



**REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO**  
**MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DEVELOPPEMENT DURABLE**

**SECRETARIAT GENERAL A L'ENVIRONNEMENT ET DEVELOPPEMENT DURABLE**  
**DIRECTION DE DEVELOPPEMENT DURABLE**



**COORDINATION PANA ZONE COTIERE DE MUANDA**

**RAPPORT FINAL**  
**DEVELOPPEMENT D'UN SIG DYNAMIQUE SUR L'ÉVALUATION DE LA**  
**VULNERABILITE DE LA COMMUNAUTE ET FORMATION DES AGENTS DE**  
**LA CVM ET DE METTELSAT**

Réalisé par :

**OBSERVATOIRE SATELLITAL DES FORETS D'AFRIQUE CENTRALE**  
**OSFAC**

**JUILLET 2019**

# TABLE DES MATIERES

I. Contexte	2
II. Objectifs	3
III. Deroulement des activités	4
III.1. Deroulement de la formation	4
III. 1. 1. Formation des agents de la CVM et de la METTELSAT en SIG	4
III. 1. 2. Formation sur la collecte des données GPS	7
III. 1. 3. Introduction a modélisation des surfaces	12
III. 2. Délimitation de la zone du projet	15
III. 2. 1. Matériels	15
III. 2. 2. Résultats	15
III. 3. Fourniture d'un guide sur la gestion et l'utilisation des outils SIG	18
III. 4. Fourniture du logiciel ArcGIS desktop	18
III. 5. Fourniture de la base des données aérospatiales de la zone du projet	18
III. 6. Analyses spatiales et production des cartes sur la dynamique côtière dans la zone du projet	19
III. 6. 1. Objectif	19
III. 6. 2. Données utilisées	19
III. 6. 3. Matériels et Méthodes	19
III. 6. 4. Résultats	22
III. 6. 4. 1. Situation démographique du territoire de Muanda	22
III. 6. 4. 2. Analyses de l'occupation du sol	23
III. 6. 4. 3. Analyses côtières	28
III. 6. 4. 3. 1. Les lignes des cotes annuelles	28
III. 6. 4. 3. 2. Distances des cotes annuelles	28
III. 6. 4. 3. 3. Superficies des cotes érodées	29
III. 6. 4. 3. 4. Volumes des pertes des terres	31
III. 6. 4. 3. 5. Prediction de l'avancement du littoral pour l'année 2025	32
III. 6. 4. 4. Modelisation 3D/MNT de l'évolution cotiere	34
Conclusion et recommandations	35
Annexes	37

## I. CONTEXTE

Dans le cadre du projet du Programme d'Action National d'Adaptation à la variabilité et aux changements climatiques, la République Démocratique du Congo a reçu, avec l'appui du programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), un financement du Fonds pour l'environnement Mondial (FEM) pour mettre en oeuvre un projet d'adaptation à base communautaire intitulé : «Renforcement de la résilience des communautés de Muanda à l'érosion côtière en République Démocratique du Congo» ou PANA-Zone côtière, dans la Province du Kongo Central, plus précisément dans le territoire de Muanda, au niveau du littoral Congolais.

C'est ainsi que le projet PANA Zone-côtière, dont la durée est de 5 ans (2015 à 2019) a été développé et entend contribuer à renforcer la réponse locale aux risques d'érosion et d'inondation par l'utilisation et la promotion des technologies d'adaptation dans la zone côtière. Il est articulé autour de l'intégration des informations sur les risques climatiques dans les politiques de planification pertinentes, et de l'investissement dans la protection et la surveillance de la zone côtière contre les risques climatiques.

Ce projet, dont l'agence d'exécution est le PNUD, est mis en œuvre par la Direction de Développement Durable.

Dans sa phase de mise en œuvre, le projet consacre un volet important dans l'investissement, la protection et la surveillance de la zone côtière. Ainsi le projet vient d'acquérir un système d'Alerte Précoce pour améliorer les capacités de préparation, de prévention et de réponse aux risques liés à l'érosion côtière au niveau des trois sites pilotes du projet (Nsiamfumu, Muanda village, Banana, Muanda ville et Kitona). Ce système exige des formations appropriées pour sa gestion et la compréhension de la communauté vivant dans la zone. C'est ainsi que dans le plan de travail 2018 est prévu le recrutement d'un consultant pour développer un Systèmes d'Information Géographique (SIG) sur l'évolution de la vulnérabilité de la communauté de la zone.

L'Observatoire Satellite des Forêts d'Afrique Centrale (OSFAC) a été choisi comme prestataire pour renforcer les capacités des agents de la Congolaise des Voies Maritimes (CVM) et de l'agence nationale de METéorologie et de TELédétection par SATellite (METTELSAT) en SIG et GPS.

## II. OBJECTIFS

L'objectif général du travail demandé à l'OSFAC était de renforcer les capacités de la Congolaise des Voies Maritimes (CVM) et l'Agence Nationale de Météorologie et de la télédétection (METTELSAT) en Système d'Informations géographiques (SIG) pour une meilleure gestion et utilisation des données du Système d'Alerte Précoce du Projet PANA Zone Côtière

Les objectifs spécifiques sont :

- i. Renforcer les capacités des agents de la CVM en Système d'information Géographiques pour une bonne gestion des risques climatiques ;
- ii. Mettre à la disposition des agents de la CVM un Guide sur la gestion et l'utilisation des outils SIG ;
- iii. Fournir un logiciel ArcGIS Desktop après la formation ;
- iv. Fournir une base de données géospatiales (images satellitaires, données existantes et les points GPS de la zone côtière) ;
- v. Produire des cartes sur la dynamique de la zone (cartes issues des analyses spatiales sur les risques). Ces cartes (formats A0, A1 ou A3) seront fournies en dur et en soft ;
- vi. Rédiger un rapport d'exécution des activités.

### **III. CONTENUE DU RAPPORT DES ACTIVITES**

Ce rapport présente successivement les points ci-dessous :

1. Formation des Agents de la CVM et de METTELSAT en Système d'Information Géographique (SIG), GPS et l'Introduction à la modélisation des surfaces ;
2. Fourniture d'un Guide sur la gestion et l'utilisation des Outils SIG ;
3. Fourniture du logiciel ArcGIS Desktop ;
4. Fourniture de la base données géospatiales de la zone du Projet PANA-Zone côtière.
5. Analyses spatiales et production des cartes sur la dynamique côtière dans la zone du Projet ;

#### **III.1. DEROULEMENT DE LA FORMATION**

##### **III. 1. 1. FORMATION DES AGENTS DE LA CVM ET DE LA METTELSAT EN SIG**

La formation a eu lieu à Muanda du 28 Janvier au 05 Février 2019, en raison de huit (8) heures de travail par jour. Les neuf (09) modules retenus pour la formation ont été adaptés aux besoins et activités du Projet PANA-Zone côtière dans la Gestion de la côte.

Avant le démarrage des activités, l'équipe OSFAC (Ir. Cédric Singa, Ir, Olga Makonga, Ir. Christ LENDO) et l'équipe PANA (Mme Pascaline NYAMUNGU et Mme Beatrice) ont rendu visite et présenté des civilités à l'Administrateur de Territoire de la ville de Muanda. Les ordres de mission des Experts de l'OSFAC ont été remis à l'Administrateur de Territoire pour signatures et approbations.

L'Administrateur de Territoire a encouragé l'équipe en mission et leur à accorder l'autorisation de mener toutes les activités prévues dans la sécurité et le calme.

La formation a été ouverte par le discours de Mme Fifi NGOMBO, chargée de communication du projet PANA-Zone Côtière et a été clôturée par le mot de Mme Pascaline NYAMUNGU du projet PANA-Zone côtière.



Figure 1. Photo de famille regroupant les agents de la CVM et de METTELSAT, les formateurs de l'OSFAC et les agents du projet PANA-Zone côtière. Muanda 2019

➤ **Test de niveau** : En prélude à la formation, un questionnaire (voir annexe) a été remis aux apprenants pour connaître leur besoin et niveau en SIG. Le test de niveau a montré que les apprenants n'avaient pas le même niveau en SIG et en informatique de base. Certains avaient un niveau débutant alors que d'autres avaient un niveau moyen. Toutefois, à l'issue de cette formation, leur capacité en SIG et analyses spatiales ont été renforcées.

➤ La **formation** s'est déroulée en deux étapes : L'étape théorique et l'étape pratique. L'étape théorique a permis aux apprenants de se familiariser aux principes et terminologies liés aux SIG. La formation a commencé par le partage de la base des données (vectorielles et rasters) et des documents didactiques (programme de formation et cours théoriques).

Ensuite les formateurs ont présentés aux participants l'interface du logiciel ArcGIS, les 3 principales applications (ArcCatalog, ArcMap et ArcToolBox) de ce logiciel ainsi que les tâches réalisables sous chacune d'elles. Tout au long de cette formation, la connaissance de différentes fonctionnalités de ces 3 applications a permis aux participants d'exécuter diverses tâches retenues dans le programme de formation, notamment les tâches sur la création, manipulation, traitement, analyse, gestion des données sous ArcGIS.



Figure 2. Séances de la formation SIG et exercices

Signalons que les séances théoriques et exercices étaient chaque fois suivies par diverses questions, surtout de la part des apprenants. Des réponses concrètes à ces questions ont permis aux uns et aux autres d'éclaircir les zones d'ombre sur l'utilisation du logiciel et les analyses des données.

Pour faciliter la compréhension des apprenants, la formation a été réalisée en deux langues (Français et Lingala)

### III. 1.1.1 RESULTATS OBTENUS

En se basant sur l'échelle d'évaluation du test de niveau, les modules prévus et mentionnés dans le Terme de référence (Tdr) ont tous été abordés. Ainsi, après la formation les participants sont capables de :

- ✓ **Créer et modifier des fichiers vectoriels (shp)** : création des points, polygones, lignes ; édition des fichiers vectoriels (modification des objets géographiques et des informations attributaires) ; création des fichiers vectoriels (points) des coordonnées XY encodées dans une table (Excel).
- ✓ **Créer et mettre à jour des tables d'attributs** : Ajout, suppression des champs ; édition des tables ; calcul des valeurs d'un champ ;
- ✓ **Utiliser les systèmes de coordonnées** (géographiques et/ou projetées) ;
- ✓ **Interroger la base des données géographiques** : requêtes spatiales, sélection des entités par attributs, par localisation et par graphiques ;
- ✓ **Gérer et analyser des données géographiques** : gestion des symboles, labels et annotations, textes ;
- ✓ **Réaliser des mises en page** : organisation des données, gestion des blocs des données, insertion des éléments de base d'une carte et d'autres éléments tels que les diagrammes, les tableaux, les photos ; choix des formats d'impression, canevas géographiques, etc.;

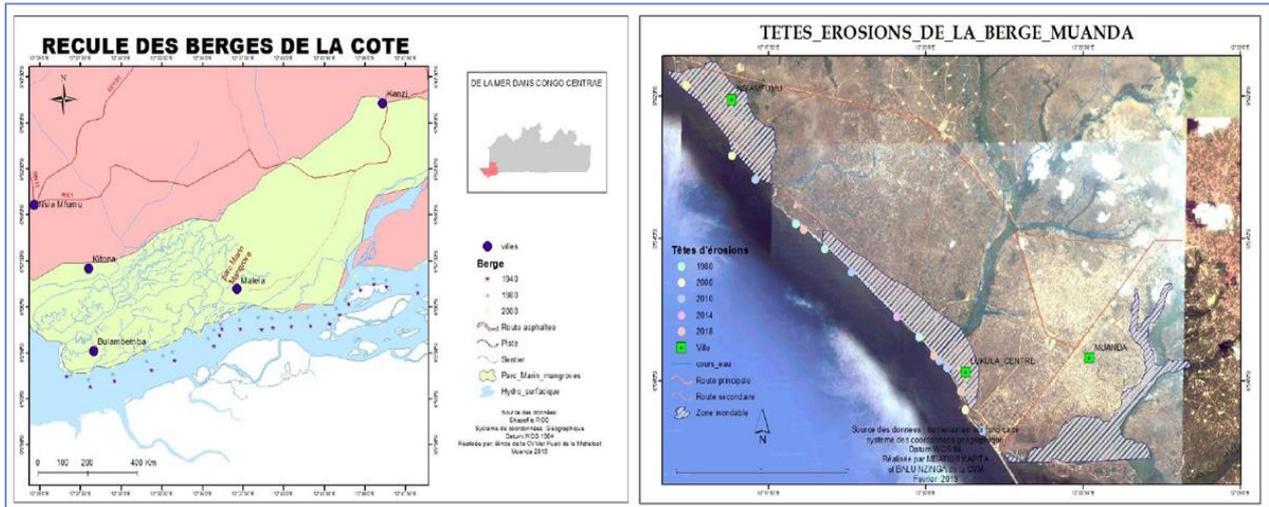


Figure 3. Illustration des cartes réalisées par les apprenants

### III. 1. 2. FORMATION SUR LA COLLECTE DES DONNEES GPS

La formation sur la collecte des données avec GPS s'est déroulée du 30 Janvier au 03 Février 2019. Comme pour la formation SIG, cette formation a eu lieu dans la salle polyvalente de la paroisse Notre Dame de Grâce à Muanda.

La formation a commencée par une partie introductive sur le GPS qui comprend l'historique du GPS et ses applications, le paramétrage du GPS suivi d'un aperçu général sur la notion des projections. OSFAC a mis à disposition des apprenants des GPS du type Garmin Map 62Sc d'une grande précision en couleur et dotés d'un appareil photo avec 5 Mega Pixel de résolution.

Deux grands groupes d'apprenants ont été constitués et chaque groupe a été scindé en trois sous-groupes constitués de 2 ou 3 personnes par GPS.

Le premier jour a été consacré à la partie théorique tandis que le deuxième a concerné la partie pratique sur la collecte des données proprement dites par les sous-groupes. Au troisième jour le formateur a appris aux participants les techniques de récupération (transfert) des données GPS dans l'ordinateur.



Figure 4. Illustrations des généralités théoriques et exercices

Chaque sous-groupe a présenté le travail réalisé sur le terrain lors de la collecte des données.

Soulignons que cette partie de récupération des données s'est déroulée avec beaucoup d'enthousiasme de la part des apprenants et de bonne humeur sous les applaudissements des sous-groupes après la présentation des résultats.

Le tableau ci-dessous résume le chronogramme de la formation GPS

Tableau 1 : Chronogramme de déroulement de la formation GPS

	30-Jan-2019	31-Jan-2019	1-Feb-2019	2-Feb-2019	3-Feb-2019
Groupe 1	Théorie	Pratique			Récupération et intégration des données GPS-PC Production cartographique
Groupe 2			Théorie	Pratique	

### III.1. 2. 1. Résultats obtenus

#### A. Collecte des données pour la formation GPS :

La collecte des données GPS a été effectuée dans la ville de Muanda. Les données collectées sur le terrain sont: écoles, hôpitaux et centres de santé, puits, hôtels, églises, terrasses, terrain de foot, château d'eau, bureau, banque, antenne de communication, société pétrolière, champs, piste, ponts, marchés, têtes d'érosion, croisements, les tracées des routes parcourues, les photos géoréférencées etc.

Toutes ses données collectées dans le cadre de la formation et les photos géo-référencées ont été constituées dans une base de données géographique (Geodatatbase) et remises à tous les participants. Dans cette base de données il y les tracées des routes, les waypoints des infrastructures et les photos.

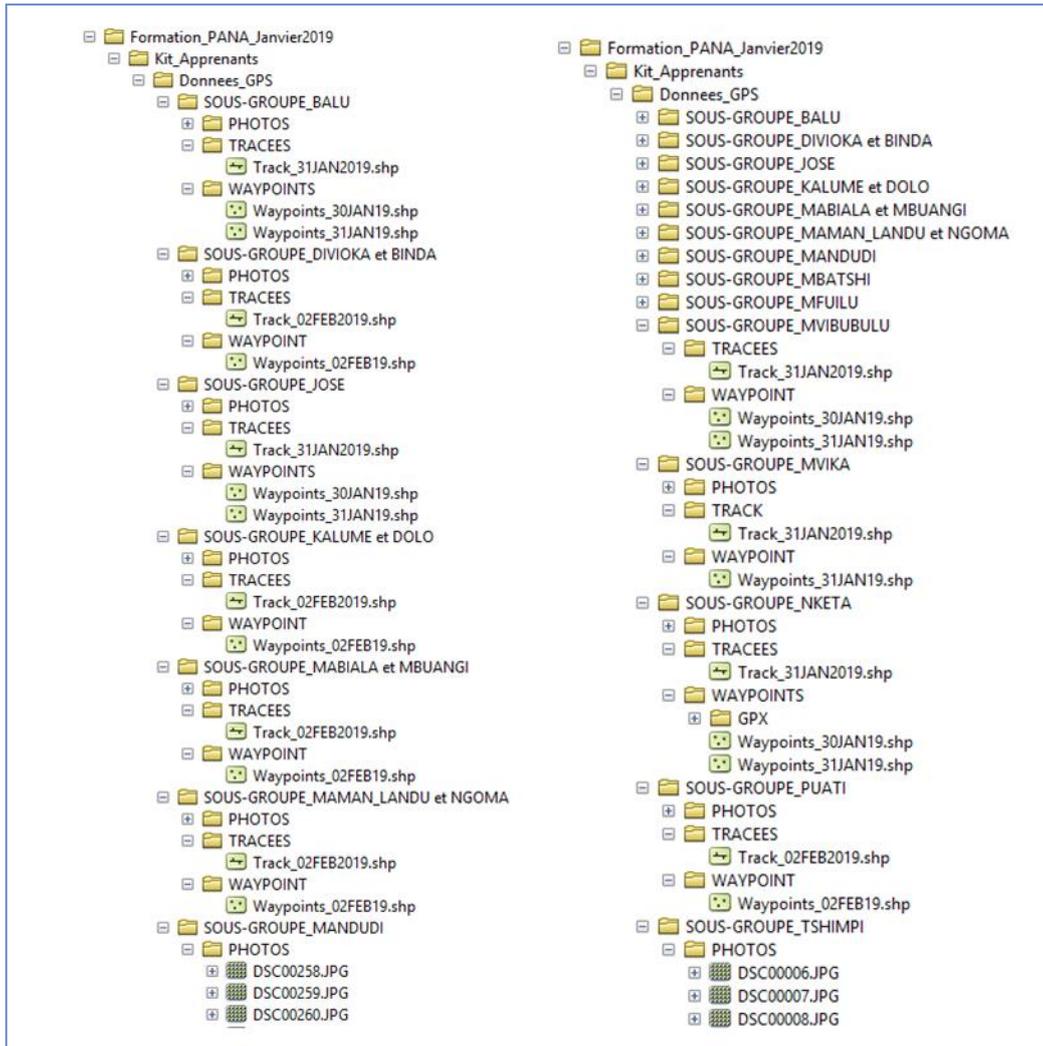


Figure 5. Illustration de la Base de données GPS collectées par les apprenants lors de la formation

## B. Téléchargement des données GPS dans l'Ordinateur (GPS-PC):

Comme dit ci-haut, après la collecte des données sur le terrain les participants ont appris les techniques de téléchargement des données collectées dans l'ordinateur. A l'aide du logiciel BaseCamp (un logiciel gratuit téléchargeable sur internet), chaque sous-groupe a pu télécharger les données et les a présentées. Les apprenants ont bien assimilé la technique de collecte des données avec le GPS.

Le logiciel BaseCamp a été installé dans les ordinateurs de tous les apprenants pour leur permettre de s'exercer sur le téléchargement des données pendant et après la formation.

Ci-dessous les cartes illustrant les données collectées sur le terrain et téléchargées par les apprenants avec le logiciel BaseCamp. Il s'agit des routes et des infrastructures (écoles, églises, centre de santé, puits, banques terrasses, terrain de foot, château d'eau, bureau, banque, antenne de communication, champs, piste, ponts, marches, têtes d'érosion, croisements etc.)



Figure 6. Illustration des points et des tracés GPS collectés par les apprenants (routes et infrastructures)

### C. Cartographie des données GPS collectées sur le terrain

Après le téléchargement ou la récupération des données GPS collectées dans l'ordinateur, les apprenants ont produit des cartes. Cela leur a permis de comprendre la logique de la collecte des données et la finalité de celle-ci.

Le formateur leur a montré comment charger les données de terrain dans le SIG et comment manipuler ces données en passant par :

- ✓ **Le nettoyage des tracés (lignes)** : ils ont appris comment nettoyer les tracés mal collectés ;
- ✓ **L'encodage et la correction des noms (points)** : certains noms écrits sur le carnet ont été répercutés sur les points sans noms et d'autres noms mal écrits ont été corrigés grâce aux informations notées sur le carnet ;
- ✓ **La symbologie** : chaque entité sur le terrain était notée sous forme de code ou d'abréviation pour permettre de gagner du temps lors de la collecte et permettre de les séparer selon leurs natures. Par exemple pour les écoles, les apprenants ont notées « ECO », églises « EG », hôpital « HOP », hôtel « HOT » etc. Pour éviter la confusion de ses entités en cas de surnombre, les codes ont été suivis d'une numérotation à l'exemple de « ECO1 », « ECO2 » etc.
- ✓ **La mise en page et l'exportation de la carte** : après la symbologie des entités collectées sur le terrain, les apprenants ont appris comment faire la mise en page d'entités afin de produire la carte. Ils ont placé les éléments de la carte dont l'échelle, la légende, la grille géographique, le Nord géographique, le titre et la source des données. Ils ont ensuite exporté leur carte en format PDF.



### III. 1. 3. INTRODUCTION A MODELISATION DES SURFACES

Après la formation sur la collecte des données GPS il a été important d'introduire aux apprenants les aspects de la modélisation des surfaces, MNT et 3D. Rappelons que le projet vise à renforcer la résilience de la population face aux phénomènes naturels d'avancer de la mer et de recule des berges occasionnant ainsi des nombreux cas de glissements de terrain et d'érosions côtières. C'est dans cette optique que les agents de la Congolaise des Voies Maritimes et du METTELSAT devraient être capables de modéliser les phénomènes dans leur milieu et d'établir un système d'ALERTE sur les prochaines catastrophes.

La formation sur la modélisation des surfaces s'est déroulée pendant deux jours, du 04 février 2019 au 05 février 2019.

Les données utilisées lors de cette formation sont :

- ✓ Image satellite SRTM de 30 mètres de résolution, source : OSFAC ;
- ✓ Les points de terrain GPS ;

Durant cette partie les points suivants ont été abordés : Clip de l'image SRTM, conversion de l'image en centroïde, extraction des courbes de niveau, Création de Modèle Numérique de Terrain (MNT), et la Visualisation 3D dans ArcScene.

#### III. 1. 3. 1. Clip de l'image SRTM

Dans cette première étape il a été question de couper l'image SRTM (topographie) sur base de la limite de la zone d'étude. L'image a été coupée à la limite de la ville de Muanda pour les exercices des apprenants.

Cette image permet de voir la topographie de la zone du projet.

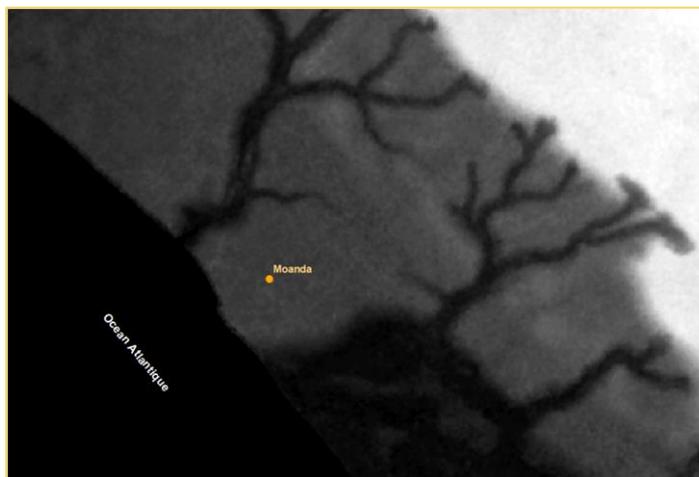


Figure 10. Illustration de l'image SRTM de Muanda coupée par les apprenants

### III. 1. 3. 2. Conversion de l'image en centroïdes

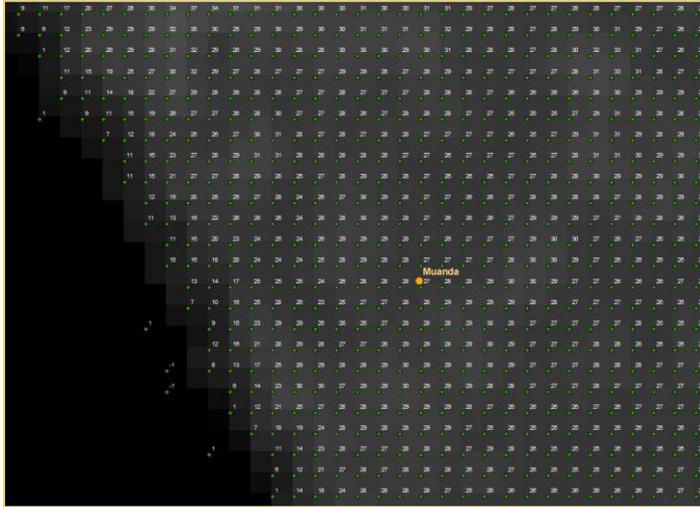


Figure 11. Illustration des centroïdes (centre de pixel d'une image satellite) de Muanda

Les apprenants ont appris comment convertir un raster (image) en donnée vectorielle de façon à leur permettre de produire un Modèle Numérique de Terrain (MNT). A partir de l'image SRTM, ils ont extraits les centroïdes qui sont les points contenant les informations des altitudes de chaque point de la ville de Muanda.

### III. 1. 3. 3. Extraction des courbes de niveau

Sur la base de l'image topographique, les apprenants ont pu extraire les courbes de niveau de la ville de Muanda en illustrant les valeurs d'altitudes.

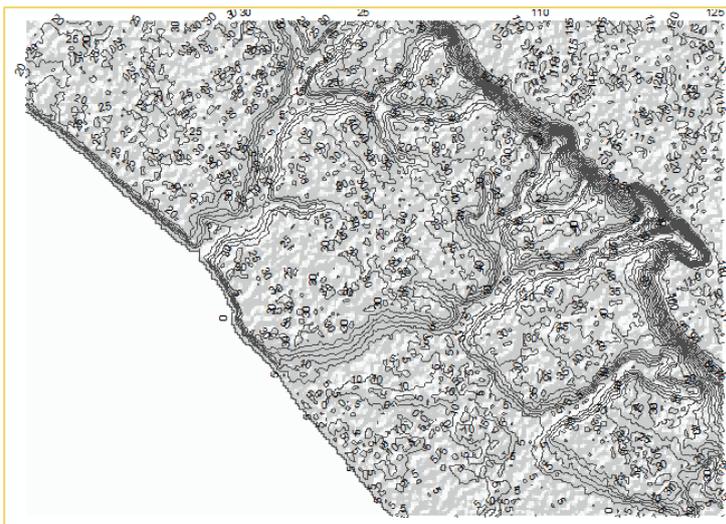


Figure 12. Illustration des courbes de niveau (lignes montrant les points de même altitude) de Muanda

### III. 1. 3. 4. Création de Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Après l'extraction des centroïdes, les apprenants ont appris comment créer un Modèle Numérique de Terrain (MNT) c'est-à-dire une représentation du relief de la zone du projet.

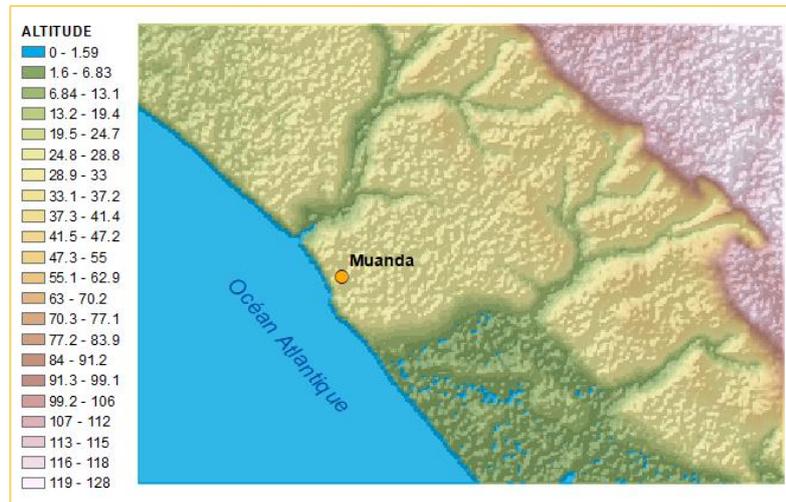


Figure 13. Illustration du MNT de Muanda

### III. 1. 3. 5. Visualisation 3D dans ArcScene

Le MNT produit a été ensuite visualisé dans le logiciel ArcScene sous le mode 3D (trois dimension) afin d'afficher les dénivelées de la zone sous étude.

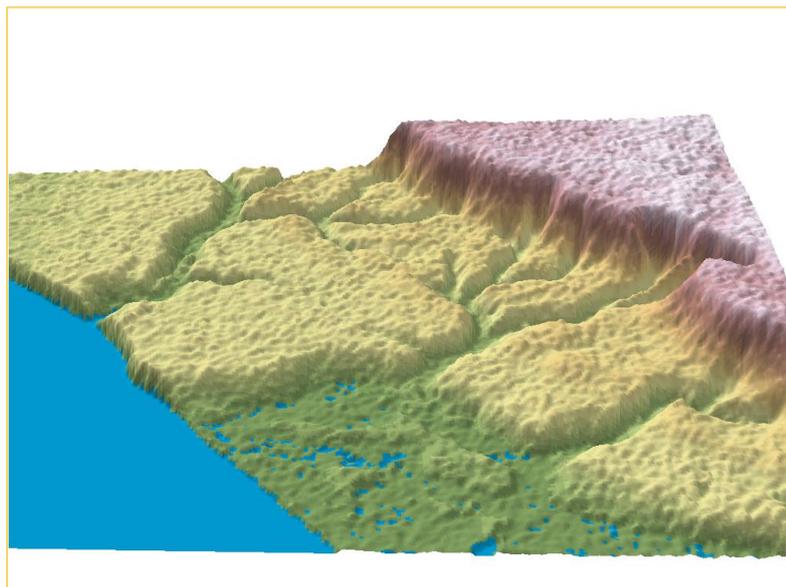


Figure 14. Illustration du du relief en 3 dimensions (3D) dans la zone du projet

## III. 2. DELIMITATION DE LA ZONE DU PROJET

Une mission de deux jours (06 au 07 Février 2019) a été organisée pour collecter les données et délimiter la zone du projet.

Avec l'accompagnement de PANA-Zone côtière et de CVM, les Experts de l'OSFAC ont été présentés aux chefs de village avant de commencer la collecte des données.

1. Après la rencontre avec les chefs de villages, l'équipe a procédé à : la collecte des données le long des côtes de l'océan dans le village de Nsiamfumu et ses environs ;
2. la collecte des données à Kitona Village et à ses environs ;
3. la collecte des données à Banana et aux villages environnants.

### III. 2. 1. Matériels :

Dans le cadre de la délimitation de la zone du projet, la CVM avait mis à disposition des experts de l'OSFAC un véhicule (Jeep) et des guides qui connaissent bien les différentes zones de collecte des données.



Figure15. Equipe de terrain pour délimiter la zone du projet et collecter les données

### III. 2. 2. Résultats

#### 1. Données collectées :

Les données collectées sont :

- ✓ Les limites des berges ;
- ✓ Les altitudes hautes et basses des côtes ;
- ✓ Les érosions des côtes océaniques ;
- ✓ Les exutoires des rivières et du fleuve ;
- ✓ Les villages ;
- ✓ Les Ecoles et centres de santé ;

- ✓ Les puits d'eau ;
- ✓ Les antennes téléphoniques ;
- ✓ Les châteaux d'eau ;
- ✓ Les points de pompage PERENCO ;
- ✓ Les stations (ou centres de traitement) PERENCO ;
- ✓ Les stations de la CVM ;
- ✓ Les routes délimitant la zone du projet ;
- ✓ Etc.



Figure 16. Illustrations des érosions côtières (Ancien Hôtel Le Tridan)



Figure 17. Erosions côtières

Figure18. Site pilote Nsiamfumumu

Carte de la Zone du Projet :

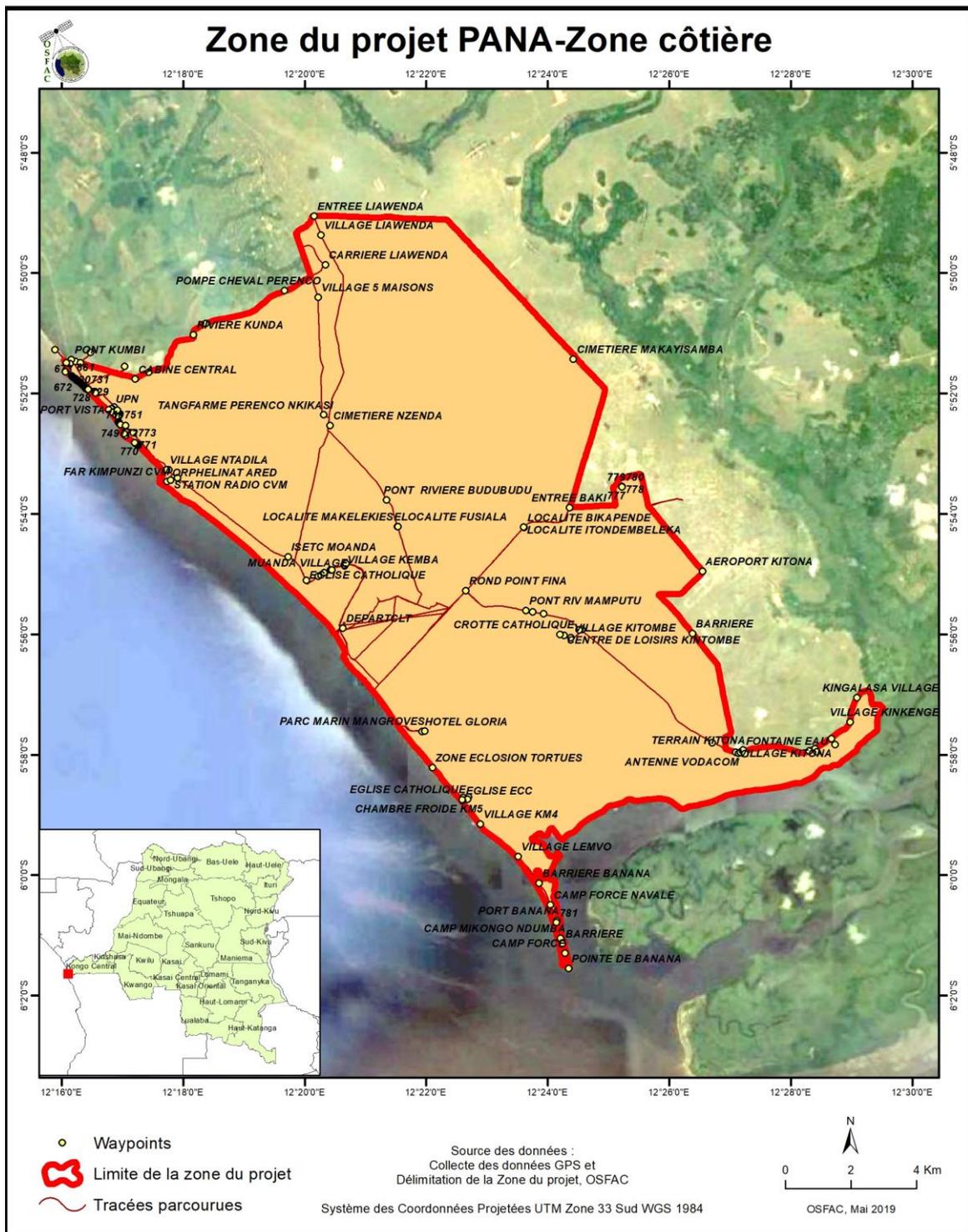


Figure 19. Carte montrant les limites de la Zone du projet et quelques villages

Superficie de la Zone du projet :

La superficie de la zone du projet délimitée au GPS est d'environ **20 717 Ha** soit **207 Km<sup>2</sup>**

### III. 3. FOURNITURE D'UN GUIDE SUR LA GESTION ET L'UTILISATION DES OUTILS SIG

Le guide sur l'utilisation des outils SIG a été préparé par OSFAC et mis à la disposition des apprenants pour faciliter la prise en mains du logiciel ArcGIS. Ce guide est en **annexe**.

### III. 4. FOURNITURE DU LOGICIEL ARCGIS DESKTOP

Dans le cadre de cette formation, OSFAC a fourni au Projet PANA-Zone côtière, un logiciel complet d'analyses spatiales ArcGIS 10.4 (licence ArcGIS desktop Advanced). Le guide d'installation est mis en **annexe**

### III. 5. FOURNITURE DE LA BASE DES DONNEES GEOSPATIALES DE LA ZONE DU PROJET

Toutes les données utilisées lors de la formation et celles collectées sur le terrain ont été intégrées dans une base de données géospatiales, gravées dans un CD et remis au à la coordination du projet PANA Zone côtière.

## III. 6. ANALYSES SPATIALES ET PRODUCTION DES CARTES SUR LA DYNAMIQUE COTIERE DE LA ZONE DU PROJET

### III. 6. 1. Objectif

Cette partie de l'étude va consister à traiter et analyser les données de télédétection pour suivre la dynamique côtière, en particulier, l'occupation du sol et les changements interannuels, cartographier et évaluer les modifications du trait de côte de l'Océan Atlantique le long du territoire de Muanda et enfin afin prédire son évolution au cours des prochaines années.

### III. 6. 2. Données utilisées :

- ✓ Images satellites Landsat MSS de 1988 ;
- ✓ Images satellites Landsat ETM+ de 2000 et 2015 ;
- ✓ Images satellites Landsat 8 de 2019 ;
- ✓ Images SRTM de 2000 et 2014
- ✓ Image haute résolution Bing de 2019 (visualisation uniquement)
- ✓ Données GPS collectées sur le terrain (les points d'altitude de 2019 et les tracés des routes et des sentiers).

### III. 6. 3. Matériels et Méthodes

Les images Landsat et SRTM de la zone du projet ont été utilisées pour extraire les côtes des différentes périodes. Les côtes ont été extraites des Landsat MSS, ETM+ et OLI (Landsat 8) pour les périodes 1988, 2000, 2015, 2019 et les Images SRTM pour 2000 et 2014.

Les images Landsat MSS, TM, OLI et SRTM 2000 sont acquises à partir de la Base de données de l'Observatoire Satellital des Forêts d'Afrique Centrale (OSFAC) tandis que l'image SRTM de 2014 a été obtenue auprès de US Geological Survey (USGS). Les images Bing disponibles à travers la plateforme JOSM ont été utilisées pour la visualisation de la côte.

Toutes les images ont été projetées dans la zone UTM 33 Sud. La bande panchromatique de l'image Landsat MSS de 1988 présente une résolution spatiale de 30 mètres. Les bandes panchromatiques utilisées pour les images Landsat ETM+ de 2000, 2010, 2015 et Landsat 8 de 2019 ont toutes une résolution spatiale de 15 mètres. Les images SRTM de 2000 et 2014 ont également une résolution spatiale de 30 mètres.

Les logiciels d'analyse et de traitement des données utilisés dans cette étude sont : **ArcGIS 10.3** pour des calculs de perte de terre, d'extraction des modèles d'élévation, de modélisation et d'estimation des profils ainsi que la cartographie ; **ArcScene 10.3** pour la modélisation 3D et la

visualisation des surfaces ; ERDAS Imagine 9.2 pour les corrections géométriques et radiométriques des images . Une zone d'analyse (Baseline) a été définie avec un buffer de 1,5Km de part et d'autre des côtes.

Plusieurs techniques d'extraction du littoral et de détection des changements ont été utilisées, parmi lesquelles: **les algorithmes de découpage de niveau de seuil, le découpage de densité, le Object Based Image Analysis (OBIA)/Segmentation.**

Les algorithmes de découpage de seuil de niveau ont été sélectionnés pour extraire l'eau des capteurs MSS et ETM+. Les algorithmes OBIA et Segmentation Multirésolution ont été utilisés pour créer les segments pour les extractions automatiques de littoral et des lignes des côtes. Les données binaires ont été converties en format de ligne vectorielle à l'aide d'ArcGIS 10.3.

Les masques de l'eau (Watermask) ont été extraits sur les données d'élévation SRTM de deux périodes 2000 et 2014.

Après l'extraction des lignes des côtes annuelles (transects), les équations de régression linéaire pour chaque transect ont été appliquées pour prédire la position spatiale des côtes en 2025. Le logiciel Excel a été utilisé pour prédire les valeurs de l'équation. Les valeurs des distances sont calculées à partir du modèle pour chaque transect dans ArcGIS. Enfin le modèle « Déblai-Remblai » a été utilisé pour calculer les volumes des pertes des terres et les accumulations dues aux érosions côtières. Les volumes des terres perdues sont extraits par Cross-validation de l'année d'Avant ou Year1 (2000) et de l'année d'Après ou Year2 (2014). Le volume est exprimés en mètre cube (m<sup>3</sup>).

Le diagramme ci-dessous résume la méthodologie appliquée dans cette étude.

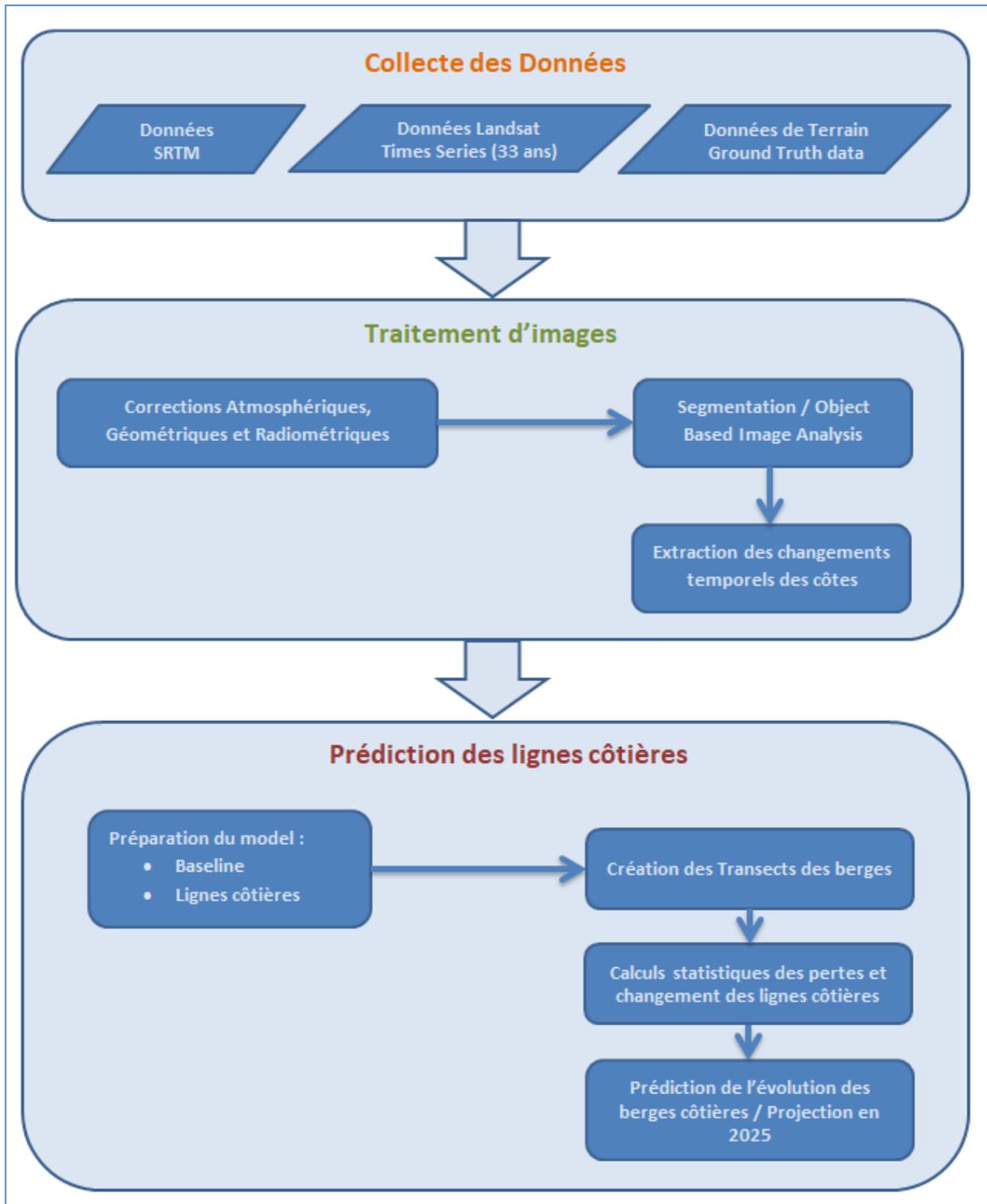


Figure 20. Approche méthodologique

### III. 6. 4. RESULTATS :

#### III. 6. 4. 1. SITUATION DEMOGRAPHIQUE DU TERRITOIRE DE MUANDA

Tableau 1. Situation démographique du territoire de Muanda au 31 Décembre 2017

ENTITE	POULATION BRUTE						
	HOMMES	FEMMES	GARCONS	FILLES	TOTAUX	M.A	A.A
Secteur Assolongo	2.864	3.428	2.901	3.148	12.341	4.396	13.188
Secteur de Boma-Bungu	15.376	17.320	18.704	18.117	69.662	19.470	58.410
Secteur de La Mer	5.180	5.554	7.630	7.932	26.296	9.205	27.618
Cité de Muanda	23.983	24.875	31.420	32.609	112.887	17.125	17.125
<b>TOTAL</b>	<b>47.403</b>	<b>51.177</b>	<b>60.655</b>	<b>61.951</b>	<b>221.186</b>	<b>50.196</b>	<b>116.338</b>

Source : Rapport annuel territoire de Muanda 2017

Le Territoire de Muanda compte 493 villages avec une population estimée à 221.186 habitants (50.196 Ménages Agricoles (M.A.) avec 116.338 Actifs Agricoles (A.A.).

Par Ménage Agricole (M.A.) on en entend la famille (parents et enfants) qui vit de l'agriculture. Quant aux Actifs agricoles (A.A.), il s'agit du nombre de personnes dans une famille agricole capable de faire un travail agricole (champ).

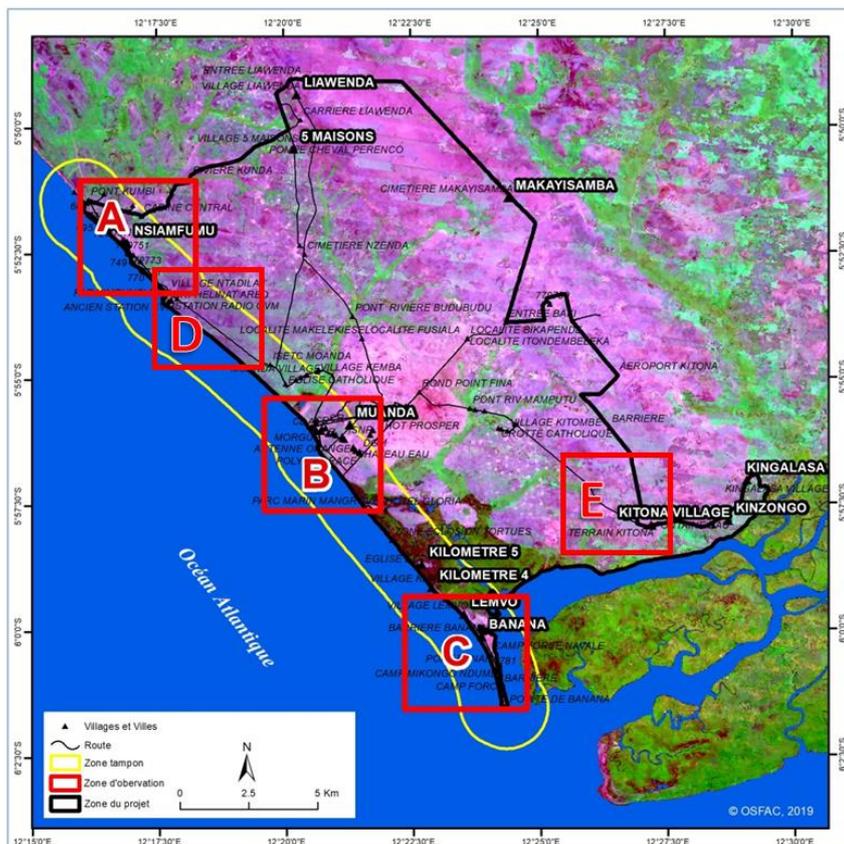


Figure 21. Zone du projet et zone cible des analyses côtières

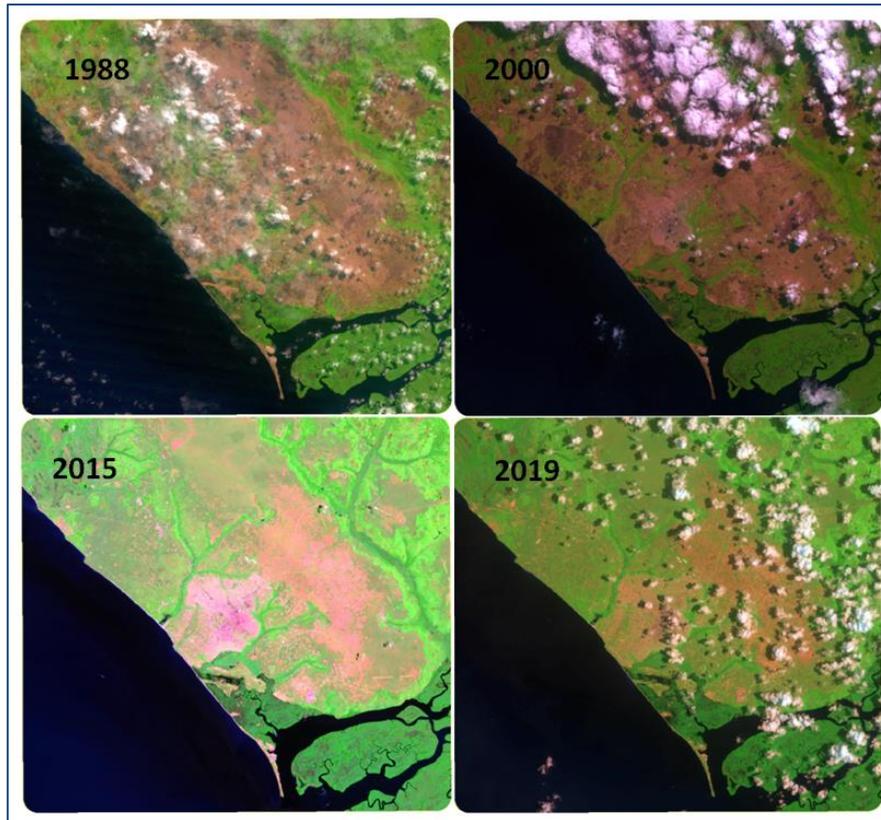


Figure 22. Couverture des images satellites des années 1988, 2000, 2015 et 2019

### III. 6. 4. 2. ANALYSES DE L'OCCUPATION DU SOL

Les analyses de l'occupation du sol dans la zone du projet PANA-Zone côtière ont été réalisées par des classifications diachroniques de deux périodes (2000 et 2017) en appliquant l'algorithme « Decision Tree ».

#### **Données utilisées :**

Pour extraire les strates de l'occupation du sol des images des capteurs Landsat ETM de 2000 et Landsat 8 de 2017 ont été utilisées.

Le choix de ces deux années repose essentiellement sur la qualité des données disponibles pour la zone du projet. L'image de 2000 présente une bonne partie de la zone du projet avec une faible couverture nuageuse bien que très nuageuse dans sa partie nord-est.

L'image de 2017 quant à elle est de très bonne qualité (0% de couverture nuageuse) et elle est l'année la plus récente et plus proche de 2019 qui a des images trop nuageuses pour les analyses de classification.

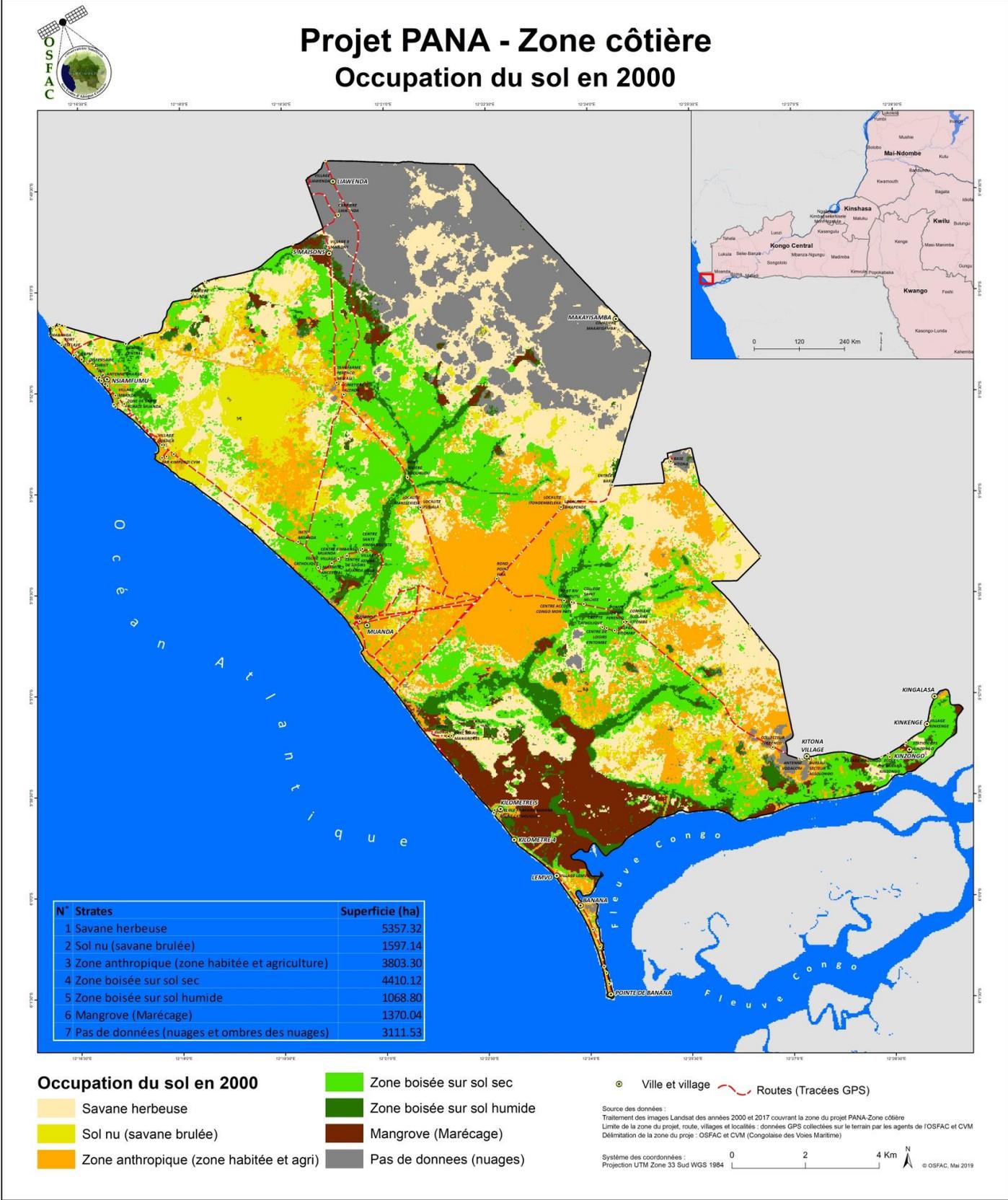


Figure 23. Carte montrant les classes d'occupation du sol et leurs superficies en 2000

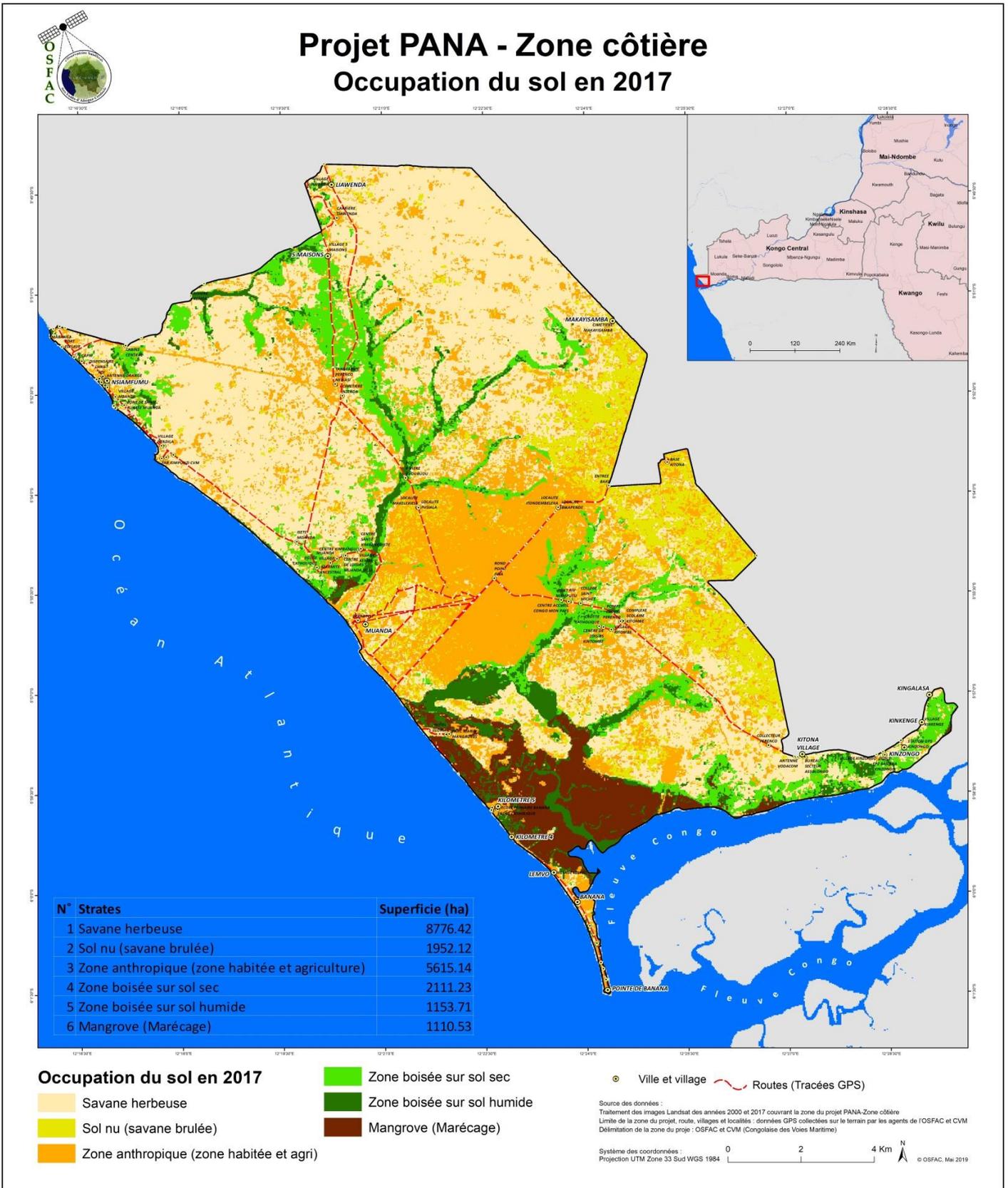


Figure 24. Carte montrant les classes d'occupation du sol et leurs superficies en 2017

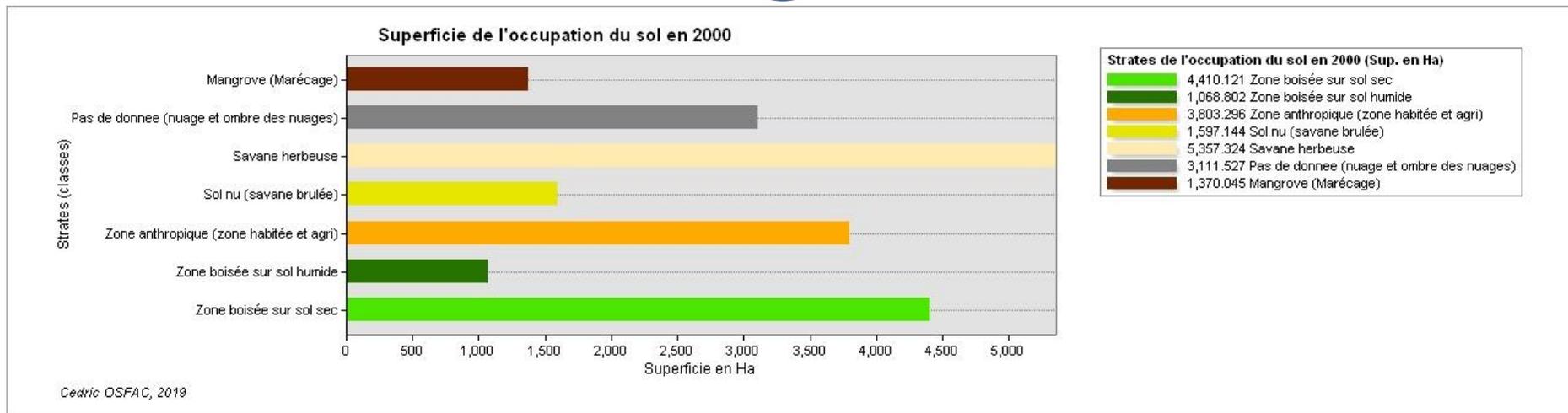


Figure 25. Superficies des classes d'occupation du sol en 2000

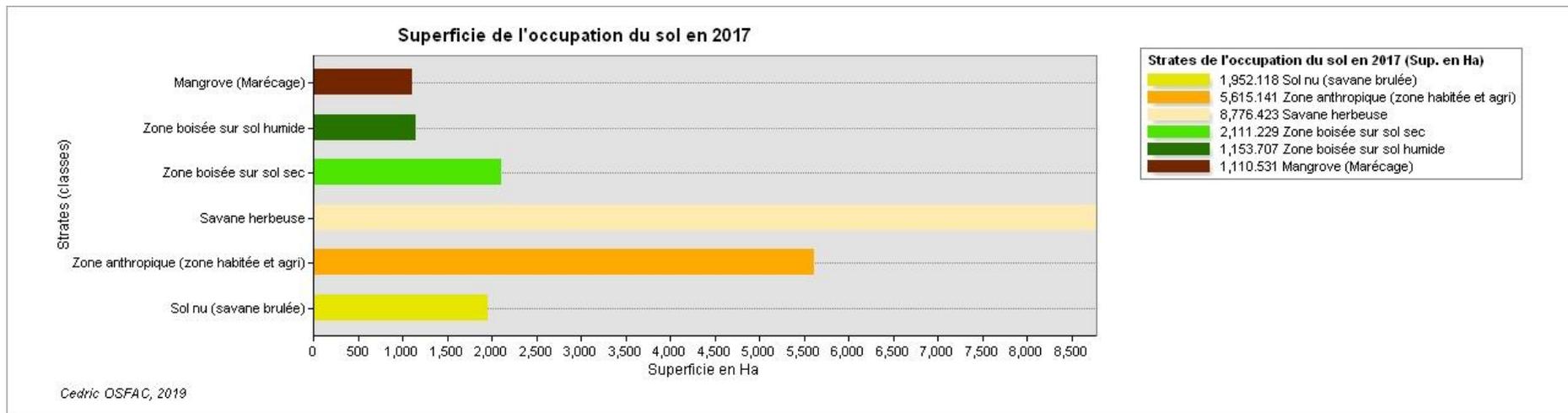


Figure 26. Superficies des classes d'occupation du sol en 2017

**Interprétation :**

A la lumière des résultats des classifications de ces deux années 2000 et 2017, on constate ce qui suit:

- Une augmentation de la strate Zone anthropique qui en 2000 était d'environ 3 803,3 ha et atteint 5 615,4 ha ;
- Une légère augmentation de la strate Zone boisée sur sol humide qui passe de 1068,8 en 2000 à environ 1 153,7 ha ;
- Une baisse considérable de la strate Zone boisée sur sol sec qui évolue de 4 410 ha en 2000 à 2 111 ha en 2017 (soit une perte de la moitié des arbres en sol non humide) ;
- Une très grande augmentation de la savane herbeuse en 2017 avec une superficie d'environ 8 776 ha contre 5 375 ha en 2000 ;
- Les sols nus passent de 597 ha en 2000 à 1 952 ha en 2017.

### III. 6. 4. 3. LES ANALYSES CÔTIÈRES

#### III. 6. 4. 3. 1. LES LIGNES DES COTES ANNUELLES

Les lignes des cotes de 1988, 2000, 2015 et 2019 sont représentées à travers les illustrations ci-dessous :

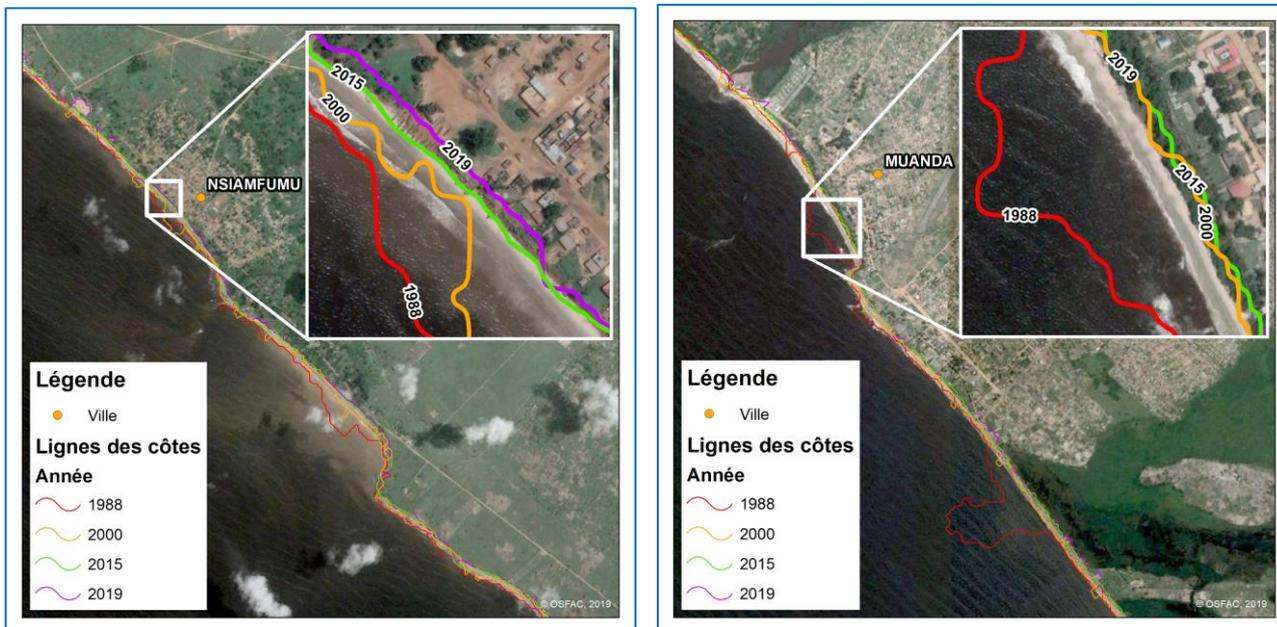


Figure 27. Lignes des cotes de 1988, 2000, 2015 et 2019

#### III. 6. 4. 3. 2. DISTANCES DES COTES ANNUELLES

Le calcul des distances euclidiennes a permis de générer le graphique des distances des points sur chaque côte des différentes années.

Ce graphique montre les variations des distances le long des côtes en fonction des années sous étude.

La moyenne des distances entre les années représente environ **37.41 mètres** de 1988 à 2019.

Les résultats des distances ont permis de calculer les équations linéaires et de prédire l'évolution spatiale de la côte en 2025.

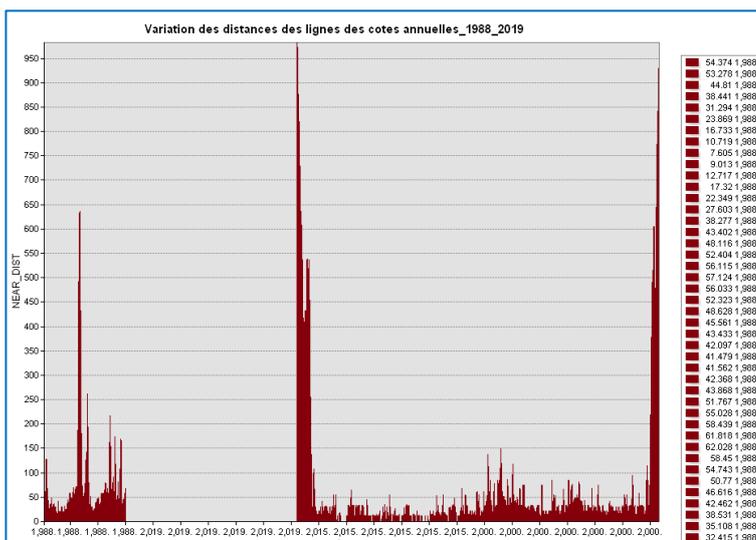


Figure 28. Distances des cotes annuelles

### III. 6. 4. 3. 3. SUPERFICIES DES COTES ERODEES

Les traitements et l'analyse des images satellites ont permis de montrer les lignes annuelles des cotes durant la période allant de 1988 à 2019 (soit 31 ans).

Les superficies des zones érodées durant cette période ont été extraites par section de 1988-2000, 2000-2015 et 2015-2019.

Les résultats montrent ce qui suit :

**Tableau 2 : Superficies annuelles érodées**

<b>Année</b>	<b>Superficies érodées (ha)</b>
1988 - 2000	102.65
2000 - 2015	72
2015 - 2019	36.44
<b>Total</b>	<b>211.09</b>

➤ **102.65 ha** ont été érodées durant la période de **1988 à 2000** (soit 12 ans) ; ;

➤ **72 ha** ont été érodées durant la période de **2000 à 2015** (soit 15 ans) ;

**36.44 ha** ont été érodées durant la période de **2015 à 2019** (soit 4 ans) Au total **211.09 ha** de la superficie totale des cotes érodées en **31** ans.

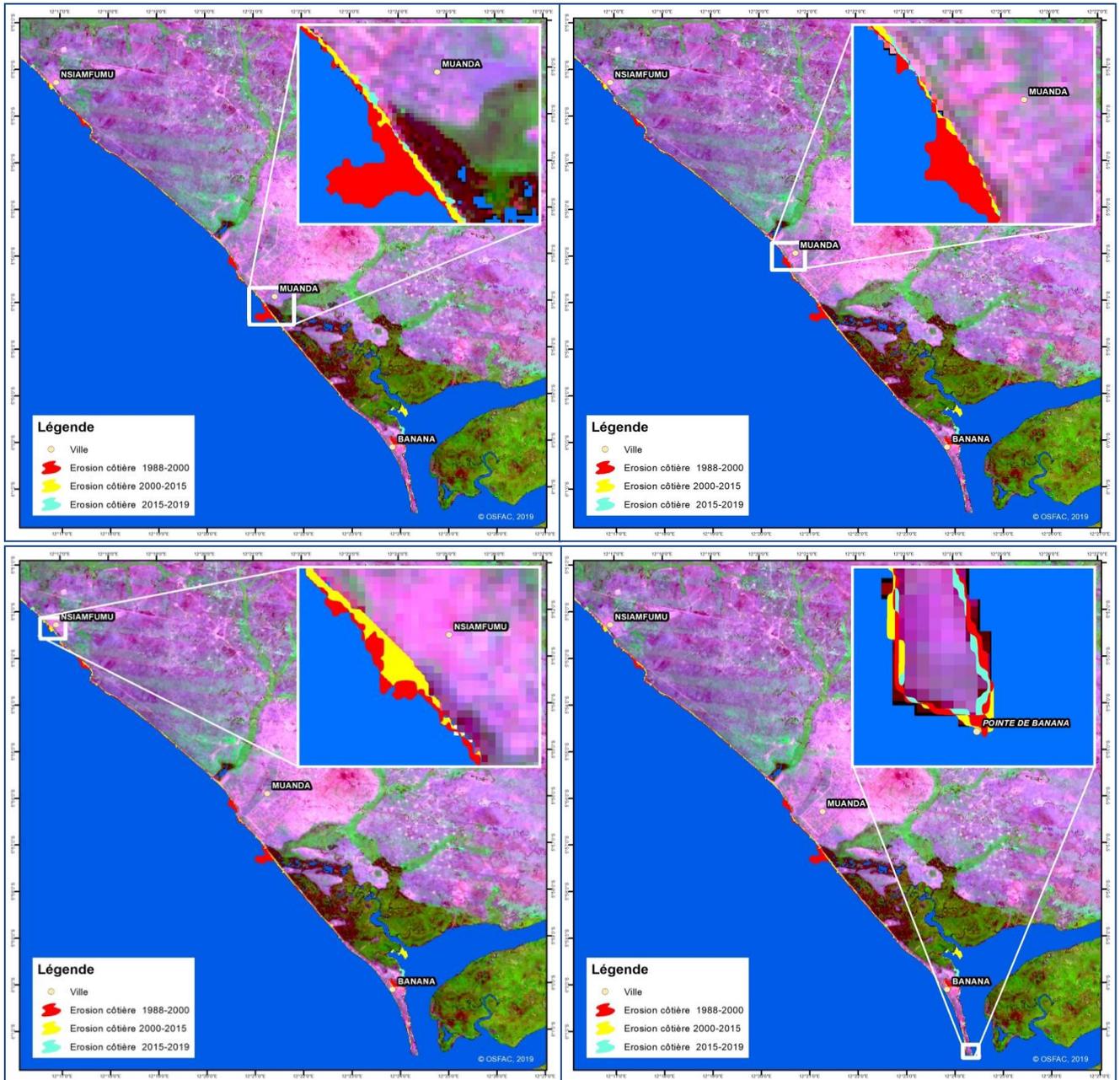


Figure 29. Illustration des superficies érodées par les érosions côtières de 1988 à 2019

Les extractions des lignes des cotes ont permis de montrer que, bien que les surfaces des terres ont été perdues par les érosions côtières, certains endroits présentent les zones d'accrétions (ou gain) des terres en fonction des années. Ses zones ont été séparées des érosions et les volumes des déblais et des remblais ont été calculés dans la zone des analyses.

### III. 6. 4. 3. 4. VOLUMES DES PERTES DES TERRES

Les volumes des terres perdues sont calculés sur base des valeurs d'altitudes extraits des images SRTM existantes et des points altimétriques collectés sur le terrain (Points GPS). Par l'application des outils de Déblais-Remblais et de Cross-validation les volumes des terres perdues et accumulées sont extraits de l'année Avant (Year1\_2000) et de l'année Après (Year2\_2019). Le volume est exprimé en mètre cube ( $m^3$ ).

Cette figure montre la distribution des points des pertes (déblais) dues aux érosions côtières et des accumulations (remblais) ou gains sur les côtes dans la zone du projet.

En bleu sont représentés points des pertes des terres estimées dans la période de 2000-2019 et rapportées la période d'étude 1988-2019.

Un total de **2595 pixels** est analysé et subdivisé dans les 3 classes suivantes :

- **Classe 1 : Net Loss (Bleu)**
- **Classe 2 : Unchanged (Grise)**
- **Net Gain : Net Gain (Rouge)**

Les volumes extraits en fonction des nombre des pixels captés et des superficies sont présentés dans le tableau qui suit :

**Tableau : Volumes des déblais et remblais estimés dans la zone du projet**

N°	Classes	Nbre des Pixels	Superficie (ha)	Volume 2000-2019 ( $m^3$ )	Volume annuel ( $m^3$ )	Volume 1988-2019 ( $m^3$ )
1	Pertes (déblais)	1159	109.02	<b>2989416.13</b>	<b>157337.69</b>	<b>4877468.43</b>
2	Accrétion (remblais)	771	72.52	1125969.51	59261.55	1837108.15
3	inchangés	665	62.55	0.00	0.00	0.00
<b>4</b>	<b>Total</b>	<b>2595</b>	<b>244.10</b>	<b>4115385.64</b>	<b>216599.24</b>	<b>6714576.58</b>

Le volume des terres perdues par les érosions côtières dans la zone du projet est d'environ **2 989 416,132  $m^3$**  de 2000 à 2019 soit durant une période de 19 ans. Ceci représente une moyenne annuelle de volume d'environ **157 337,69  $m^3$** , soit environ **4 877 468,43  $m^3$**  des terres perdues par les érosions côtières de **1988 à 2019**.

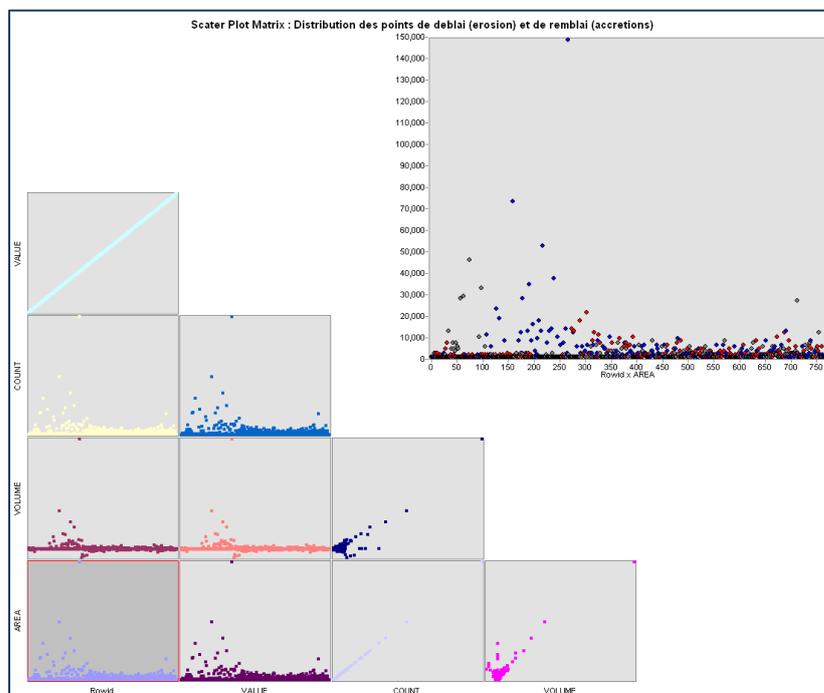


Figure 30. Distribution des points des déblais et remblais dans la zone côtière du projet

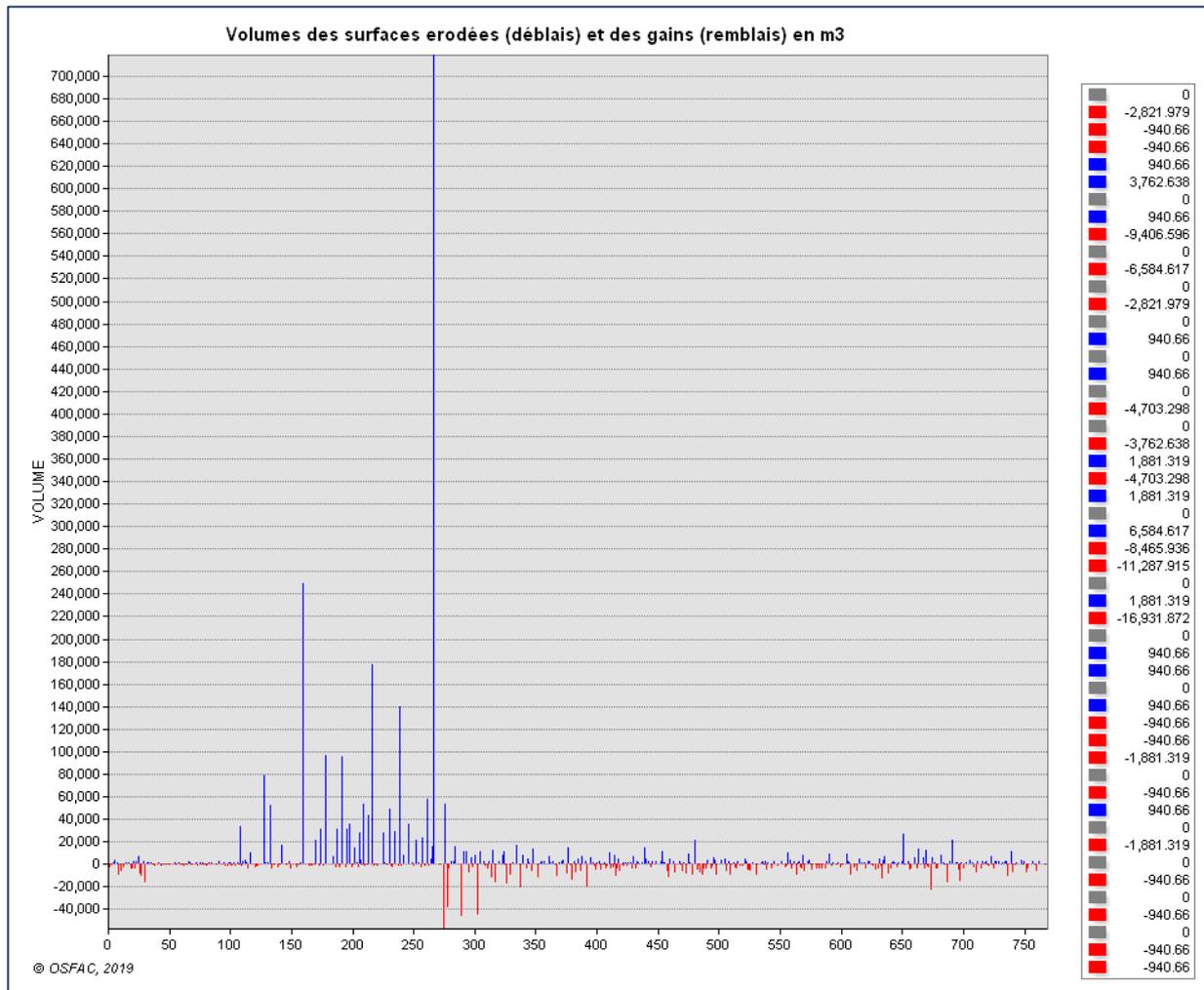


Figure 31. Illustration des volumes estimés (en m3). En bleu les volumes des terres érodées ou pertes, en rouge les volumes de l'accrétion ou gains et en gris les zones inchangées.

### III.6. 4. 3. 5. PREDICTION DE L'AVANCEMENT DU LITTORAL POUR L'ANNEE 2025

La prédiction de la cote pour l'année 2015 a été faite sur base des distances des transects (lignes côtières) des différentes années où la distance moyenne annuelle a été détectée sur les quatre années 1988, 2000, 2015 et 2019. La position spatiale de la ligne de cote a été prédite jusqu'en 2025.

Il ressort ce qui suit :

- ✓ La distance des cotes perdues de 1988 à 2000 est d'environ **87.41 mètres** ;
- ✓ La distance moyenne annuelle de recule des berges de 2000 à 2015 est d'environ **9,35 mètres par an**;
- ✓ Environ **65.21 mètres** de distance d'avancement de l'océan vers la terre ferme est détectée de 2015 à 2025 soit une distance moyenne annuelle d'environ **6.52 mètres** par an pendant **10 ans**.

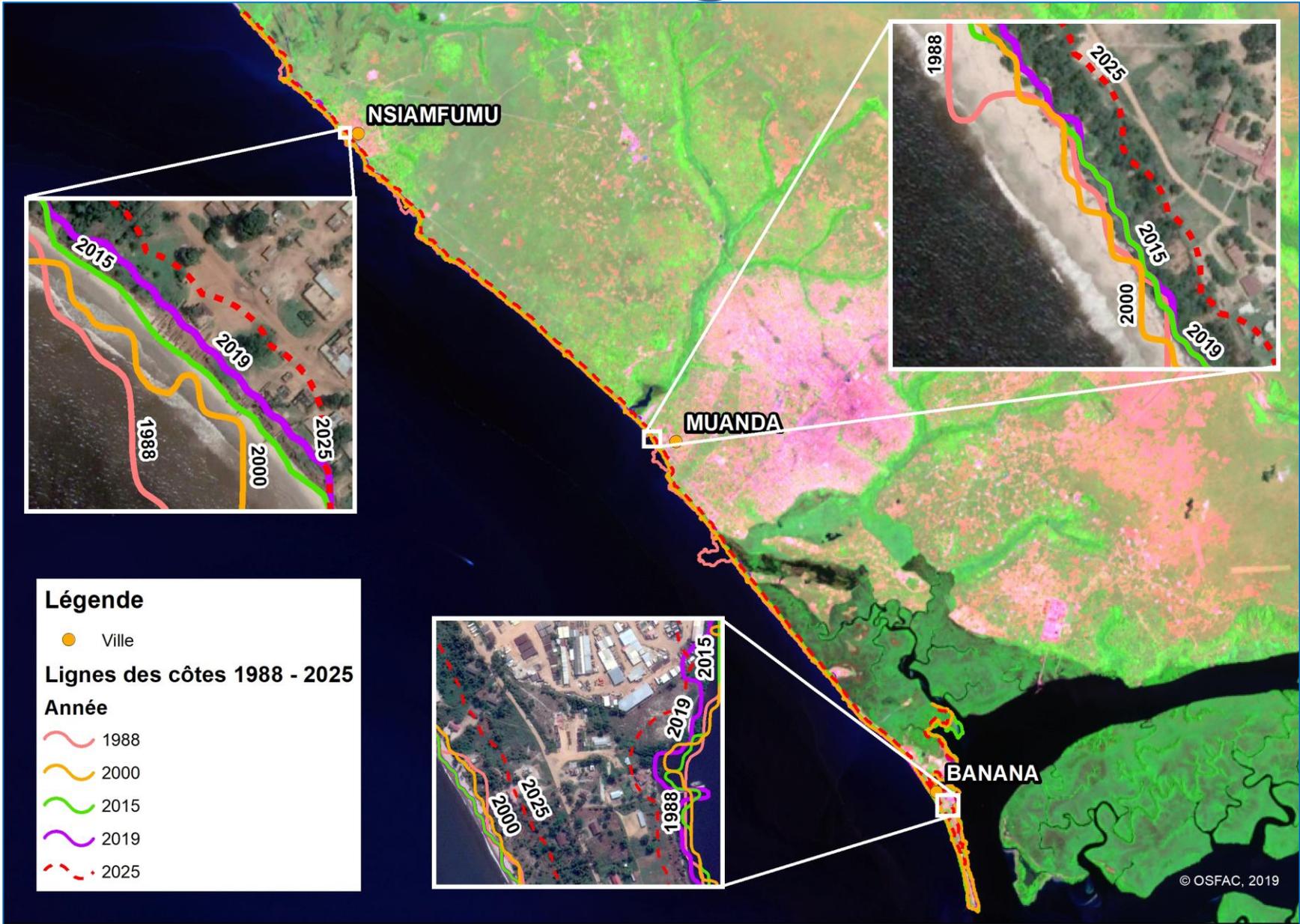


Figure 32. Prédiction de la position des lignes des cotes en 2025

### III. 6. 4. 4. Modélisation 3D/MNT de la zone du projet

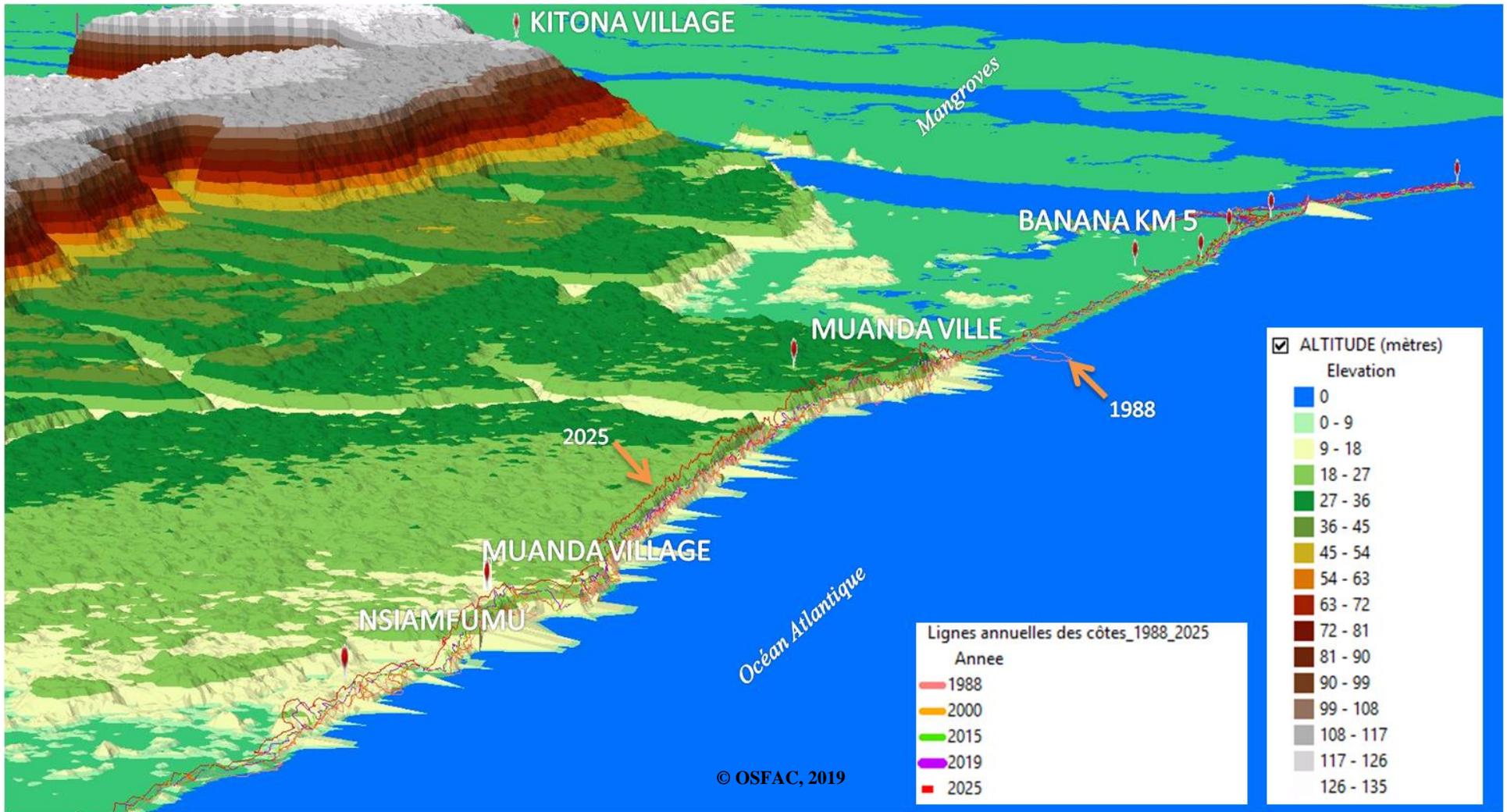


Figure 33. Présentation en 3D de la zone du projet et les lignes des cotes de 1988 - 2025

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au terme de ce travail, on peut faire un certain nombre de remarques et recommandation.

Concernant la formation des agents de CVM et de METTELSAT en SIG: Elle a été bien organisée et s'est bien passée dans l'ensemble. Tous les modules prévus ont été réalisés.

Les différents modules ont mis un accent sur la prise en main des logiciels ArcGIS, la présentation des données/Mise en page, la projection des entités vectorielles, la Création et la mise à jour des entités vectorielles, Gestion des tables etc.

Les participants ont manifestés un grand intérêt quant à l'usage de cet outil dans leurs activités respectives.

Il est conseillé aux apprenants de continuer à pratiquer les leçons apprises au cours de cette formation, en s'appuyant surtout sur la documentation mise à leur disposition. OSFAC reste ouvert et disponible pour tout appui technique éventuel.

Fort de cette collaboration, OSFAC remercie les apprenants (agents de la METTELSAT et de la CVM) pour l'enthousiasme et l'intérêt manifesté tout au long de cette formation.

Toutefois, il sied de relever les suggestions recueillies auprès des apprenants et de l'OSFAC, qui ont pour la plupart souhaité :

- ✓ L'organisation d'une formation d'une longue durée et dans un cadre approprié (cadre équipé en ordinateur)
- ✓ Les agents à former doivent être libérés de tous les engagements professionnels (missions) pendant la durée de la formation pour être présent tous les jours ;
- ✓ Un accompagnement après la formation pour une bonne assimilation de la matière
- ✓ Les agents choisis pour la formation doivent avoir un prérequis en informatique

Concernant la zone la délimitation de la zone du Projet : La délimitation de la zone du projet a été réalisée sur le terrain grâce à l'appui de Mme Pascaline Nyamungu Acaye du Proejt PANA-Zone côtière et des agents de la CVM en utilisant le GPS. La superficie totale de la zone du projet délimitée est d'environ **20 717.42 Ha** soit **207 Km<sup>2</sup>**.

Concernant l'occupation du sol, on note une augmentation de la classe « Zone anthropique » qui en 2000 était d'environ 3 803,3 ha et atteint 5 615,4 ha en 2017 et une baisse considérable de la classe « Zone boisée sur sol sec » qui passe de 4 410 ha en 2000 à 2 111 ha en 2017 (soit une perte de la moitié des arbres en zone non humide).

Concernant la dynamique côtière, elle est très marquée dans la zone du Projet PANA-Zone côtière. Le volume des terres perdues par les érosions côtières est d'environ **2 989 416,132 m<sup>3</sup>** entre 2000 et 2019. Ceci représente une moyenne annuelle de volume de terre perdue d'environ **157 337,69 m<sup>3</sup>**. Si aucune mesure de protection n'est prise entre temps, le volume de terre perdue par érosion atteindrait **4 877 468,43 m<sup>3</sup>**. Il urge d'engager des mesures appropriées de protection des côtes pour éviter ou amoindrir le risque d'une catastrophe naturelle (érosion) dans cette zone à écosystèmes fragiles.

## ANNEXES

- I. Contenu de la formation SIG
- II. Evaluation des apprenants
- III. Aide-mémoire du SIG
- IV. Installation du logiciel ArcGIS for Desktop
- V. Liste des participants
- VI. Quelques résultats des participants
- VII. Galerie photos

### **I. Contenu de la formation SIG : Introduction au SIG**

#### **Module 1 : Introduction Générale**

- Introduction au SIG : Historique, concepts, domaines d'applications, composantes, etc.

#### **Module 2 : Prise en Mains d'ArcGIS**

- Présentation générale de l'interface ArcGIS (interfaces et tâches réalisables sous chaque interface)
- Exploration de différents menus et outils
- Exploration des données compatibles : Vectorielles, Rasters
- Création et enregistrement d'un projet sous ArcGIS
- Visualisation de données vectorielles et Raster
- Création de Bookmarks

#### **Module 3 : Projection des entités vectorielles**

- Système de coordonnées géographiques
- Système de coordonnées projetées
- Projection à la volée (On fly projection)
- Définition d'une projection pour les données vectorielles (shapefiles) et Rasters
- Projection des shapefiles dans d'autres systèmes de projection

#### **Module 4 : Travailler avec les données spatiales**

- Gestion des vecteurs: éditeur des symboles, symboles uniques, symboles multiples
- Gestion des labels (étiquettes)
- Sélection des données: sélection interactive carte-table, par attribut

#### **Module 5 : Présentation des données/Mise en page**

- Préambule: édition/sélection des thèmes nécessaires; édition et sauvegarde des légendes, ...
- Fonctions de mise en page: modèles, gestion des blocs, éléments de la carte, ...
- Graphes/histogrammes

- Formats d'impression (A0, A3, A4...) : Notions d'échelle graphique/numérique

### **Module 6 : Création et mise à jour des entités vectorielles**

- Ajout/Suppression des colonnes, des lignes
- Sélection interactive : table d'attribut – fenêtre Carte
- Importation tables .txt, .xls, .dbf, ... sous forme de tables d'attributs d'entités
- Usage de la calculatrice des champs
- Modification des entrées d'une table

### **Module 7 : Gestion des tables tabulaires**

- Ajout/Suppression de colonnes, de lignes
- Modification de titres des champs
- Importation d'attributs d'entités d'autres formats de fichiers (.txt, .xls, .dbf, etc.)
- Modification des entrées d'une table au cours ou en dehors d'une session d'édition
- Usage de la calculatrice des champs
- Jointure des tables

### **Module 8 : Modélisation spatiale**

- Introduction au 3D Analyst
- Conversion de raster et extraction des centroïdes
- Interpolations et modèle altimétrique (MNT & TIN)
- Extraction de la pente
- Analyse d'Exposition
- Visualisation 3D dans ArcScene

### **Module 9 : Création des entités vectorielles à partir des points GPS**

- Généralités sur le GPS
- Fonctionnement et applications
- Téléchargement des données GPS
- Introduction à la collecte des données mobiles (Tablette et Smartphones)
- Téléchargement des données Mobiles

---

## **II. Evaluation des apprenants**

### **Test de niveau PANA Zone Côtière (METTELSAT et CVM)**

#### **I. Définir :**

1. Géomatique :
2. Layout :
3. SIG
4. Annotation
5. Datum

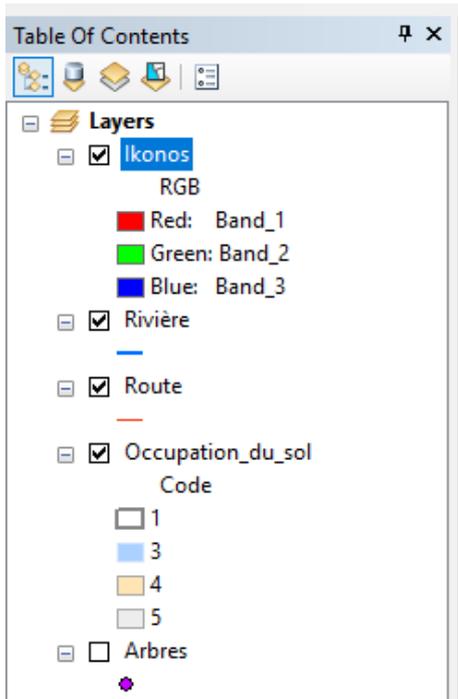
1. Je dois envoyer mon projet ArcGIS/QGIS à un interlocuteur. Pour qu'il puisse l'ouvrir depuis son ordinateur, je dois lui fournir :
  - a. Le fichier ArcGis/QGIS (format d'enregistrement du projet sous ArcGIS / QGIS ) meme s'il ne dispose pas des couches concernées par le projet ;
  - b. Le fichier ArcGIS/QGIS ainsi que les couches concernées par le projet, peu importe leur emplacement ;
  - c. Le fichier ArcGIS/QGIS ainsi que les couches concernées par le projet, en respectant le chemin d'enregistrement de chaque couche.
2. A quel type de donnée peut-on ajouter directement des informations attributaires supplémentaire ?

Choisir l'unique phrase vraie.

- a. On peut directement ajouter autant d'attributs dans un vecteur et dans un raster.
  - b. On peut inclure une multitude de données dans les attributs d'un vecteur, alors qu'un raster ne peut contenir que les attributs liés à sa nature.
  - c. On peut inclure une multitude de données dans les attributs d'un raster, alors qu'un vecteur ne peut contenir que les attributs liés à sa nature.
  - d. Les vecteurs et les rasters ne peuvent contenir qu'un seul attribut.
3. Le gestionnaire de couche (appelé « table de matière ») est la partie à gauche du logiciel par défaut, qui contient les noms des couches présentes dans le projet courant.

A partir de ce gestionnaire de couches, il est possible de :

- a. Zoomer sur la couche
- b. Créer une nouvelle couche vide
- c. Accéder aux propriétés d'une couche
- d. Afficher/dés-afficher une couche
- e. Supprimer une couche du logiciel
- f. Supprimer une couche de l'ordinateur+



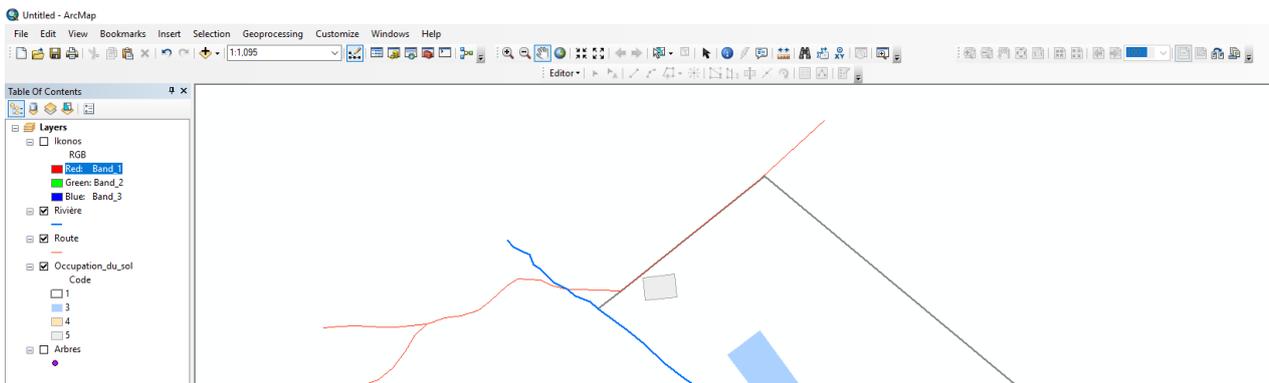
D'après l'image du gestionnaire de couches ci-contre, classer les données que l'on aperçoit, dans l'ordre de superposition des couches (de la couche la plus visible vers la couche qui doit se retrouver en dessous des autres).

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Lesquelles sont des vecteurs et lesquelles des rasters :

- 1. ....
- 2. ....

4. Dans le projet ci-dessous, encrer la barre d'outils qui permet de faire la numérisation.



Dans un projet ArcMap, peut-on superposer des données dont le SCR (Système de Coordonnées de Référence) des différentes couches sont différents

- a. Oui, quel que soit les SCR des données.
  - b. Non, quel que soit le SCR des données, ils faut les reprojeter dans un système de projection unique.
  - c. Oui, en paramétrant ArcGIS pour qu'il accepte la projection à la volée.
5. Dans une couche vectorielle, la représentation sous forme ponctuelle est réservée aux couches de points.
- a. Vrai
  - b. Faux
6. Assigner les types de données aux styles de représentations disponibles

Données Qualitatives	<b>1</b>	a. 
Données quantitatives Ordonnées/ relatives	<b>2</b>	b. 
Tout types de données	<b>3</b>	c.  (variation de couleur)
Données quantitatives Brute /Absolues	<b>4</b>	d.  (Variation de la taille)

7. Pour modifier la représentation des entités d'une couche vectorielle, il faut :
- a. Ré-ouvrir la couche une deuxième fois
  - b. Aller dans le menu « view »
  - c. Faire un clic droit sur le nom de la couche dans la table de matière
  - d. Aller dans le menu « Edit »
  - e. Modifier directement l'affichage sur la représentation graphique de la couche (« data view »)
  - f. Double-cliquer sur le nom de la couche

### III. Aide-mémoire sur les SIG

Cet aide-mémoire sur les SIG (Systèmes d'information géographique) va vous permettre de comprendre combler les lacunes en SIG en peu de temps. Cet aide-mémoire est idéale pour les professionnels qui souhaitent continuer avec les SIG.

#### À qui cette aide s'adresse-t-elle ?

- Aux agents de la METTELSAT (Kinshasa) et de la CVM (Boma & Muanda)
- Quiconque s'intéressant à la cartographie ou la géographie

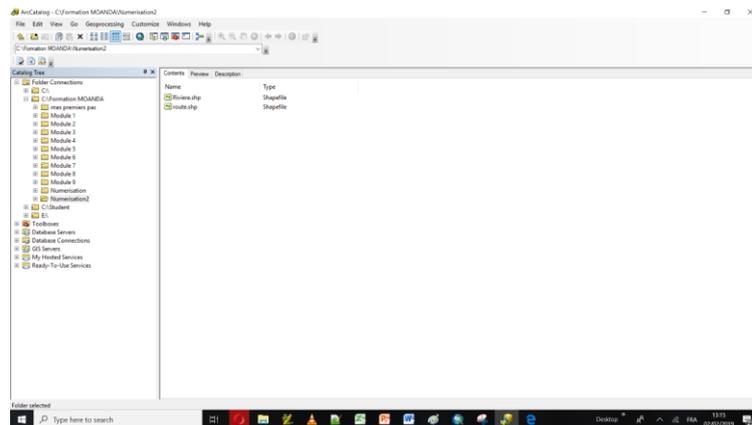
## Module 2 : Prise en Mains d'ArcGIS

ArcGIS est un logiciel permettant d'exploiter un système d'information Géographique (SIG). Il permet l'acquisition, le stockage, la mise à jour, la manipulation et le traitement de données géographiques. De plus, il permet de faire de la cartographie et de l'analyse spatiale de façon précise en fonction de l'échelle désirée.

ArcGIS Comprend :

#### a. ArcCatalog

ArcCatalog L'application ArcCatalog facilite l'organisation et la gestion de toutes les données SIG. Elle comprend des outils de navigation et de recherche des informations géographiques, d'enregistrement et de visualisation des métadonnées, de visualisation rapide de tout jeu de données et des outils de définition de la structure des couches de données géographiques.



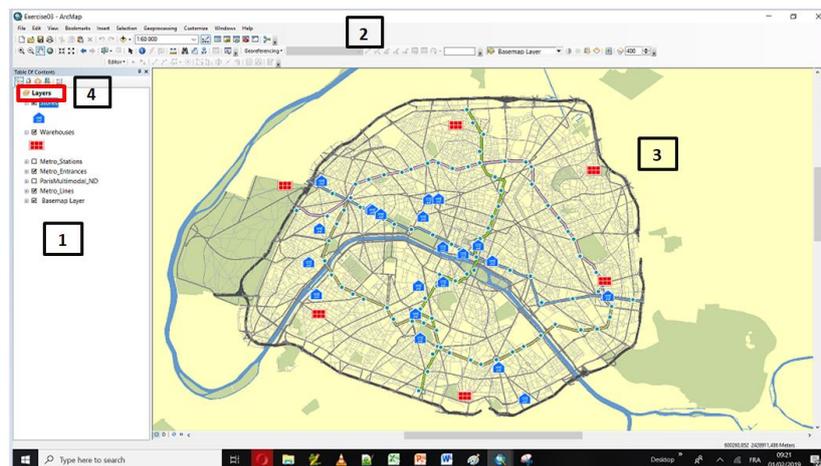
#### b. ArcToolbox

ArcToolbox est une application simple contenant de nombreux outils SIG utilisés dans le géotraitement. Il y a deux versions d'ArcToolbox. L'ArcToolbox intégral qui accompagne ArcInfo et une version plus légère qui accompagne les applications ArcView et ArcEditor.



### c. ArcMap

ArcMap représente l'application centrale dans ArcGIS Desktop. Il s'agit de l'application SIG utilisée pour toutes les tâches associées aux cartes, y compris la cartographie, l'analyse des cartes et la mise à jour. Dans cette application, vous travaillez avec des cartes. Les cartes ont une mise en page contenant une fenêtre géographique (ou vue) avec un ensemble de couches, légendes, barres d'échelle, Flèches des Nord et autres éléments. ArcMap offre différentes façons de visualiser une carte - vue des données géographiques et mode de mise en page - dans lesquelles vous pouvez effectuer de nombreuses tâches SIG.

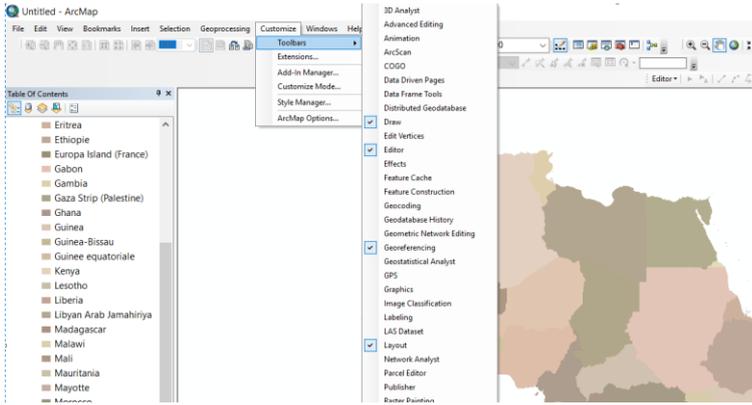


1. Table des matières ;
2. Barre d'outils et barres de menus ;
3. Data frame ;
4. Interface de visualisation.

#### 1. Exploration de différents menus et outils

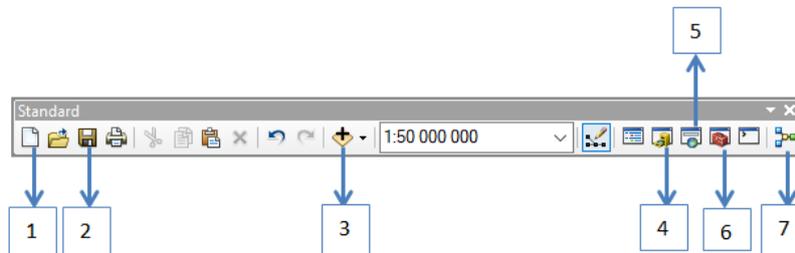
Outre le menu principal et la barre d'outils Standard, les applications bureautiques proposent d'autres barres d'outils contenant des commandes qui vous permettent d'effectuer un groupe de tâches connexes.

Vous pouvez facilement repositionner les barres d'outils en les faisant glisser à l'emplacement souhaité. Les barres d'outils peuvent flotter sur le bureau ou s'ancrer sur un bord extérieur de la fenêtre de l'application.



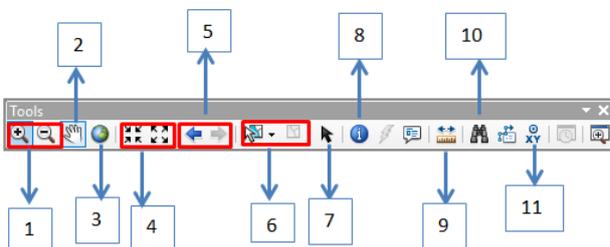
Les barres les plus utilisés :

1. La barre d'outils « **standard** » :



5. Ouvrir un nouveau Projet ;
6. Enregistrer le projet /les modifications ;
7. Afficher les données SIG ;
8. Accéder à la fenêtre Catalog permettant d'accéder et de manager les éléments ;
9. Permet la recherche des outils par leur nom ;
10. Accéder à ArctoolBox ;
11. Accéder à la fenêtre Python.

2. La barre d'outils « **Tools** » :



1. Permet d'effectuer un zoom In et un zoom out ;
2. Permet de parcourir la couche en glissant ;
3. Zoom sur la couche l'entièreté de la couche ;
4. Zoom sur le centre de la couche ;

- 5. Zoom arrière sur le centre de la carte / Zoom sur le centre de la carte ;
- 6. Retourner à l'étendue précédente de la carte /Aller à l'étendue suivante ;
- 7. Sélection / Désélection ;
- 8. Sélection d'un élément ;
- 9. Identification géographique des éléments par un clic sur ce dernier ;
- 10. Permet de mesurer la distance entre deux points ;
- 11. Permet de localiser un lieu, une adresse ;
- 12. Trouver un lieu en payant la coordonnée xy de ce lieu.

### EXERCICES

- 1. Ajouter la couche « Kongo Central » qui est dans le dossier Module2/Shp/ de votre dossier de formation « Formation Moanda » à partir de cet onglet 
- 2. Désaffecter la couche « Kongo-Central » sur l'interface de visualisation en décochant la case qui précède le nom de la couche.



- 3. Ajouter les autres couches qui sont dans le dossier Module2/Shp/ de votre dossier de formation « Formation Moanda » à partir de cet onglet 
- 4. Affichez votre page blanche sans effacer les couches comme dans l'image ci-dessous :
- 5. combien des couches sont :
  - Points .....
  - Polygones.....
  - Lignes .....
- 6. Affichez seulement la couche Rdc\_26\_Provinces sur l'interface de visualisation.

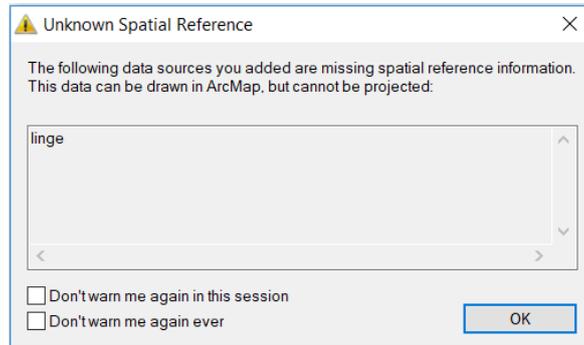
## Module 3 : Projection des entités vectorielles

Dans ArcGIS, chaque jeu de données a un système de coordonnées qui permet de l'intégrer avec d'autres couches de données géographiques dans une structure de coordonnées communes, telle qu'une carte. Les systèmes de coordonnées vous permettent d'intégrer des jeux de données dans des cartes et d'effectuer plusieurs opérations analytiques intégrées, telles que la superposition de couches de données provenant de sources et de systèmes de coordonnées disparates.

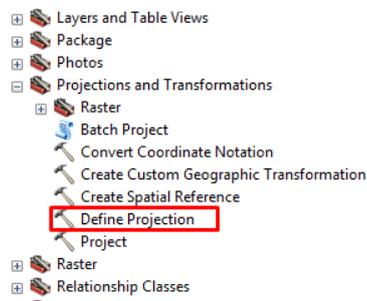
### 1. Définir une projection à une couche.

Si notre couche n'a pas de projection définie, une fenêtre portant le message suivant apparaît lors de l'affichage de cette dernière:

« **The following data sources you added are missing spatial reference information. This data can be drawn in ArcMap, but cannot be projected** ».



Pour définir la projection, l'outil **Define project** de ArcToolBox aidera à le faire.



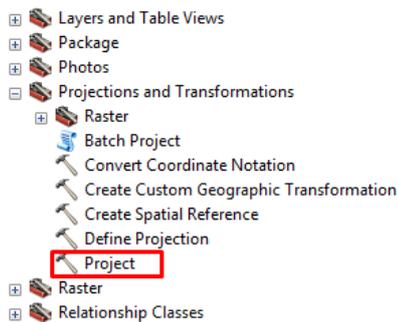
### Exemple :

Définir la projection d'une couche :

#### 2. Modifier la projection d'une couche

Il est possible de modifier la projection d'une couche lorsque cette couche est dans un système de coordonnées connu par le système.

L'outil Project de Data ManagerTool aide à le réaliser.



#### 3. Projection à la volée

ArcGIS peut effectuer une projection à la volée, ce qui signifie qu'il peut afficher des données stockées dans une projection comme si elles étaient dans une autre projection. La nouvelle projection est uniquement utilisée à des fins d'affichage et de requête ; les données réelles ne sont pas modifiées.

Les données sont projetées à la volée à chaque fois qu'une data frame contient une couche dont le système de coordonnées est reconnu différent de la définition du système de coordonnées du bloc de données. Le système de coordonnées d'un bloc de données peut être défini manuellement ou en ajoutant des données avec un système de coordonnées défini.

## Module 4 : Travailler avec les données spatiales

### 4. Symbologie

Les symboles sont classés en fonction du type de géométrie qu'ils représentent :

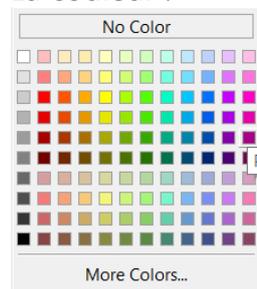
Vous pouvez symboliser des couches d'entités de différentes manières selon le type de données que vous affichez :

Dans la symbologie nous aurons à gérer l'apparence:

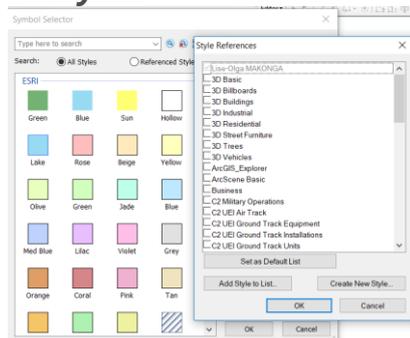
La taille :



La couleur :

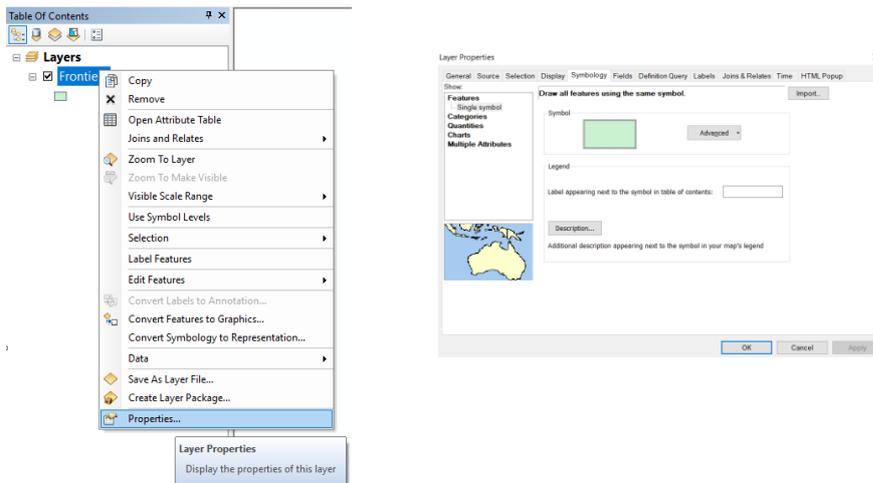


**Le Style :**



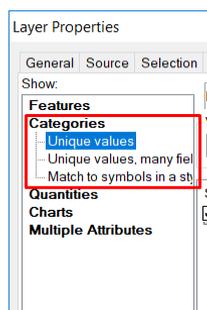
**La symbologie unique** applique le même symbole à toutes les entités d'une couche. Cette symbologie sert à dessiner une couche avec une catégorie seulement, par exemple les limites des comtés.

La symbologie se gère à partir de la fenêtre propriété de la couche

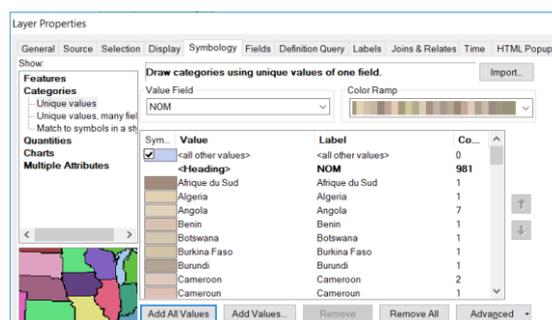


## La symbologie multiple

Est utilisé pour afficher toutes les entités d'une couche en recourant à un symbole défini par l'utilisateur dont la couleur reflétera une valeur d'attribut alphanumérique (alphabétique ou numérique).

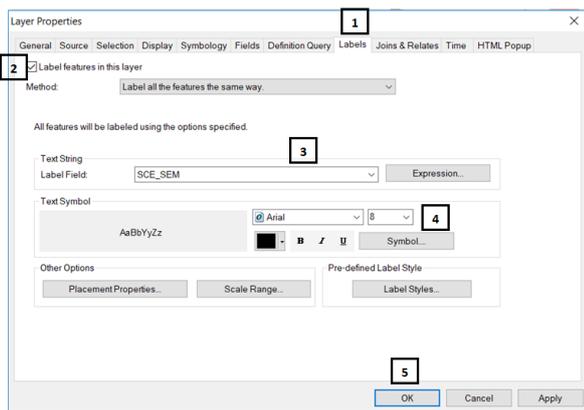


### 1. La symbologie multiple quantitative : Unique value



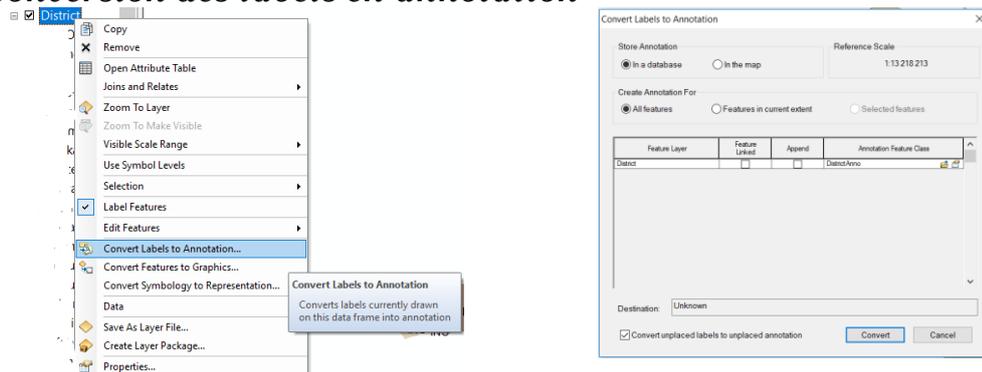
La symbologie est définie depuis la fenêtre Propriété de la couche. Les variables du modèle ont une propriété **Symbologie des couches** qui permet de définir la symbologie de la variable lorsqu'il est ajouté à la table des matières ArcMap.

## Gestion des labels (étiquettes)



1. Menu labels donnant accès au paramétrage des textes
2. Autoriser l'affichage des labels sur la couche
3. Choix du champ concerné pour l'affichage des labels
4. La taille des labels
5. Validation des paramètres

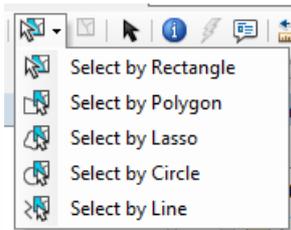
### ***Conversion des labels en annotation***



### ***Sélection des données: sélection interactive carte-table, par attribut***

La sélection d'entités vous permet d'identifier ou d'utiliser un sous-ensemble d'entités sur votre carte. Vous utiliserez très probablement des entités sélectionnées pour interroger, explorer, analyser ou mettre à jour des données. L'application d'une sélection vous permet de spécifier les entités pour lesquelles vous souhaitez calculer les statistiques, afficher les attributs, mais aussi modifier ou définir le jeu d'entités inclus dans une couche de carte.

- la sélection interactive sur la carte permet de sélectionner de plusieurs façons vous pouvez les sélectionner en cliquant dessus (l'une après l'autre) ou en les entourant d'un cadre de sélection sur la carte.



La sélection par attribut utilise des requêtes tels que IN, LIKE, OR et NOT peuvent être utilisés pour déterminer le type de sélection de plusieurs valeurs.



## Exercices

1. Affichez les couches vectorielles se trouvant dans votre dossier de travail : Formation Muanda/ Module2/ shp

- vil\_rdc\_v4
- rdc\_roads
- rdc\_rivers
- province

Effectuer les actions suivantes :

**rdc\_roads** : Colorer les routes Nationales en rouge avec une largeur à 3 et décocher les autres routes.

**vil\_rdc\_v4** : Modifier les symboles : Capital (Carré, Noir, Taille 18,), Chef-lieu des provinces (Etoile, Vert foncé, Taille 12), Chef-lieu de district (City, orange, taille 10)

**rdc\_rivers** : Modifier les cours d'eaux (bleu, au choix)

Enregistrez le projet sous le nom de « **symbologie** »

2. Afficher la couche RDC\_admin limit se trouvant dans Formation Muanda/ Module2/ shp.
- a. la RDC subdivisée en Provinces
  - b. la RDC subdivisée en district
  - c. votre secteur d'origine en rouge et les autres secteurs en couleur unie

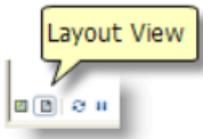
## Module 5 : Présentation des données/Mise en page

Une mise en page correspond à un ensemble d'éléments cartographiques organisés sur une page virtuelle. Elle est conçue pour l'impression des cartes. Font partie des éléments cartographiques

couramment organisés dans une mise en page : un ou plusieurs blocs de données (chacun contenant un ensemble organisé de couches de carte), une barre d'échelle, une flèche du Nord, un titre de carte, un texte descriptif et une légende des symboles.

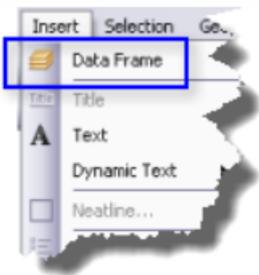
## Création d'une mise en page

La première étape consiste à basculer la vue cartographique vers le mode Mise en page, soit en sélectionnant **Mode Mise en page** dans le menu **Affichage**, soit en cliquant sur le bouton **Mode Layout View** situé en bas à gauche de l'affichage cartographique.



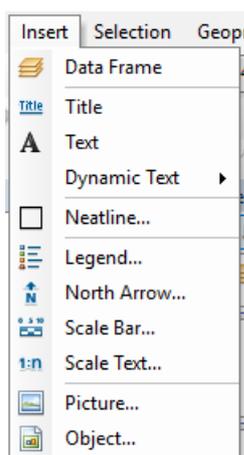
## Ajout d'une Data Frame à la mise en page

Pour ajouter un bloc de données à la mise en page, utilisez le menu **Insérer**.

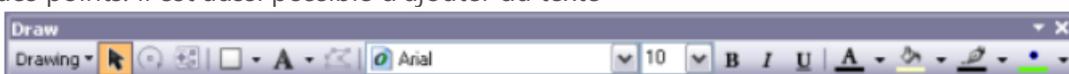


## Ajout d'autres éléments

Le menu **Insérer** permet de sélectionner les éléments cartographiques à ajouter à la mise en page.



La barre d'outils **Draw** permet d'ajouter des formes graphiques telles que des rectangles, des lignes et des points. Il est aussi possible d'ajouter du texte



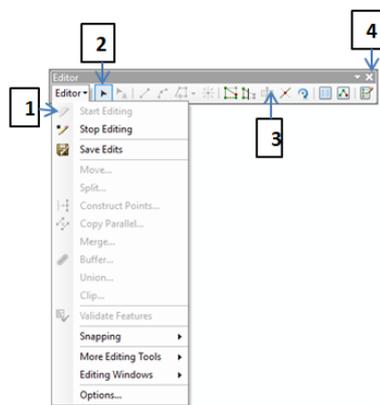
## Exercice

1. Réaliser une mise en page avec vos résultats de la symbologie

## Module 6 &7: Création et mise à jour des entités vectorielles, Gestion des tables attributaires

La numérisation est le processus qui consiste à convertir au format numérique les entités figurant sur une carte papier. Les coordonnées x, y de ces entités sont automatiquement enregistrées et stockées comme données spatiales.

Vous pouvez numériser des entités dans une nouvelle couche et ajouter la couche à une carte existante ou créer un ensemble complètement nouveau de couches pour une surface pour laquelle vous ne disposez d'aucune information numérique. Vous pouvez également faire appel à un numériseur pour mettre à jour une couche existante de votre carte numérique.



1. Permet de débiter l'Édition
2. Sélection des entités
3. Couper une entité
4. Créer une entité

## Ajout / Suppression de champs

Vous pouvez ajouter/supprimer des champs de votre table à l'aide d'ArcCatalog ou d'ArcMap. Dans ArcCatalog, vous devez ouvrir les **Propriétés** de la couche ou de la table et supprimer / ajouter le champ de la liste sur l'onglet **Champs**. Dans ArcMap, vous pouvez ajouter/supprimer un champ via la table attributaire d'une couche ou la fenêtre Catalogue, toujours en accédant à la boîte de dialogue **Propriétés** et à l'onglet **Champs**

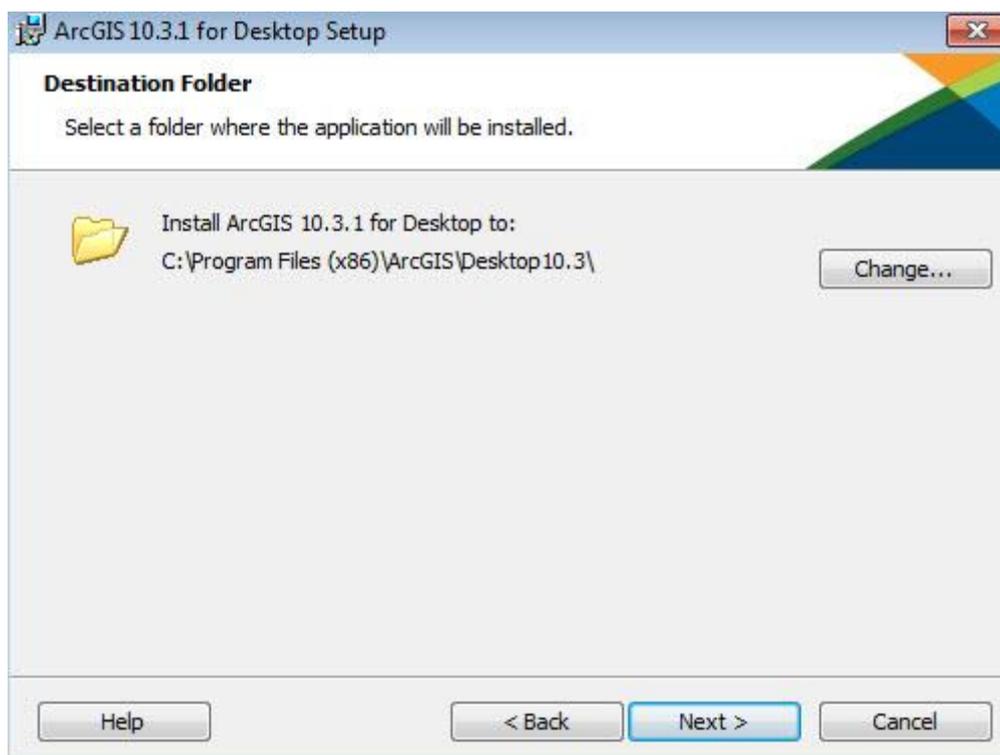
## Exercice

1. Dans votre dossier de travail Formation Muanda /Module 6/img, Afficher l'image. à l'aide des techniques apprises de Numérisation, réaliser cette image et faites une mise en page

## IV. Installation du Logiciel ArcGIS

### Comment installer ArcGIS for Desktop

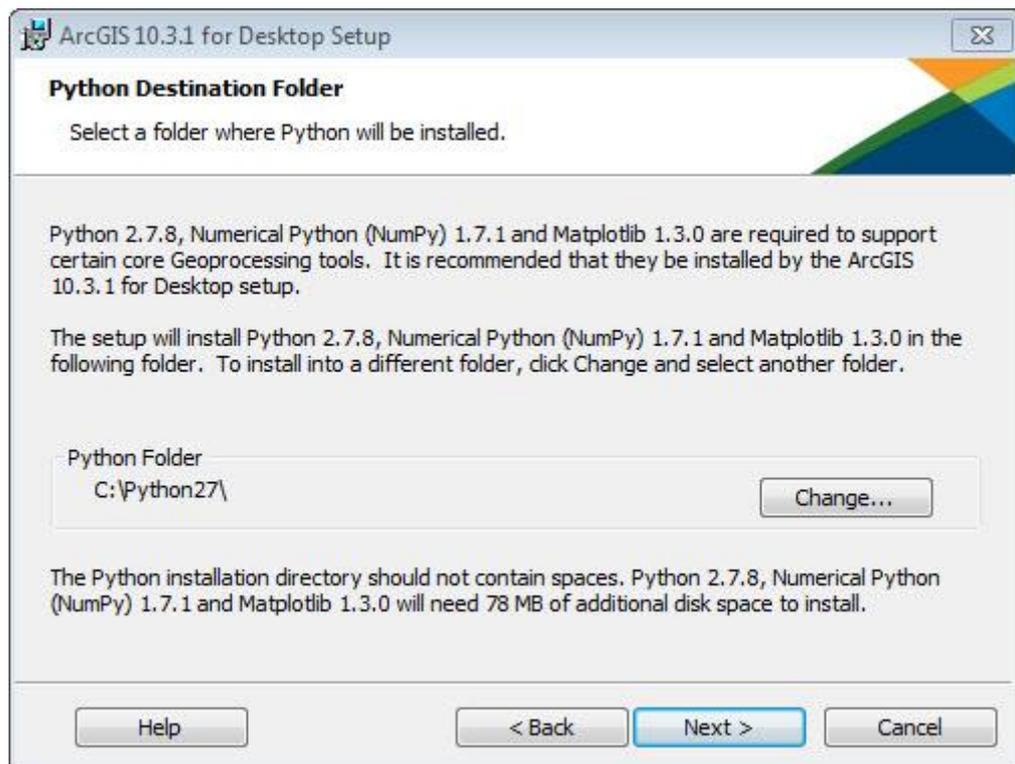
1. Le téléchargement d'ArcGIS for Desktop offre la possibilité de démarrer l'installation une fois les fichiers extraits. Choisissez cette méthode ou, pour lancer manuellement le programme d'installation, utilisez **Setup.exe**.
2. Pendant l'installation, lisez le contrat de licence et acceptez-le, ou quittez-le si vous n'êtes pas d'accord avec les termes.
3. Le programme d'installation fournit une option pour une installation complète, qui installe les applications, les fichiers de style, les modèles et éventuellement les extensions sous licence. L'option d'installation personnalisée vous permet de choisir une installation des composants spécifiques.



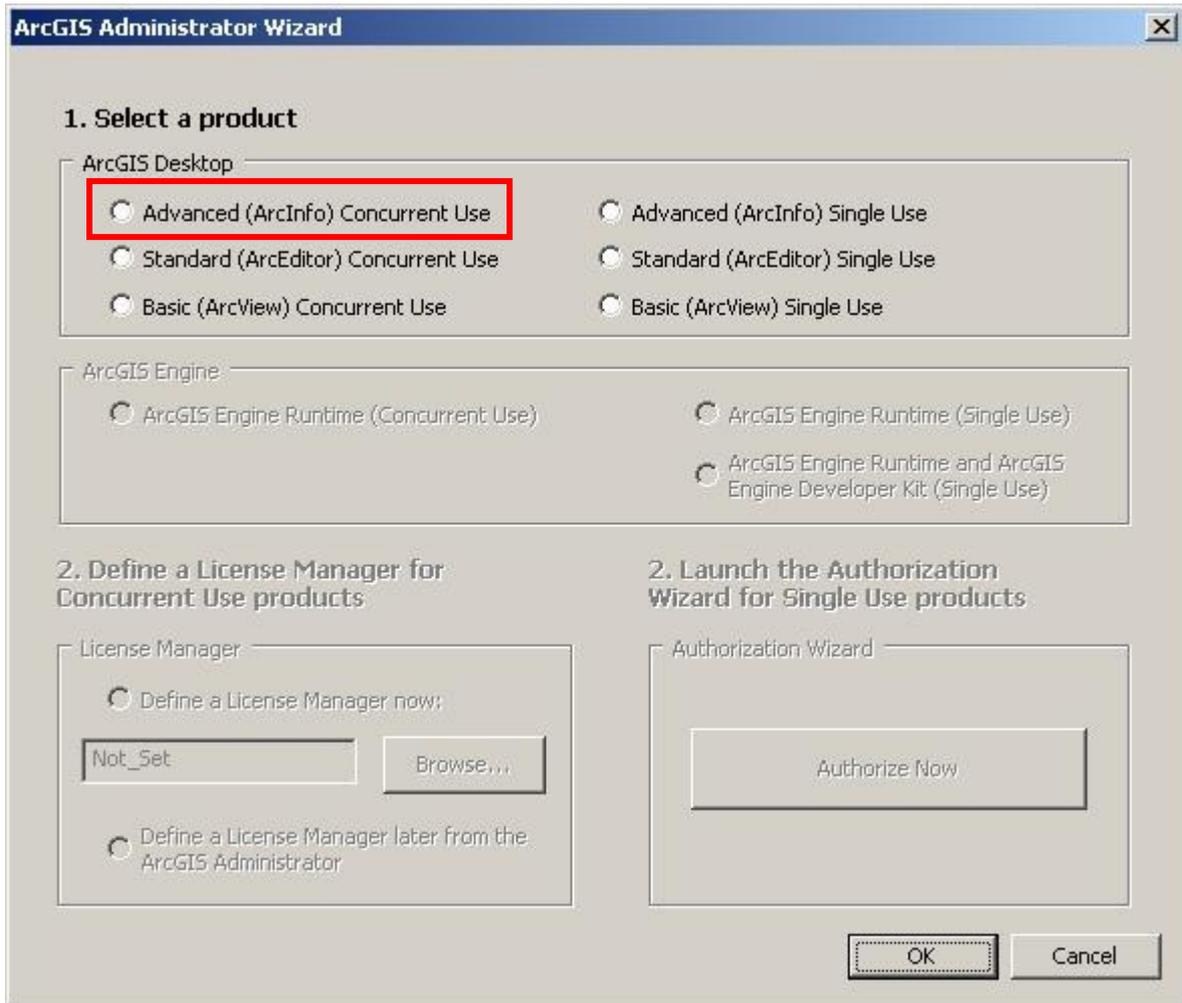
4. L'emplacement d'installation est identifié dans cette boîte de dialogue ou dans la boîte de dialogue personnalisée, si une option personnalisée a été sélectionnée. Une mise à niveau ne vous permet pas de sélectionner ou de modifier l'emplacement d'installation. L'emplacement parent d'une installation de mise à niveau est conservé et le logiciel est installé dans le dossier < parent > \Desktop10.3. Par exemple, si ArcGIS 10,2 for Desktop a été installé sur D:\MyGIS\ArcGIS\Desktop10.2, le dossier d'installation de la version 10.3.1 sera

D:\MyGIS\ArcGIS\Desktop10.3. Si vous devez installer à un emplacement différent, supprimez manuellement votre installation existante avant de démarrer l'installation de la version 10.3.1.

5. Si Python est sélectionné pour l'installation, vous devez choisir l'emplacement d'installation ou sélectionner la valeur par défaut. L'emplacement d'installation précédent de Python sera également conservé pendant la mise à niveau. Pour plus d'informations, consultez la configuration requise pour Python.



Lorsque l'installation est terminée, l'Assistant administrateur ArcGIS s'affiche, ce qui vous permet de configurer une autorisation d'utilisation simultanée ou à usage unique.



## V. Liste des participants :

N°	NOMS	INSTITUTION	FONCTION	TÉLÉPHONE	EMAIL
1	BALU NZINGA Salomon	CVM	Appareilleur	819040243	
2	BINDA LEMO Ignace	CVM		823212213	
3	DIVIOKA DIMBUKA Guy-Vincent	CVM	Hydrographe	897235239	dimbukaguydivioka@yahoo.fr
4	DOLO FIENDE Marcel	CVM	Opérateur radio	898560108	
5	KALUME KABANA Ernest	CVM		815014191	
6	LUSIAMA MESO Edouard	METTELSAT		899784293	
7	MABIALA MVIKA Christophe	CVM	Gestionnaire patrimoine	840738255	christophe.mabiala11820@gmail.com
8	MANDUDI PEMBA Joachim	CVM	SG	898289318	
9	MBATSHI KAPITA Christian	CVM	Barreur	817723710	
10	MBUANGI KUMBU Polycarpe	CVM	Mécanicien	819024127	
11	MFUILU LEZA Antoine	CVM	Mécanicien	819055478	
12	MUKUNA KABUYA Antoine	CVM	opérateur	815049082	mukunakabuya@gmail.com
13	MVIBUDULU ZAMAKANDA Flodin	METTELSAT		998203614	flodinmvibudulu@yahoo.fr
14	MVIKA LUZOLO Junior	CVM	Informaticien	859391290	mvikaluzolo@yahoo.fr
15	NGOMA MAKOLUA Joseph	CVM	Opérateur radio	819057634	
16	NKETA LUVUNGU Zéphyrin	CVM		819041119	
17	NLANDU NDUNGIDI Mari-JOS2	CVM		895779797	nlandundungidi@gmail.com
18	PAMBI EKANGA Jose	CVM	Chargé d'étude	999996464	
19	PUATI ZITOMESE Bijou	METTELSAT		822182790	zitomese@gmail.com
20	THAMBA THAMBA Jacqueline	CVM	SECRETAIRE	829052079	
21	TSHIMPI MALAMBA Pierre	CVM	Chargé d'informatique	819040061	
22	VANGU VANGU Jean	CVM		819040756	
23	YANGU MAVUNGU Paul-Daniel	CVM		898606682	
<b>Formateurs OSFAC :</b>					
1	Ir. Cédric SINGA	OSFAC	Formateur	+243 817138388	csinga@osfac.net
2	MAKONGA Lise-Olga	OSFAC	Formatrice	+243 810097204	omakonga@osfac.net
3	Ir. Christ LENDO	OSFAC	Assistant Formateur	+243 898528719	christlendo92@gmail.com

## VI. Quelques produits réalisés par les apprenants

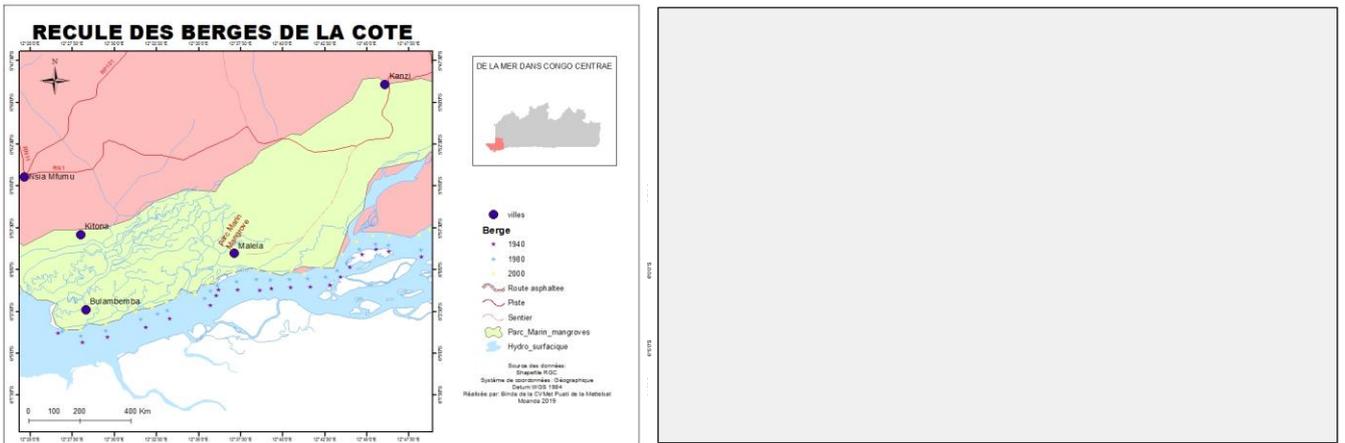


Figure 20. Cartes des berges

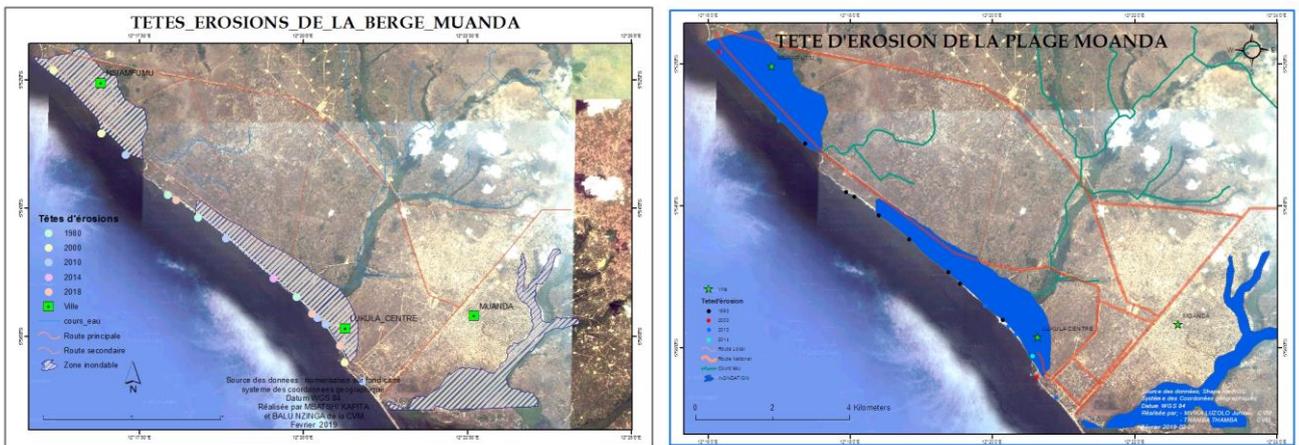


Figure 21. Numérisation des plages



VII.GALERIE PHOTOS :



Figure 9. Ouverture de la formation



Figure 24. Séances théoriques du SIG



Figure 25. Séances theoriques du GPS



Figure 8. Séances théoriques de la modélisation des surfaces



Figure 27. Panneaux du projet



Figure 28. Exercices pratiques



Figure 29. Collecte des données



Figure 30. Téléchargement des données GPS-PC



Figure 31. Sous-groupe de collecte des données

