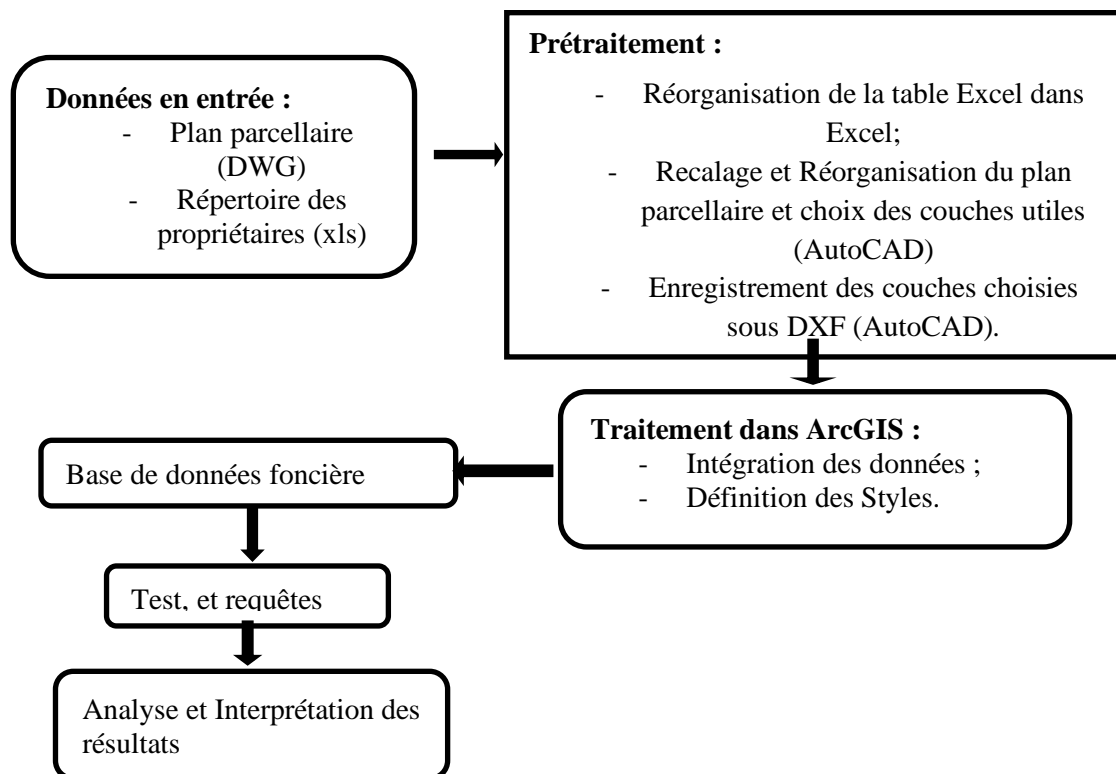
❖ Définition des données

Nos principales données sont des fichiers **DWG** pour le plan parcellaire et quelques bâtiments et un fichier **Excel** pour le répertoire des présumés propriétaires, obtenu auprès du service technique de la mairie de la commune 3. Toutes les autres données ont été obtenues sur le site web d'Open Street Map avec complètement sur le terrain. Tous les fichiers de formes utilisées ont été issus de traitement des données de base. D'autres données concernant le réseau électrique, d'assainissement, d'eau potable ne nous ont malheureusement pas été fournies malgré nos multiples demandes aux services de gestion d'électricité et d'eau.

4.20. Méthodologie pour la mise en place de la base de données foncière et la conception d'un SIG urbain

La conception de notre SIG urbain concerne les quartiers de la commune 3. Plusieurs étapes ont été nécessaires pour la réalisation du SIG. La Figure 2-2 indique les étapes suivies. Les besoins pour la conception de la base de données ont été définis et les données ont été collectées.

Figure 4 : Diagramme méthodologique de conception de la base de données foncière



Source : Construction de l'auteur

❖ **Le prétraitement :**

Les données étant issues de plusieurs sources, ce travail s'est fait en deux phases. La première phase est l'harmonisation de la table Excel (renseignant sur les propriétés et leurs propriétaires) afin que ce dernier puisse être intégré sur ArcGIS et QGIS. Ici, il faut préciser que nous avons donné une nouvelle dénomination aux parcelles pour faciliter leur reconnaissance dans la suite du traitement. La seconde phase s'est effectuée sur le plan parcellaire à l'aide des logiciels Auto CAD et Covadis 2013. Notre but final étant de vulgariser notre SIG, nous avons procédé à des opérations de reprojection, de calage (harmonisation spatiale des données), et de nettoyage (nettoyage et la suppression des champs superflus dans la base de données). Ces données prétraitées sont enregistrées sous DXF pour faciliter leur exploitation dans les logiciels SIG.

❖ **Le traitement :**

Le traitement des données s'est fait dans ArcGIS. Cela consiste au chargement des différentes couches. Ces couches ont été ensuite exportées sous fichier de forme pour faciliter l'exploitation. Il s'en est suivi des jointures spatiales (pour les couches des ilots et du parcellaire) afin d'avoir dans leur attribut la dénomination des ilots et celui du parcellaire. Une jointure attributaire avec la fiche Excel renseignant sur les parcelles a été complémentaire pour adjoindre à la couche parcelle les informations sur les parcelles et leur propriétaire.

❖ **La conception de la base de données :**

Notre base de données a été mise en place afin de mieux stocker, gérer de façon unifiée et faciliter l'analyse des données recueillies. Après une analyse et une étude de nos objectifs et de nos données, la conception de la base de données doit répondre à certaines exigences. Nous avons donc opté pour le modèle d'organisation suivant la méthode MERISE. Cette méthode de conception, de développement et de réalisation de projets informatiques est basée sur la séparation des données et des traitements à effectuer en plusieurs modèles conceptuels et physiques. Il s'agit donc d'identifier :

- Les objets à prendre en compte pour constituer notre base de données : Pour cela, il faut faire un recensement exhaustif de toutes les tables nécessaires à la constitution de la base de données.
- Les grands critères de description des objets : Il faut établir la liste des données renseignant les tables en se basant sur les données existantes.
- Les relations éventuelles qui peuvent ou doivent exister entre les classes d'objets : Il faut déterminer les relations entre ces tables et définir les liens de cardinalités pour chaque couple objet en association. Le choix des tables à intégrer s'est fait en fonction des besoins. Les tables des différents Shape file ont été incorporées dans Access.

❖ **La structuration des tables :**

Dans cette base de données les entités sont :

- Zone d'étude ;
- Ilots ;
- Parcellaire et son identification ;
- Propriétaires ;
- Bâtiments ;
- Réseau routier.

Toute fois les attributs des entités peuvent être mise à jour en fonction du besoin et du domaine d'utilisation.

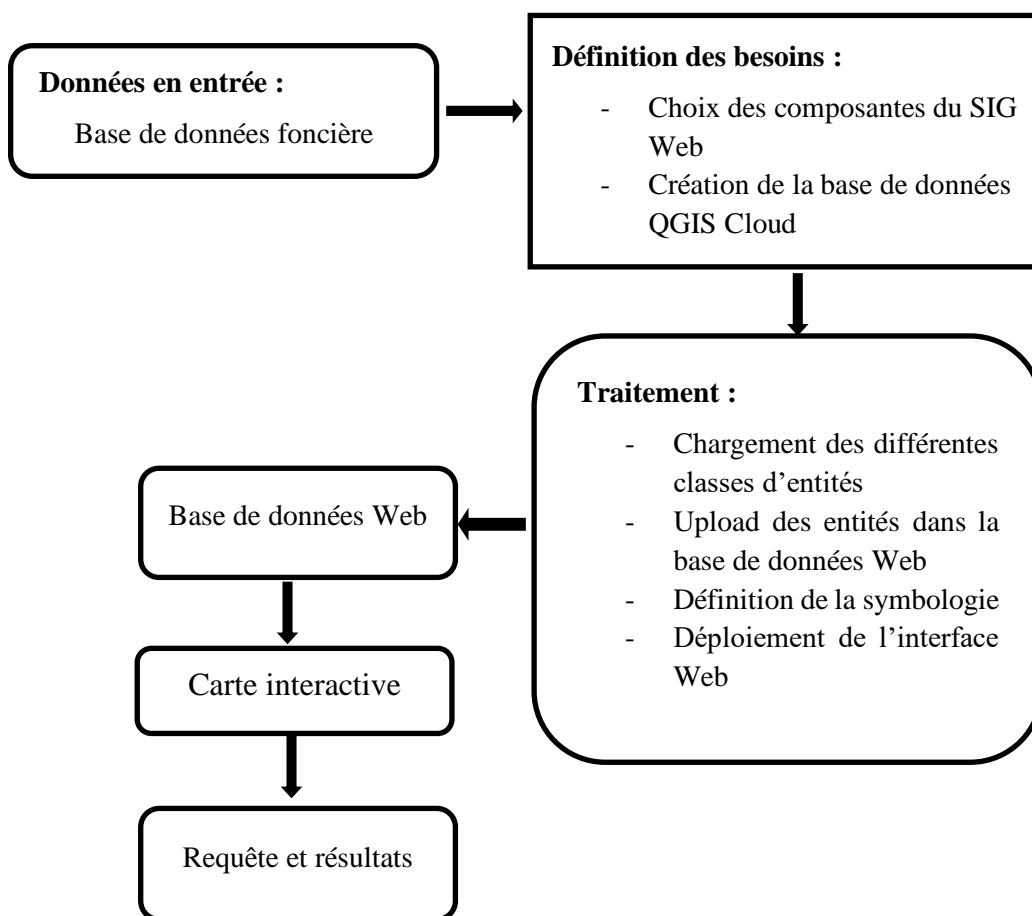
❖ Définition des styles/symbologie

En fonction des styles proposés par le logiciel ArcGIS, nous avons défini des styles pour les différentes couches. La compréhension de la carte par les utilisateurs dépend en grande partie de la symbologie choisie. Le logiciel ArcGIS propose une panoplie de symboles très indiqués dans la cartographie de tout genre (carte ou plan). Ces différents traitements fait, notre SIG urbain est fin prêt. Nous l'avons alors soumis à quelques analyses et requêtes afin de le tester.

❖ Méthodologie pour la vulgarisation du SIG Urbain en ligne

Après la création de notre SIG Urbain, il s'agira de le vulgariser à travers un SIG web. Pour cela, notre choix s'est tourné vers le serveur de QGIS (QGIS Cloud) car offrant des facilités d'accès permettant de publier des cartes interactives à travers un compte gratuit jusqu'à 50 mb de données. La figure 9 présente la méthodologie observée pour la vulgarisation de notre SIG urbain :

Figure 5 : Diagramme méthodologique de vulgarisation des données en ligne



Source : Construction de l'auteur

❖ Choix des composantes du SIG Web (architecture du SIG Web) :

- Module du Système de base de données relationnel ;

L'implémentation de notre SGBDRS s'est faite avec PostgreSQL/PostGIS à travers QGIS cloud.

- **Module du serveur cartographique**

Le serveur cartographique de QGIS cloud est QGIS server. C'est un serveur de cartes conforme à l'OGC qui prend en charge les services Web OGC. Sa configuration peut être définie dans le projet QGIS à l'aide de QGIS Desktop. Ce serveur nous a permis de partager les données spatiales indispensables pour notre SIG Urbain. Nul besoin de le configurer avant de l'utiliser. Il faut juste au préalable faire tout le travail dans le QGIS desktop et ensuite le télécharger sur le serveur de QGIS cloud.

- **Module de l'interface Web**

L'interface Web de QGIS cloud comprend

- Un service de carte Web (WMS) qui est une interface permettant de demander des parties d'une carte sur Internet. Les clients utilisent généralement WMS pour afficher de grandes couches d'arrière-plan, telles que des cartes du monde.
- Un service de fonctionnalités Web (WFS) qui fournit un accès basé sur internet aux données spatiales dans un SIG distribué. WFS est limité aux données vectorielles.
- Le Transaction WFS (T-WFS) prend en charge toutes les fonctionnalités du Web Feature Service (WFS). Il prend également en charge l'accès en écriture aux données.

- ❖ **Le traitement des données proprement dit (mise en place du SIG Web)**

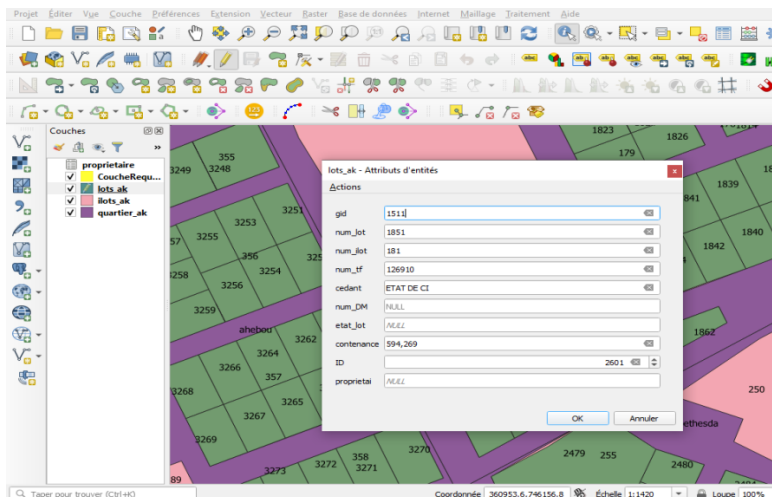
Pour la mise en place de notre SIG Web nous n'avons pas eu à écrire des lignes de code pour programmer notre SIG web. Nous avons utilisé QGIS Cloud. Néanmoins une programmation de l'affichage de l'interface a été faite par les soins de QGIS Cloud sur la base de données chargée.

- ❖ **La mise à jour de la donnée foncière**

La mise à jour après la conception d'un tel système est le travail auquel il faut veiller pour assurer l'efficacité dans le temps. Les mises à jour du SIG Web Participatif se font dans le desktop de QGIS en étant connecté à son compte QGIS Cloud. On actualise ensuite les données. Ainsi, sur le serveur, la date de publication ainsi que les données sont modifiées. Cela n'est possible que par le concepteur ou le gestionnaire du système. La gestion du système devra être assurée par la municipalité et donc sa mise à jour devra être effectuée de manière régulière pour assurer son efficacité et sa pérennité dans le temps.

3. Résultats des travaux d'immatriculation foncière

- J'ai repéré des bornes géodésiques, et la densification du réseau géodésique dans la localité de la commune 3.
- La localité est désormais rattachée au Réseau Géodésique de Mal. Dans l'avenir, ces bornes serviront d'ossature pour d'autres travaux cadastraux et de génie civil.

Figure 37 : Prototypé de Base de données Cadastrales (SIG) pour la commune 3 du district de Bamako

Source : Auteur

9.2. L'Analyse Spatiale

L'analyse spatiale participe au traitement même des données à partir de requêtes spatiales bien définies ou d'actions qui permettent de répondre à un questionnement précis. Une requête est une opération qui consiste à interroger une partie de la table de données (ou table attributive). Les requêtes peuvent porter aussi bien sur les données attributaires que sur des objets géographiques.

Pour notre cas, cette base de données a la capacité :

- D'afficher la superficie des parcelles (bâtie et non bâtie) ;
- D'identifier les propriétaires de chaque parcelle de chaque quartier de notre base de données SIG ;
- Déterminer le nombre de lots dans un Ilot, une feuille, une section ou un quartier.
- De savoir le type de construction en banco ou en dur

9.3. Exemple de requête et leurs résultats

Dans le cadre de cette rédaction, nous illustrons les requêtes suivantes :

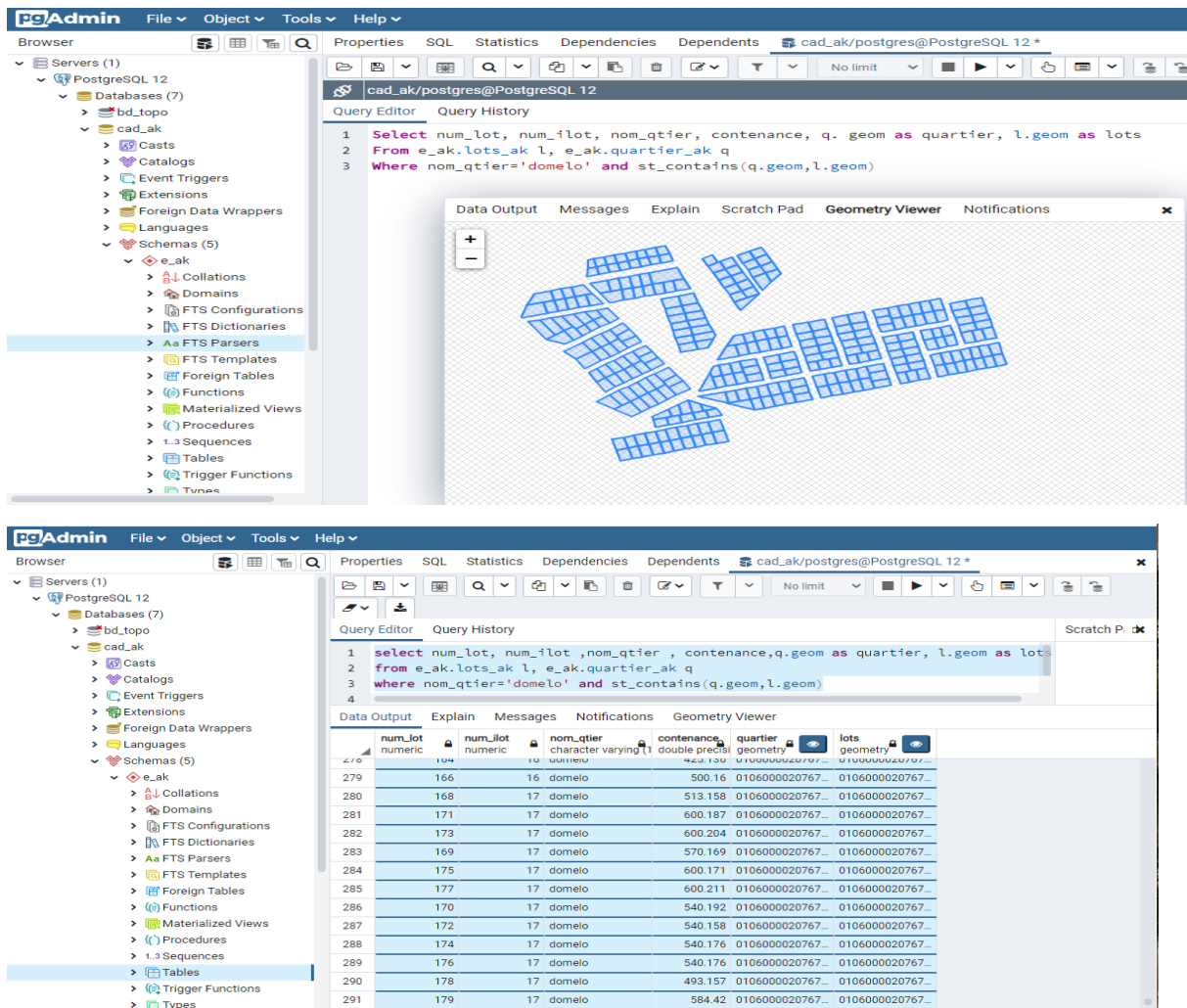
❖ **Requête 1** : Quels est l'ensemble des parcelles du quartier « badialan »

❖ **Requêtes SQL 1** : sur PgAdmin

' Select num_lot, num_ilot, nom_qtier, contenance, q. geom as quartier, l.geom as lots From e_ak.lots_ak l, e_ak.quartier_ak q

Where nom_qtier='domelo' and st_contains(q.geom,l.geom)''

Figure 6 : Résultats de la Requête 1 dans PgAdmin



Source : auteur

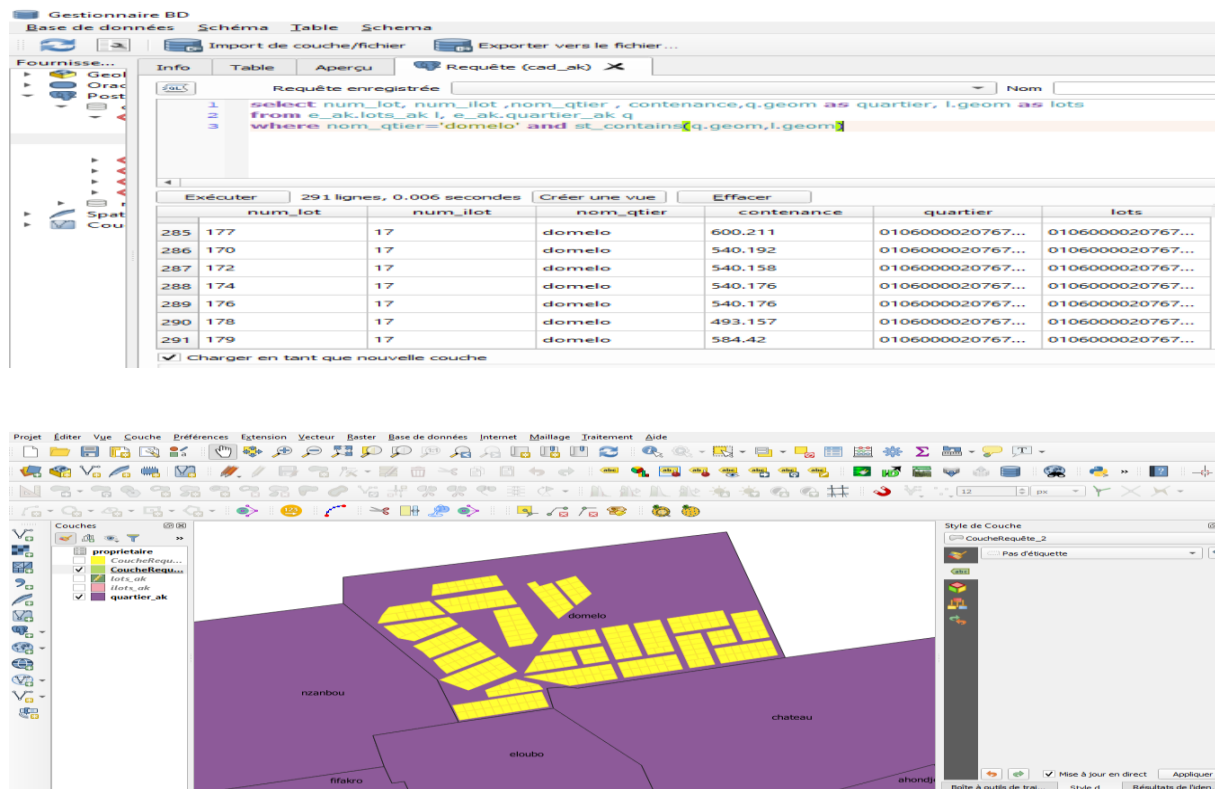
Le résultat se traduit automatiquement par la sélection des lots en couleur bleu sur l’interface graphique de « PgAdmin » et nous avons 291 lots trouvés.

Requêtes SQL 1 : sur DB Manager dans Qgis”

‘ Select num_lot, num_ilot, nom_qtier, contenance, q. geom as quartier, l.geom as lots From e_ak.lots_ak l, e_ak.quartier_ak q

;Where nom_qtier='domelo' and st_contains(q.geom,l.geom)

Figure 7 : Résultats de la Requête 1 sur Qgis 2.8



Source : Auteur

Le résultat se traduit automatiquement par la sélection des lots en couleur jaune sur l'interface graphique de « Qgis » et nous avons aussi 291 lots trouvés.

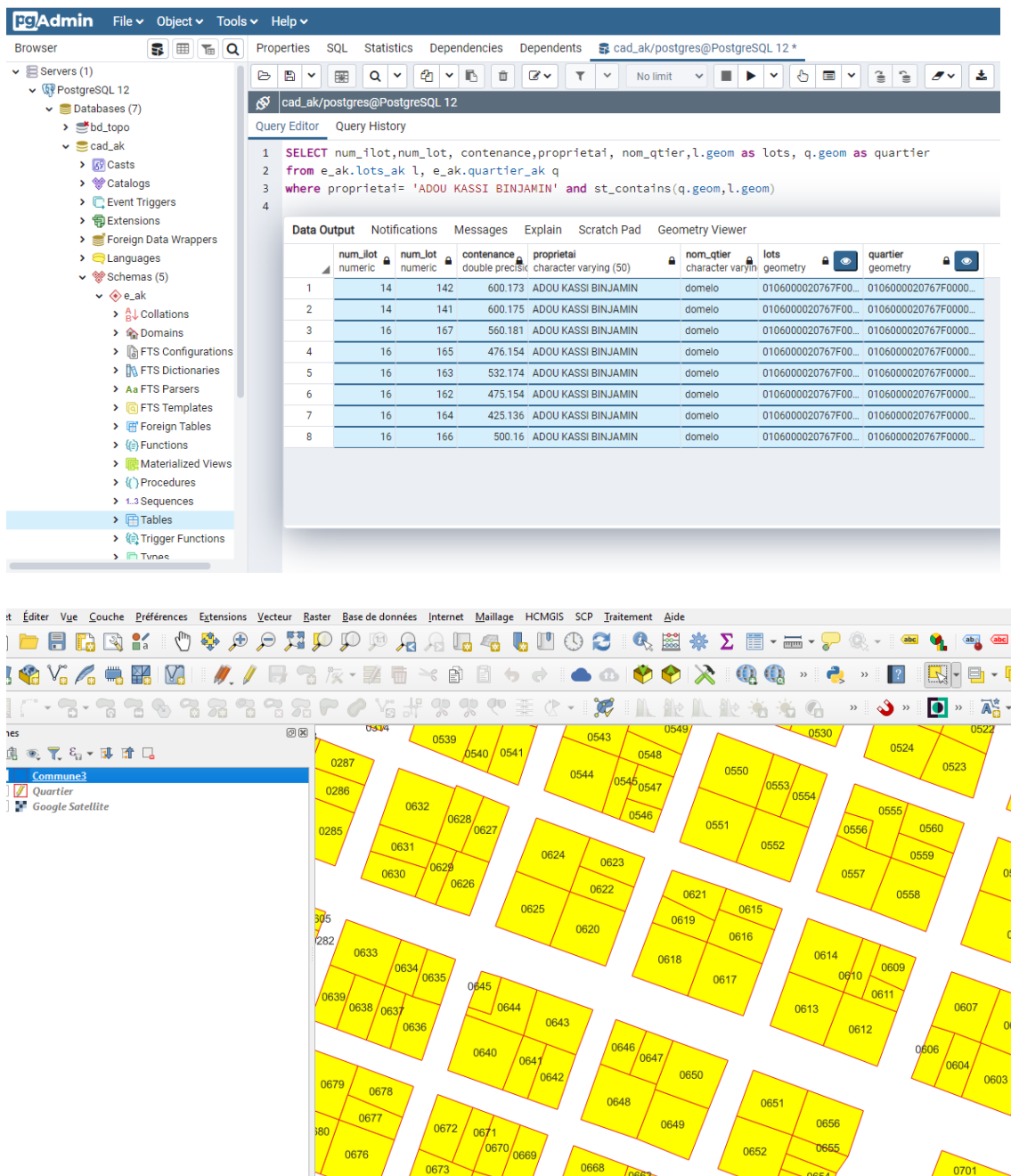
Requêtes 2 : Nous allons exécuter une requête recherchant le nombre de lots que possède Mr Madou traore au quartier Badialan

Requêtes SQL 2 :

SELECT num_ilot, num_lot, contenance, proprietai, nom_qtier, l.geom as lots, q.geom as quartier
e_ak.lots_ak l, e_ak.quartier_ak q

Where proprietai= 'Madou' and st_contains(q.geom,l.geom)

Figure 8 : Résultats de la requête 2 dans Qgis 2.8



Source : Auteur

Une fois validé, nous voyons apparaître sur l'écran le résultat de la requête qui se traduit par les lots sélectionnés en ligne apparaissant en bleu du quartier comme illustré sur l'interface de « PgAdmin » et en Jaune sur celui de « Qgis »

9.4. Traitement d'images satellitaires

9.4.1. Composition colorée

Les compositions colorées obtenues à l'issue du traitement des images ont permis

d'identifier les types d'occupation du sol. La composition colorée 5-4-3 a été utilisée pour les deux images et a permis d'obtenir la meilleure discrimination du bâti par rapport à d'autre classe. (Figure 9).

Figure 9: Composition colorée 5-4-3 de l'image Landsat 8 OLI 2019



Source : Auteur

La figure 29 montre que la végétation est caractérisée par une coloration allant du magenta au rouge, l'eau présente une couleur bleu sombre, le sol nu une couleur orange très sombre et le bâti une couleur allant du bleu très clair au blanc ou cyan.

9.4.2. Classification supervisée et évaluation

Les classifications des images réalisées à partir de la composition des bandes spectrales 5,4 et 3, ont permis de caractériser quatre classes d'occupation du sol. Il s'agit de la végétation, l'eau, le sol nu, et le bâti (figure 10).

Tableau 6 : Matrice de confusion de la classification de l'image de 2014 (%).

Classes	Végétation	Eau	Sol nu	Bâti	Total	Précision de l'utilisateur	Erreur d'omission

Végétation	62.64	3.33	0	4.17	70.14	91.94	37.36
Eau	5.49	76.67	0	0	82.16	90.20	23.33
Sol nu	28.57	20.00	98.55	31.94	179.06	52.71	1.45
Bâti	3.30	0.00	1.45	63.89	68.64	92.00	36.11
Total	100	100	100	100	400		
Précision du produit	62.64	76.67	98.55	63.89		74.32	
Erreur de commission	8.06	9.80	47.29	8.00			

Source : Auteur

Précision globale : **74.32%** ; Coefficient Kappa : **0.66**

Le tableau 11 montre que la classe sol nu présente quelques confusions avec les autres classes.

Tableau 7 : Matrice de confusion de la classification de l'image de 2019 (%).

Classes	Végétation	Eau	Sol nu	Bâti	Total	Précision de l'utilisateur	Erreur d'omission
Végétation	76.16	8.07	12.41	0.89	97.53	76.16	23.84
Eau	1.99	77.13	1.46	0.00	80.58	97.18	22.87
Sol nu	20.53	3.14	69.34	6.25	99.26	67.86	30.66
Bâti	1.32	11.66	16.79	92.86	122.63	67.10	7.14
Total	100	100	100	100	400		
Précision du produit	76.16	77.13	69.34	92.86		78.01	
Erreur de commission	23.84	2.82	32.14	32.90			

Source : Construction de l'auteur

Précision globale : **78.01%** ; Coefficient Kappa : **0.71**. Le tableau 9 montre de très fortes confusions entre les classes suivantes :

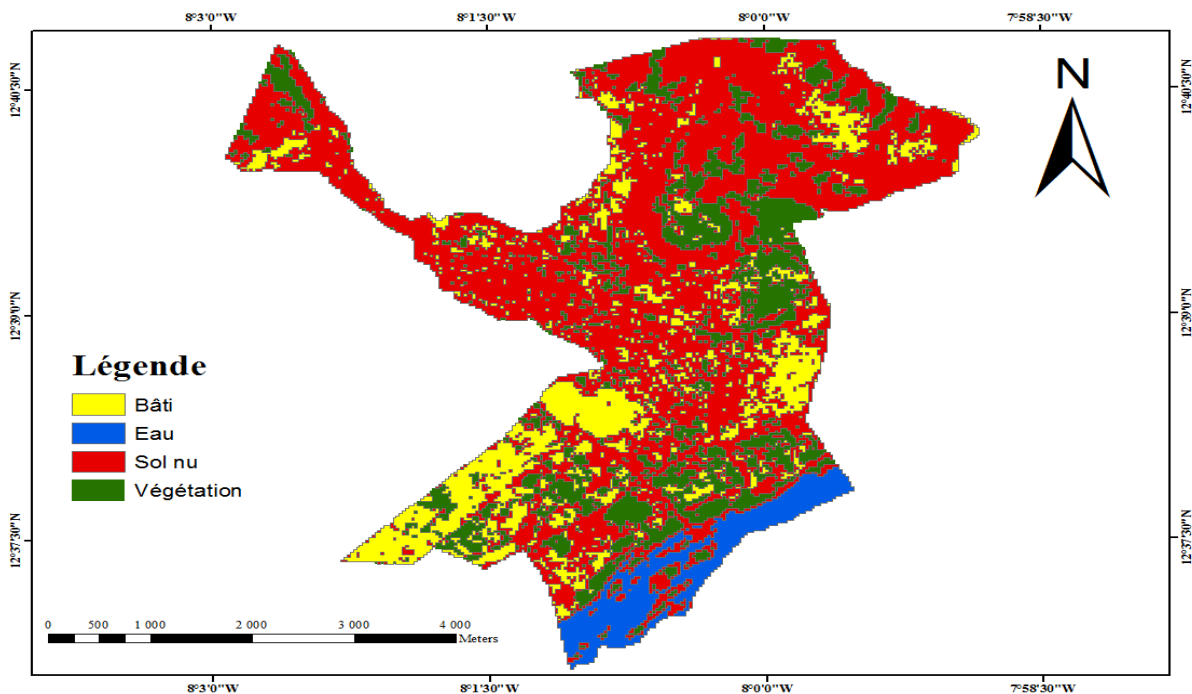
- ✓ Le bâti est confondu avec l'eau et le sol nu ;
- ✓ Le sol nu est confondu avec la végétation ;
- ✓ La végétation est confondue avec le sol nu et l'eau.

9.5. Dynamique de l'occupation du sol

9.5.1. L'occupation du sol en 2014[4]

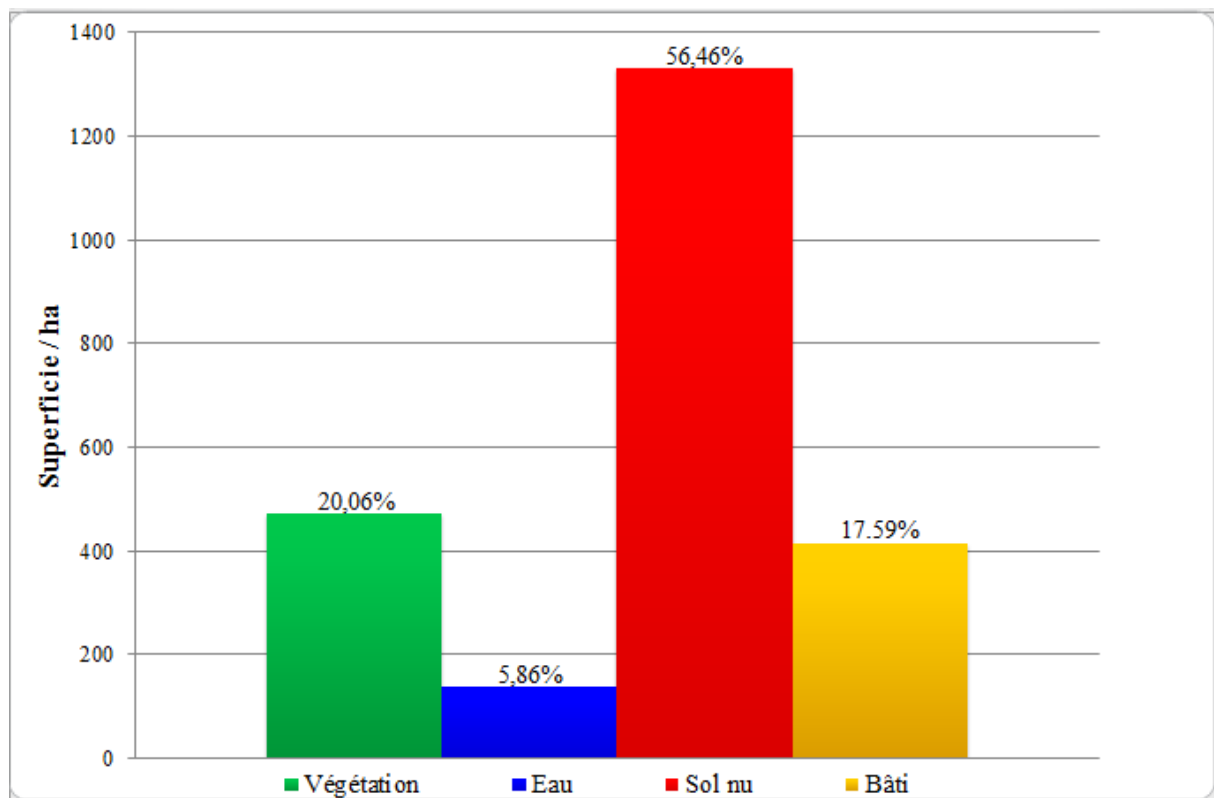
La figure 11 donne l'étendu spatiale des classes d'occupation du sol de l'année 2014. A cette date, nous constatons que le bâti n'était pas la classe dominante. Elle représentait 20.06% de la surface communale (voir figure 12).

Figure 11 : Carte d'occupation du sol de l'image 2014.



Source : Auteur

L'histogramme de l'occupation du sol de l'année 2014 est représenté par la figure 12.

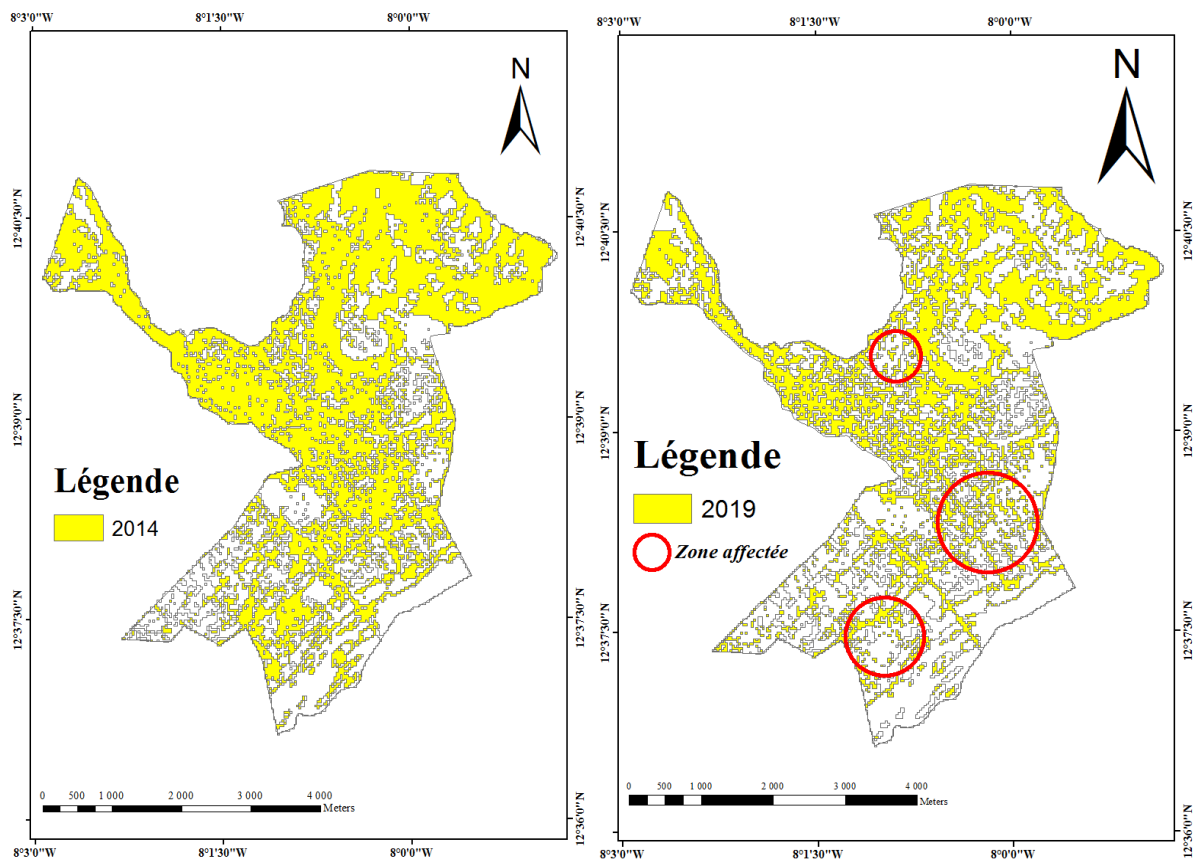
Figure 10 : Histogramme de l'occupation du sol de l'image 2014.

Source : Auteur

9.5.2. L'occupation du sol en 2019

La situation de l'occupation du sol en 2019 montre une évolution assez conséquente par rapport à 2014 (figure 13). La surface bâtie est passée de 20.06% en 2014 à 30.77% de la surface communale (voir figure 14).

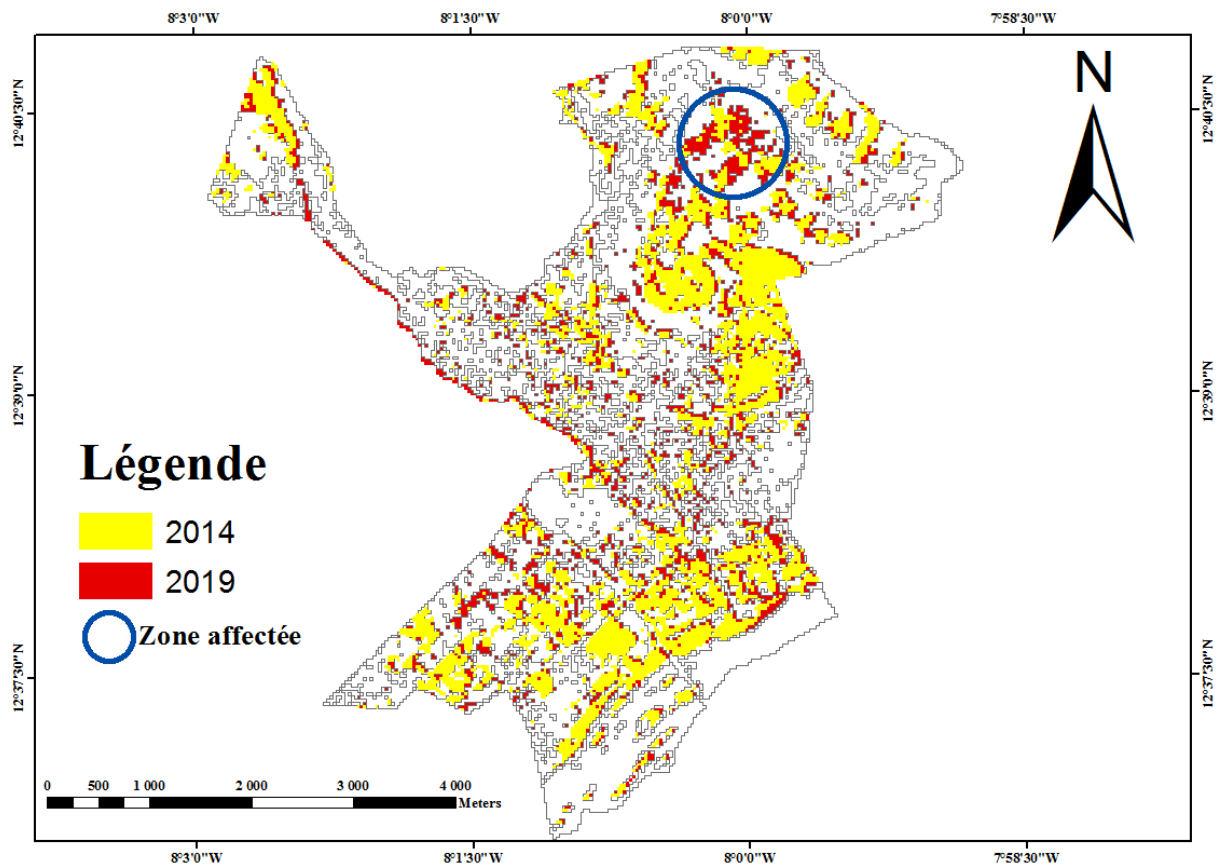
Figure 11 : Carte de l'évolution du sol nu entre 2014 et 2019.



Source : Construction de l'auteur

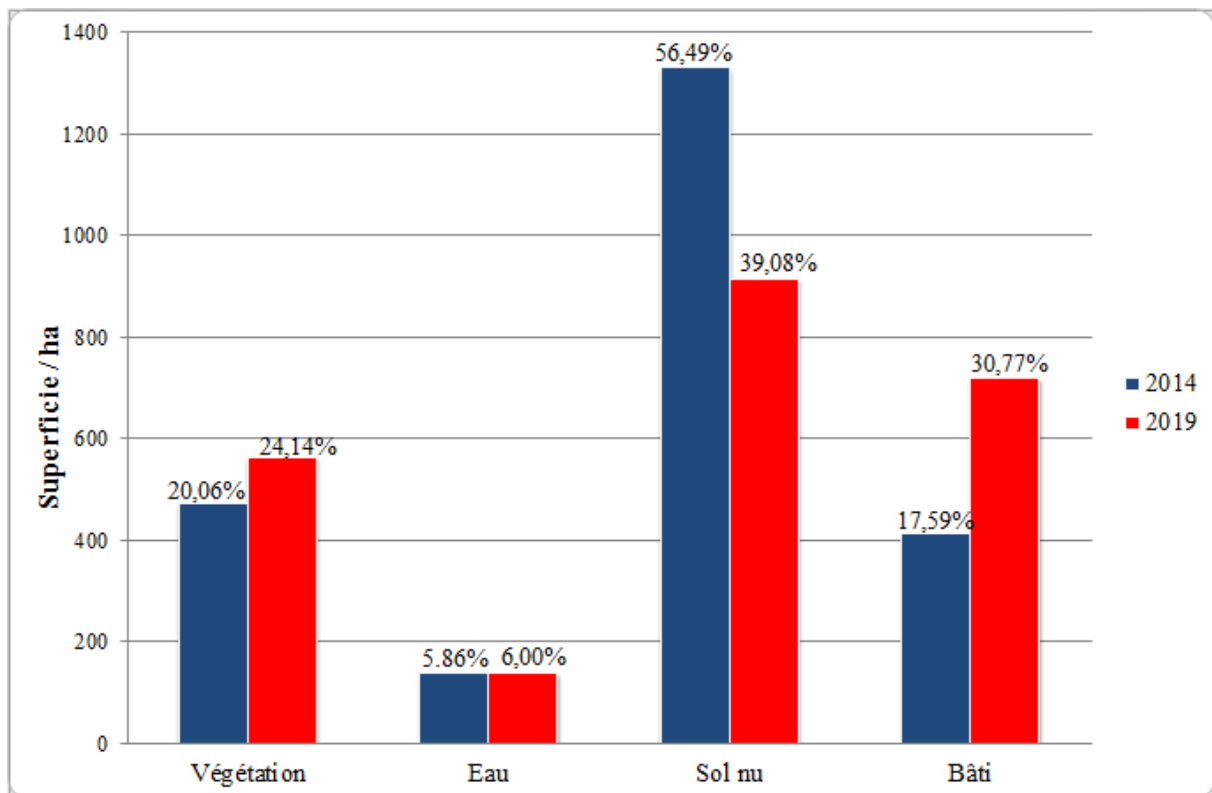
La végétation reste dans la même tendance que le bâti avec une progression annuelle relativement faible de l'ordre 0.82%. La figure 17 montre son évolution.

Figure 12 : Carte de l'évolution de la végétation entre 2014 et 2019



Source : Construction de l'auteur

L'évolution des superficies des différents types d'occupation du sol est représentée par la figure 18. Cet histogramme montre à suffisance la dynamique de l'occupation du sol entre 2014 et 2019.

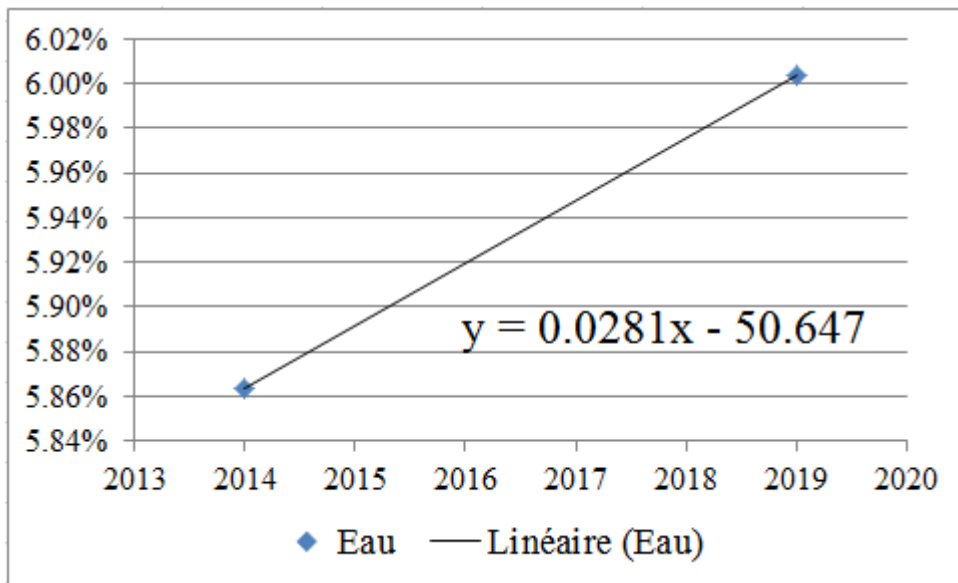
Figure 13 : Histogramme de l'occupation du sol.

Source : Construction de l'auteur

Projection statistique.

Les droites des différentes équations du modèle de régression linéaire sont représentées sur les figures 19 ; 20 ; 21 et 22 suivantes :

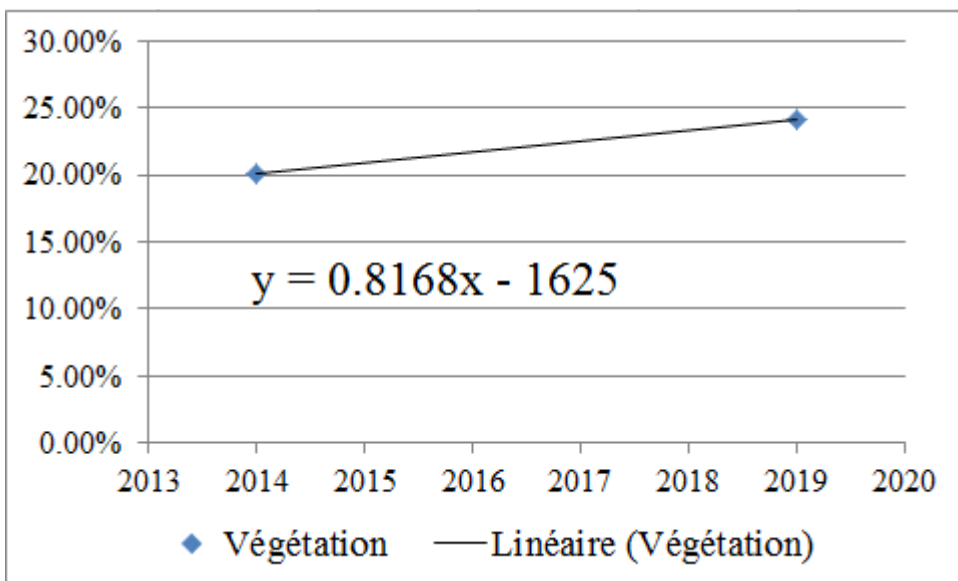
Figure 14 : Tendance linéaire de l'eau.



L'équation de l'eau est : $y=0.0281x-50.647$

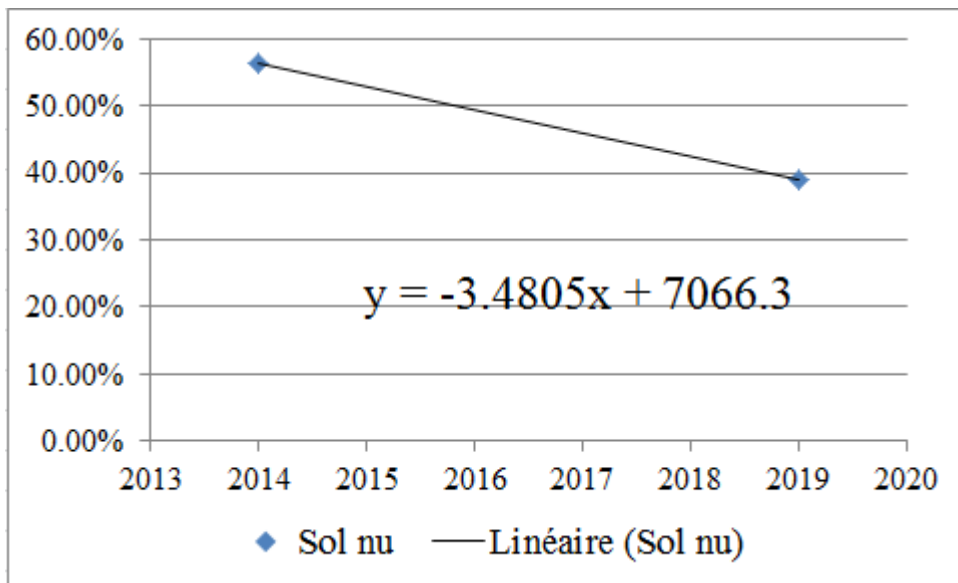
Source : Construction de l'auteur

Figure 15 : Tendance linéaire de la végétation



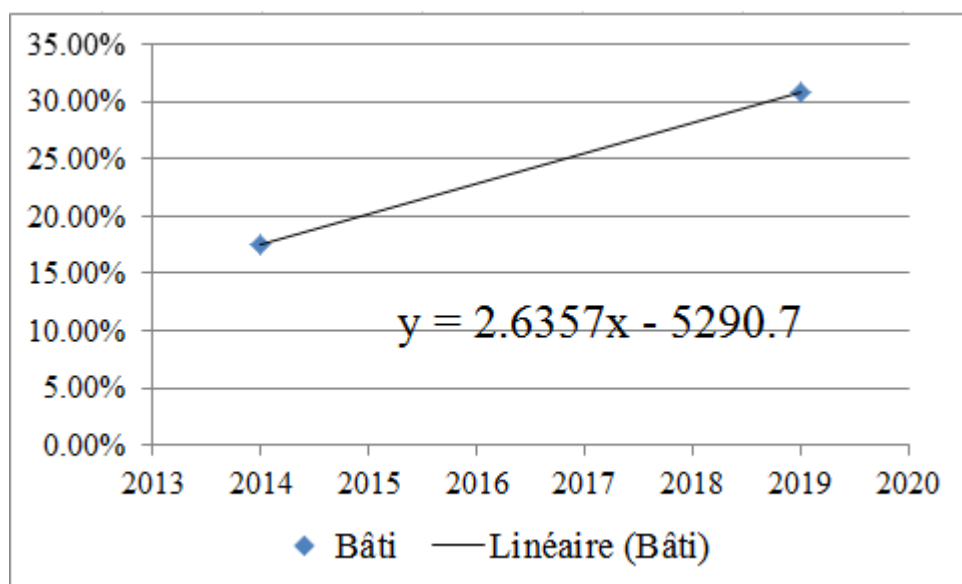
L'équation de la végétation est : $y=0.8168x-1625$

Source : Construction de l'auteur

Figure 16 : Tendance linéaire du sol nu.

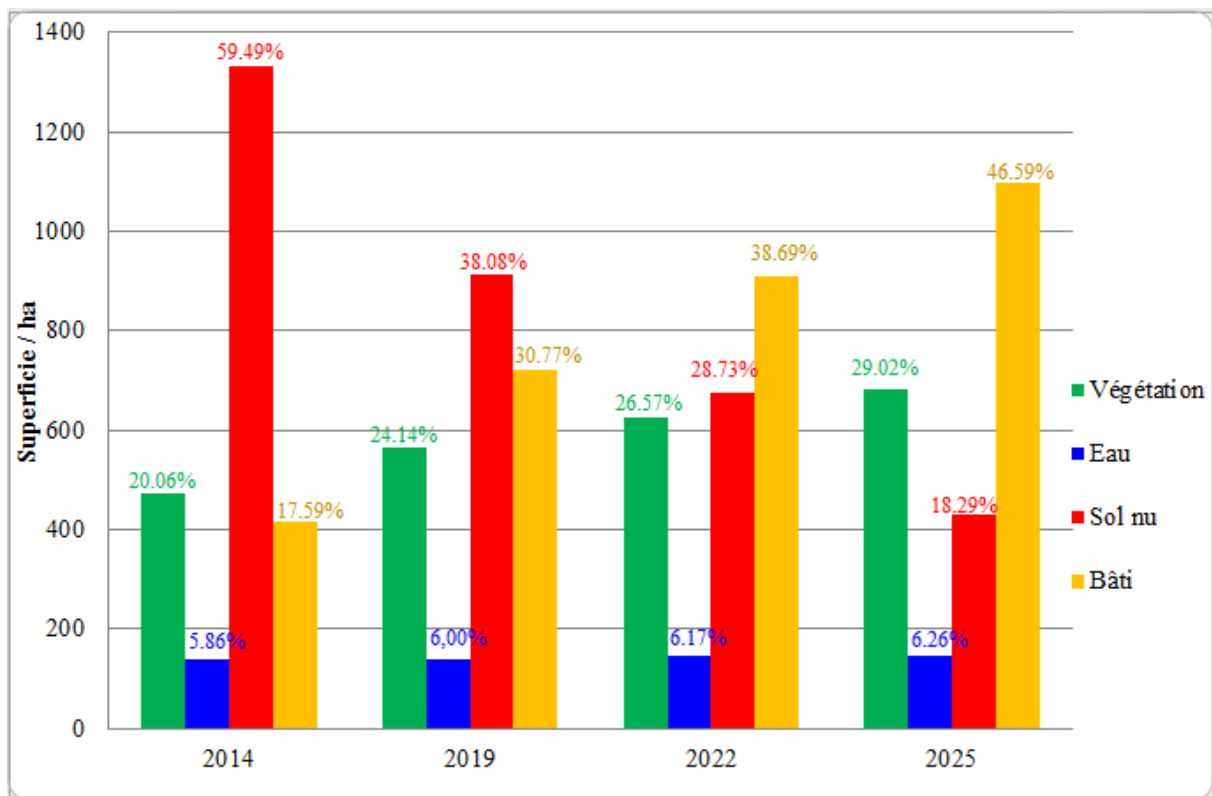
L'équation du sol nu est : $y = -3.4805x + 7066.3$

Source : Construction de l'auteur

Figure 17 : Tendance linéaire du bâti.

L'équation du bâti est : $y = 2.6357x - 5290.7$

L'occupation du sol entre 2014 et 2019 puis de sa projection en 2022 et 2025 est représentée par la figure 23.

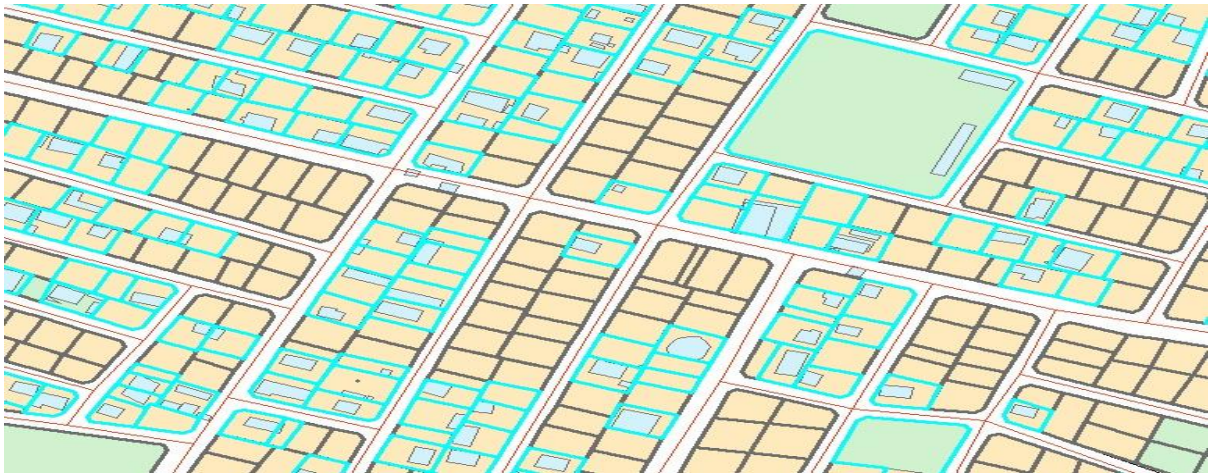
Figure 18 : Histogramme de l'occupation du sol entre 2014 et 2025

Source : Auteur

9.5.5. Conception de la base de données foncière

A l'aide de l'outil SIG, on a pu mettre en place une base de données de l'architecture foncière de la commune 3 du district de Bamako. N'ayant pas eu accès à toutes les données nécessaires pour la conception d'un SIG urbain répondant à toutes les attentes, notre SIG Urbain se veut indicatif afin de montrer l'importance des SIG dans la gestion urbaine aux différentes autorités pour les y pousser. La mise en relation des fichiers de formes et des tables ont permis d'effectuer des analyses et requêtes et donc rend le SIG efficace. Le principal résultat à cette étape est le SIG Urbain en tant que base de données spatiales susceptible d'être interrogé au moyen de requêtes. Différentes analyses peuvent être faites avec notre SIG Urbain :

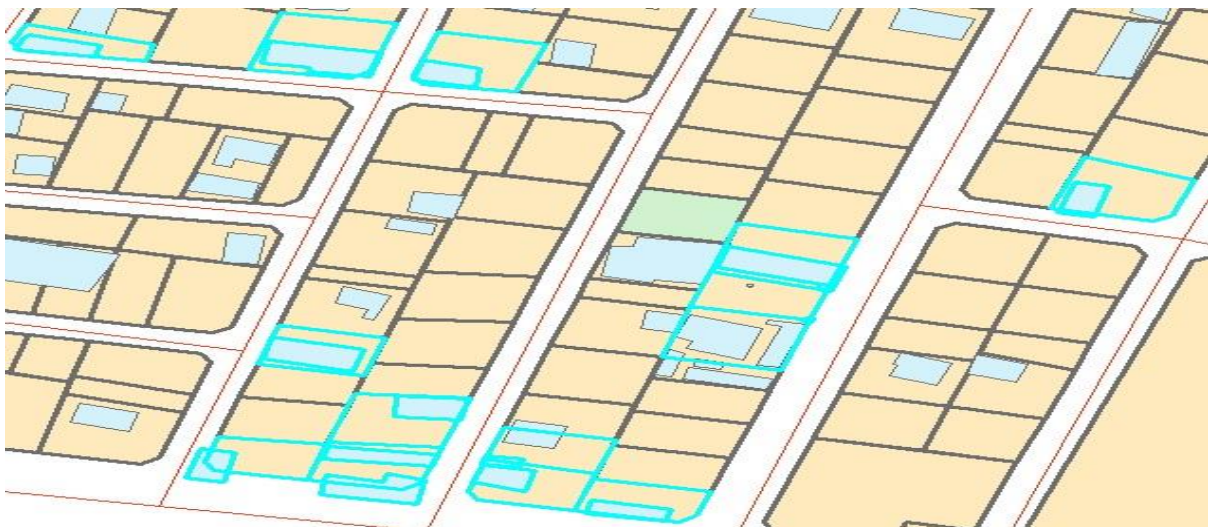
Figure 19 : Requêtes spatiale pour identifier les parcelles bâties



Source : Construction de l'auteur

Nous pouvons voir affichés des parcelles marquées en bleu représentant les parcelles bâties. Une telle analyse nous a permis d'identifier 545 parcelles bâties sur un total de 1904 parcelles dans la zone d'étude. De même, une autre analyse par double requête spatiale avec l'algorithme « are crossed by outline of the source layer » et l'algorithme « intersect the source layerfeature » a permis d'identifier les parcelles dont les bâtiments empiètent sur le domaine public.

Figure 20 : Requête spatiale pour déterminer les parcelles ayant des bâtiments sur le domaine public



Source : Construction de l'auteur

Une telle analyse a permis d'identifier 68 parcelles ayant des bâtiments sur le domaine public. Notre SIG urbain permet de faire plusieurs autres analyses spatiales. Tout dépend de ce que veut obtenir l'utilisateur. On peut aussi faire des analyses par requêtes attributaires. Cette possibilité permet par exemple d'identifier les parcelles disposant d'un titre foncier et ceux n'en disposant pas ; les parcelles ayant une superficie ou un périmètre égal, inférieur ou supérieur à une certaine valeur ; identifier les parcelles appartenant à tel propriétaire ; identifier les bâtiments selon leur type ou selon un seuil de superficie. Des requêtes dans la mesure du

possible en fonction de nos données peuvent être effectuées. On peut cependant faire aussi des analyses par requêtes groupées c'est-à-dire deux requêtes spatiales ou deux requêtes attributaires pour obtenir un résultat ainsi qu'une requête mixte c'est-à-dire une requête attributaire couplée à une requête attributaire ou vice versa pour des résultats. Tout dépend de l'utilisateur et de ses compétences ainsi que du résultat qu'il désire obtenir. Seule son imagination est sa limite. Nous avons à titre d'exemple fait une analyse par requêtes mixte pour déterminer les parcelles bâties disposant d'un titre foncier. La première requête est d'abord d'identifier par analyse spatiale les parcelles bâties. De cette sélection faite on fera ensuite une analyse attributaire pour identifier les parcelles disposant d'un titre foncier. Le résultat d'une telle analyse est présentée par la figure 3-3 :

Figure 21 : Requête pour déterminer les parcelles bâties munie de titre foncier



Source : Construction de l'auteur

Une telle analyse a permis d'identifier 72 parcelles bâties disposant d'un titre foncier. On peut faire d'autres analyses comme identifier les parcelles bâties ayant une superficie inférieure à 300 m² et bien plus encore avec cet outil. Comme dit plus haut seule l'imagination et la maîtrise du système peuvent constituer une limite aux analyses que l'on peut faire avec un SIG Urbain surtout si celui-ci dispose de toutes les données nécessaires. De part ces différentes requêtes, les différents acteurs ont donc accès à l'information foncière à travers une base de données et peuvent s'en servir pour mener à bien leur mission. Déjà, c'est l'outil adéquat pour stocker efficacement les données foncières. Les mises à jour peuvent se faire facilement et donc on peut avoir un historique concernant les transactions immobilières par exemple. On peut donc faire des études d'impact dans le temps ainsi que des projections sur le futur. De toutes ces possibilités notre SIG Urbain revêt donc la qualité d'outil d'aide à la décision. Toutes les données renseignées, ce système pourrait aussi servir en matière de fiscalité permettant de fixer l'impôt foncier et donc d'améliorer les recettes fiscales de la commune.

9.5.6. La vulgarisation de la Base de données Foncière sur un serveur en ligne à travers le concept de SIG Web Participatif

Le résultat ici est l'interface web accessible en ligne à travers le lien https://qgiscloud.com/commune3i_simulation2 via Android, Windows ou Mac. Il suffit juste d'avoir un téléphone portable ou un ordinateur ainsi que la connexion internet pour accéder à notre SIG Urbain en ligne. Ici nous n'avons pas eu besoin de faire une programmation de l'interface. En fonction des données uploadées, QGIS cloud génère une programmation de la

page web où seront logées nos données. Seul le concepteur du système à accès à cela. La figure 3-4 présente quelques lignes de code ayant servi à générer notre SIG Web.

Les lignes de code complètes sont accessibles via le lien :

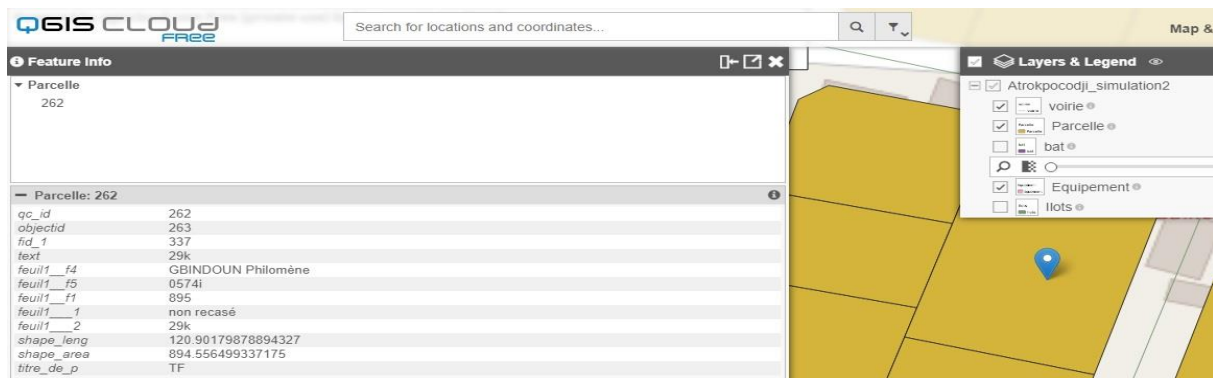
Https : //qgiscloud.com/commune3_simulation2/wms **Figure 22 : Lignes de Code du SIG Web**

```

SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetLegendGraphic&LAYER=voirie&FORMAT=image/png&STYLE=défaut&SLD_VERSION=1.1.0" xlink:type="simple"/>
</LegendURL>
</Style>
</Layer>
▼<Layer queryable="1">
  <Name>Parcelle</Name>
  <Title>Parcelle</Title>
  <CRS>CRS:84</CRS>
  <CRS>EPSG:3857</CRS>
  <CRS>EPSG:4326</CRS>
  ▼<EX_GeographicBoundingBox>
    <westBoundLongitude>2.318504</westBoundLongitude>
    <eastBoundLongitude>2.330205</eastBoundLongitude>
    <southBoundLatitude>6.38659</southBoundLatitude>
    <northBoundLatitude>6.397373</northBoundLatitude>
  </EX_GeographicBoundingBox>
  <BoundingBox minx="6.38659" maxx="6.397373" CRS="EPSG:4326" miny="2.318504" maxy="2.330205"/>
  <BoundingBox minx="258094.766" maxx="259397.19" CRS="EPSG:3857" miny="712428.876" maxy="713636.651"/>
  ▼<Style>
    <Name>défaut</Name>
    <Title>défaut</Title>
    ▼<LegendURL>
      <Format>image/png</Format>
      <OnlineResource xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="https://wms.prod.qgiscloud.com/Portgas8898/Atrokpocodji_simulation2?SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetLegendGraphic&LAYER=Parcelle&FORMAT=image/png&STYLE=défaut&SLD_VERSION=1.1.0" xlink:type="simple"/>
    </LegendURL>
  </Style>
</Layer>
▼<Layer queryable="1">
  <Name>bat</Name>

```

Le résultat palpable de notre SIG Web est l'accès aux données foncières de la commune 3 via un serveur Web. Il offre plusieurs outils comme listés plus haut et est un service facile d'accès et d'utilisation. Nous pouvons avoir accès par exemple aux données foncières concernant une parcelle juste en cliquant sur la parcelle comme le montre la figure 3-5. Une bulle d'informations apparaît renseignant sur les divers attributs de l'objet considéré. Il faut cependant prendre le soin de décocher les autres couches afin que la bulle d'informations n'affiche que les informations nécessaires que l'on désire obtenir. Cette précaution est de mise car lorsque l'on clique sur une parcelle par exemple la bulle affichera toutes les informations reliées à l'objet sélectionné. Pour notre cas l'infobulle affichera les informations concernant les couches bâtiments, parcellaire, ilots. La figure montre les informations présentées par la bulle d'informations.

Figure 23 : Présentation de la bulle d’information QGIS Cloud**Source : Construction de l’auteur**

On remarque dans ce cas le nom du propriétaire de la parcelle 29K (parcelle k de l’ilot 29) ayant comme numéro d’attribution 0574i d’une superficie de 895 m². Nous avons voulu mettre en étiquette les numéros d’identification des parcelles mais cela paraissait un peu trop encombrant. Avec notre SIG web les utilisateurs peuvent aussi se localiser et effectuer des calculs de distance et de superficie comme le montre la figure 3-6. Voilà donc un essai de calcul de superficie avec notre SIG Web. Pour ce cas par exemple on obtient pour cette parcelle une superficie de 13434,24 m² avec le SIG WEB contre 13314,15 m². Un écart de 10 m² mais cela pourrait être due aux erreurs de sélection de la parcelle. De la même manière on peut calculer la distance entre deux points. On peut aussi localiser un lieu soit par ses coordonnées soit par son nom. Ici, la localisation se base sur les données d’open Streets Map et non sur celle de la base de données intégrée. Nous nous sommes donc amusés à repérer un lieu sur notre interface Web et la figure 3-7 présente le résultat obtenu pour la localisation de la mosquée de samé. Nous voyons affiché sur la figure le lieu indiqué. L’identification du lieu est correcte mais on peut remarquer qu’il faut que la recherche soit en rapport avec les identifiants donnés par Open Streets Map. Une autre remarque est que tout lieu en dehors de la zone d’étude peut être localisé et suivant les identifiants d’Open Streets Map. Le but principal de notre SIG Web P est de donner l’accès des données foncières aux populations afin que ceux-ci puissent, sur cette base, intervenir dans la gestion du foncier.

Notre projet a pu donc atteindre nos objectifs principaux :

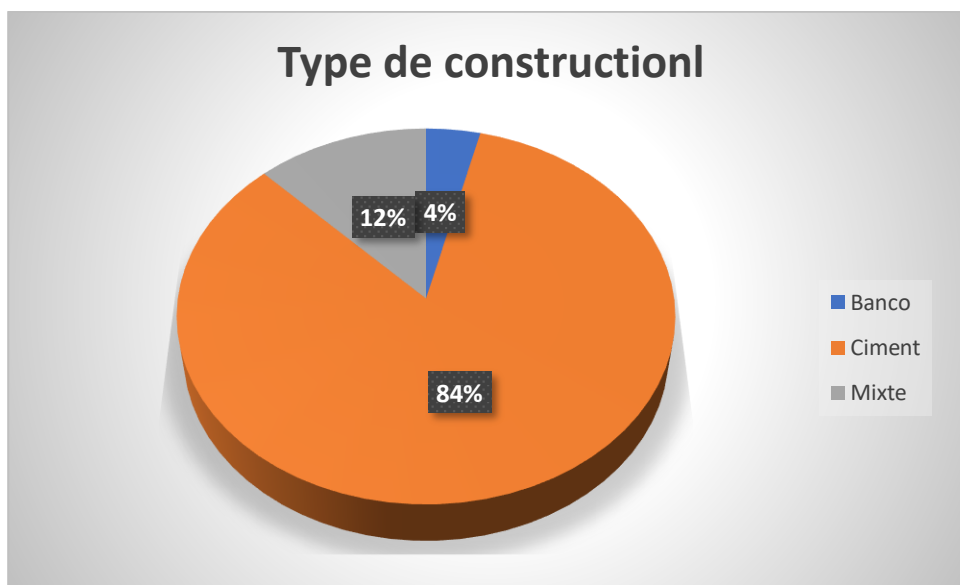
- Concevoir un SIG Urbain pour une meilleure gestion foncière dans la commune de la commune 3 ;
- Vulgariser l’information foncière avec de faibles moyens ;
- Inclure la population dans la gestion foncière.

Aussi, cette étude nous a permis d’appliquer et d’approfondir nos connaissances en matière de bases de données à référence spatiale, SIG web, cartographie web et également de proposer une approche de solution pour l’amélioration de la gestion foncière dans la commune 3. Au-delà de l’atteinte des objectifs de l’étude et des objectifs pédagogiques, notre travail a connu certaines limites. Ces dernières sont accentuées sur le manque de temps dans la réalisation de l’essai et l’indisponibilité de certaines données spatiales. Sans oublier les ressources financières adéquates. La continuité de ce projet permettra d’enrichir l’interface web en une application web cartographique de gestion foncière pleinement opérationnelle et de l’étendre pourquoi pas sur tout le district de Bamako pour un début.

Les enquêtes foncières réalisées dans la commune par une équipe de 5 personnes ont donné les résultats suivants :

Type de construction	Nombre
Banco	21
Ciment	457
Mixte	67
Total général	545

Figure 24 : Nombre de concession par type de construction



Source : Construction de l'auteur

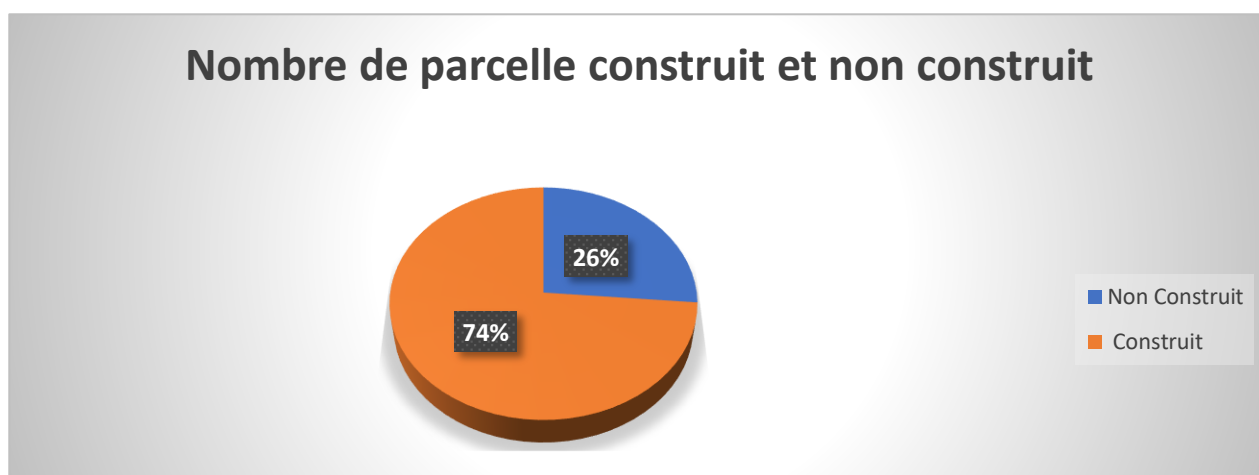
Tableau 8 : Nombre de parcelle construit et non construit

Parcelle construit	Nombre
Non	195
Oui	545
Total général	740

Source : Construction de l'auteur

Discutions : Dans la commune3, on rencontre peu de maison non construite.

Figure 25 : Nombre de parcelle construit et non construit



Source : Construction de l'auteur

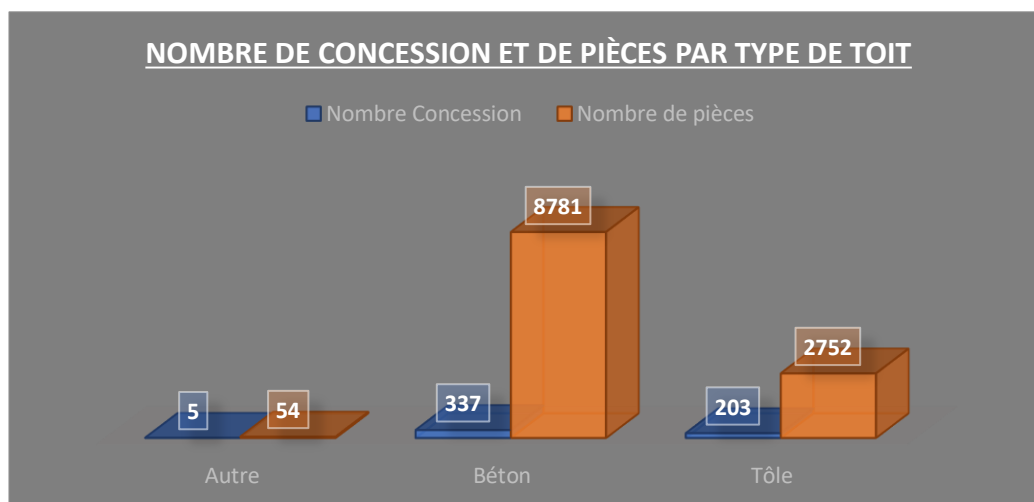
Tableau 9 : Nombre de concession et de pièces par type de toit

Type de toit	Nombre Concession	Nombre de pièces
Autre	5	54
Béton	337	8781
Tôle	203	2752
Total général	545	11587

Source : Construction de l'auteur

Discutions : Nous constatons que la plupart des maisons sont en tôle ou en béton

Figure 26 : Nombre de concession et de pièces par type de toit



Source : Construction de l'auteur

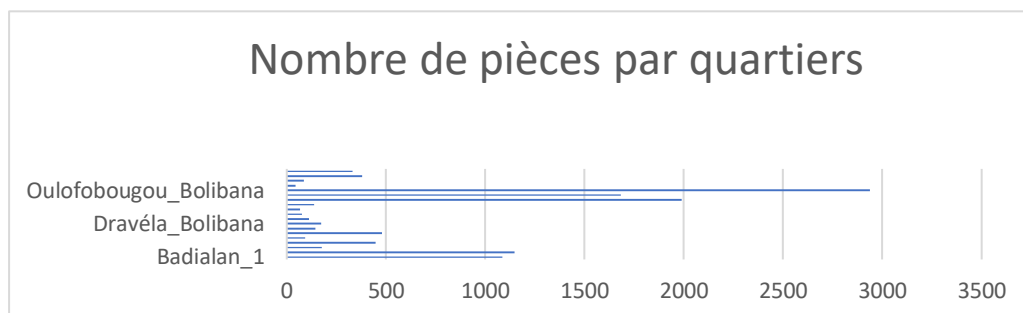
Tableau 10 : Nombre de pièces par quartiers

Quartier	Nombre de pièces
Badialan_1	1085
Badialan_2	1147
Badialan_3	176
Bamako_Coura	448
Centre_Commercial	91
Dar_Salam	481
Dravéla	145
Dravéla_Bolibana	173
Kodalabougou	112
Koulouba_1	76
Koulouba_2	67
Niomiriambougou	138
N'Tomikorobougou	1990
Oulofobougou	1682
Oulofobougou_Bolibana	2937
Point_G_1	44

Point_G_2	85
Quartier_du_Fleuve	380
Samè	330
Total général	11587

Source : Construction de l'auteur

Figure 27 : Nombre de pièces par quartiers



Source : Construction de l'auteur

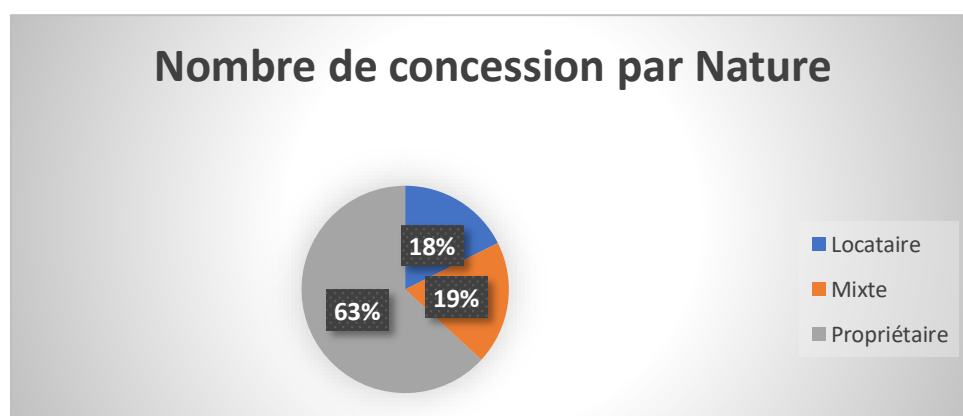
Tableau 11 : Nombre de concession par Nature

Nature de Concession	Nombre
Locataire	96
Mixte	105
Propriétaire	344
Total général	545

Source : Construction de l'auteur

Figure 28 : Nombre de concession par Nature

Type de pièces par quartier



Source : Construction de l'auteur

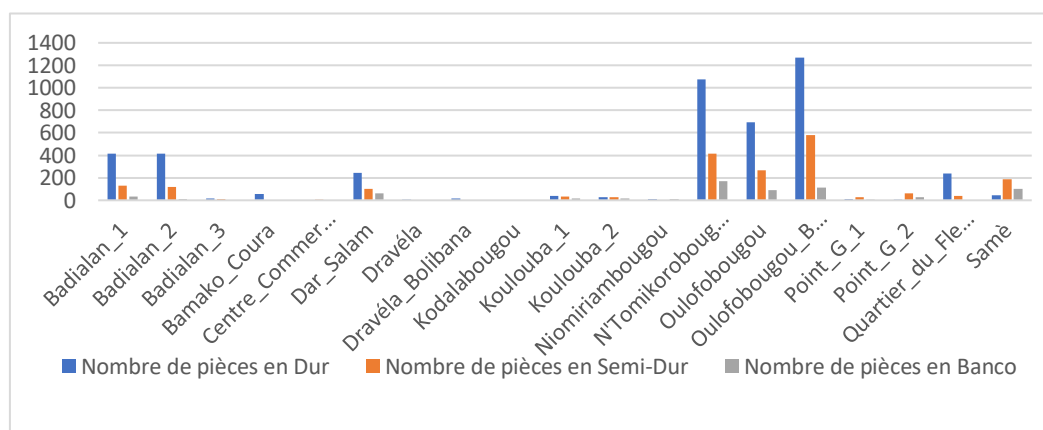
Tableau 12 : Nombre de type de pièces par quartier

Quartier	Nombre de pièces en Dur	Nombre de pièces en Semi-Dur	Nombre de pièces en Banco
Badialan_1	412	131	34
Badialan_2	413	117	13
Badialan_3	18	12	0
Bamako_Coura	58	0	0
Centre_Commercial	0	1	0
Dar_Salam	242	102	59
Dravéla	1	0	0
Dravéla_Bolibana	17	0	0
Kodalabougou	0	0	0
Koulouba_1	39	32	15
Koulouba_2	27	27	15
Niomirimbougou	12	0	10
N'Tomikorobougou	1073	412	170
Oulofobougou	693	269	89
Oulofobougou_Bolibana	1267	580	112
Point_G_1	10	30	4
Point_G_2	5	59	28
Quartier_du_Fleuve	238	39	0
Samè	44	186	99
Total général	4569	1997	648

Source : Construction de l'auteur

Discutions : Dans le tableau 16, les anciens quartiers comme Badialan1,2et 3 ;Bolibana et Momirimbougou sont en semi dur et les nouveaux quartiers comme same, darsalam et zirakoro sont construits en dur.

Figure 29 : Nombre de type de pièces par quartier

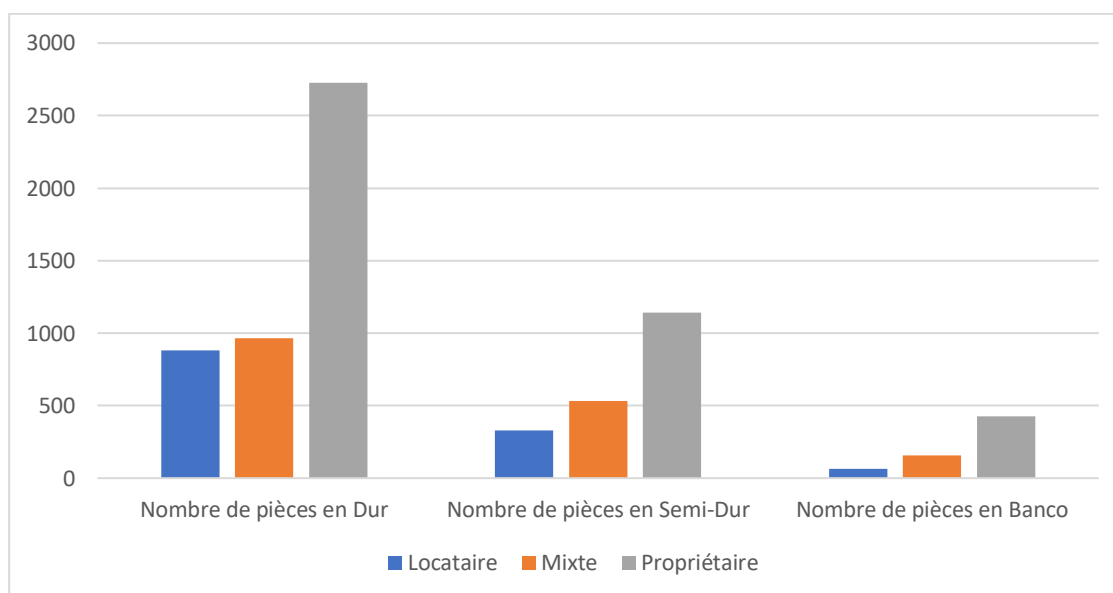


Source : Construction de l'auteur

Tableau 13 : Nature de concession par type de pièces

Nature de Concession	Nombre de pièces en Dur	Nombre de pièces en Semi-Dur	Nombre de pièces en Banco
Locataire	879	327	65
Mixte	965	530	155
Propriétaire	2725	1140	428
Total général	4569	1997	648

Source : Construction de l'auteur

Figure 30 : Nature de concession par type de pièces

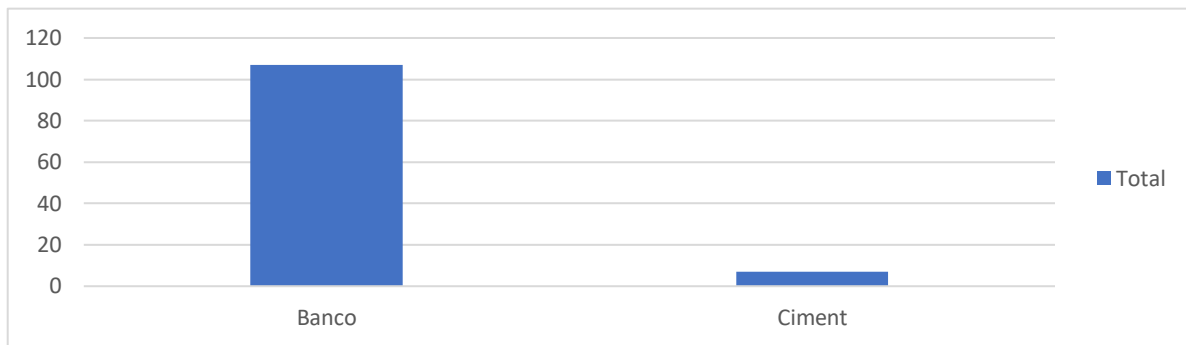
Source : Construction de l'auteur

Tableau 14 : BASE DE DONNEES

Badialan 1	Nombre de Concession
Banco	107
Ciment	7
Total général	114

Source : Construction de l'auteur

Figure 31 : Type de concession

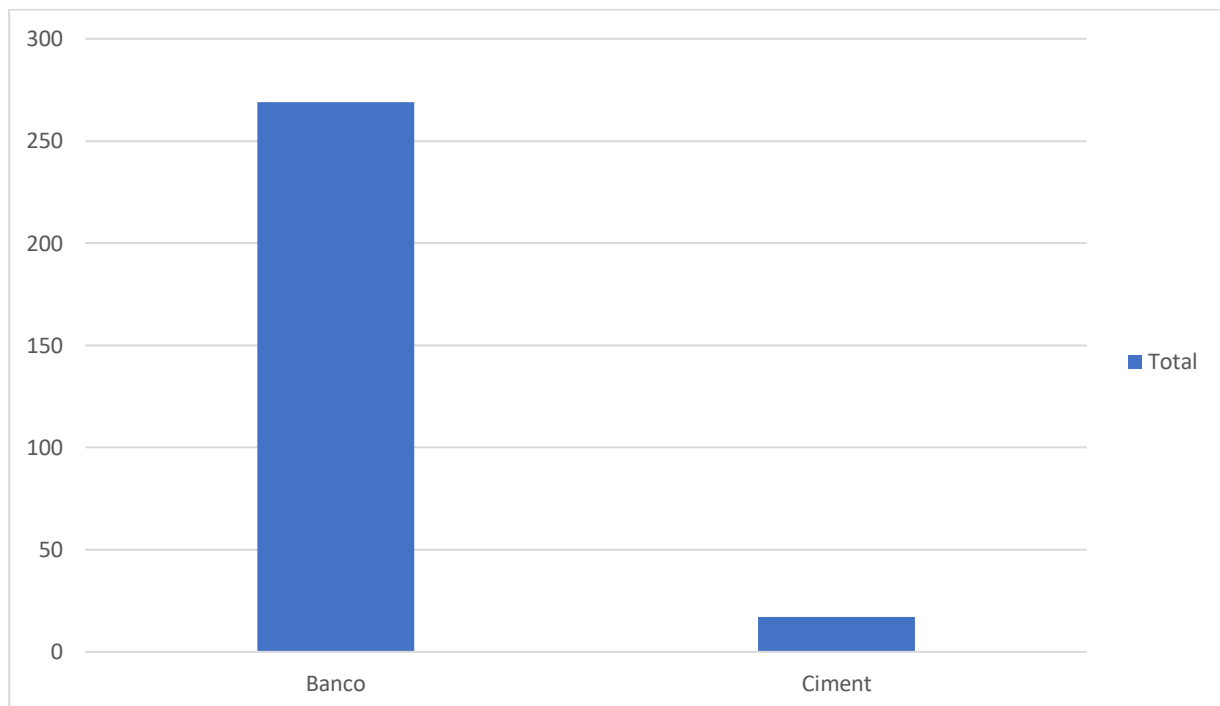


Badialan1 est un vieux quartier, la plupart des maisons sont en banco.

Tableau 15 : Nombre de concession

Badialan2	Nombre de concession
Banco	269
Ciment	17
Total général	286

Source : Construction de l'auteur



Source : Construction de l'auteur

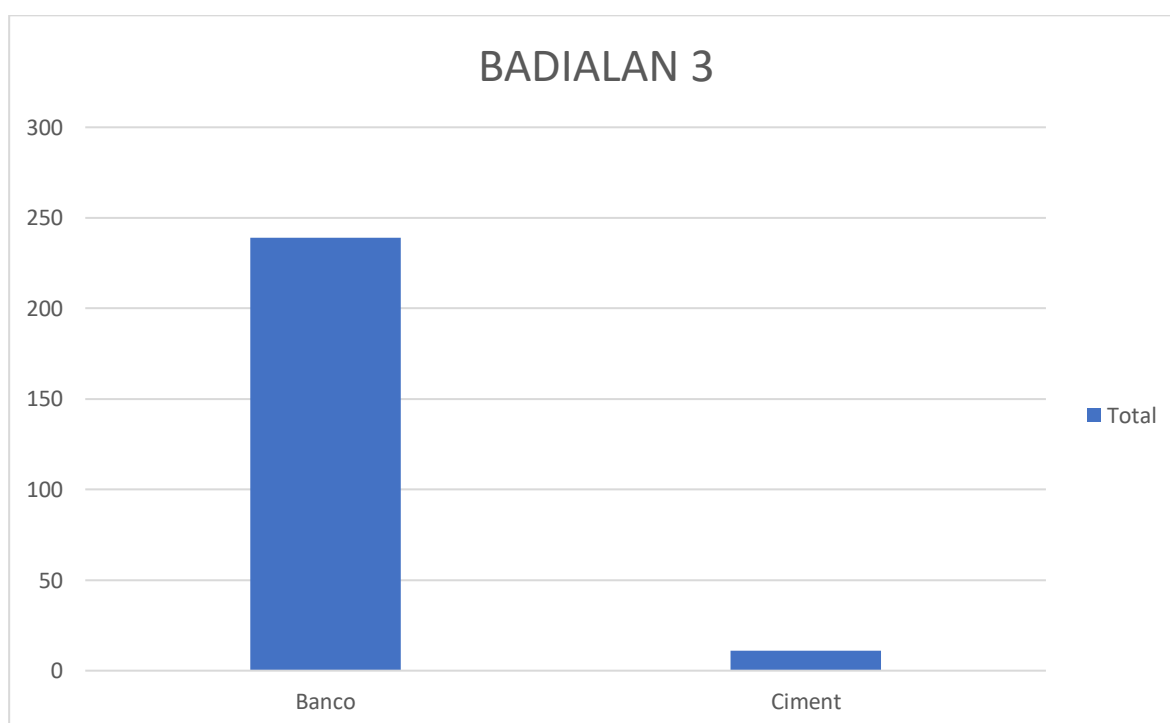
Figure 32 : Nombre de concession

Badialan 2 est aussi un vieux quartier, la majorité des constructions est en banco.

Tableau 16 : BADIALAN 3

Badialan 3	Nombre de Concession
Banco	239
Ciment	11
Total général	250

Source : Construction de l'auteur

Figure 33 : BADIALAN 3

Plusieurs constructions sont en banco au niveau de la commune 3.

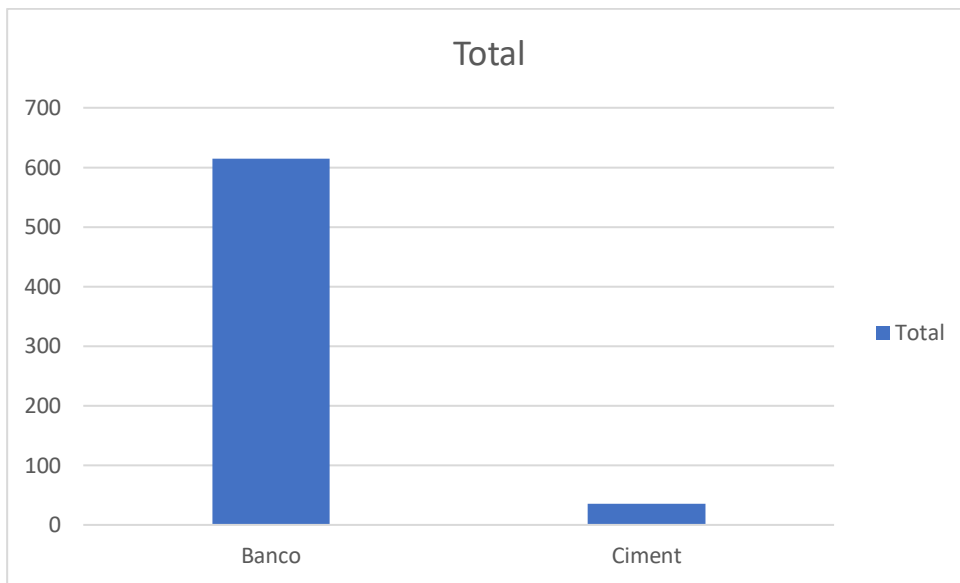
Source : Construction de l'auteur

Tableau 17 : BADIALAN

Badialan	Nombre de Concession
Banco	615
Ciment	35
Total général	650

Source : Construction de l'auteur

Figure 34 : BADIALAN 3



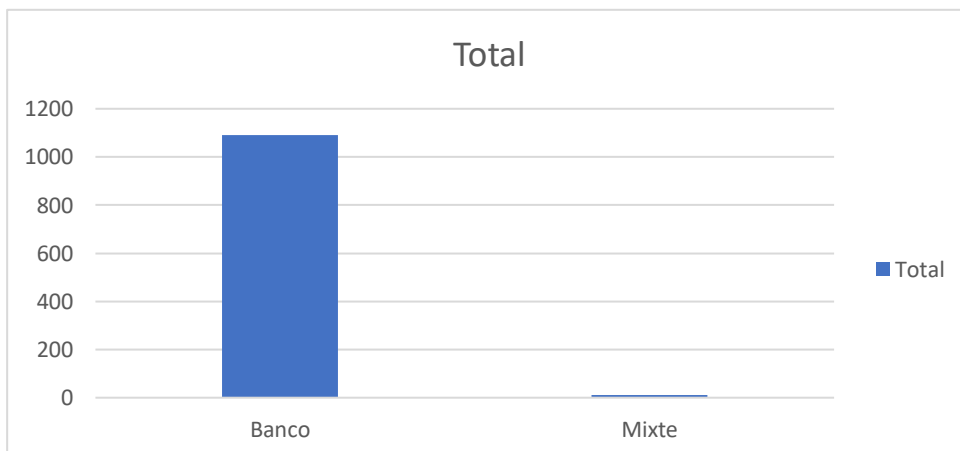
Source : Construction de l'auteur

Tableau 18 : BAMAKO COURA

Bamako Coura	Nombre de Concession
Banco	409
Ciment	34
Total général	443

Source : Construction de l'auteur

Figure 35 : BAMAKO COURA

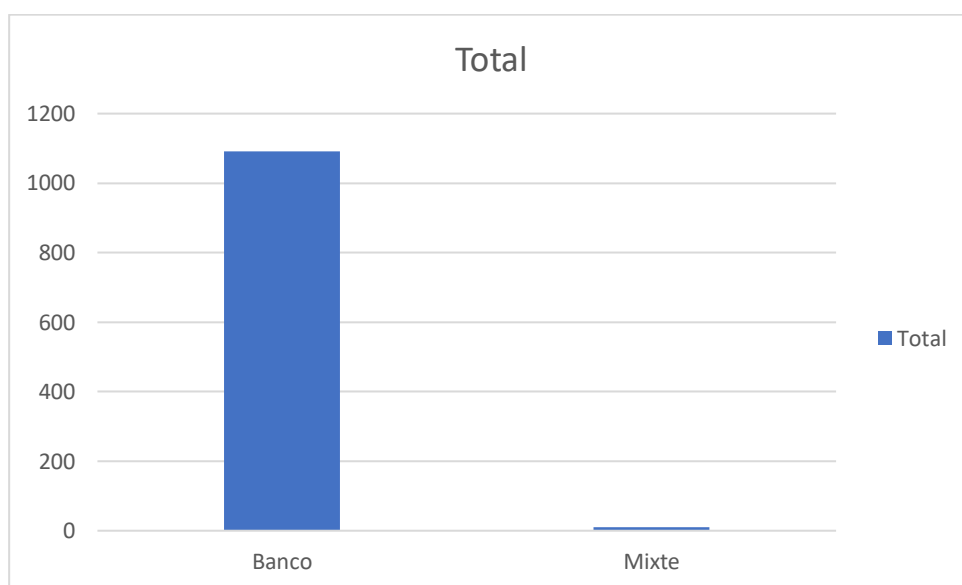


Majorité des maisons sont en banco à Bamako coura

Tableau 19 : BAMAKO COURA BOLIBANA

Bamako Coura Bolibana	Nombre de Concession
Banco	177
Ciment	2
Total général	179

Source : Construction de l'auteur

Figure 36 : BAMAKO COURA BOLIBANA**Tableau 20 : DARSALAM**

Darsalam	Nombre de Concession
Banco	452
Ciment	39
Total général	491

Source : Construction de l'auteur

Figure 37 : DARSALAM

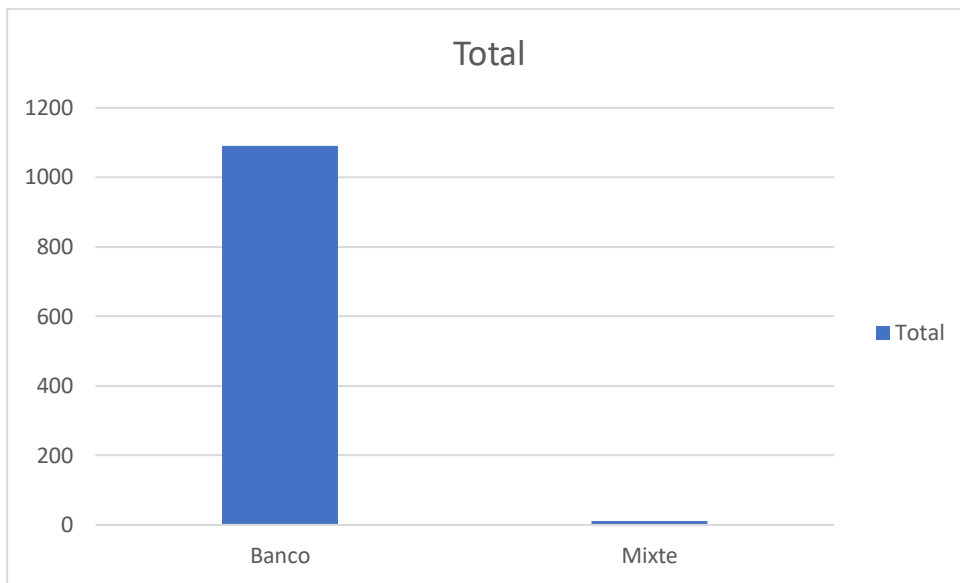
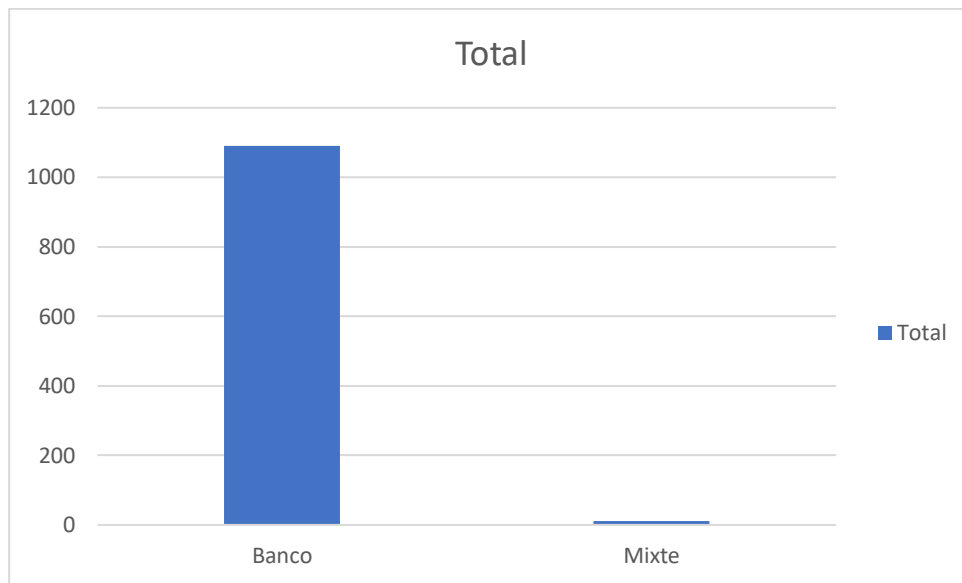


Tableau 21 : DRAVELA

Dravela	Nombre de Concession
Banco	5
Ciment	158
Total général	163

Source : Construction de l'auteur

Figure 38 : Dravela



Source : Construction de l'auteur

Tableau 22 : DRAVELA BOLIBANA

Dravela Bolibana	Nombre de quartier
Banco	232
Ciment	5
Total général	237

Figure 39 : DRAVELA BOLIBANA

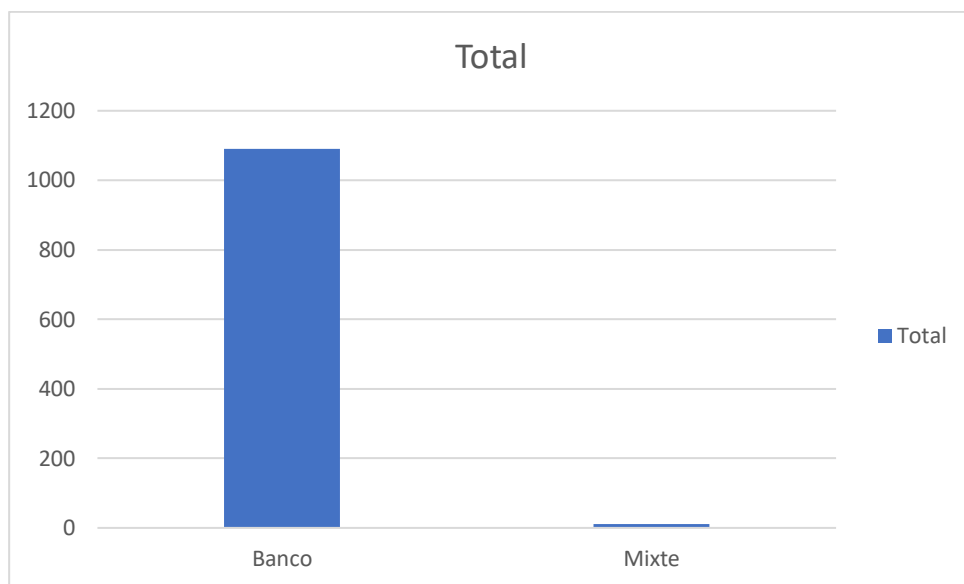


Tableau 23 : KODALABOUGOU

Kodalabougou	Nombre de quartier
Banco	313
Ciment	7
Total général	320

Figure 40 : KODALABOUGOU

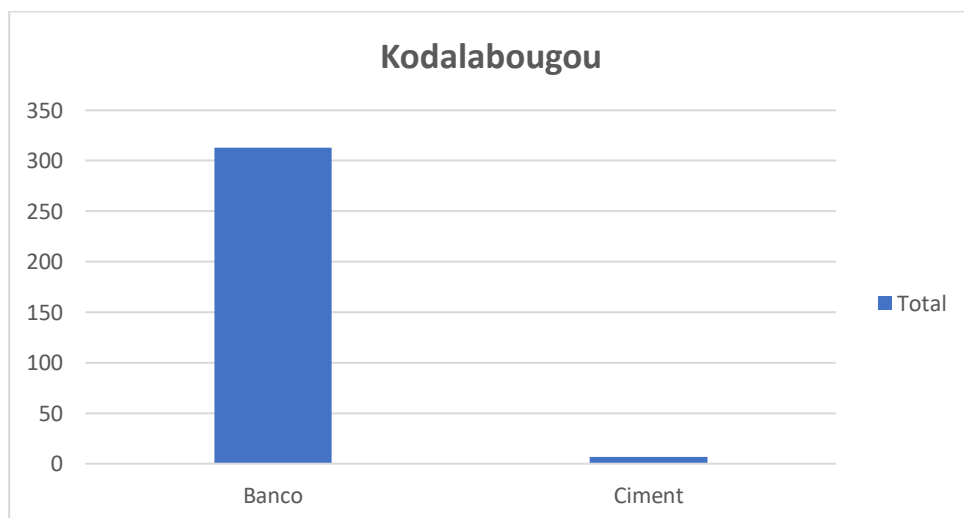
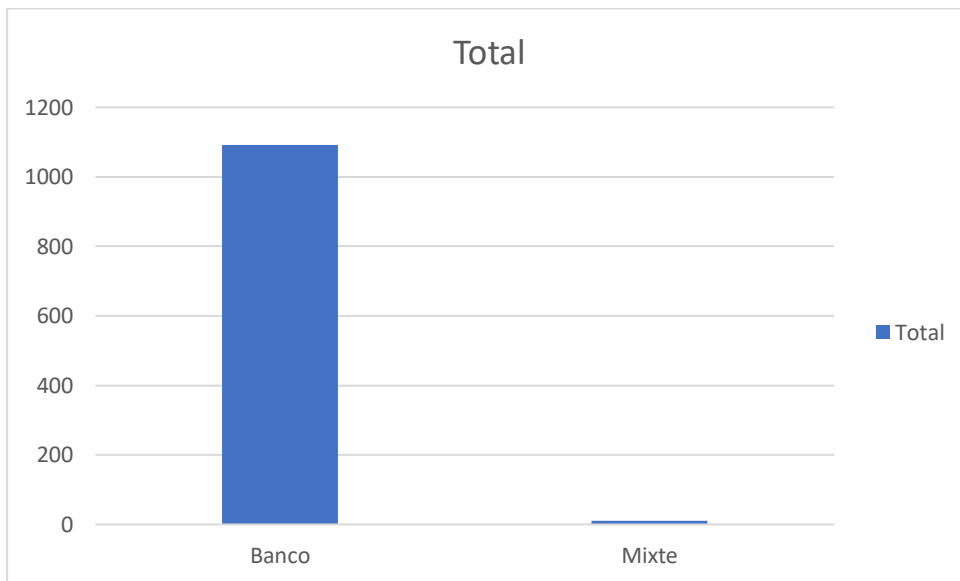


Tableau 24 : Koulouba1

Koulouba1	Nombre de quartier
Banco	672
Ciment	3
Total général	675

Figure 41 : Koulouba1



Source : Construction de l’auteur

Tableau 25 : Koulouba 2

Koulouba 2	Nombre de
Banco	1091
Mixte	11
Total général	1102

Figure 42 : Koulouba 2

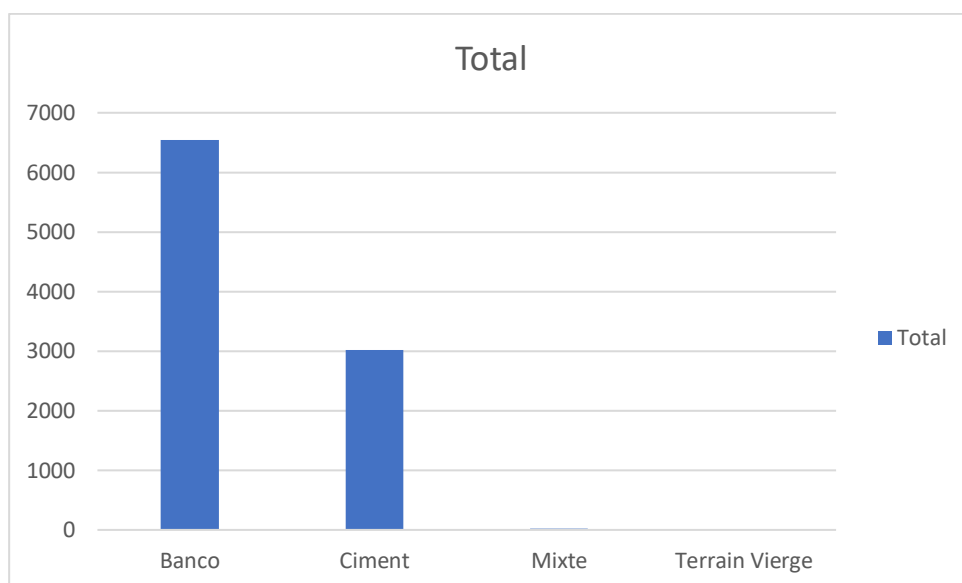
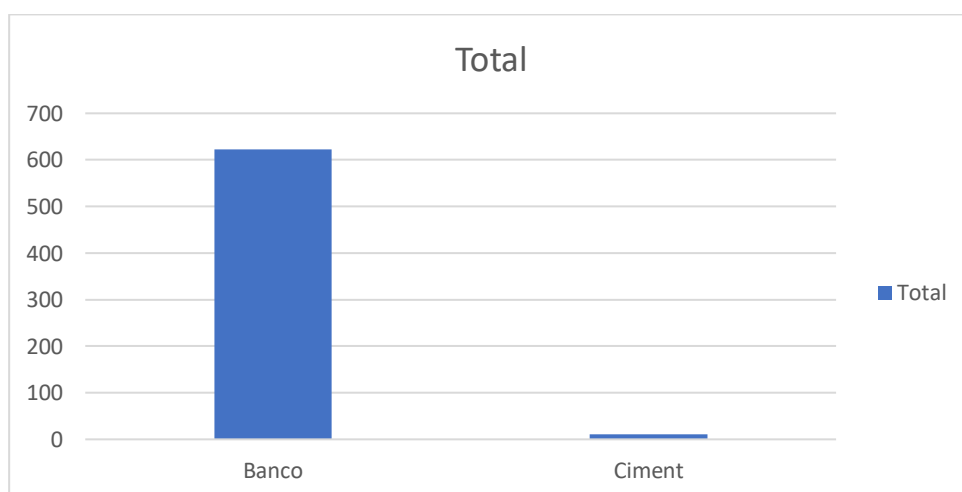


Tableau 26 : Niomiriabougou

Niomiriabougou	Nombre de Concession
Banco	622
Ciment	11
Total général	633

Source : Construction de l'auteur

Figure 43 : Niomiriabougou



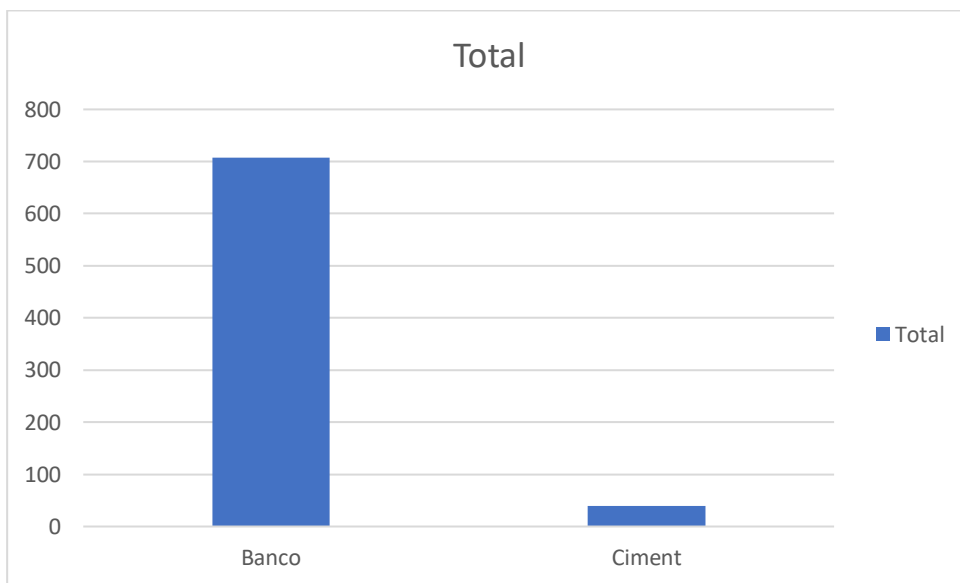
Source : Construction de l'auteur

Tableau 27 : Ntomikorobou

Ntomikorobougou	Nombre de Concession
Banco	707
Ciment	39
Total général	746

Source : Construction de l'auteur

Figure 44 : Ntomikorobou



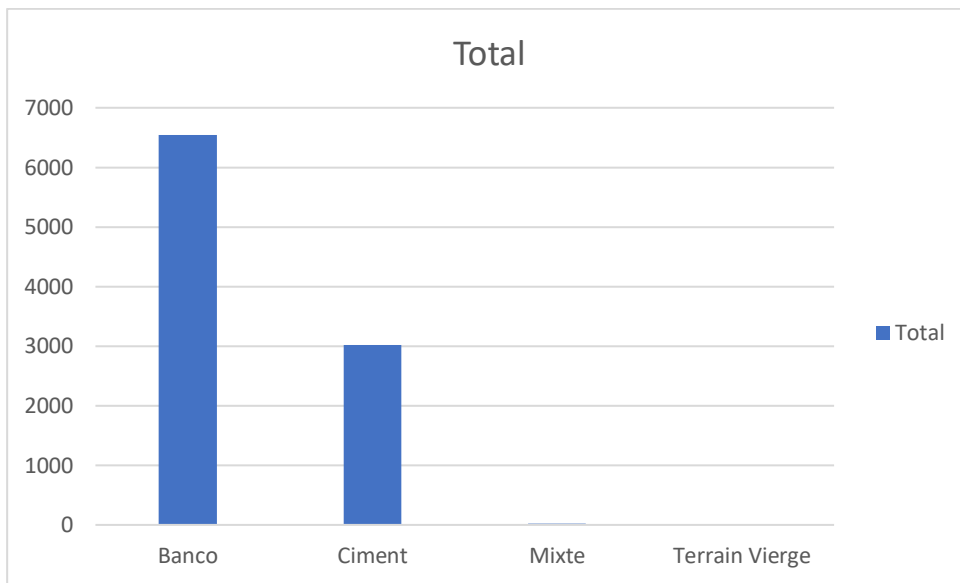
Source : Construction de l'auteur

Tableau 28 : Ouolofobougou

Ouolofobougou	Nombre de Concession
Banco	154
Ciment	13
Total général	167

Source : Construction de l'auteur

Figure 45 : Ouolofobougou



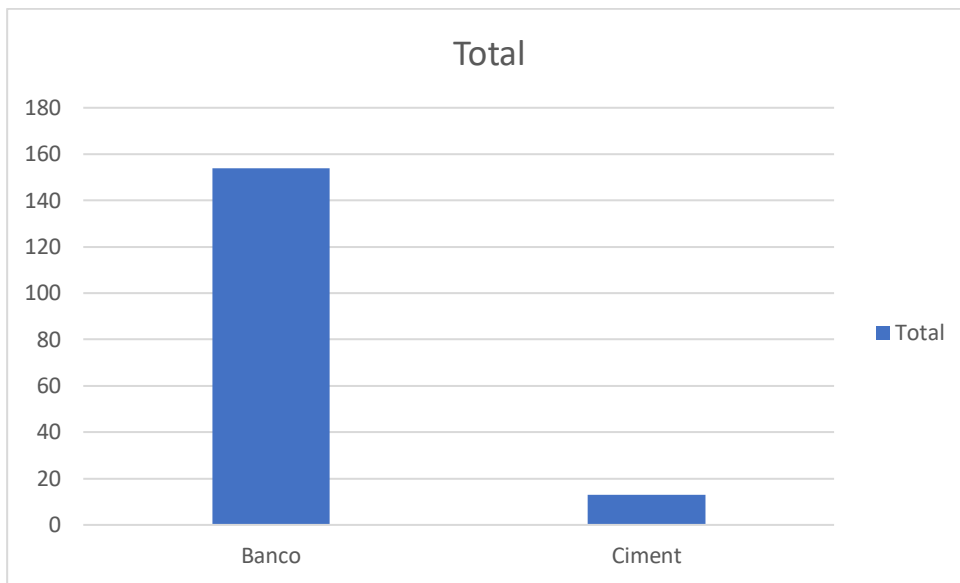
Source : Construction de l'auteur

Tableau 29 : Ouofobougou Bolibana

Ouofobougou	Nombre de Concession
Banco	388
Ciment	41
Total général	429

Source : Construction de l'auteur

Figure 46 : Ouofobougou Bolibana

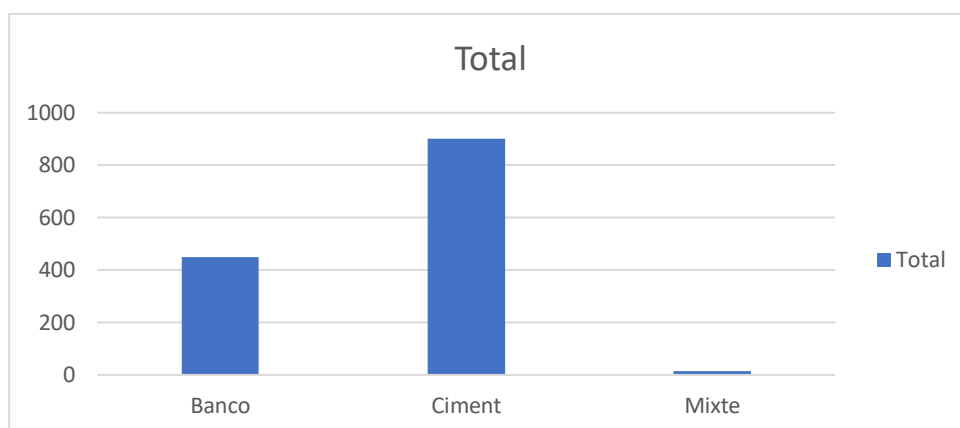


Source : Construction de l'auteur

Tableau 30 : Ouofobougou Bolibana

Point G	Nombre de Concession
Banco	448
Ciment	902
Mixte	15
Total général	1365

Source : Construction de l'auteur

Figure 47 : Ouofobougou Bolibana

Dans ce quartier la plus grande partie des maisons sont construits en ciment

Tableau 31 : Quartier du Fleuve

Quartier du Fleuve	Nombre de Concession
Banco	237
Ciment	9
Total général	246

Source : Construction de l'auteur

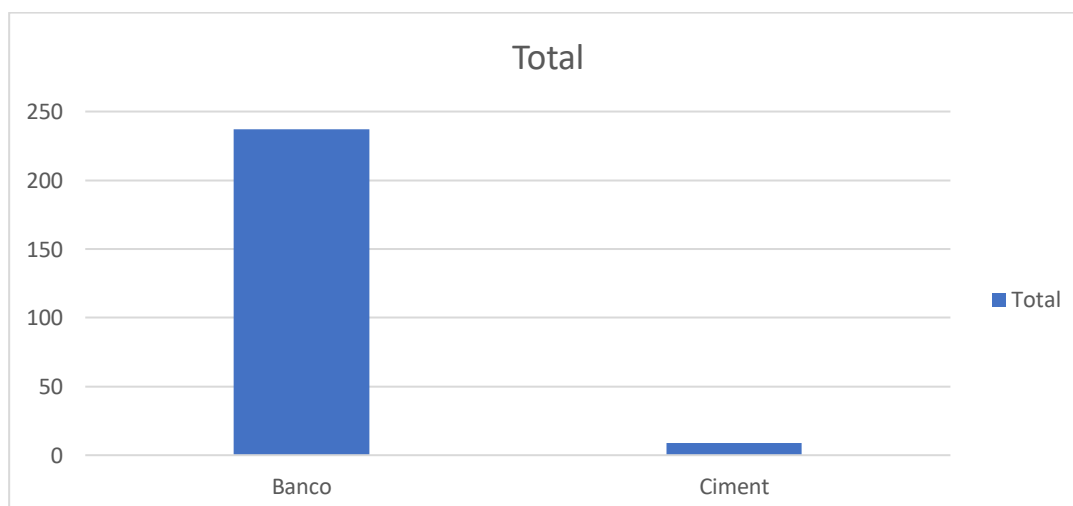
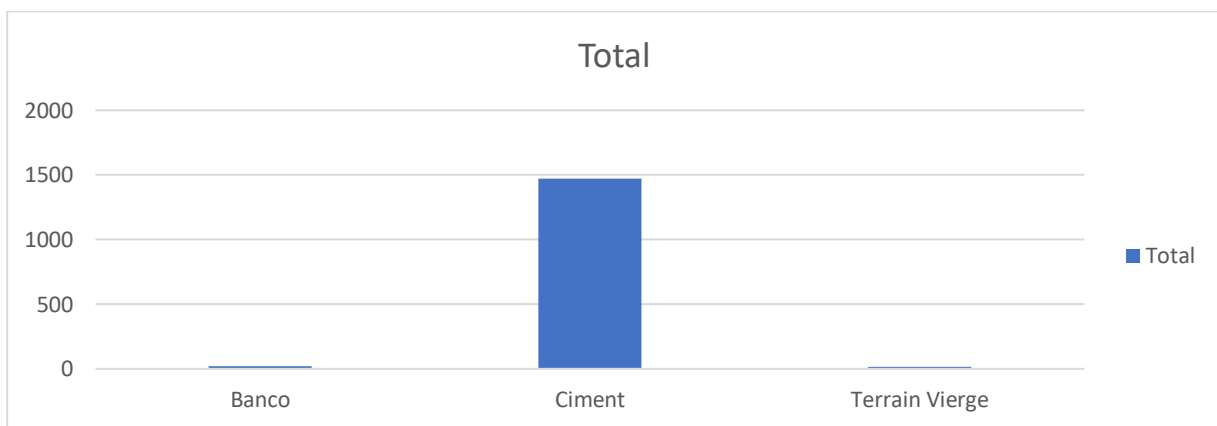
Figure 48 : Quartier du Fleuve

Tableau 32 : Same

Étiquettes de lignes	Nombre de quartier
Banco	20
Ciment	1473
Terrain Vierge	14
Total général	1507

Source : Construction de l'auteur

Figure 49 : Same



C'est un nouveau quartier dont la plus grande maison sont construits en ciment

Source : Construction de l'auteur

4. Discussions

Plusieurs études similaires menées sur notre thématique ont abouti sur les mêmes conclusions. Majoritairement, les auteurs se sont pour la plupart basés sur les données de lotissements existantes pour mettre en place une base de données foncière. De nombreuses études confirment que les SIG se révèlent être l'outil adéquat pour booster la gestion foncière et faire face aux problèmes fonciers dans nos communes : Une étude intitulée « SIG et Gestion informatisée du foncier dans la commune 3 » [7] a eu des résultats proches de la nôtre étude. Cette étude confirme comme la nôtre que les SIG peuvent aider les acteurs du foncier à gérer efficacement les ressources foncières en comparaison aux méthodes classiques de gestion qui ont montré leurs limites. Une autre étude « SIG et gestion du registre foncier urbain la commune 3 » [13] a eu également des résultats proches de notre étude. Cette étude a également confirmé le SIG comme outils améliorant la gestion foncière. L'auteur propose comme élargissement de son étude à la vulgarisation via une interface web mais il ne s'est pas aventuré à le faire. Par contre, une étude sur la périurbanisation et les dynamiques foncières sur le plateau de la commune 3

[14] n'aboutit pas au même résultat que nous. L'auteur estime qu'il ne faut pas mettre en place de nouveaux systèmes et outils de gestions foncière mais qu'il faut plutôt mettre l'accent sur les lois et règlements régissant l'accès à la propriété foncière. Une étude intitulée « Synthèse des études sur le système foncier dans le monde »[20] va dans le même sens que notre étude. Le point de convergence est que l'auteur aboutit à l'utilisation des systèmes d'information géographique pour l'amélioration de la gestion foncière.

5. Conclusion

En somme, dans cet article nous avons présenté l'utilité de la géomatique plus précisément des SIG dans la meilleure gestion du patrimoine foncier à travers deux grands (02) axes : le SIG Urbain en tant que outils efficaces pour le stockage des données foncières et une gestion plus efficace du patrimoine foncier à travers les analyses et la vulgarisation à travers un SIG Web Participatif permettant l'accès et la participation des populations. Pour mener à bien notre travail, nous avons suivi une démarche précise, qui nous a permis de répondre aux besoins de gestion efficace des données foncières à travers un SIG Urbain et aux besoins de conception d'un SIG Web participatif. L'importance d'un tel système réside dans sa capacité de stockage, de traitement et d'analyse des données spatiales dans un premier temps et dans la facilité d'accès à ces données via internet. Un des buts de notre étude est la mise en place d'un SIG urbain, pour avoir une cartographie spatiale de la zone d'étude à travers un SIG afin d'exécuter des requêtes et effectuer des simulations. Ces requêtes permettent de faire des analyses et favorisent donc une meilleure gestion du patrimoine foncier. Ils facilitent aussi les prises de décision dans la commune 3. Le second objectif était de faciliter l'accès à l'information foncière à travers un SIG Web. La gestion urbaine est un processus complexe qui nécessite une base de données conséquente et une grande coordination entre les acteurs du foncier. Dans les pays en voie de développement comme le Mali, cette gestion se heurte à beaucoup de difficultés du fait de manque de moyens financiers et d'initiatives. Pour palier en partie à ces défauts, il est temps de se tourner vers une gestion participative, une gestion qui fait appel à des outils participatifs et inclusifs.

Perspectives

Pour améliorer et favoriser la gestion du patrimoine foncier, il importe d'étendre notre Web à toute la commune 3. Il est important de réaliser des projets SIG de gestion urbaine dans chaque commune pour pouvoir uniformiser les données. Ces dernières nous permettront d'avoir un SGBD disponible au niveau de toutes les communes du pays. Notre base de données et notre interface web peuvent être améliorés grâce à :

- La disponibilité et la saisie de toutes les couches de données spatiales concernant la gestion urbaine (réseau d'assainissement, réseau d'électricité, réseau d'eau potable, réseau de fibre optique.) ;
- La création de symbologie adaptée aux différentes données et thématiques ;
- L'ajout d'autres fonctionnalités à notre interface à travers la version professionnelle.

Il faut cependant veiller à la mise à jour régulière des données pour assurer la pérennité du système. La participation, les capacités individuelles et la coordination ont été identifiées comme des facteurs clés pour améliorer l'efficacité du système de gestion urbaine.

6. Bibliographie

- [1] Assobadjo, M. (2007). Acquisition des terres à Abomey-Calavi : Immersion dans le dédale foncier',. 24H au Bénin (link is external).
- [2] Azon, A. T., Caillie, D. v., & Pichault, F. (2010). Le design des systèmes de contrôle de gestion dans les collectivités locales au Benin: une approche contingente. In Crises et nouvelles problématiques de la Valeur.
- [3] Beguin, M., & Pumain, D. (2009). La représentation des données géographiques. *Statistique et cartographie*. PERSEE, 119-120.
- [4] Bierscenk, T., & Sardan, Z. (2003). Power in the village: Rural Benin between democratisation and decentralisation.
- [5] Boubacar, M. (2020). Présentation et analyse mondiale du rétinoblastome par niveau de revenu national. Groupe d'étude mondial sur le rétinoblastome, 10-45.
- [6] Camara, M. Z. (2010). Problematique de la Mise en Place du Cadastre au Mali. FIG Congress 2010, 1-18.
- [7] Certu. (2006). Wikipedia, 'Abomey-Calavi — Wikipédia', wikipedia.
- [8] Comitas. (1988). Télédétection. Récupéré sur <https://www.etudier.com/dissertations/T%C3%A9l%C3%A9d%C3%A9tection/439834.html>
- [9] Coquillard, H. (1997). Modélisation et simulation d'écosystèmes : des modèles déterministes aux simulations à événements discrets. *PERSEE*, 257-267.
- [10] Dembele. (2023). Dynamique Socio-spatiale de la ville de Bamako et Environs. Normandie Université, 1-25.
- [11] Dembele, S. (2017). Dynamique Socio-spatiale de la ville de Bamako et Environs. Normandie Université, 1-45.
- [12] Diop, F. (2012). Contribution du système d'information géographique (SIG) dans la lecture du problème de l'accès des femmes au foncier rural au Sénégal: Cas des communautés rurales de KeurMomarSarr, Médina Ndiathbé (Vallée et Zone sylvo pastorale).
- [13] Fischer, S. (1993). Le rôle des facteurs macroéconomiques dans la croissance. *Journal d'économie monétaire*, 485-512.
- [14] Guindo, G., Camara, M., & Waigalo, A. (2011). Travaux cadastraux dans les périmètres rizières de l'Office du Niger. Semaine de travail FIG 2011 : Comblant le fossé entre les cultures.
- [15] Hazoume, B. C. (2014). SIG et Gestion foncière dans les collectivités décentralisées : Cas du lotissement de TOUGOUD. Commune d'Abomey-calavi., 35-65.
- [16] Meur, P. (2008). Information foncière, bien commun et ressource stratégique. Le cas du Bénin.
- [17] Pulliat, G. (2007). Etalement urbain et action publique. Université de Paris 1 — UFR de Géographie, 1-107.
- [18] Robin, M. (1995). La télédétection. Des satellites aux systèmes d'information géographique. *PERSEE*, 50-62.
- [19] Rosenfield, G. a.-L. (1986). A Coefficient of Agreement as a Measure of Thematic Classification Accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 223-227.

- [20] Samba. (2017). Entreprise Arcgis, 'A propos des SIG Web-Documentation . 10.
- [21] Sarr, M. A. (2009). Cartographie des changements de l'occupation du sol entre 1990 et 2002 dans le nord du Sénégal (Ferlo) à partir des images Landsa. Open Edition Journal, 33-
- [22] Traoré, Z. (2018). Chronique d'une réforme foncière dans la trajectoire politique du Mali. Revue de l'anthropologie et développement , 48-49.
- [23] Yélian, A. (2020). SIG ET GESTION informatisee DU FONCIER DANS L'Arrondissement de Tori Avame. Commune de TORI BOSSITO.