

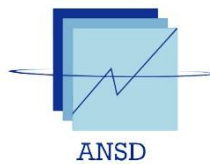
REPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



Ministère de l'Economie du Plan et de la Coopération

\*\*\*\*\*

Agence nationale de la Statistique et de la Démographie



Ecole nationale de la Statistique et de l'Analyse économique : PIERRE NDIAYE



---

---

**RESUME DES TRAVAUX PRATIQUES REALISES EN COURS DE  
STATISTIQUES EXPLORATOIRES SPATIALES 2025/2026**

---

---

Rédigé par **Marème DIOP**, élève en ISE1 Cycle Long  
(ENSAE)

Sous la supervision de M. **HEMA**

Février 2026

---

## Remerciements

---

Nos premiers remerciements vont à Monsieur Aboubacar HEMA, dont l'approche pédagogique a profondément marqué notre façon d'apprendre. En faisant du « learning by doing » non pas un simple slogan, mais une philosophie de cours, il nous a amenés à construire nos compétences par l'action plutôt que par la seule mémorisation. Grâce à lui, les statistiques exploratoires spatiales ne sont pas restées de simples notions abstraites : elles sont devenues des outils et nous nous engageons à le mettre en pratique bien au-delà de ce cours. Nous remercions ensuite les camarades avec qui nous avons mené ces travaux chacun ayant beaucoup participé à notre compréhension de ce domaine selon ses qualités.

Nous adressons également notre reconnaissance à l'ensemble du corps enseignant et administratif de l'ENSAE Pierre Ndiaye, dont l'engagement quotidien garantit la qualité de la formation que nous avons la chance de recevoir. Nous les remercions particulièrement Monsieur Idrissa DIAGNE, Directeur de l'école.

## SOMMAIRE

---

Remerciements .....	2
SOMMAIRE .....	a
LISTE DES FIGURES.....	b
Introduction.....	1
TP0 : exposés .....	1
TP 1 : Données spatiales : importation et visualisation .....	2
TP2 et TP3 : Analyse des données géospatiales portant sur les infrastructures, les aires protégées et la population du Cameroun.....	6
TP4 : Calcul de terres arables au Kenya .....	8
TP5 : Calcul du ratio LCRPGR .....	10
TP 6 : Calculs d'indices spectraux au Sénégal.....	14
Annexes .....	17
TABLE DES MATIERES .....	20

## LISTE DES FIGURES

---

<b>Figure 1 : Limites administratives (niveau 1 : régions ) du Cameroun.....</b>	<b>3</b>
<b>Figure 3 Visualisation de la densité de la pop camerounaise .....</b>	<b>4</b>
<b>Figure 2 Visualisation de la répartition du paludisme en année X au Cameroun .....</b>	<b>4</b>
<b>Figure 4 Visualisation des écoles au Cameroun.....</b>	<b>6</b>
<b>Figure 5 Visualisation des aires protégées au Cameroun.....</b>	<b>6</b>
<b>Figure 7 Visualisation des Hopitaux au Cameroun.....</b>	<b>7</b>
<b>Figure 6 Accessibilité au chemin de fer au Cameroun.....</b>	<b>7</b>
<b>Figure 8 : Répartition de l'indicateur LCRPGR suivant les départements du Sénégal.....</b>	<b>12</b>
<b>Figure 9 Carte NDVI des départements du Sénégal.....</b>	<b>15</b>

---

## Introduction

---

Ce cours a pour objectif de présenter la statistique descriptive spatiale, la cartographie, entre autres. Il s'est déroulé sous une forme très interactive et pratique. Les séances étaient principalement organisées autour de travaux pratiques (TP), réalisés en groupes de 4 ou 5 étudiants, afin de :

- Favoriser le travail collaboratif, où chaque membre du groupe pouvait apporter une contribution unique selon ses forces (analyse, présentation, gestion des données) ;
- Approfondir les compétences techniques, en manipulant directement des données spatiales issues de sources réelles ;
- Préparer des présentations en vue de restituer les résultats des analyses, un exercice qui combinait pédagogie et professionnalisme.

Conçu autour d'une pédagogie résolument pratique, ce cours a mis les étudiants en situation de manipulation directe de données géospatiales issues de contextes africains réels. Les séances ont couvert sept travaux pratiques (TP0 à TP6) portant sur des pays différents dont nous avons eu à travailler avec le Cameroun, le Kenya, la Tanzanie et le Sénégal. Quatre outils ont été mobilisés tout au long de ces séances : **Google Earth Engine (GEE)**, **R**, **Python (via l'API GEE)**, **Python**, permettant ainsi de couvrir un large spectre des approches modernes en géomatique appliquée.

Ces travaux ont permis de développer des compétences progressives et complémentaires. La maîtrise de l'importation et de la visualisation de données raster et vectorielles (TP0 et TP1) a posé les bases nécessaires à des analyses plus complexes : étude de l'accessibilité aux services sociaux de base (TP2 et TP3), calcul de terres arables par croisement de sources hétérogènes (TP4), estimation de l'indicateur ODD 11.3.1 sur l'étalement urbain (TP5), et calcul d'indices spectraux satellitaires pour l'analyse environnementale (TP6). Chaque TP a également été l'occasion de produire des sorties concrètes : cartes interactives, tableaux agrégés, bases de données enrichies et visualisations comparatives.

Ce document présente un résumé des différentes activités réalisées dans le cadre des TP.

---

## TP0 : exposés

---

Pour le tout premier TP, il était question de présenter Google Earth Engine, son interface, ses fonctions essentielles, l'espace de travail et le catalogue de données.

---

## TP 1 : Données spatiales : importation et visualisation

---

### 1. Objectifs du TP1 :

L'objectif principal de ce TP a été d'importer, de manipuler et de visualiser des données rasters et vectorielles pour analyser la distribution spatiale et temporelle de phénomènes (paludisme et population). L'étude est réalisée sur le Cameroun.

### 2. Données et logiciel utilisés :

- Les données de paludisme proviennent du Malaria Atlas Project.
- Les shapefiles sont téléchargés via GADM.
- Les données sur la population sont prises sur WorldPop.

Les liens vers ces sites ont été soigneusement précisés dans le Readme au niveau du dépôt GitHub (*cf. Annexe 2*).

Pour ce premier devoir, nous avons utilisé **Google Earth Engine (GEE)**.

Entre autres **fonctions de base** utilisées :

.ImageCollection : charge et manipule un ensemble d'images satellites

.FeatureCollection : charge et manipule un ensemble de données vectorielles

.reduce : agrège les valeurs d'une collection (images ou features) en une seule valeur ou image, selon une fonction statistique

.AddLayer : ajouter une nouvelle couche à visualiser

.size() : nombre d'entités

.geometry().projection() : système de projection

.bandNames() : noms des bandes

.NominalScale() : résolution

Ce que nous avons pu sortir avec ces analyses :

- Interface interactive permettant de visualiser et d'identifier les différents niveaux administratifs du Cameroun ;
- Visualisation de la densité de la population ;
- Visualisation temporelle du taux de parasites *Plasmodium falciparum* (Pf) chez les enfants de 2 à 10 ans au Cameroun.

*Figure 1 : Limites administratives (niveau 1 : régions ) du Cameroun*

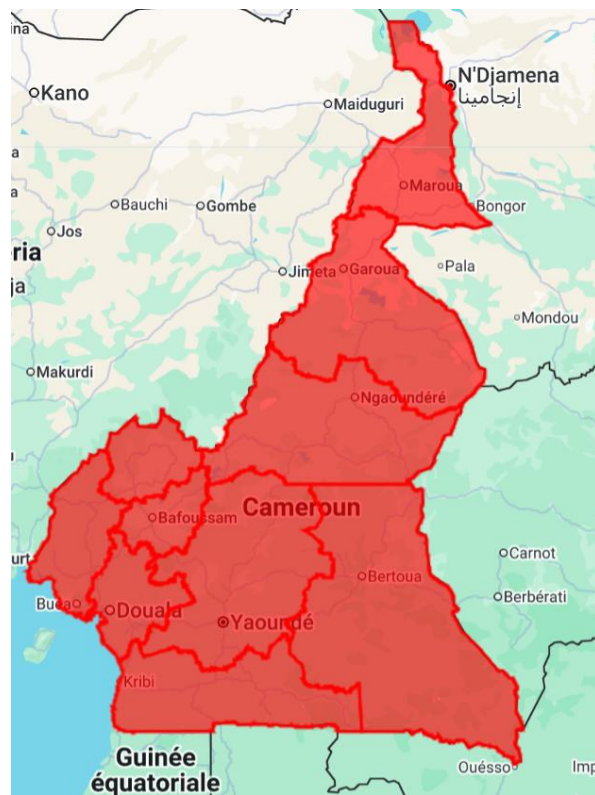


Figure 3 Visualisation de la densité de la pop camerounaise

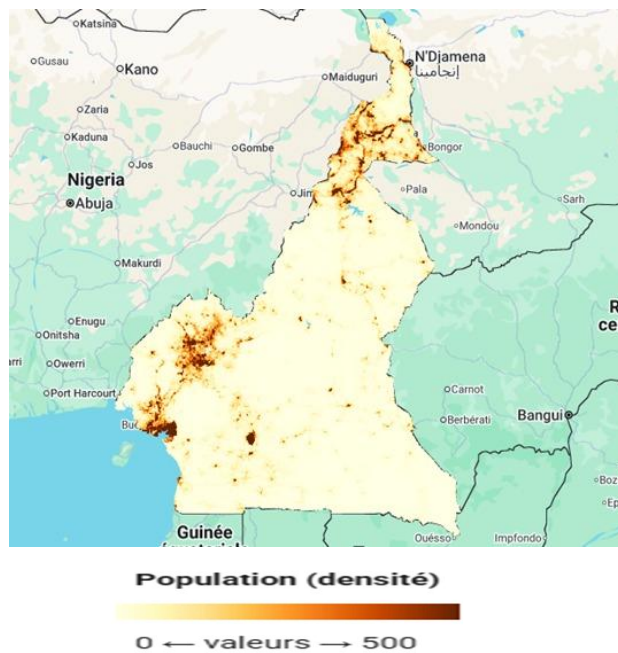
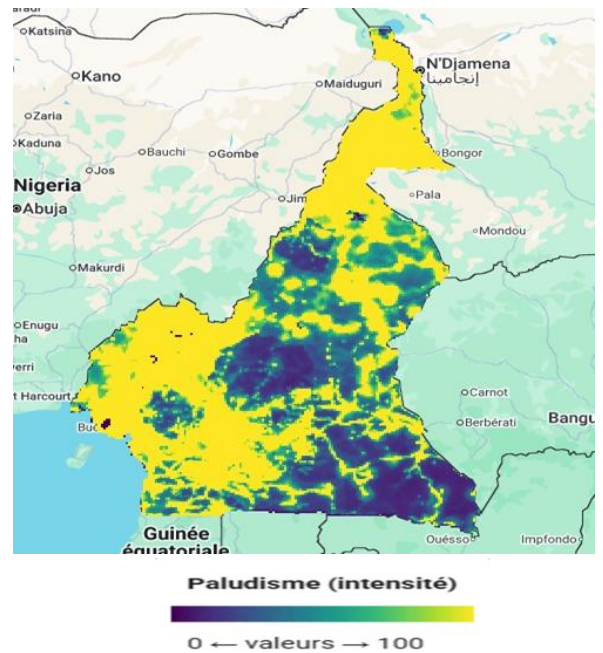


Figure 2 Visualisation de la répartition du paludisme en année X au Cameroun



### 3. Objectifs pédagogiques atteints

- ✓ Chargement et manipulation de FeatureCollections (vecteurs)
- ✓ Importation et visualisation d'Images (rasters)
- ✓ Création d'interfaces utilisateur interactives avec GEE
- ✓ Calculs de statistiques zonales (reduceRegions).

En plus de la visualisation statique comme dynamique dans R, cette première expérience nous a confronté à la recherche des données spatiales ainsi que comment les télécharger et les stocker pour ensuite en faire des analyses.

Pour collaborer efficacement avec d'autres personnes sur **Google Earth Engine (GEE)** et partager ses **codes et assets**, il est essentiel d'adopter une démarche structurée autour de trois axes : organisation, partage des ressources et bonnes pratiques collaboratives. D'abord, au niveau du code, il faut travailler dans l'éditeur GEE en créant des **scripts** clairement nommés, commentés et organisés, puis utiliser la fonction "**Get Link**" ou "**Share**" pour générer un lien partageable. Il est recommandé de donner des droits adaptés (lecture seule ou modification) selon le rôle du collaborateur. Ensuite, pour les **assets (images, tables, shapefiles)**, il faut les importer dans son espace personnel GEE ("Assets"), puis utiliser l'option "**Share**" pour accorder l'accès à des utilisateurs spécifiques en entrant leur adresse email associée à Earth



Engine. Il est important de vérifier que les collaborateurs ont au moins un accès “Reader” pour utiliser les données, ou “Writer” s’ils doivent les modifier. Une bonne pratique consiste aussi à **organiser les assets dans des dossiers structurés** (par exemple : `projet_ODD1131/LULC`, `projet_ODD1131/Population`, etc.) afin de faciliter la compréhension et la réutilisation.

En faisant ainsi, vous n’aurez pas de soucis d’outputs non générés, de scripts copiés en notes etc.

## TP2 et TP3 : Analyse des données géospatiales portant sur les infrastructures, les aires protégées et la population du Cameroun

### 1. Objectifs TP2 et TP3

Pour ces TP nous avons gardé le même pays le Cameroun.

L'objectif principal du TP2 est de générer des visualisations thématiques, statiques et interactives sur les infrastructures sociales, les localités ainsi que les aires protégées.

Le TP3 en plus de cela ajoute la couche de la population pour analyser l'accessibilité de la population aux services sociaux de base.

### 2. Données et logiciel utilisés

Les données proviennent essentiellement de **OpenStreetMap (OSM)** et de **Protected Planet**, avec une utilisation complémentaire des shapefiles GADM pour des limites administratives fiables.

Le logiciel utilisé cette fois ci est **R**.

Figure 5 Visualisation des aires protégées au Cameroun

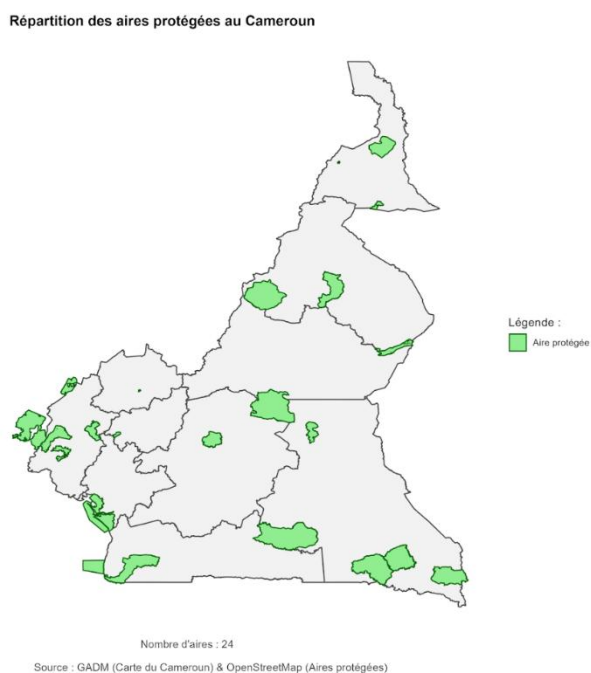


Figure 4 Visualisation des écoles au Cameroun

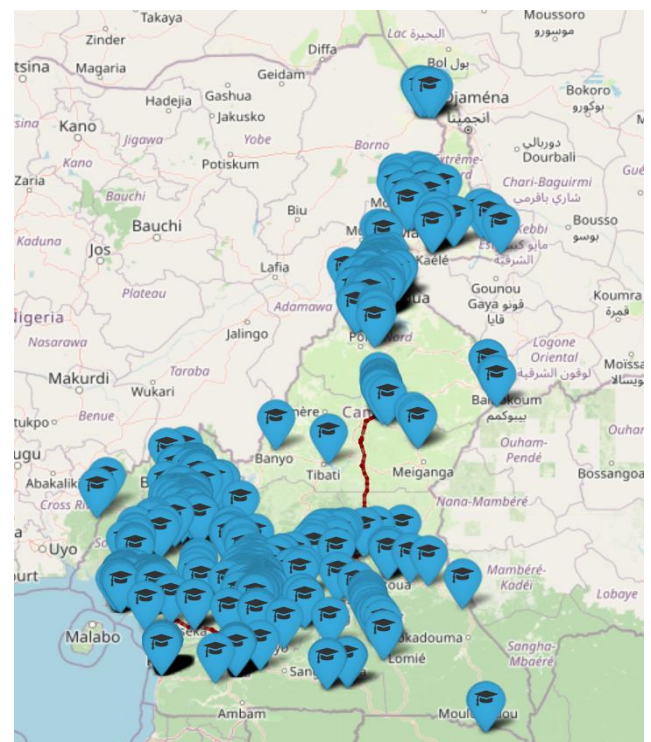


Figure 7 Visualisation des Hopitaux au Cameroun

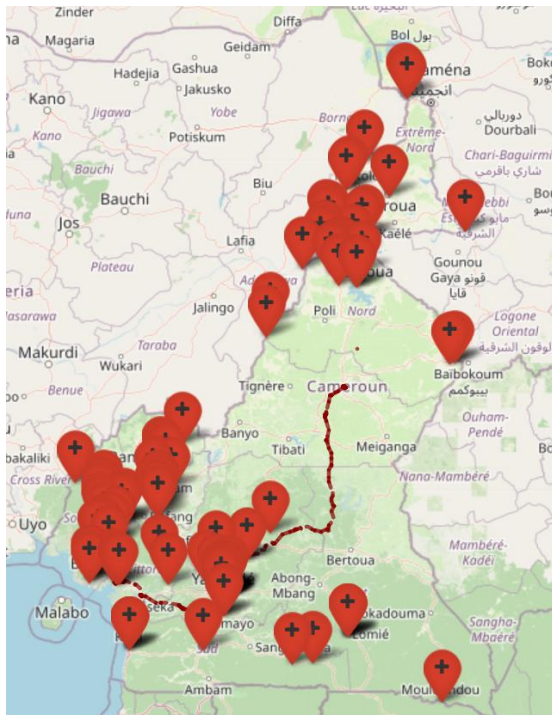
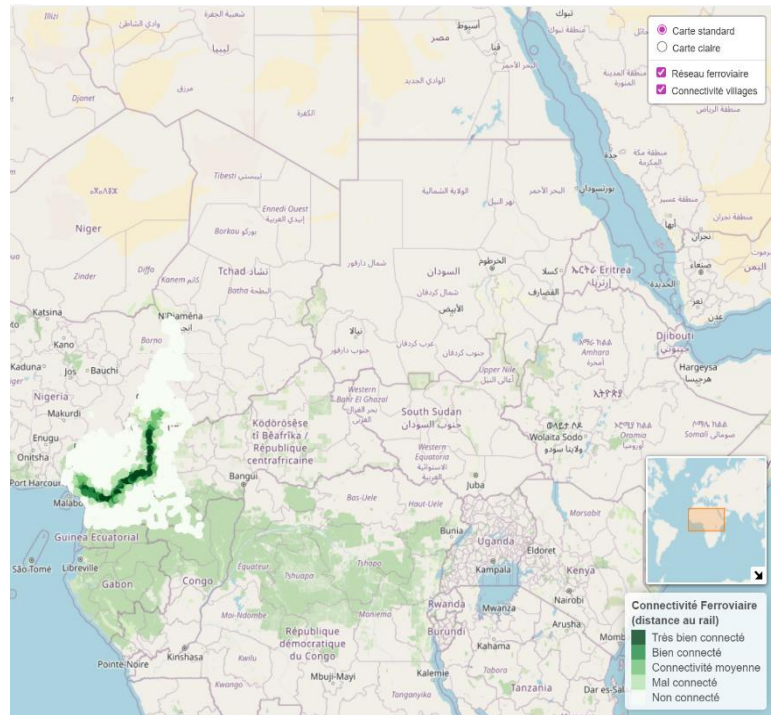


Figure 6 Accessibilité au chemin de fer au Cameroun



Pour le TP3, avec la couche de la population, nous avons dessiné des **zones tampons** autour des différentes structures (écoles, routes, hôpitaux etc.) et évaluer la taille de la population y vivant. Nous avons également calculé la population vivant dans les aires protégées.

On a pu observer au Cameroun, selon les données dont nous disposions (à prendre avec les pincettes) qu'en termes d'accessibilité à des infrastructures sanitaires comme établissements scolaires, des localités sont isolées (ne se trouvent même pas dans un rayon de plus de 50Km).

---

## TP4 : Calcul de terres arables au Kenya

---

### 1. Objectifs du TP 4

L'objectif principal est d'identifier et de quantifier les **terres arables au Kenya** avec une résolution de 30 mètres.

### 2. Données et logiciel utilisés

#### Données Raster

- **GFSAD30 (2015)** : Terres actuellement cultivées à 30m de résolution
- **Hansen Forest Loss (2001-2015)** : Zones de forêt perdues/déboisées
- **JRC Permanent Water** : Eaux permanentes
- **GMIS** : Surfaces imperméables (pourcentage) à 30m de résolution
- **Pente** : SRTM (Digital Elevation Model) : données topographiques de pente

#### Données Vectorielles

- **GADM** : Frontières administratives du Kenya (niveaux 0 à 3)
- **WDPA** : Aires protégées (polygones et points)

Le TP4 a été fait avec **R**.

### 3. Méthodologie

La méthodologie suit un processus d'entonnoir, partant d'un potentiel global pour arriver à une surface nette exploitable.

#### a. Alignement et agrégation

On s'assure d'avoir les mêmes systèmes de coordonnées pour les rasters à utiliser dans le cadre du calcul ainsi que d'avoir la même grille (résolution). Cela permet de s'assurer d'une superposition pixel à pixel parfaite et donc permettre de faire le produit entre rasters.

On définit la "terre arable initiale" en fusionnant :

1. Les zones déjà identifiées comme **cultures** (GFSAD/ESA).
2. Les zones de **perte forestière** entre 2001 et 2015, considérées comme des zones de transition agricole potentielle.

#### b. Masquage

Pour affiner le résultat, nous appliquons des filtres d'exclusion stricts après binarisation des rasters:

- **Hydrologie** : Retrait des surfaces d'eau permanentes (bande occurrence  $> 75\%$ ).
- **Pente (Slope) sur les eaux permanentes**: Exclusion des surfaces ayant une pente  $> 15\%$  (limite technique pour l'agriculture durable et la prévention de l'érosion).
- **Infrastructures** : Masquage des surfaces imperméables et zones bâties (villes, routes).
- **Zones protégées** : Exclusion systématique des parcs nationaux et réserves (WDPA).

#### 4. Quelques détails de traitement utiles :

##### ➤ Rasterisation des données vectorielles

Pour croiser des données vectorielles (les zones protégées WDPA) avec des images satellites, nous avons procédé à la **rasterisation** (transformation des polygones de "forme" en une grille de pixels "0 et 1"). Ce processus permet de traiter les zones réservées comme un simple calque binaire, facilitant les opérations mathématiques spatiales.

##### ➤ Importance de l'usage de la documentation sur les rasters

La documentation a été vraiment utile dans ce TP, il y a des informations qu'on ne peut avoir que par les métadonnées donc il faut toujours les vérifier pour comprendre les bandes ainsi que les valeurs prises par les pixels.

Par exemple la gestion des "NoData" dans ce projet. Dans un calcul de superficie, un pixel "NoData" n'est pas un pixel égal à "0". S'il est mal géré, il peut être interprété comme une absence de terre, faussant ainsi les statistiques finales vers le bas.

---

## TP5 : Calcul du ratio LCRPGR

---

### 1. Objectifs du TP

Ce projet vise à analyser l'indicateur ODD 11.3.1, également connu sous le nom de **Ratio de la Consommation des Terres par rapport au Taux de Croissance Démographique (LCRPGR)**.

L'objectif principal est d'évaluer l'efficacité de la gestion de l'étalement urbain en Tanzanie en comparant la vitesse à laquelle les surfaces bâties augmentent par rapport à la croissance démographique sur la période 2017-2022.

**Calcul de l'indicateur ODD 11.3.1 :**

$$LCR = \frac{(V_{2022} - V_{2017})}{V_{2017} \times T} \qquad PGR = \frac{\ln\left(\frac{Pop_{2022}}{Pop_{2017}}\right)}{T}$$

$$LCRPGR = \frac{LCR}{PGR}$$

LCR = Land Consumption Rate

PGR = Population Growth Rate

T = Nombre d'années (ici 5ans entre 2017 et 2022)

V = Superficie bâtie

Le ratio LCRPGR est interprété selon trois catégories :

- **LCRPGR > 1** : Étalement urbain - les terres sont consommées plus rapidement que la croissance démographique
- **LCRPGR < 1** : Densification - la population croît plus vite que l'expansion spatiale
- **LCRPGR = 1** : Équilibre relatif entre croissance spatiale et démographique

### 2. Données utilisées et logiciels

Trois sources de données principales sont intégrées :

❖ Rasters

- **ESRI Global Land Cover** : Données d'occupation du sol à 10m de résolution pour identifier les zones bâties (classe 7).
- **WorldPop** : Rasters de population à 100m pour les années 2017 et 2022

❖ Shapefiles

**GADM** : Limites administratives des 31 régions de Tanzanie

❖ Logiciel utilisé : **Python GEE**

### 3. Méthodologie

➤ **Mosaïquage des tuiles**

Les données d'occupation du sol étaient fournies sous forme de plusieurs tuiles raster. Celles-ci ont été assemblées en une image unique par année (2017 et 2022) à l'aide de la fonction `mosaic()`.

➤ **Découpage à la zone d'étude**

Les mosaïques ont été découpées selon les limites nationales afin de restreindre l'analyse au territoire concerné.

➤ **Extraction de la classe bâtie**

Les classes d'occupation du sol ont été inspectées afin d'identifier la valeur numérique correspondant aux zones bâties (classe `batie = 7`).

Un masque binaire a ensuite été généré en appliquant une opération d'égalité (`eq`) entre l'image d'occupation du sol et la valeur de la classe bâtie.

Cette opération attribue la valeur 1 aux pixels bâtis et 0 aux autres catégories

➤ **Conversion en surface réelle**

Chaque pixel bâti a été converti en superficie réelle en multipliant le masque binaire par la surface d'un pixel (en  $\text{km}^2$ ).

On obtient ainsi une image exprimée en surface bâtie par pixel.

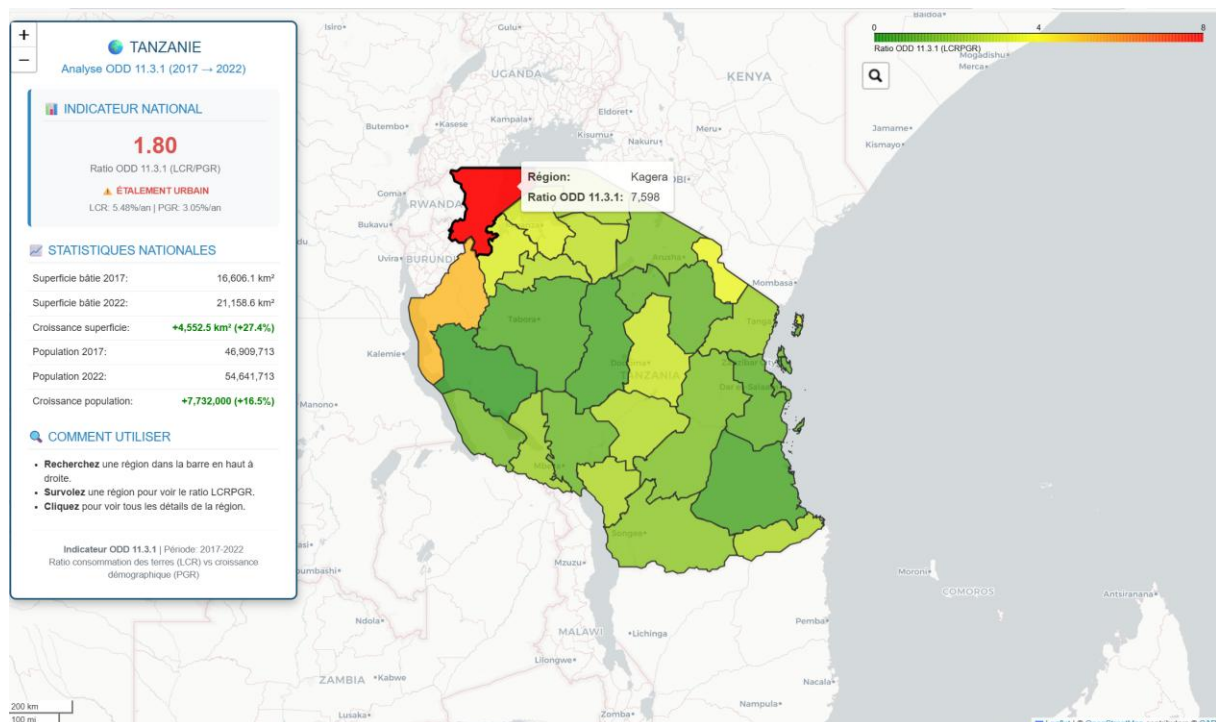


Une attention particulière a été accordée à **l'harmonisation du système de projection** afin d'assurer la cohérence spatiale entre les différentes couches de données. Le **rééchantillonnage n'a pas été nécessaire dans ce cas**, car aucune opération de calcul pixel à pixel n'a été effectuée entre les rasters d'occupation du sol et de population. En effet, les indicateurs ont été calculés séparément pour chaque type de donnée : le taux de consommation des terres (LCR) a été estimé à partir des surfaces bâties, tandis que le taux de croissance démographique (PGR) a été calculé à partir des données de population. Le ratio final de l'indicateur ODD 11.3.1 a ensuite été obtenu en combinant ces deux mesures agrégées.

Les calculs sont effectués à deux échelles : régionale (pour les 31 régions) et nationale (agrégation des valeurs régionales).

Une carte interactive HTML a été créée pour résumer visuellement l'information.

**Figure 8 : Répartition de l'indicateur LCRPGR suivant les départements du Sénégal**



Une sortie csv a été aussi générée à trouver au niveau du dépôt GitHub.

#### 4. Autres pistes à explorer (la méthode DEGURBA)

Bien que la présente étude ait été réalisée à l'échelle des régions administratives, une perspective d'amélioration consisterait à appliquer la méthodologie **DEGURBA (Degree of Urbanisation)**, développée conjointement par la Commission Européenne, l'OCDE et UN-Habitat. Cette approche permet de définir les zones urbaines sur la base de critères



morphologiques et fonctionnels, indépendamment des limites administratives, et constitue la méthode recommandée au niveau international.

La méthodologie DEGURBA repose sur une classification des territoires à partir d'une grille régulière de 1 km × 1 km couvrant l'ensemble de la zone d'étude. Dans un premier temps, la densité de population est calculée pour chaque cellule de la grille, en utilisant des données de population spatialement explicites telles que WorldPop. Les cellules présentant une densité supérieure ou égale à 1500 habitants par kilomètre carré sont identifiées comme des cellules urbaines denses.

Dans un second temps, les cellules urbaines denses contiguës sont regroupées afin de former des grappes urbaines continues, selon un critère de contiguïté spatiale. La population totale de chaque grappe est ensuite calculée par sommation des populations des cellules qui la composent.

Sur la base de cette population totale, les grappes sont classées en trois catégories principales :

- les **centres urbains**, définis comme des grappes d'au moins 50 000 habitants ;
- les **grappes urbaines**, comprenant une population comprise entre 5 000 et 50 000 habitants ;
- les **zones rurales**, correspondant aux cellules ou groupes de cellules dont la population est inférieure à 5 000 habitants.

Une fois cette classification réalisée, les données d'occupation du sol peuvent être utilisées pour estimer la superficie bâtie au sein de chaque type de zone. Pour cela, les pixels correspondant à la classe bâtie sont extraits, puis leur surface est agrégée à l'échelle des cellules de la grille ou des grappes urbaines. La population et la surface bâtie peuvent ainsi être calculées de manière cohérente pour chaque entité urbaine définie par DEGURBA.

Cette approche présente plusieurs avantages. Elle permet notamment de mieux représenter la réalité morphologique de l'urbanisation, d'éviter les biais liés aux limites administratives, et d'assurer la comparabilité des résultats à l'échelle internationale. Son application dans le cadre de ce projet permettrait d'affiner l'estimation de l'indicateur ODD 11.3.1 et de fournir une analyse plus précise de la dynamique d'expansion urbaine.

---

## TP 6 : Calculs d'indices spectraux au Sénégal

---

### 1. Objectifs et spécificités de ce TP

Les objectifs principaux sont :

- Exploiter la télédétection satellitaire pour générer des indices spectraux décrivant des phénomènes environnementaux au Sénégal pour l'année 2018.
- Analyser les disparités spatiales des conditions environnementales à l'échelle départementale.
- Produire des cartes spatialisées et des indicateurs utilisables pour l'intégration avec les données socio-économiques de l'enquête EHCVM 2018.
- Enrichir les bases de données socio-économiques avec ces nouveaux indicateurs environnementaux.

### 2. Données et logiciel :

Les données utilisées sont tirées à partir de **Sentinel-2** (Copernicus / SR Harmonized), traitées avec **Google Earth Engine via l'API Python**.

L'étude est réalisée à l'échelle des 45 départements pour l'année 2018.

### 3. Indices calculés :

Il y a eu autant d'indices à calculer que de membres du groupe (5).

- **NDTI (Normalized Difference Turbidity Index)** : mesure la turbidité des eaux de surface, interprète la charge sédimentaire et la clarté des eaux
- **NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)** : Évalue la vigueur et la biomasse végétale — utile pour détecter la végétation saine
- **NDBI (Normalized Difference Built-up Index)** : Identifie les zones artificialisées ou urbaines sur les images.
- **BAI (Burn Area Index)** : Analyse les zones potentiellement brûlées ou sujettes au feu à l'échelle départementale.
- **BSI (Bare Soil Index)** : Détecte les surfaces de sol nu par opposition à la végétation ou l'eau.

Chacun de ces indices est calculé image par image, moyenné sur l'année 2018, puis agrégé à l'échelle départementale.

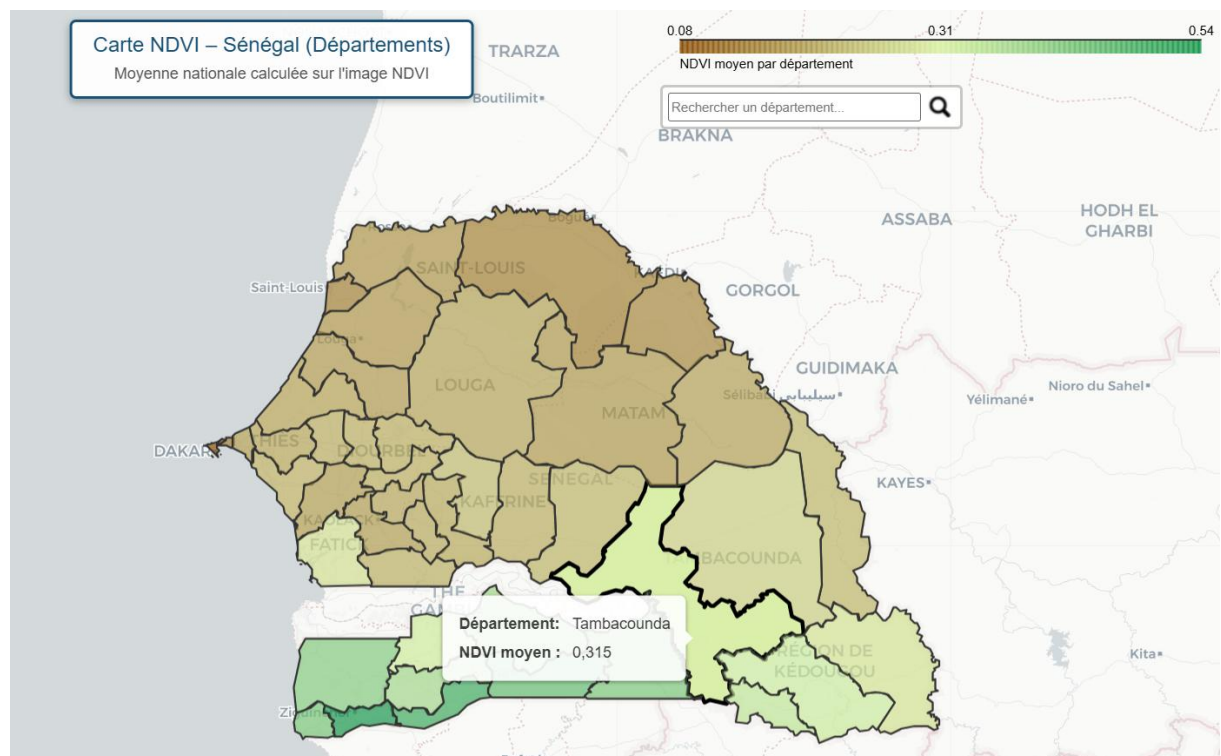
## 4. Méthodologie globale

- ✚ **Téléchargement et traitement des images Sentinel-2** : masquage des nuages, correction atmosphérique.
- ✚ **Calcul pixel par pixel des indices spectraux** selon leurs formules respectives (cf. Annexes).
- ✚ **Agrégation des valeurs spectrales moyennes par département** (réduction des données spatiales).
- ✚ **Production de cartes thématiques** et statistiques descriptive des indices.
- ✚ **Intégration des résultats dans les bases EHCVM** pour analyses conjuguées environnement – conditions de vie.

### Principales sorties

- Cartes de chaque indice pour le Sénégal (2018).
- Tableau des valeurs moyennes par département.
- Base socio-économique enrichie avec les indicateurs spectraux.
- Graphiques comparatifs et visualisations des distributions spatiales.

Figure 9 Carte NDVI en 2018 des départements du Sénégal



### **Limites et contraintes**

Certaines limites importantes :

- Vulnérabilité aux **nuages résiduels** malgré le masquage (surtout en saison humide).
- Confusion possible entre certaines classes spectrales (ex. sols nus vs urbanisation).
- Simplifications inhérentes aux formules des indices spectraux, qui ne garantissent pas une discrimination parfaite entre types d'occupation du sol.

---

## **Annexes**

---

*Annexe 1 : Extrait sortie csv du NDVI moyen par départements au Sénégal*

1	departement	NDVI_moyen	departement_norm
2	Dagana	0.17725377295383518	DAGANA
3	Podor	0.1483721790193938	PODOR
4	Saint-Louis	0.14471042120653094	SAINT-LOUIS
5	Boukiling	0.32548102085114444	BOUNKILING
6	Goudomp	0.4982286359335694	GOUDOMP
7	Sédhiou	0.37741549217559023	SEDHIOU
8	Bakel	0.2227847200963352	BAKEL
9	Goudiry	0.25813845066991414	GOUDIRY
0	Koupentoum	0.21860362273099146	KOUPENTOUM
1	Tambacounda	0.31484805076453415	TAMBACOUNDA
2	Mbour	0.21181714497343662	MBOUR
3	Thiès	0.19741808491857038	THIES
4	Tivaouane	0.1925143427933098	TIVAOUANE
5	Bignona	0.41366620216042765	BIGNONA
6	Oussouye	0.4318346965447578	OUSSOUYE
7	Ziguinchor	0.5444546113490885	ZIGUINCHOR
8	Dakar	0.0769405411471096	DAKAR
9	Guédiawaye	0.10887546655225638	GUEDIAWAYE
0	Pikine	0.1422428885875446	PIKINE

*Annexe 2 : Lien vers le Readme pour télécharger les données*

[Statistique-Exploratoire-Spatiale-2025-2026/02\\_TP\\_Equipes/TP2\\_SES\\_2025\\_2026\\_ASTOU\\_MAREME\\_LANDRY\\_YAMAHA at main · Abson-dev/Statistique-Exploratoire-Spatiale-2025-2026](#)

*Annexe 3 : Formule des indices spectraux utilisés*

$$\text{BSI} = [(\text{SWIR} + \text{R}) - (\text{NIR} + \text{B})] / [(\text{SWIR} + \text{R}) + (\text{NIR} + \text{B})]$$

$$\text{NDBI} = (\text{B11} - \text{B8}) / (\text{B11} + \text{B8})$$

- B11 : infrarouge à ondes courtes (SWIR)
- B8 : proche infrarouge (NIR)

$$\text{NDVI} = (\text{B8} - \text{B4}) / (\text{B8} + \text{B4})$$

- B8 : proche infrarouge (NIR)
- B4 : rouge

$$\text{NDTI} = (\text{Rouge} - \text{Vert}) / (\text{Rouge} + \text{Vert})$$

- Rouge : bande 4 (665 nm)
- Vert : bande 3 (560 nm)

Pour plus d'informations [Statistique-Exploratoire-Spatiale-2025-2026/02\\_TP\\_Equipes/TP6\\_GR1\\_ADDJITA\\_AGNANGMA\\_DIOP\\_NGAKE\\_THIOUB at main · Abson-dev/Statistique-Exploratoire-Spatiale-2025-2026](#)

## TABLE DES MATIERES

Remerciements .....	2
SOMMAIRE .....	a
LISTE DES FIGURES.....	b
Introduction.....	1
TP0 : exposés .....	1
TP 1 : Données spatiales : importation et visualisation .....	2
1. Objectifs du TP1 :.....	2
2. Données et logiciel utilisés : .....	2
3. Objectifs pédagogiques atteints.....	4
TP2 et TP3 : Analyse des données géospatiales portant sur les infrastructures, les aires protégées et la population du Cameroun.....	6
1. Objectifs TP2 et TP3 .....	6
2. Données et logiciel utilisés .....	6
TP4 : Calcul de terres arables au Kenya .....	8
1. Objectifs du TP 4.....	8
2. Données et logiciel utilisés .....	8
Données Raster .....	8
Données Vectorielles.....	8
3. Méthodologie .....	8
a. Alignement et agrégation.....	8
4. Quelques détails de traitement utiles : .....	9
TP5 : Calcul du ratio LCRPGR .....	10
1. Objectifs du TP.....	10
Calcul de l'indicateur ODD 11.3.1 : .....	10
2. Données utilisées et logiciels .....	10
3. Méthodologie .....	11
➤ Mosaïquage des tuiles.....	11
➤ Découpage à la zone d'étude .....	11
➤ Extraction de la classe bâtie .....	11
➤ Conversion en surface réelle .....	11
4. Autres pistes à explorer (la méthode DEGURBA).....	12
TP 6 : Calculs d'indices spectraux au Sénégal.....	14
1. Objectifs et spécificités de ce TP .....	14



2. Données et logiciel : .....	14
3. Indices calculés : .....	14
4. Méthodologie globale .....	15
Principales sorties.....	15
Limites et contraintes .....	16
Annexes .....	17
TABLE DES MATIERES .....	20