

**FACULTE DES SCIENCES DE L’HOMME ET DE LA SOCIETE (FSHS)**

**DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE**

**Laboratoire de Télédétection Appliquée et de Géo-informatique**

**(LTAG)**

**Année Universitaire: 2022-2023**

**SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE INTERACTIF :**

**DEVELOPPEMENT D'UNE PLATEFORME GEOSPATIALE POUR LA GESTION INTERACTIVE ET OPTIMALE DES INFRASTRUCTURES DE L'UNIVERSITE DE LOME**

**Domaine:** science de l’homme et de la société (SHS)

**Mention:** Géographie

**Spécialité:** Géomatique Appliquée

# INTRODUCTION

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 dénommé et d’une superficie de 300 hectares environ, l'histoire de l'Université de Lomé est une grande aventure marquée par quatre périodes essentielles. 1965, l'ancien Dahomey et le Togo se partageaient un institut supérieur nommée Institut Supérieur du Bénin (ISB) dont la section scientifique se situait au Dahomey et la section littéraire à Lomé (Togo). Le désir des autorités togolaises de doter leur pays d'un établissement supérieur autonome qui répond aux ambitions nationales a motivé la création, en 1970, de l'Université du Bénin. A sa création, elle comptait cinq (05) écoles, à savoir, l'Ecole des Lettres (EDL), l'Ecole Supérieure d'Administration et des Carrières Juridiques (ESACJ), l'Ecole Supérieure des Techniques Economiques et de Gestion (ESTEG), l'Ecole des Sciences (EDS) et l'Ecole de Médecine (EDM). En 2001, l'appellation ‘Université du Bénin’ est modifiée par décret N° 2001-024/PR du 09 mars 2001. L'Université du Bénin devient alors Université de Lomé (UL). A partir de 2005, consécutivement à la naissance du Réseau pour l'Excellence de l'Enseignement Supérieur en Afrique de l'Ouest (REESAO), l'Université de Lomé s'est engagée résolument dans un processus de réforme globale de son système de formation. Destinée à arrimer l'institution universitaire de Lomé au système d'enseignement en vigueur à l'échelle mondiale, cette réforme a concerné entre autres, la structuration du temps universitaire, les offres de formation, les méthodes d'enseignement, l'administration et la gestion des flux d'étudiants, la gouvernance institutionnelle. Les mutations induites par cette nouvelle donne ont entraîné l'Université de Lomé à faire un saut qualitatif en décidant définitivement de basculer dans le système LMD à partir de l'année 2009, en application du décret N° 2008-066/PR du 21 juillet 2008 (site officiel UL). L'efficace gestion des infrastructures universitaires constitue un défi majeur pour les institutions académiques en quête d'une meilleure utilisation des ressources. La diversité des installations, la croissance de l'institution et les contraintes budgétaires imposent des décisions stratégiques éclairées pour optimiser l'utilisation de l'espace. L'Université de Lomé, en tant qu'établissement d'enseignement supérieur de premier plan, n'échappe pas à cette réalité. Afin de relever ce défi, il est impératif de recourir à des technologies de pointe pour améliorer la prise de décisions et optimiser la gestion spatiale de ces infrastructures. Dans cette optique, l'intégration des technologies géospatiales à travers une plateforme interactive pourrait constituer une approche novatrice et pertinente pour répondre à ces enjeux. Dans ce contexte, notre projet de recherche vise à développer une plateforme géospatiale interactive dédiée à la gestion des infrastructures universitaires à l'Université de Lomé. Cette plateforme sera conçue pour collecter, stocker, analyser et visualiser des données géospatiales concernant les diverses infrastructures présentes sur le campus universitaire. Elle offrira également des fonctionnalités d'analyse spatiale, tant pour les utilisateurs que pour les administrateurs, afin de faciliter la prise de décisions et la gestion proactive des infrastructures. Cette recherche apporte une contribution essentielle à la recherche scientifique en générale et précisément la géomatique.

1. PREMIERE PARTIE : CADRE CONCEPTUEL

# APPROCHE CONCEPTUELLE

## PROBLEMATIQUE

L'Université de Lomé, en tant qu'institution académique éminente, joue un rôle clé dans le développement éducatif et intellectuel de la sous-région ouest-africaine. Cependant, la gestion efficace de ses infrastructures universitaires est un défi majeur pour favoriser une utilisation optimale des ressources tout en assurant leur maintenance dans le sens du développement durable. La gestion des infrastructures universitaires 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. D’un point de vu gouvernance, les institutions ont des besoins analytiques qui augmentent qu'elles mettent en place des SIG, afin de se doter d'instruments d'aide à la décision (Crain et McDonald 1984). Les SIG ont acquis une importance considérable ces dernières années et leur utilisation touche à divers domaines. La mise en ligne des SIG en utilisant les technologies Web et Internet a renforcé cela (R. Amara, B. Bessaa et M. Belhadj Aissa, 2009) cité par (YOUBI OTHMANE 2019). Dans un environnement académique en constante évolution, il est impératif d'avoir des outils d'aide à la décision pour une gestion efficace des infrastructures. Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) fournissent une plateforme qui intègre et analyse des données spatiales. Cela permet aux décideurs de visualiser et d'évaluer les différentes options, favorisant ainsi des décisions informées et stratégiques. De cette manière, l'Université de Lomé pourrait maximiser l'utilisation de ses ressources tout en maintenant un environnement sûr et fonctionnel. Ces défis nécessitent une approche systématique et innovante pour optimiser la prise de décisions stratégiques et assurer une utilisation rationnelle des ressources disponibles. Les SIG ont permis la prise de meilleures décisions dans les politiques urbaines (Elwood 2006 : 326). Les SIG ont déjà prouvé leur efficacité dans la planification et la gestion des espaces urbains. En appliquant ces outils à l'environnement universitaire, l'Université de Lomé pourrait bénéficier de méthodologies testées et éprouvées. Ces outils ont le potentiel d'améliorer considérablement l'efficacité opérationnelle et la qualité de vie sur le campus. La question de l'effet des SIG sur la société a permis de mettre en lumière la modélisation des frontières (Starr 2002), sur la planification et la décision des politiques publiques (Lake 1993), sur la prospective territoriale (Polombo 2007). Les défis spécifiques auxquels cette recherche s'attaque comprennent la collecte, la structuration et la modélisation des données géospatiales des différentes infrastructures universitaires. En outre, la conception d'une plateforme géospatiale. L’application de la géoinformatique, de la télédétection et de la technologie web représente une opportunité pour aborder les problèmes de gestion des infrastructures universitaires de manière interdisciplinaire. Cela pourrait également servir de modèle pour d'autres institutions éducatives de la région ouest-africaine, renforçant ainsi le leadership de l'Université de Lomé en terme d’innovation. Les technologies de l'information, y compris les SIG et l'Internet, ont fourni des opportunités pour surmonter les limites des modèles informatiques en termes de préparation et de visualisation des données (Choi et al.2005 ; Khadim MBACKE, 2015). Cependant, le développement d'une plateforme géospatiale interactive adaptée aux besoins spécifiques de l'Université de Lomé nécessite une analyse approfondie des données disponible et une vision claire prédéfinie.

Face à la complexité de cette problématique, on se pose la question, comment la géomatique peut-elle contribuer à la gestion des infrastructures du campus universitaire de Lomé ? De cette question naissent les questions suivantes :

En quoi la collecte et la modélisation d'une base de données géospatiale des infrastructures de l'Université de Lomé améliore-t-elle la gestion des ressources universitaires ?

Comment une plateforme web géospatiale peut-elle améliorer la prise de décision et optimiser l'utilisation de l'espace universitaire ?

Dans quelle mesure l'utilisation de la plateforme géospatiale permettrait à l’autorité universitaire l'identification rapide des problèmes d'infrastructures et la prise de décisions?

## HYPOTHESE

L’hypothèse de recherche qui découle de cette problématique est que la géomatique peut être appliqué dans la gestion des infrastructures de l’université de Lomé. Celle-ci engendre trois hypothèses secondaires:

La collecte et la modélisation d'une base de données géospatiale complète des infrastructures de l'Université de Lomé faciliteront une gestion plus efficace et précise des ressources universitaires, permettant une meilleure planification et une maintenance proactive des infrastructures.

Le développement d'une plateforme web géospatiale interactive améliorera la prise de décision et optimiser l'utilisation de l'espace universitaire

L'utilisation de la plateforme web géospatiale par l’autorité universitaire permettra d'identifier et de résoudre plus rapidement les dysfonctionnements des infrastructures, d’effectuer le suivi et la maintenance des infrastructures, d'anticiper les besoins futurs contribuant ainsi à une gestion durable et intelligente des infrastructures universitaires

## OBJECTIF

L’objectif de cette recherche est de concevoir et développer une plateforme géospatiale novatrice permettant la collecte, la modélisation et l'analyse interactive des infrastructures de l'Université de Lomé pour une gestion intelligente de ces infrastructures et équipements. Les trois objectifs ci-dessous sont issus de cet objectif principal :

Collecter des données exhaustives sur les infrastructures universitaires et créer une base de données géospatiale pour un SIG.

Concevoir et développer une plateforme Web géospatiale qui interagie avec la base de donné en offrant des fonctionnalités SIG.

Intégrer des fonctionnalités d'analyses spatiales avancées pour la gestion des infrastructures sur le campus universitaire de Lomé.

1. DEUXIEME PARTIE : APPROCHE METHODOLOGIQUE

# APPROCHE METHODOLOGIQUE

La recherche scientifique est une démarche rigoureuse et structurée qui nécessite la mise en place d'une méthodologie appropriée afin d'atteindre des résultats de qualité. Pour atteindre les objectifs définies par le projet, chaque objectif est subdivisé en étapes ce qui constitue des jalons. Par objectif, voici les étapes :

OBJECTIF 1 : Collecter des données exhaustives sur les infrastructures universitaires et créer une base de données géospatiale pour un SIG.

* Effectuer une analyse approfondie des différentes infrastructures présentes au sein de l'Université de Lomé et établir une liste exhaustive des catégories d'infrastructures à collecter.
* Définir et mettre en place une méthodologie de collecte de données géospatiales, en utilisant des technologies comme le GPS, la télédétection et les enquêtes sur le terrain.
* Créer une base de données géospatiale dans un système de gestion de base de données adapté, en structurant les tables pour chaque catégorie d'infrastructure et en intégrant les attributs associés à chacune

OBJECTIF 2 : Concevoir une plateforme Web géospatiale qui interagie avec la base de donné en offrant des fonctionnalités SIG aux consommateurs.

* Sélectionner les technologies et outils appropriés pour le développement de la plateforme géospatiale, en tenant compte de la convivialité et de l'interopérabilité.
* Intégrer des fonctionnalités telles que le calcul de distances, la planification d'itinéraires, et la recherche d'infrastructures spécifiques, se géolocaliser, signaler le disfonctionnement d’une infrastructure spécifique, explorer des zones d'intérêts etc.
* Concevoir une interface administrateur sécurisée et intuitive permettant aux administrateurs de gérer les données d'infrastructure, d'ajouter ou de modifier des informations, et de suivre les mises à jour de manière efficace.

OBJECTIF 3 : Offrir des fonctionnalités d'analyses spatiales avancées pour la gestion des infrastructures sur le campus universitaire de Lomé.

* Intégrer des outils de géotraitements d’analyses spatiales pour la prise de décisions éclairée, l'optimisation de l'espace, la planification des infrastructures, et la maintenance préventive.
* Permettre le téléchargement des données sous multiple format et faire des cartes thématiques et descriptives sur l’application web.

## REVUE DE LA LITTERATURE

Il s'agit d'une étape importante de la recherche scientifique qui consiste à faire une analyse critique et approfondie de la documentation existante sur le sujet. Cette analyse permet de déterminer les connaissances déjà acquises et de comprendre les lacunes dans la recherche. Cette étape sera réalisée en utilisant des sources telles que des articles de revues scientifiques, des livres, des rapports de recherche, les mémoires et les thèses antérieures.

## COLLECTE DE DONNEES

### Utilitaire de collecte et de transformation de données

Cette partie est également aborder par objectif :

OBJECTIF1: Collecter des données exhaustives sur les infrastructures universitaires et créer une base de données géospatiale pour un SIG.

* Récepteur GPS (Système de Positionnement Global) : Pour collecter les coordonnées géographiques précises des infrastructures sur le terrain.
* Imagerie satellitaire: Utilisation de la Télédétection pour obtenir une vue globale des infrastructures et faciliter la collecte de certains données particuliers.
* Carnets d'enquête ou applications mobiles : Pour mener des enquêtes sur le terrain et recueillir des informations supplémentaires sur les infrastructures.
* Logiciel SIG (Système d'Information Géographique) comme QGIS, ArcGIS: Pour épurer et analyser les données collectées.

OBJECTIF2: Concevoir une plateforme Web géospatiale qui interagie avec la base de donné en offrant des fonctionnalités SIG.

* Langages de programmation web (HTML, CSS, JavaScript) : Pour développer l'interface utilisateur de la plateforme.
* Framework web (Django) : Pour faciliter le développement de la plateforme et gérer les interactions avec la base de données.
* Bibliothèques JavaScript : pour les cartes interactives (Leaflet, Mapbox et OSM) pour afficher les données géospatiales sur la carte et permettre des interactions avec les utilisateurs.
* Environnement de développement intégré (IDE) : Visual Studio Code ou PyCharm seront utilisés pour faciliter la programmation et le débogage.

OBJECTIF 3: intégrer des fonctionnalités d'analyses spatiales pour la gestion des infrastructures sur le campus universitaire de Lomé.

* Bibliothèques Python pour l'analyse spatiale : Par exemple, Geopandas, Shapely SciPy, GDAL, PROJ et GEOS pour mettre en œuvre des algorithmes d'analyse spatiale.
* API (Interface de Programmation d'Application) géospatiale comme Turf.js et GeoAlchemy: Pour intégrer les fonctionnalités d'analyse spatiale dans la plateforme web.

## TRAITEMENT ET TRANSFORMATION DES DONNEES

### Méthode de traitement de données

Ces schémas détaillent les étapes des opérations pour chaque objectif, depuis la collecte de données, sélection des technologies jusqu' à la validation des fonctionnalités. Chaque étape est spécifique à l'objectif en question et vise à atteindre les résultats attendus.

Objectif 1 : Collecter des données exhaustives sur les infrastructures universitaires et créer une base de données géospatiale pour un SIG.

Déterminer les informations à collecter

Identification des catégories d’infrastructures

Analyse des besoins

Collecte des données

La télédétection

Géo positionnement

Les enquêtes sur le terrain

Cartes topographiques

Images satellitaires

Données de terrain

Nettoyage et validation des données

Vérification de la cohérence des données

Élimination des données corrompues

Stockage des données

Étape 1 : Analyse des besoins

* Identifier les différentes catégories d'infrastructures à collecter
* Déterminer les informations à collecter pour chaque catégorie d'infrastructures

Étape 2 : Collecte des données

* Utiliser une variété de sources de données, notamment :
* Des cartes topographiques
* Des images satellitaires
* Des données de terrain
* Utiliser des techniques de collecte de données appropriées, notamment :
* La télédétection
* Géo positionnement
* Les enquêtes sur le terrain

Étape 3 : Nettoyage et validation des données

* Éliminer les données erronées ou incomplètes
* Vérifier la cohérence des données

Étape 4 : Stockage des données

* Stocker les données dans une base de données géospatiale

Objectif 2 : Concevoir une plateforme Web géospatiale qui interagie avec la base de donné en offrant des fonctionnalités SIG.

Attributs des entités

Relations des entités

Règles de cohérence

Identifier les fonctionnalités

Modèle conceptuel

Analyse des besoins

Conception de la plateforme

Exigences techniques

Leaflet, Mapbox, OpenStreetMap

HTML/CSS/JS

Modèle logique

Relations tables

Clés primaires et étrangères

Technologies et outils appropriés front end

Définition des tables

Modèle physique

Développement de la plateforme

* + Table

SGBD

Technologies et outils appropriés back end

Tests de la plateforme

Django (Framework)

Bibliothèques Python (Geopandas, Shapely, SciPy, GDAL, PROJ, GEOS)

Tests unitaires

Tests d'intégration

Tests de performance

Étape 1 : Analyse des besoins

* Identifier les fonctionnalités nécessaires à la plateforme
* Définir les exigences techniques de la plateforme

Étape 2 : Conception de la plateforme

* Élaborer un modèle conceptuel de la plateforme
* Élaborer un modèle logique de la plateforme
* Élaborer un modèle physique de la plateforme

Étape 3 : Développement de la plateforme

* Utiliser des technologies et outils appropriés pour le développement de la plateforme

Étape 4 : Tests de la plateforme

* Tester la plateforme pour s'assurer qu'elle répond aux besoins

Objectif 3 : intégrer des fonctionnalités d'analyses spatiales avancées pour la gestion des infrastructures sur le campus universitaire de Lomé.

Étape 1 : Identification des besoins

* Identifier les analyses spatiales nécessaires à la gestion des infrastructures

Étape 2 : Intégration des analyses spatiales

* Développer les fonctionnalités d'analyses spatiales

Étape 3 : Tests des analyses spatiales

* Tester les analyses spatiales pour s'assurer qu'elles répondent aux besoins

Étape 4 : Validation des analyses spatiales

* Valider les fonctions avec des données réelles

## VALIDATION DES RESULTATS

Test

1. TROISIEME PARTIE : RESULTATS ATTENDUS ET CONCLUSION

# RESULTATS ATTENDUS

Une solution complète et opérationnelle pour la gestion des infrastructures universitaires, comprenant une base de données géospatiale, une plateforme géospatiale interactive et des fonctionnalités d'analyse spatiale afin d'améliorer la gestion des infrastructures universitaires. Une documentation détaillée décrivant l'ensemble du processus, y compris la méthodologie, les outils utilisés et les résultats obtenus. Par objectif, voici les résultats attendu :

Objectif 1 : Collecter des données exhaustives sur les infrastructures universitaires et créer une base de données géospatiale pour un SIG.

* Une base de données géospatiale complète contenant les coordonnées géographiques et les attributs de chaque infrastructure universitaire est conçue.
* Une documentation décrivant la méthodologie de collecte des données géospatiales utilisées, y compris les technologies et les outils employés.
* Un schéma de base de données clair et structuré est intégré dans le système de gestion de base de données Postgres SQL/Postgis.

Objectif 2 : Concevoir et développer une plateforme Web géospatiale qui interagie avec la base de donné en offrant des fonctionnalités SIG.

* Une plateforme géospatiale interactive avec une interface utilisateur, permettant aux utilisateurs d'accéder aux données géospatiales et d'effectuer des requêtes.
* Les fonctionnalités telles que la recherche de lieux ou d’infrastrictures, le calcul de distances, la geocoding sont implémentées.
* Une interface administrateur sécurisée permettant aux administrateurs de gérer les données d'infrastructure et de suivre les mises à jour de manière efficace.

Objectif 3 : Intégrer des fonctionnalités d'analyses spatiales avancées pour la gestion des infrastructures sur le campus universitaire de Lomé.

* Des outils de géotraitements d’analyses spatiales pour la prise de décisions, l'optimisation de l'espace et la maintenance préventive sont intégrés dans l’interface web administrateur
* Les infrastructures sont visualisable par thématique par l’administrateur.

# PLANING DES CTIVITES

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

# CONCLUSION

Cette recherche revêt en fin une importance significative à plusieurs niveaux, du fait qu’elle combine des éléments clés de la géomatique, des SIG et de la technologie web pour améliorer la gestion des ressources universitaires à l'Université de Lomé. La collecte d’informations géographiques des infrastructures de l'Université de Lomé et leur modélisation dans une base de données géospatiale permettra une gestion plus efficace des ressources universitaires. Cette approche basée sur les Systèmes d’Informations Géographiques (SIG) offre une meilleure maitrise des coordonnées géographiques et des relations entre les différentes infrastructures, ce qui facilite la planification, la maintenance et l'optimisation de l'utilisation et de maitrise de l'espace. Grâce à la plateforme géospatiale interactive, les étudiants et le personnel universitaire auront accès à des informations utiles, telles que la localisation des bâtiments, des terrains de jeux, des parkings, etc. Cela facilitera leur déplacement sur le campus, leur permettra de trouver plus facilement des lieux d'intérêt et d'optimiser leur expérience au sein de l'université. La plateforme permettant d'effectuer des analyses spatiales permettra de détecter plus rapidement les problèmes d'infrastructures, de planifier la maintenance préventive et d'anticiper les besoins futurs. Cette approche proactive réduira les coûts de maintenance et améliorera la durabilité des infrastructures universitaires. Cette recherche propose une application concrète des technologies géospatiales dans le domaine de la gestion des infrastructures universitaires. Elle peut servir de référence pour d'autres institutions académiques ou organisations cherchant à mettre en œuvre des solutions similaires pour optimiser leurs ressources et améliorer leur gestion. Cette recherche démontre l'importance de la géo-informatique, la télédétection et les SIG dans la gestion des infrastructures. Elle souligne comment l'utilisation de ces technologies peut apporter des avantages concrets dans la prise de décision et la gestion de l'espace.

# REFERENCE BIBLEOGRAPHIQUE

Choi, J. Y., Engel, B. A., & Farnsworth, R. L. (2005): Web-based GIS and spatial decision support system for watershed management. Journal of Hydroinformatics, 7, 165-174.

Crain, I. K. et C. L. MacDonald. (1984). From Land Inventory to Land Management. Cartographica, 21, 40-6.

Elwood, Sarah. (2006). Beyond Cooptation or Resistance: Urban Spatial Politics, Community Organizations, and GIS-Based Spatial Narratives . Annal of the Association of American Geographers 96, 323-41.

Lake, Robert W. (1993). Planning and applied geography: positivism, ethics, and geographic information systems. Progress in Human Geography 17, 404-13.

Polombo, Nadine. (2007). Information Géographique et SIG dans les Conseils Généraux : outil et méthode pour la prospective territoriale.

R. Amara , B. Bessaa , M. Belhadj Aissa. (2009). Développement des SIG en ligne par l’utilisation des logiciels open source, Journées d’Animation Scientifique (JAS09).

Starr, H. 2002. Opportunity, willingness and geographic information systems (GIS): reconceptualizing borders in international relations. Political Geography 21, 243-61.

Youbi Othmane. (2019). Application mobile pour système d’informations géographiques.

Webographie:

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

<https://geopandas.org/>

<https://docs.djangoproject.com/>

<https://geoserver-pdf.readthedocs.io/en/stable>

<https://www.sigterritoires.fr/index.php/debuter-avec-geoserver/>

<https://live.osgeo.org/fr/overview/openlayers_overview.html>

<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/FR:GeoJSON>

Table des matières

[INTRODUCTION 2](#_Toc146823506)

[1. APPROCHE CONCEPTUELLE 3](#_Toc146823507)

[1.1 PROBLEMATIQUE 3](#_Toc146823508)

[1.2 HYPOTHESE 4](#_Toc146823509)

[1.3 OBJECTIF 5](#_Toc146823510)

[2. APPROCHE METHODOLOGIQUE 5](#_Toc146823511)

[2.1 REVUE DE LA LITTERATURE 6](#_Toc146823512)

[2.2 COLLECTE DE DONNEES 6](#_Toc146823513)

[2.2.1 Matériel et utilitaire de collecte et transformation de données 6](#_Toc146823514)

[2.3 ANALYSE ET TRANSFORMATION DES DONNEES 7](#_Toc146823515)

[2.3.1 Méthode de traitement de données 7](#_Toc146823516)

[2.4 VALIDATION DES RESULTATS 11](#_Toc146823517)

[3. RESULTATS ATTENDUS 11](#_Toc146823518)

[4. PLANING DES CTIVITES 12](#_Toc146823519)

[CONCLUSION 12](#_Toc146823520)

[REFERENCE BIBLEOGRAPHIQUE 13](#_Toc146823521)