



**FACULTE DES SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ (FSHS)**  
**LABORATOIRE DE TELEDECTION APPLIQUEE ET DE GEOINFORMATIQUE**  
**(LTAG)**

---

**Année Universitaire : 2023-2024**

**RAPPORT DE STAGE**

En vue de l'obtention du  
**MASTER PROFESSIONNEL EN GEOMATIQUE APPLIQUEE**

**Domaine** : Sciences de l'Homme et de la Société

**Mention** : Géographie

**Spécialité** : Géomatique

**TITRE DU SUJET :**

Mise en place d'une base de données géographique pour la gestion des  
Infrastructures et Equipements Socioprofessionnels (IES) de l'Université de  
Lomé.

Présenté par

**SAGUINTAAH Dira-Bariga**

## **LISTE DES ABREVIATION**

**BD** : Base de Données

**GPS** : Global Positioning System

**IES** : Infrastructures et Equipement Socioprofessionnel

**LTAG** : Laboratoire de Télédétection Appliquée et de Géoinformatique

**MCD** : Modèle Conceptuel de Données

**MLD** : Modèle Logique de Données

**MPD** : Modèle Physique de Données

**PSD** : Plan Stratégique de Développement

**SGBD** : Système de Gestion de Base de Données

**SIG** : Système d'Information Géographique

**SQL** : Structured Query Language (Langage de requête structuré)

**UE** : Unités d'Enseignements

## Table des matières

I.	INTRODUCTION.....	6
1	Problématique .....	7
2	Objectifs du stage.....	8
II.	CADRE DE STAGE.....	9
3	Situation géographique .....	9
3.1	Organigramme de la structure .....	9
III.	GENERALITE SUR LE SUJET TRAITE.....	10
3.2	Activités de la structure .....	9
IV.	METHODOLOGIE, ACTIVITES ET RESULTATS.....	11
4	Méthodologie .....	11
□	Partie 1 : collecte de données.....	11
4.1	Étape 1 : Analyse des besoins.....	11
4.2	Étape 2 : Collecte proprement dite de données .....	11
4.3	Étape 3 : Nettoyage et validation des données .....	11
4.4	Étape 4 : Stockage des données .....	12
□	Partie 2 : Conception de la base de données .....	12
4.5	Etape 1 : Élaboration d'un modèle conceptuel de données .....	12
4.6	Etape 2 : Élaboration d'un modèle logique de données .....	12
4.7	Etape 3 : Élaboration d'un modèle physique de données .....	13
5	Activité.....	13
5.1	Activité 1 : Diagnostique des IES.....	13
5.2	Activité 2 : Conception d'une base de données.....	14
5.2.1	Modélisation des données .....	14
5.3	Activité 3 : élaboration du manuel de formation .....	18
5.4	Activité 2 : formation des agents de terrain et collecte de donnée .....	19
6	Résultat .....	21
V.	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	25
VI.	BIBLIOGRAPHIE .....	26
VII.	ANNEXE.....	27

## REMERCIEMENTS

Les remerciements vont tout d'abord au Professeur Adama Mawulé KPODAR, Président de l'Université de Lomé, qui a marqué son accord pour que cette étude puisse se dérouler sur le site de l'Université de Lomé.

Nous exprimons notre gratitude au Professeur Essohanam BOKO, Directeur de la Recherche et de l'Innovation de l'Université de Lomé, pour avoir autorisé la réalisation d'une enquête de collecte de données sur le campus universitaire de Lomé.

Notre reconnaissance s'étend au Professeur ADJOUSI Pessièzoum, Directeur du Laboratoire de Télédétection Appliquée et de Géoinformatique (LTAG), pour la mise à disposition d'un GPS différentiel, essentiel pour produire des données de haute qualité. Nous sommes également reconnaissants pour l'accès aux locaux du LTAG, ce qui a facilité la formation des agents de collecte de données.

Que dire de plus sur le Professeur Tchaa BOUKPESSI, Directeur adjoint du LTAG et directeur de nos travaux de recherche ? Son rôle d'encadreur et de facilitateur dans les procédures administratives a été important, sans oublier ses encouragements et précieuses instructions.

Ma gratitude s'étend également à Monsieur Ogma Marcellin DANKOMA, mon Directeur de stage, qui a guidé mon travail tout au long de ces trois mois, partageant de nombreux conseils avisés, ainsi qu'à Monsieur Anika ANOUSSOUNGOUME, pour sa disponibilité dans la prise en main du GPS différentiel et du protocole administratif à GEOMADEV.

Nous remercions le Dr. Abalo MABAFI pour avoir fourni des données fondamentales, constituant une base de données préexistante pour l'université.

Un merci chaleureux au Club Géo pour sa participation active dans le succès de cette opération de collecte de données. Je fais une mention spéciale au bureau exécutif du Club Géo.

Je souhaite exprimer ma sincère reconnaissance à tous les 36 agents de collecte de données, tous géographes en deuxième et troisième année de licence, pour leur courage et leur travail bien fait.

## RESUME

Ce rapport décrit un stage effectué dans le cadre du master professionnel en géomatique appliquée, au LTAG de l'Université de Lomé. Bien que le stage ait eu lieu chez GEOMADEV, le suivi des activités a été assuré à distance via l'environnement de travail professionnel Teams.

Les tâches du stage s'articulent autour de trois objectifs principaux : le diagnostic des différentes catégories IES présentes à l'Université de Lomé, la collecte des données relatives à ces IES, et la création d'une base de données géospatiale propre à l'Université de Lomé pour y stocker les données recueillies.

Cette expérience de stage s'est achevée avec succès, offrant une précieuse expérience professionnelle en géomatique plus précisément l'acquisition, l'intégration et la publication des données géographiques. Elle a permis d'approfondir les connaissances techniques en matière d'acquisition et de traitement de données géographiques, de manipulation de grands volumes de données et d'intégrer ces dernières dans un système de gestion de bases de données.

## I. INTRODUCTION :

La thématique traitée lors du stage chez GEOMADEV, découle de mon présent sujet de mémoire de Master en géomatique appliquée. Ainsi, les données et documents présentés dans ce rapport seront en partie repris dans le travail du mémoire. La problématique est liée à la gestion des IES de l'Université de Lomé. La mise en place d'une base de données géographique pour l'Université de Lomé fut la tâche principale de mon stage. Géographiquement, limitée au nord par la rue nommée avenue R.P.T, au sud par le quartier Tokoin Doumasséssé, à l'est par le Boulevard Eyadema, à l'ouest par une rue non dénommée, l'Université de Lomé a une superficie d'environ deux cent quarante-huit (248) hectares.

La gestion efficace des IES universitaires constitue un défi majeur pour l'Université de Lomé en quête d'une meilleure utilisation de ses ressources. La diversité des installations, la croissance de l'institution et les contraintes budgétaires imposent des décisions stratégiques pour optimiser l'utilisation de son espace et patrimoine.

Afin de relever ce défi, il est impératif de recourir à des technologies de pointe qui se révèlent utiles pour améliorer la prise de décision et la gestion des ressources disponibles. Qui dit science géospatiale, dit « donnée ». Pour appliquer les outils de la géomatique à la gestion des infrastructures de l'Université de Lomé, il faut donc des données. Pour avoir les données, il est nécessaire d'inventorier les différents IES observés à l'Université de Lomé, recueillir les caractéristiques descriptives relatives à chaque IES et sa position géographique.

La diversité croissante des IES constitue l'environnement de l'Université de Lomé. Ces IES sont tous localisables (Bordin, 2002) cité par (Youbi, 2019), descriptibles et porteurs d'informations importantes. Pour garantir une gestion efficace de l'espace universitaire et prendre des décisions éclairées, il devient nécessaire de numériser ces objets, créant ainsi une représentation numérique complète du campus. La maîtrise de ces données géoréférencées devient un enjeu central pour gouverner et décider stratégiquement au sein de l'Université de Lomé. L'application des systèmes d'information géographique (SIG) devient alors cruciale pour exploiter pleinement ces données (Youbi, 2019), facilitant la prise de décisions informées et la gestion optimale des ressources disponibles. Au fil des années, les systèmes d'information géographique (SIG) ont émergé comme des outils essentiels dans divers secteurs, notamment la gestion territoriale et patrimoniale (Yalew et al., 2016 ; Manel, 2022). Ces technologies ont confirmé leur position en tant que solutions performantes, facilitant la cartographie, l'analyse spatiale, et la prise de décision dans des contextes variés. Que ce soit pour la planification

urbaine, la préservation du patrimoine, les SIG offrent une approche sophistiquée et efficace pour comprendre et optimiser l'utilisation du territoire ; par conséquent, l'application de ces outils SIG à l'université de Lomé sera un chemin vers une gouvernance durable. Nous constatons la valeur ajoutée des SIG dans la prise de décision et leur potentiel à transformer la gestion et la gouvernance du territoire de l'Université de Lomé. Ce rapport, en détaillant la procédure de mise en place d'une base de données géographique pour l'Université de Lomé, vise non seulement à contribuer à une meilleure gestion des ressources mais aussi à poser sa touche vers une gouvernance territoriale universitaire durable et optimisée. Cette introduction pose les bases de notre travail et précède le développement des méthodologies employées, les résultats obtenus ainsi que des recommandations proposées.

## 1 Problématique

La gestion des infrastructures à l'Université de Lomé fait face à des contraintes multiples telles que la diversité des installations, la croissance continue de l'institution, les défis financiers et l'augmentation des demandes en matière d'efficacité et de durabilité. L'université est confrontée à ces défis parce qu'elle manque de données précises sur lesquelles baser ses décisions. Depuis sa création en 1970, la base de données géospatiale de l'Université de Lomé est incomplète et imprécise. Ceci rend difficile une planification efficace. Il est nécessaire d'avoir une base de données hébergeant la réalité spatiale du campus et interrogeable en fonction des besoins. Il est donc important pour la gouvernance, de recenser et d'immatriculer toutes les infrastructures afin de mieux les identifier. En effet, gouverner, c'est avoir le contrôle sur son espace et disposer de l'information nécessaire. Il apparaît primordial d'avoir un plan de développement spatial cohérent, qui puisse doter le Campus de différentes infrastructures pédagogiques, administratives, coopératives, socioculturelles et récréatives suffisantes et capables de s'étendre dans le temps et dans l'espace pour répondre aux besoins sans cesse galopants (PSD 2021-2025). La phrase précédente est tirée du PSD 2021-2025, elle révèle le désir de l'université de disposer d'un plan de développement spatial cohérent et d'établir une gouvernance infrastructurelle. Le PSD 2015-2020 fut un succès avec la sectorisation spatiale de l'université de Lomé en pôle thématique. L'aménagement du domaine de l'Université de Lomé s'est basé sur un plan de développement spatial cohérent qui se veut de doter le campus d'un zonage destiné à accueillir des infrastructures relatives à l'amélioration de la vie universitaire. Il s'est ainsi tourné vers une réorganisation du domaine de l'Université de Lomé en pôles thématiques pour tenir compte de l'occupation actuelle et des projections d'implantations futures trouvant leur socle dans un système de zonage bien planifié (PSD 2021-2025). Lisant le PSD 2021-2025

il est constaté que la gouvernance spatiale est au cœur des programmes de développement de l'université de Lomé. Ce qui signifie que le problème est ressenti et l'occasion est donnée à tous d'apporter sa pierre à l'édifice. Dans cette étude, nous nous trouvons utile la mise en place d'une base de données géospatiale qui emboîte les Plans Stratégiques de Développement (PSD) adopté par l'Université de Lomé. Selon le Professeur Dodzi Komla KOKOROKO, le PSD 2015-2020 fut une belle expérience rempli d'enseignement et se réjouit des avancées notables et des transformations majeures apportées dans la gouvernance de notre université au triple plan pédagogique, académique et infrastructurel. Un nouveau cycle s'ouvre désormais, car l'œuvre doit être consolidée de façon continue et pérennisée (PSD 2021-2025). Pour réussir à pérenniser l'œuvre et à le garder en maîtrise, il faut que les changements et transformations de l'espace universitaire soient stockés dans une base de données géospatiale. La base de données est la mémoire, elle retrace l'histoire et une analyse des données stockées permet de planifier les années à venir. Avec une base de données, il est possible de répondre aux questions : où ? quand ? comment ? combien d'IES dispose l'université ?

La mise en place et l'exploitation d'une base de données géospatiale pour l'Université de Lomé, comme exposé précédemment, mettent en lumière un chemin ambitieux vers une gestion plus efficace et une planification proactive des infrastructures universitaires. Ce projet ne se limite pas seulement à une amélioration technique ou à une simple collecte de données ; il s'inscrit dans le cadre du stage avec un objectif précis.

## 2 Objectifs du stage

L'objectif premier du stage est d'appliquer de manière concrète les connaissances acquises lors des enseignements reçus au LTAG dans un cadre professionnel. Dans le cas présent, le stage a permis d'appliqué spécifiquement les connaissances reçues dans les UE suivant : gestion de base de données géographiques, intégration et publication des données géographiques, droit, normes et standards de l'information géographiques, les techniques de positionnement (Géopositionnement), conception et déploiement de SIG, la télédétection et la programmation informatique.

Le travail se déroule dans deux environnements distincts. Une partie a lieu en ligne dans l'environnement de travail Teams où a lieu les rencontres avec mon maître de stage pour le suivie des activités. L'autre partie se déroule sur le terrain à l'Université de Lomé, en allant à la rencontre des autorités de l'UL pour obtenir l'autorisation de collecter des données mais aussi de travailler sur le terrain avec pour but de :



- Diagnostiquer les types d'IES observés à l'UL.
- Collecter les données relatives aux IES
- Créer une base de données géospatiale propre à l'Université de Lomé et stocker les données collectées.

## II. CADRE DE STAGE

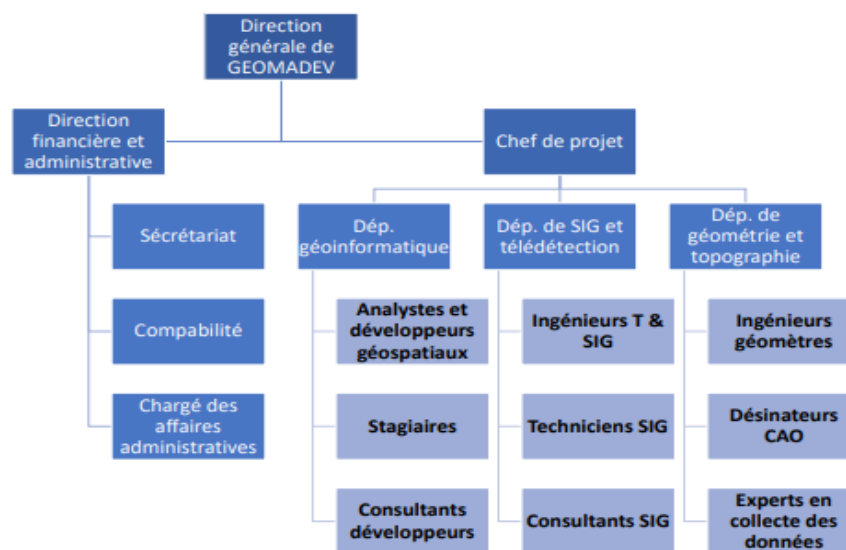
### A. Présentation de la structure

### 3 Situation géographique

GEOMADEV est une entreprise fondée en 2021. Elle est spécialisée dans le développement des solutions géomatiques. Elle est située à Lomé au quartier Bè rue AGOTE joignable au +228 91 44 77 60.

#### 3.1 Organigramme de la structure

GEOMADEV est structuré en une organisation hiérarchique qui s'articule autour d'une Direction générale, sous laquelle se déploient deux branches principales. D'une part, la Direction financière et administrative supervise les opérations de gestion quotidienne, avec des fonctions telles que le secrétariat et la comptabilité, et s'étend jusqu'aux stagiaires, soulignant un soutien administratif à plusieurs niveaux. D'autre part, la branche de gestion de projet, dirigée par le chef de projet, se divise en quatre départements spécialisés : géoinformatique, SIG et télédétection, géométrie et topographie, ainsi que dessinateurs CAO. Chacun de ces départements inclut à la fois des ingénieurs, des techniciens, des consultants et des experts, formant un écosystème de compétences techniques pointues. ci-dessous l'organigramme.



**Figure 1 :** Organigramme de GEOMADEV.

### 3.2 Activités de la structure

GEOMADEV propose une gamme complète de services géomatiques, notamment la cartographie numérique, la topographie, la modélisation 3D, la photogrammétrie, la numérisation de plans et la gestion des données géospatiales. Grâce à son expertise technique et à l'utilisation de technologies de pointe, GEOMADEV est en mesure de fournir des solutions sur mesure pour répondre aux besoins spécifiques de ses clients.

En outre, l'entreprise offre des services de SIG pour aider les clients à collecter, stocker, analyser et visualiser des données géospatiales complexes. Les solutions SIG de GEOMADEV sont appliquées dans plusieurs domaines, tels que la gestion de l'environnement, la planification urbaine, l'agriculture de précision, la gestion des ressources naturelles et la sécurité publique.

### III. GENERALITE SUR LE SUJET TRAITE

Les bases de données en géomatique jouent le rôle d'entrepôts où l'on conserve précieusement les données contenant des informations géographiques. Ces données peuvent concerner tout ce qui est localisable géographiquement, comme les routes, les bâtiments, les parcelles de propriétés etc. Il existe différents types de bases de données, chacun adapté à des besoins spécifiques en termes de stockage, d'organisation et d'accès aux données. Pour gérer ces bases de données, on utilise ce que l'on appelle des systèmes de gestion de bases de données (SGBD), ce sont des outils informatiques qui facilitent la création, la manipulation et l'interrogation des données. Il existe différents types de base de données à savoir les bases de données hiérarchiques, les bases de données réseau, les bases de données orientée objet, les bases de données relationnelles, les bases de données non relationnelle (NoSQL). Chaque type de base de données s'applique à des systèmes de gestion de base de données adéquat. Pour notre application nous avons choisi le modèle de base de données relationnel et le système de gestion de base de données PostgreSQL. Ce choix par ce qu'il permet de structurer des données en table.

Les données sont stockées dans des tables, constituées de lignes et de colonnes. Chaque ligne représente un enregistrement individuel, et chaque colonne représente un attribut ou une caractéristique de cet enregistrement. Cette structure facilite l'organisation et la recherche d'informations spécifiques. Le nombre de colonnes et leur type de données sont définis à l'avance. Cela permet de garantir la cohérence et l'intégrité des données, ce qui est important pour une meilleure application.

Les tables peuvent être liées entre elles par des clés communes, permettant de créer des relations entre les données. Cela offre une grande flexibilité pour modéliser des structures de données complexes.

Le langage SQL est utilisé pour interroger et manipuler les données dans les bases de données relationnelles. Ce langage standard facilite l'apprentissage et l'utilisation de ces bases de données.

En somme, dans le domaine de la géomatique, les bases de données et leurs systèmes de gestion constituent des outils essentiels pour collecter, stocker, organiser, et analyser les données spatiales, permettant ainsi de répondre à des questions complexes sur notre environnement et d'assister à la prise de décisions stratégiques. Les bases de données relationnelles sont conseillées en géomatique car elles organisent les données de manière cohérente et prédéfinie, ce qui facilite leur gestion et leur utilisation.

#### IV. METHODOLOGIE, ACTIVITES ET RESULTATS

##### 4 Méthodologie

Voici ci-dessous la méthodologie suivie pour aboutir au livrable.

##### ❖ Partie 1 : collecte de données

###### 4.1 Étape 1 : Analyse des besoins

- Identification des IES à collecter.
- Définition des informations(caractéristiques) à collecter pour chaque IES.

###### 4.2 Étape 2 : Collecte proprement dite de données

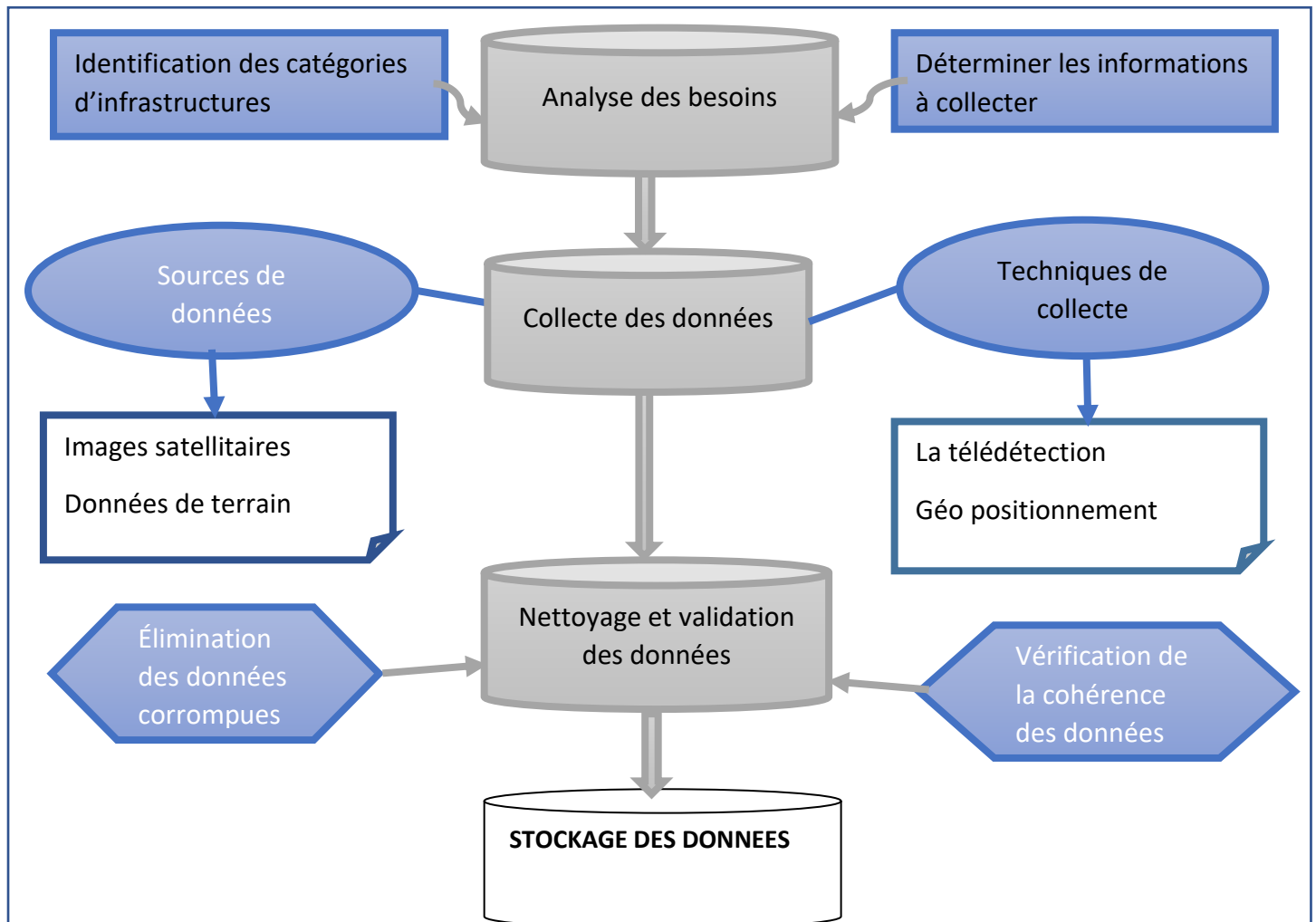
- Utilisation d'une variété de sources de données, notamment :
  - Données primaires (enquête sur terrain)
  - Données secondaires(documents)
- Utiliser des techniques de collecte de données appropriées, notamment :
  - La télédétection (l'orthophoto Google earth)
  - Géo-positionnement (GPS différentiel Arrow Gold)
  - Les enquêtes sur le terrain (utilitaire Qfield)

###### 4.3 Étape 3 : Nettoyage et validation des données

- Élimination des données erronées ou incomplètes (par le langage de programmation python)

#### 4.4 Étape 4 : Stockage des données

- Stocker les données dans une base de données géospatiale.



**Figure 2 :** Illustration de la méthodologie d'acquisition de données.

#### ❖ Partie 2 : Conception de la base de données

##### 4.5 Etape 1 : Élaboration d'un modèle conceptuel de données

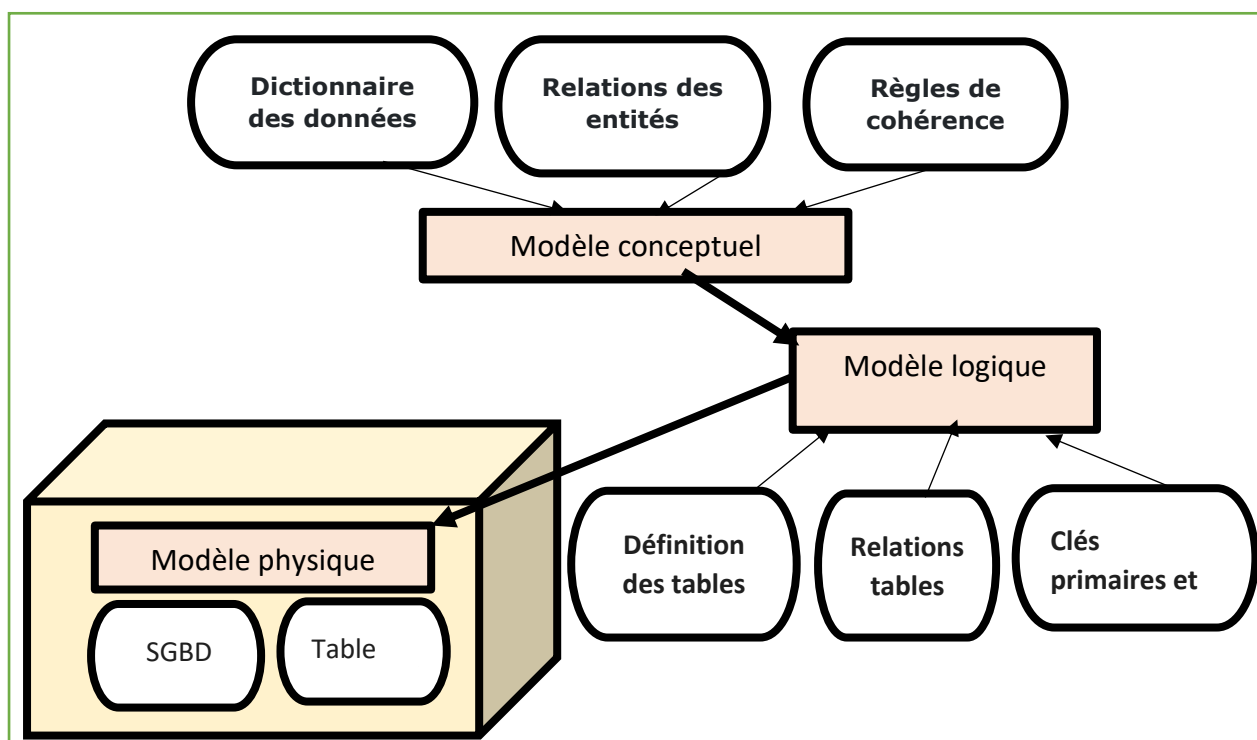
- Dictionnaire des données
- Formalisme Entité-Relations-Cardinalité

##### 4.6 Etape 2 : Élaboration d'un modèle logique de données

- Définition des tables
- Relations des tables
- Clés primaires et secondaire

#### 4.7 Etape 3 : Élaboration d'un modèle physique de données

- Les tables hébergées dans le système de gestion de base données PostgreSQL



**Figure 3 :** Illustration de la méthodologie de création de la base de données.

## 5 Activité

### 5.1 Activité 1 : Diagnostic des IES

Après avoir parcouru l'environnement de l'Université de Lomé durant les deux premières semaines de janvier 2024, nous avons diagnostiqué les IES listés dans le tableau suivant dans le cadre de cette étude. Il existe d'autres éléments qui n'ont pas été pris en compte, tels que le réseau de distribution d'eau potable et le réseau électrique enfoui.

Les IES à géométrie POINT	Les IES à géométrie POLYGONE	Les IES à géométrie LIGNE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eclairage</li> <li>- kiosque</li> <li>- Poubelle</li> <li>- Fosse Septique</li> <li>- Camera</li> <li>- Toilette Isolé</li> <li>- Point d'Eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aire de Stationnement</li> <li>- Aire de Repos</li> <li>- Bassin d'Orage</li> <li>- Aire de Loisir</li> <li>- Trame Verte</li> <li>- Voirie</li> <li>- Bâtis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clôture</li> <li>- Passerelle</li> </ul>

- Télécommunication	- caniveau	
- Reposer	- Limite UL	
- Panneau	- zone (pôle thématique)	
- Station Météo		
- Arbre Reboisé		
- Arbre Isolé		

**Tableau 1 :** Liste des IES diagnostiqués

## 5.2 Activité 2 : Conception d'une base de données

### 5.2.1 Modélisation des données

#### 5.2.1.1 Élaboration du modèle conceptuel de donnée

Dans cette phase, nous nous concentrons sur la création d'une structure appropriée pour la base de données qui permettra d'optimiser efficacement les analyses de données. Le (MCD a été élaboré à l'aide du logiciel Vertabelo, en suivant le formalisme Entité-Association. Ce modèle prend en compte les éléments suivants : les entités, les associations et les cardinalités. Les IES sont considérés comme des entités. Une entité peut être un objet physique, comme par exemple un bâtiment, ou un concept, tel que les pôles thématiques (découpage zonal de l'Université de Lomé) de l'Université de Lomé. Les relations entre ces entités sont représentées par les associations que nous pouvons établir entre les différents IES. En modélisant la réalité de l'Université de Lomé, nous constatons que les bâtiments se situent dans la limite géographique de l'Université de Lomé et se trouvent obligatoirement dans un pôle thématique. L'entité « éclairage » peut être liée à une route ou à une aire de stationnement, par exemple. De même, l'entité « panneau » (signalisation) peut se trouver dans l'entité « voirie » ou dans l'entité « aire de stationnement ». La cardinalité indique le type de relation entre les entités. Les cardinalités principales dans la modélisation de base de données sont : un à un, un à plusieurs, ou encore plusieurs à plusieurs. Pour définir une cardinalité, on se pose la question : combien de fois l'entité « panneau » peut-elle se trouver dans l'entité « aire de stationnement » ? Si la réponse est une seule fois, dans ce cas, la cardinalité est d'un à un. Si une aire de stationnement peut avoir plusieurs panneaux, la cardinalité sera donc d'un à plusieurs. Et si une aire de stationnement peut avoir plusieurs panneaux et qu'un panneau pourrait se retrouver simultanément dans plusieurs aires de stationnements (ce qui n'est pas possible dans la réalité de l'Université de Lomé), nous sommes dans une situation de cardinalité de plusieurs à plusieurs. C'est avec ce formalisme que le modèle conceptuel a été réalisé de manière à offrir une représentation conceptuelle fidèle de la réalité de l'Université de Lomé. Il existe également la notion d'attribut, qui représente les caractéristiques descriptives de chaque entité (IES). Il y

a deux types d'attributs : les attributs alphanumériques, qui fournissent une description de l'IES, et les attributs graphiques, qui décrivent la géométrie de l'IES. Avec le logiciel de modélisation Vertabelo, le MCD peut générer automatiquement le MLD.

#### 5.2.1.2 *Élaboration du modèle logique de donnée*

Le modèle logique de données, dans le contexte de la modélisation des IES de l'Université de Lomé, fait suite au MCD et sert de pont entre ce dernier et le modèle de données physiques qui sera mise en œuvre. Alors que le MCD se focalise sur la structure des données en identifiant les entités et les relations entre elles, le modèle logique de données intègre des aspects techniques spécifiques au SGBD. L'outil Vertabelo a permis de définir le type de chaque attribut (entier, chaîne de caractères, date, etc.), les contraintes (comme les attributs ne pouvant être nuls, les valeurs uniques, etc.), ainsi que les index pour améliorer les performances des requêtes.

Le modèle logique spécifie les tables telles que « Bâtis », « Eclairage », « Camera » etc. Chaque table contient des colonnes adaptées à la nature de l'information qu'elle doit stocker, par exemple la table « Bâtis » inclut des colonnes suivantes : nom, aire, catégorie, etc.

Exemple du MLD pour l'entité « Reposoir » tiré de la modélisation avec le logiciel Vertabelo.

Attribute name	Type	Is mandatory	Is primary identifier	Description
id	Integer	yes	yes	
nom	Varchar(20)	yes	no	
latitude	ShortFloat	yes	no	
longitude	ShortFloat	yes	no	
fonctionnel	Boolean	yes	no	
date_creation	Date	no	no	
secteur	Varchar(20)	yes	no	
type	Varchar(20)	yes	no	
nombre_place	Integer	yes	no	
materiel	Varchar(40)	yes	no	
image	Varchar(70)	no	no	

commentaire	Text(300)	no	no	
date_mise_a_jour	DateTime	yes	no	
agent_collecteur	Varchar(40)	yes	no	
date_collecte	DateTime	yes	no	
geometrie	LongFloat	yes	no	

**Tableau 2 :** Extrait du modèle logique de donnée (cas de l'entité « Reposoir »).

Les relations entre ces tables sont définies par les clés étrangères, établissant des liens logiques qui reflètent les associations et dépendances entre les entités du monde réel. Par exemple, un « reposoir » serait lié à sa « zone UL » par une clé étrangère pointant vers la table « zone\_UL ». L'exemple de Relation « Reposoir\_zone\_UL » avec le logiciel Vertabelo ci-dessous est une clé étrangère c'est-à-dire qu'un ou plusieurs reposoirs peuvent se trouver dans une « zone\_U ».

<b>zone_UL</b>	<b>1..*</b>	<b>Reposoir</b>
	<->	

**Tableau 3 :** Exemple de clé étrangère pointant vers « zone\_UL » de « Reposoir ».

Le modèle logique sert ainsi de guide détaillé pour la création de la base de données physique.

#### 5.2.1.3 Élaboration du modèle physique de donnée

Le MPD est la dernière étape de conception avant la mise en œuvre réelle de la base de données.

Le modèle physique détaille la structure exacte de la base de données, y compris les tables, les colonnes (avec types de données et longueurs), les contraintes (comme les clés primaires, les clés étrangères, les contraintes d'unicité, etc.), les index pour optimiser les performances, et d'autres éléments techniques spécifiques à PostgreSQL.

Column name	Type	Properties	Description
id	int	PK	
nom	varchar(70)		
theme	varchar(70)		
latitude	float		
longitude	float		
aire	decimal(40,2)		



geometrie	multipolygon		
Limite_Geographique_UL_id	int		

**Tableau 4 :** Extrait du modèle physique de donnée pour l'entité « Zone\_UL ».

Pour chaque table, les attributs sont transformés en colonnes avec des types de données spécifiques à PostgreSQL, tels que `VARCHAR` (pour les chaînes de caractères), `INTEGER` (pour les nombres entiers), `BOOLEAN` (pour les valeurs vrai/faux), `DATE`/`TIMESTAMP` (pour les dates et heures), et `GEOMETRY` (pour les données graphique).

Voici comment se présente le script SQL généré par le modèle physique sous PostgreSQL :

```
-- Table: Eclairage
CREATE TABLE Eclairage (
  id int NOT NULL,
  nom varchar(20) NOT NULL,
  latitude float NOT NULL,
  longitude float NOT NULL,
  fonctionnel boolean NOT NULL,
  energie varchar(20) NOT NULL,
  secteur varchar(20) NOT NULL,
  date_creation date NULL,
  image_facade varchar(70) NULL,
  commentaire longtext NULL,
  date_collecte datetime NOT NULL,
  date_mise_a_jour datetime NOT NULL,
  agent_collecteur varchar(40) NOT NULL,
  geometrie point NOT NULL,
  zone_UL_id int NOT NULL,
  Aaire_de_Stationnement_id int NULL,
  Aire_Loisir_id int NULL,
  Bassin_Retention_Eau_id int NULL,
  CONSTRAINT Eclairage_pk PRIMARY KEY (id)
);
```

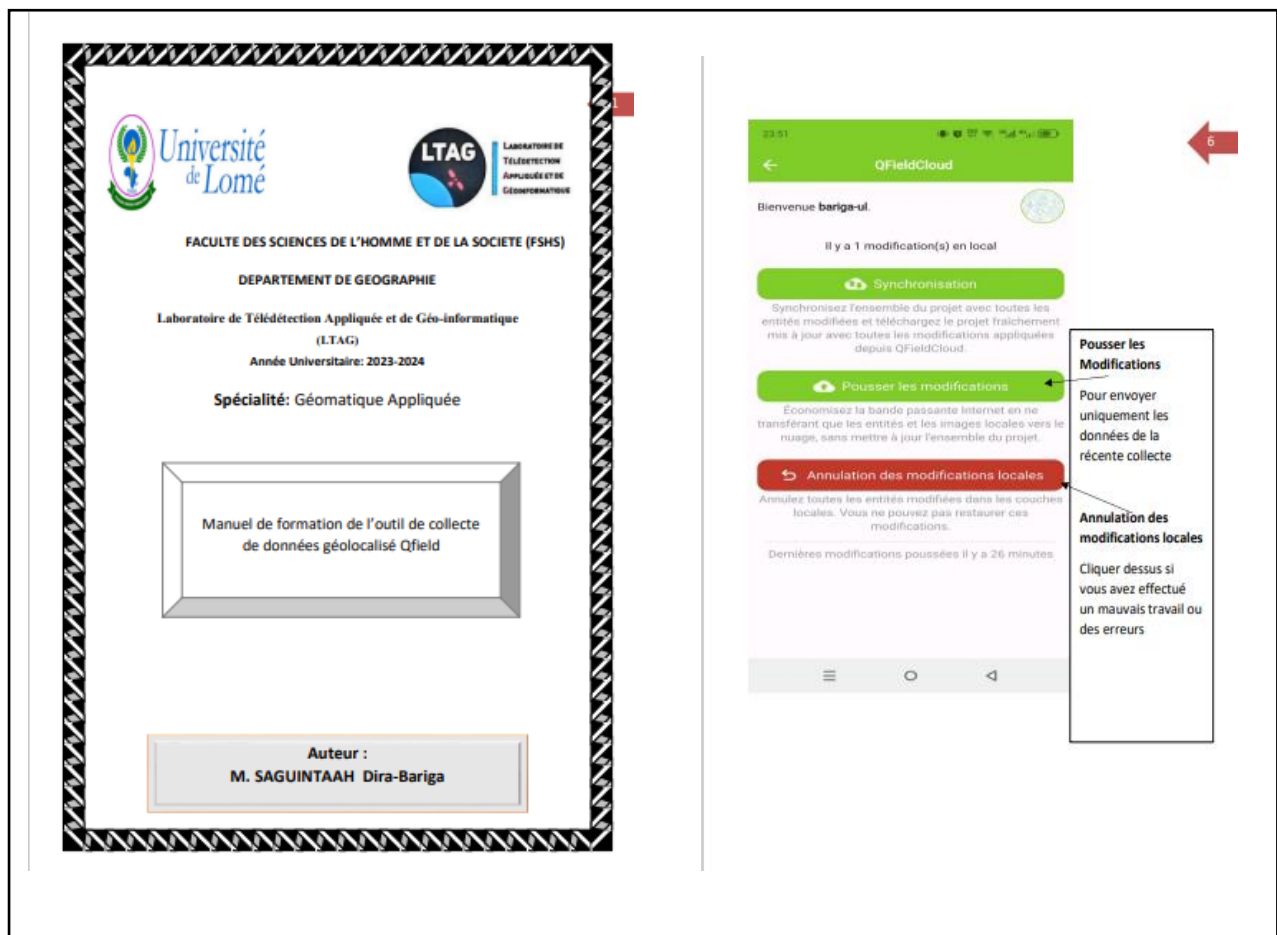
**Figure 4 :** Exemple de script SQL généré par le MPD avec le logiciel Vertabelo.

Après que nous avons créé la base de données, la tâche suivante était de concevoir et déployer le questionnaire de collecte de donne par l'outil professionnel de collecte de donne Qfield

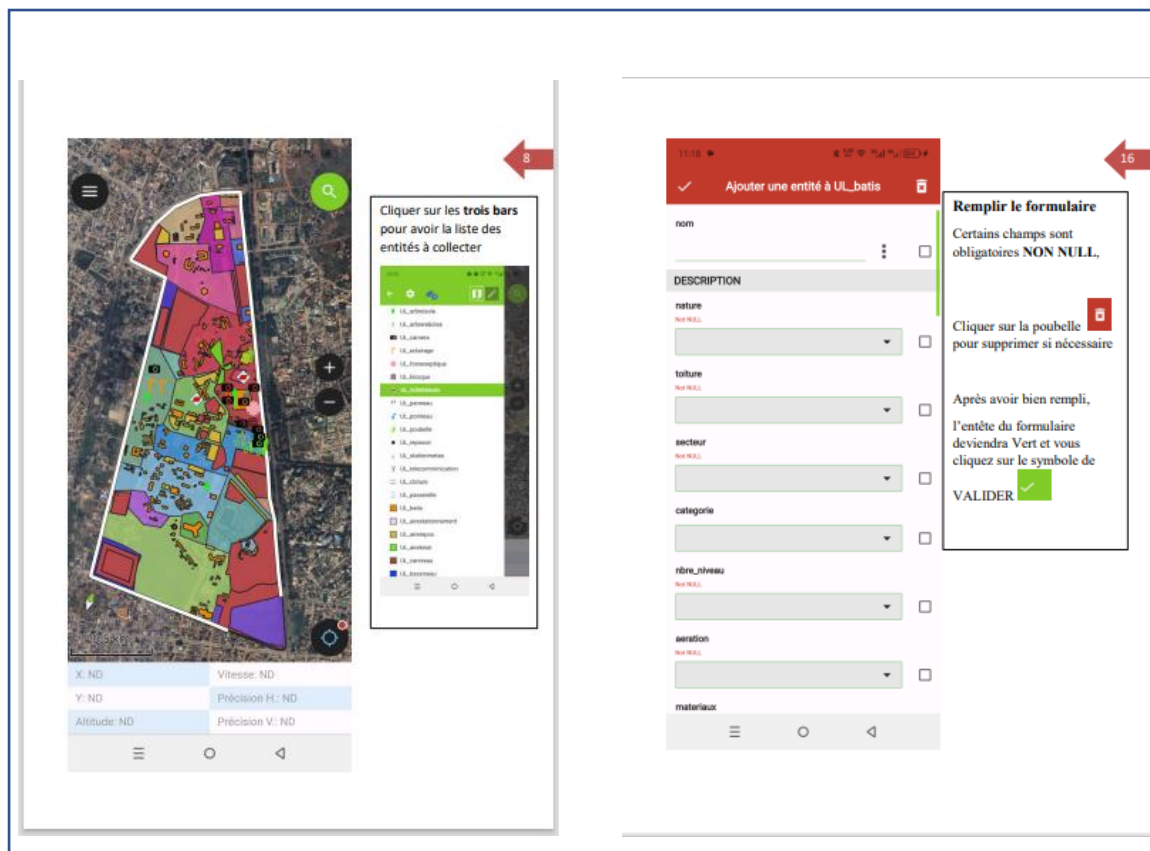
propre au logiciel de de Système d'Information Géographique QGIS. Après la conception, un manuel de formation a été élaboré pour instruire les agents de collecte de données.

### 5.3 Activité 3 : élaboration du manuel de formation

Un manuel de formation instructif et pratique de 36 pages au format A5 a été élaboré et mis à la disposition de tous les agents collecteurs. L'outil de collecte, Qfield, a été choisi de manière à permettre une collecte relationnelle et spatiale. Dans ce manuel, les illustrations ont été insérées pour permettre aux agents collecteurs de comprendre, maîtriser et utiliser l'application professionnelle de collecte de données Qfield.



**Figure 5-A:** Quelques figures d'illustration du manuel de formation.



**Figure 5-B:** Quelques figures d'illustration du manuel de formation.

#### 5.4 Activité 2 : formation des agents de terrain et collecte de donnée

Étaient présents à cette formation l'étudiant SAGUINTAAH Dira-Bariga en qualité de formateur et coordinateur du projet, les 09 membres du bureau du club Géo de l'université de Lomé et les 36 agents collecteurs de grade L2 et L3 mention géographie. La formation s'est déroulée dans une approche participative dans les locaux du LTAG.



**Image 1 :** Image prise lors de la formation des agents de collecte de données.

Cette période de quatre jours de formation a été marquée par deux jours de théorie et deux jours de pratique. Au cours des deux premiers jours, nous avons parcouru le manuel de formation, suivi de l'installation de l'application Qfield sur mobile et le déploiement du projet test pour la pratique. Cette période de 2 jours de théorie a permis aux étudiants participants d'avoir des connaissances de base sur l'application Qfield pour une meilleure opération de collecte. Les deux jours suivants ont été consacrés à la pratique, période à laquelle tous les agents étaient envoyés sur le terrain pour le test et en même temps confronter la réalité du terrain. Cette période sur le terrain a permis aux agents collecteurs d'affronter des difficultés et d'apprendre de leurs erreurs, mais également de revenir avec des suggestions. La formation s'est achevée le 16 Mars 2024 à 15h, soit une durée de 16h de formation. Le 18 Mars 2024, à 11h30, a débuté l'opération de collecte des données sur le campus universitaire de Lomé, après 30min de récapitulation et d'instructions et de consigne. Cette opération était marquée par l'amour et la détermination des agents sur le terrain. Ci-dessous, quelques images des agents sur le terrain.

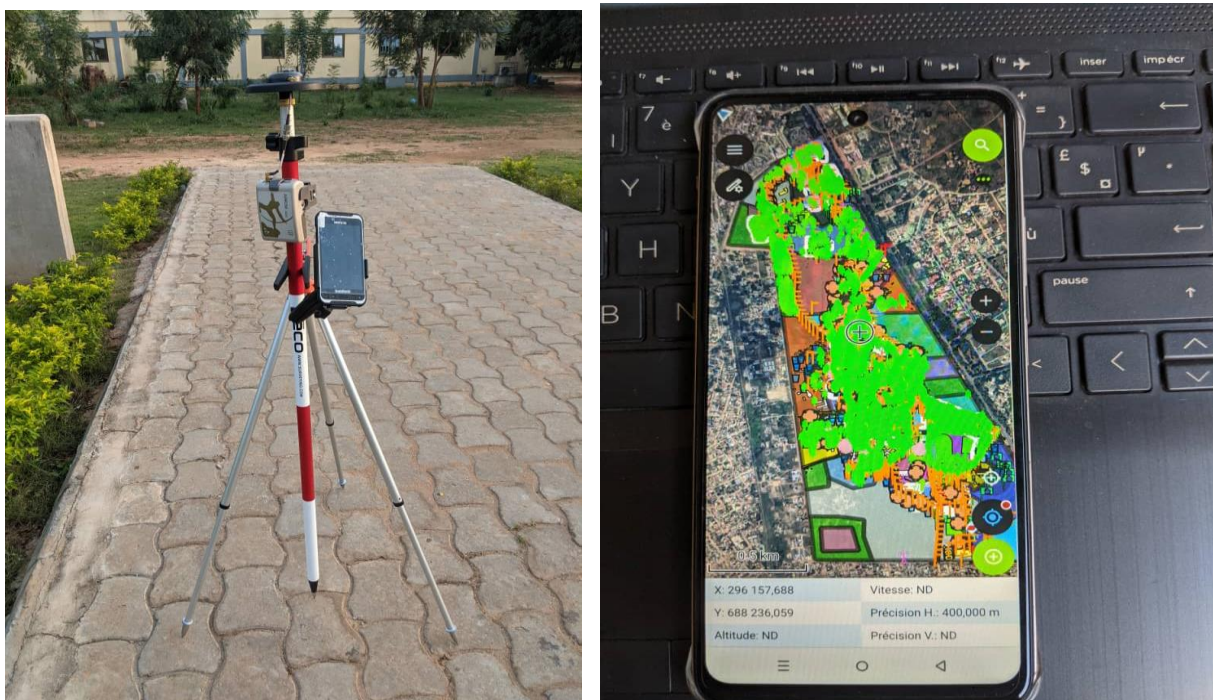


**Image 2 :** Grille d'images de quelques agents sur le terrain en pleine collecte.



Elle s'est poursuivie dans le même rythme jusqu'au samedi 23 Mars 2024 à 16h, l'objectif atteint. Au cours de cette période, les agents ont eu à affronter les difficultés du terrain et ont expérimenté leurs connaissances acquises. Le travail s'est bien déroulé, sans accident, ou problème majeur. Cette formation et opération de collecte de données ont ouvert l'esprit à tous les participants et les ont permis de se familiariser à l'outil de collecte de données géographique Qfield et d'acquérir de l'expérience.

Le matériel de collecte de donnée était le téléphone mobile, la tablette androïde et le GPS différentiel Arrow Gold. Ci-dessous quelques images du matériel utilisé.



**Image 3 :** Matériel utilisé : à gauche, le GPS différentiel Arrow Gold et à droite un téléphone mobile.

## 6 Résultat

Une architecture de base de données relationnelle et spatiale efficace est conçue. Elle représente numériquement l'aspect réel des entités observées à l'Université de Lomé. Cette modélisation regorge en elle une richesse largement variée, utile pour toute bonne œuvre scientifique, sociale politique ou économique.



Passerelle	UL_passerelle	Ligne	02	98% environ
Aire stationnement	UL_airstationnement	Polygone	22	85% environ
Aire repos	UL_airerepos	Polygone	14	85% environ
Caniveau	UL_caniveau	Polygone	11	98% environ
Voirie	UL_voirie	Polygone	96	92% environ
Aire de loisir	UL_aireloisir	Polygone	12	98% environ
Arbre reboisé	UL_arbrereboise	Point	421	25% environ
Arbre isolé	UL_arbreisole	Point	3154	78% environ
Trame verte	UL_trameverte	Polygone	21	90% environ
Pôle thématique	UL_zone	Polygone	30	99% environ
Limite UL	UL_limitegeographique	Polygone	01	99% environ
Clôture	UL_cloture	Ligne	05	68% environ

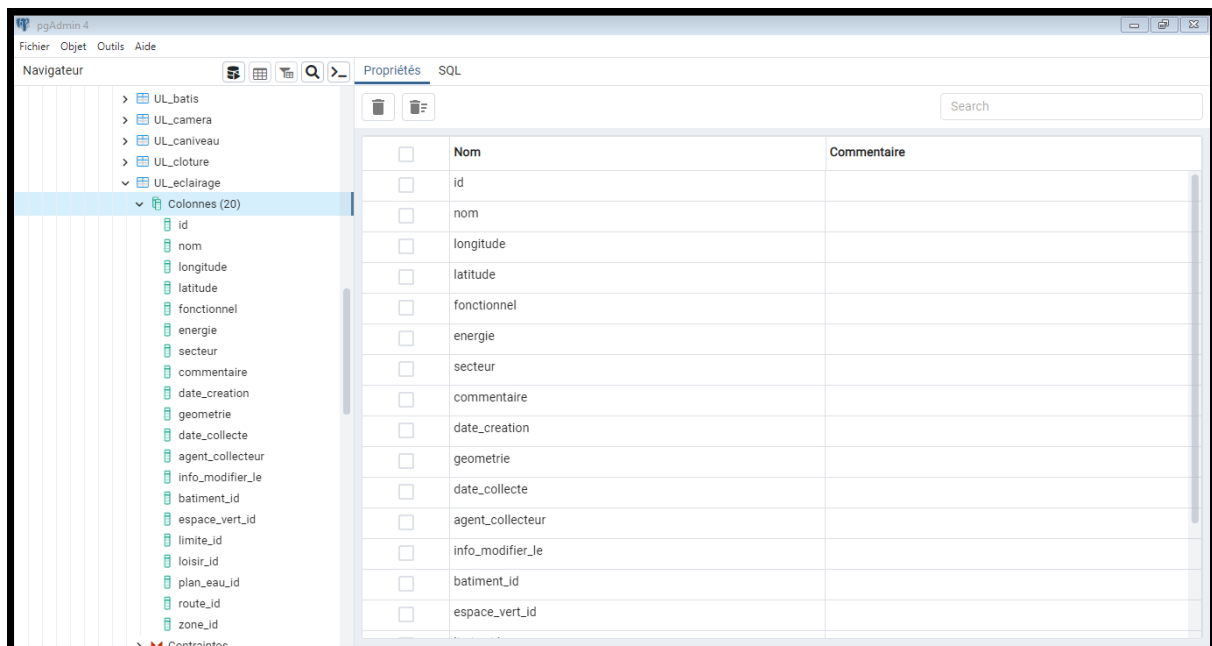
**Tableau 5:** Tableau récapitulatif des données collectées.

Les données ont finalement été intégrées dans la base de données, et toute personne éligible disposant des droits d'accès peut les consulter pour toute œuvre pertinente. Ainsi, cette étude a rendu disponibles les données géospatiales et ouvert la voie à d'autres recherches scientifiques sur ces données géoréférencées. Ci-dessous la figure illustrant les tables hébergées dans la BD.

Nom	Propriétaire	Table partitionnée ?	Commentaire
UL_eclairage	postgres		
UL_fosseseptique	postgres		
UL_kiosque	postgres		
UL_limitegeographique	postgres		
UL_panneau	postgres		
UL_passerelle	postgres		
UL_pointeau	postgres		
UL_poubelle	postgres		
UL_reposoir	postgres		
UL_stationmeteo	postgres		
UL_telecommunication	postgres		
UL_toiletteisole	postgres		
UL_trameverte	postgres		
UL_voirie	postgres		
UL_zone	postgres		

**Figure 7 :** Illustration des noms des tables dans le SGBD PostgreSQL.

En prenant l'exemple de la table « UL\_eclairage » voici présenté ci-dessous les informations de cette table dans la base de données.



**Figure 8 :** Illustration des colonnes de la table « UL\_eclairage » dans le SGBD PostgreSQL

id [PK] bigint	nom character varying (50)	longitude numeric (10,6)	latitude numeric (10,6)	fonctionnel boolean	energie character varying (30)	secteur character varying (18)	commentaire text
334	lampe soleil	1.209805	6.186298	true			lamp63h
335	lampe soleil	1.210512	6.186715	true			lamp64h
336	lampe soleil	1.210603	6.186762	true			lamp65h
337	lampe soleil	1.210202	6.186966	true			lamp66h
338	lampe soleil	1.210342	6.187036	true			lamp67h
339	lampe soleil	1.210547	6.187156	true			lamp68h
340	lampe soleil	1.210731	6.187033	true			lamp69h
341	lampe soleil	1.211238	6.186663	true			lamp70h
342	lampe soleil	1.210953	6.186350	true			lamp71h
343	lampe soleil	1.210725	6.186272	true			lamp72h
344	lampe CEET	1.210552	6.186171	true			lamp73h
345	lampe soleil	1.212123	6.185747	true			lamp74h
346	lampe soleil	1.211785	6.185730	true			lamp75h
347	lampe CEET	1.214047	6.182129	true			lamp76h
348	lampe CEET	1.213703	6.181577	true			lamp77h
349	lampe CEET	1.213139	6.178822	true			lamp78h

**Figure 9 :** Illustration des données de la table « UL\_eclairage » dans le SGBD PostgreSQL.

Ainsi donc, les résultats obtenus après avoir rigoureusement suivi la méthodologie établie et utilisé le matériel susmentionné confirment l'efficacité de cette approche. La base de données physique ainsi créée reflète fidèlement la modélisation initiale, assurant ainsi une intégrité et une performance optimales des données.



## V. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La création et l'usage d'une base de données géospatiales à l'Université de Lomé montre clairement un pas vers une gestion améliorée des infrastructures de l'université. Ce travail va bien au-delà d'une simple mise à jour technique ou de la collecte de données. Il épouse les PSD adoptés par l'université en proposant la manière dont elle peut gérer son espace pour satisfaire efficacement les besoins présents et futurs. S'engager dans cette direction est crucial pour bien gérer les ressources et infrastructures de l'université.

L'expérience acquise au cours de ces trois mois de stage a été enrichissante et formatrice. Elle nous a permis de maîtriser des outils collaboratifs comme Microsoft Teams, essentiels pour les réunions et le travail d'équipe à distance, et de comprendre l'importance du partage des responsabilités en milieu professionnel. Cette immersion dans un environnement de travail dynamique et exigeant a également renforcé nos compétences en gestion de projet et en communication, compétences indispensables pour notre développement professionnel futur.

Nous recommandons donc la poursuite et l'expansion de l'utilisation des bases de données géospatiales au sein de l'Université de Lomé. Il serait bénéfique de présenter ces travaux aux autorités universitaires, afin d'assurer une adoption large et efficace. De plus, étendre l'utilisation de cette base de données aux autres facultés scientifiques pourrait stimuler des innovations et ouvrir la voie à une gestion encore plus intégrée et performante de l'université.

En conclusion, l'adoption et l'implémentation de la base de données géospatiales à l'Université de Lomé non seulement améliorent la gestion des infrastructures, mais aussi préparent l'université à répondre aux défis futurs. Cela souligne l'importance d'une vision proactive, orientée vers l'innovation continue et l'amélioration des services aux étudiants et au personnel.

## VI. BIBLIOGRAPHIE

Bordin P. (2002) : SIG : concepts outils et données, 75008 paris p13- 131.

Alayet M. (2022) : Développement d'une application SIG Web pour la gestion des champs agricoles en Tunisie (Nord de la Tunisie),98.

Plan Stratégique de Développement (2021–2025) : Université de Lomé.

Yalew, S. G., Van G. A., & van der Zaag, P. (2016): AgriSuit: A web-based GIS-MCDA framework for agricultural land suitability assessment. Computers and Electronics in Agriculture, 128.

Youbi O. (2019). Application mobile pour système d'informations géographiques.

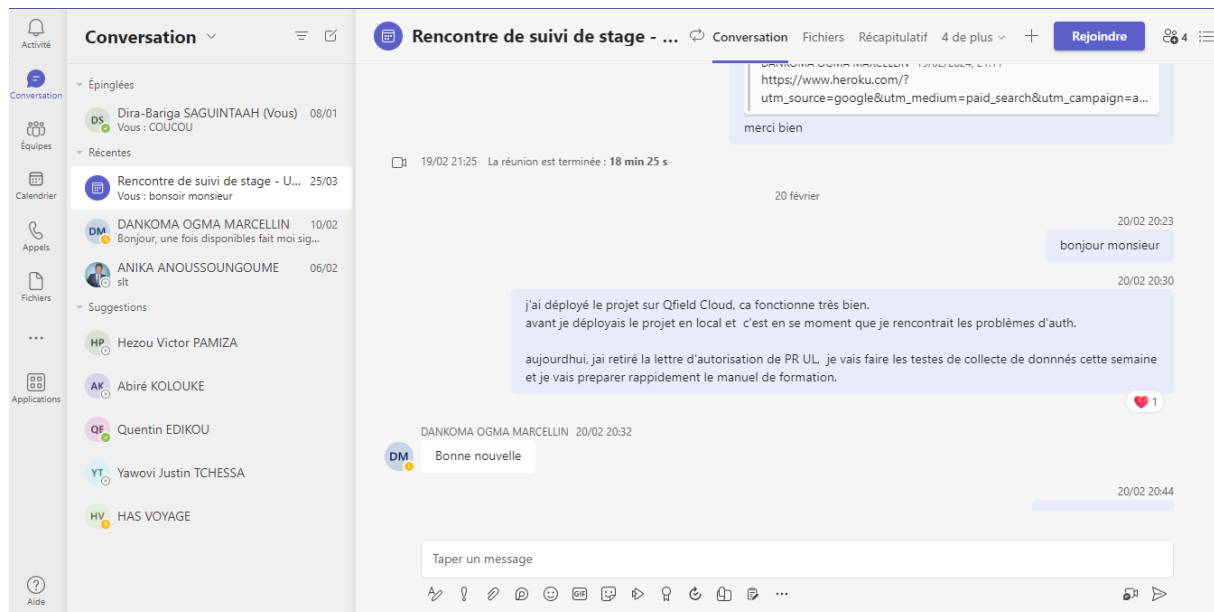
<https://univ-lome.tg/>

<https://sgbd.developpez.com/actu/353733/L-etude-2024-de-Red-Gate-sur-l-etat-de-l-art-en-matiere-de-SGBD-montre-l-avance-de-Microsoft-SQL-Server-pour-un-usage-professionnel-d-entreprise-quel-est-votre-classement/>

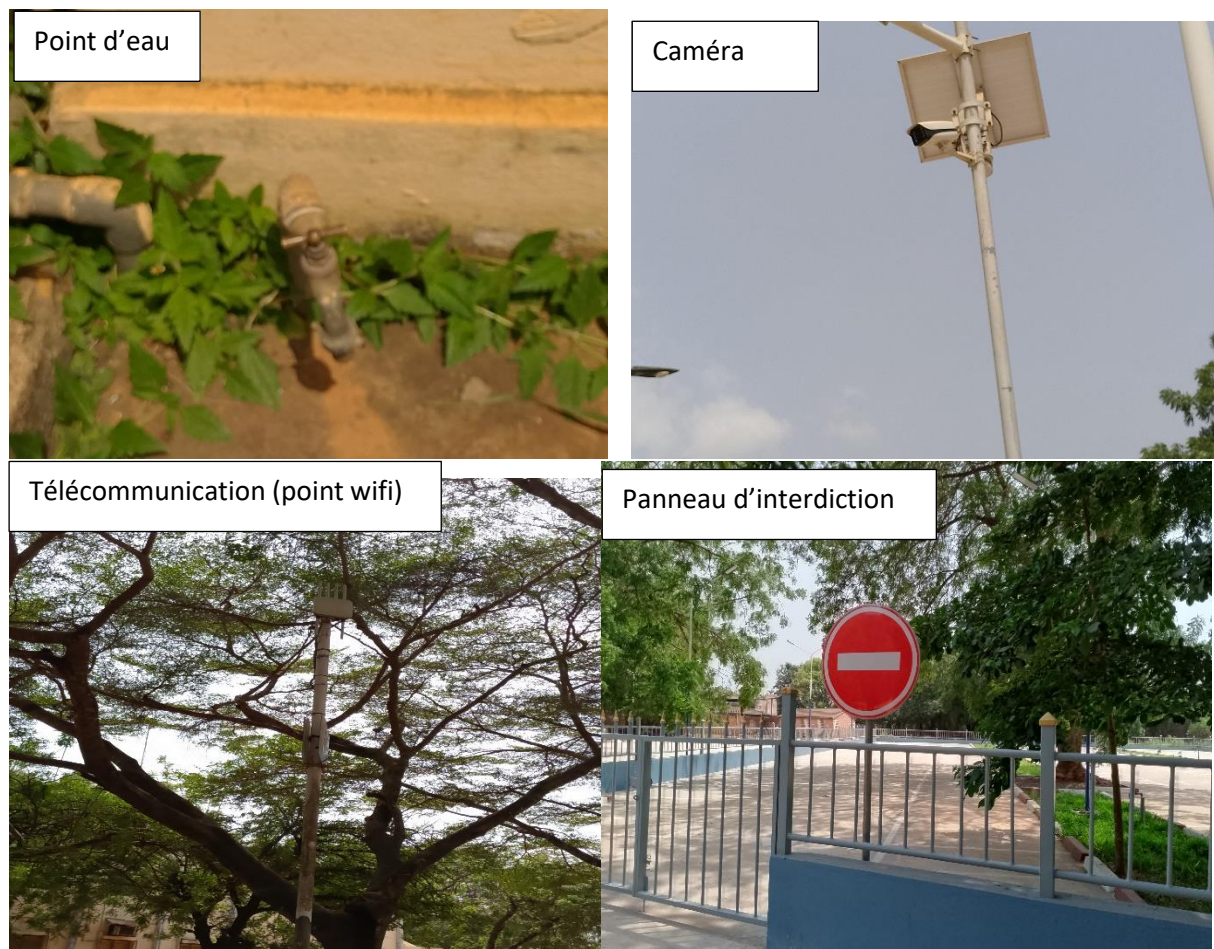
<https://www.astera.com/fr/type/blog/a-quick-overview-of-different-types-of-databases/>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Base\\_de\\_donn%C3%A9es](https://fr.wikipedia.org/wiki/Base_de_donn%C3%A9es)

## VII. ANNEXE



**Annexe 1** : Figure de l'espace de travail Teams utiliser pour les réunions lors du stage.





Panneau d'indication



Panneau de danger



Kiosque



Reposoir fonctionnel



Éclairage



Reposoir avec toit non fonctionnel



Reposoir avec toit fonctionnel



Poubelle



**Annexe 2 :** grille de d'images de quelques infrastructures.