



Faculté d'Informatique  
Département d'Informatique  
Spécialité : Big Data Analytics

# RAPPORT DE PROJET

Système informatique géographique et entrepôts de données géographique

Thème

---

## ACQUISITION DE DONNÉES PAR VECTORISATION D'UNE CARTE SCANÉE GÉORÉFÉRENCÉE

---

Présenté par :

Badis abdelkader amine.  
Harouit rayane.  
Bendahgane sami.  
Boudra wafa.  
Mokrani sara.  
Zekagh dounia.

Présenté pour :

Mme. Derbal khalissa

---

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>6</b>
<b>1 Introduction à l'acquisition de données</b>	<b>8</b>
1.1 Introduction . . . . .	8
1.2 Importance de l'acquisition des données . . . . .	8
1.3 Objectifs de la vectorisation . . . . .	8
1.4 Importance de la vectorisation d'images raster géoréférencées . . . . .	9
1.5 Conclusion . . . . .	9
<b>2 Définitions et concepts du géoréférencement et de la vectorisation</b>	<b>10</b>
2.1 Introduction . . . . .	10
2.2 Raster . . . . .	10
2.2.1 Définition . . . . .	10
2.2.2 Avantages du raster [9] . . . . .	11
2.2.3 Inconvénients du raster [9] . . . . .	11
2.3 Géoréférencement . . . . .	12
2.3.1 Définition . . . . .	12
2.3.2 Processus . . . . .	12
2.3.3 Méthodes de géoréférencement [10] . . . . .	13
Calage de la carte : . . . . .	13
Digitalisation géoréférencée : . . . . .	14
Mélange de couches de provenance différente : . . . . .	16
2.4 Vectorisation . . . . .	17
2.4.1 Définition : . . . . .	17
2.4.2 Processus . . . . .	18
2.4.3 Avantages du vecteur [9] . . . . .	19
2.5 Conclusion . . . . .	19
<b>3 Outils et méthodes utilisés</b>	<b>20</b>
3.1 Présentation de l'outil ArcGIS :[12] . . . . .	20
3.2 ArcMap :[5] . . . . .	20
3.3 ArcCatalog :[11] . . . . .	21

3.4	ArcToolbox :[13]	22
3.5	Editor Toolbar[2]	22
3.6	Georeferencing Toolbar[3]	23
3.7	Conclusion :	23
<b>4</b>	<b>Applcation des méthodes</b>	<b>24</b>
4.1	Image Satellitaire	24
4.1.1	Géoréférencement de l'image satellitaire de la commune d'Akbou	24
	Ajout d'une Basemap :	24
	Ajout de l'image JPG de la commune d'Akbou :	26
	Géoréférencement de l'image :	28
4.1.2	Vectorisation de l'image satellitaire de la commune d'Akbou :	31
	Créatoïn d'un bookmark :	31
	Création des couches de fichiers de formes (shapefile) :	32
	Démarrage de l'édition :	35
	Création de la géodatabase :	37
	Remplissage de la géodatabase :	38
	Résultat Final :	41
4.2	Carte scannée	42
4.2.1	Géoréférencement de la carte scannée de la commune de Hussein Dey	42
4.2.2	Ajout de la carte scannée	42
4.2.3	Géoréférencer la carte scannée	42
4.2.4	Vectorisation de la carte scannée de Hussein Dey	45
4.3	Conclusion	52

---

# Table des figures

2.1	Représentation raster . . . . .	11
2.2	Exemple de résolution raster . . . . .	11
2.3	Exemple de données géoréférencées . . . . .	12
2.4	Enter Caption . . . . .	14
2.5	Les villages du district de Vellore ont été digitalisés, et sont donc automatiquement géoréférencés. . . . .	14
2.6	Carte des villages du taluk de Vellore (District du North Arcot) . . . . .	15
2.7	On peut aussi digitaliser la carte des taluks du district du North Arcot . . . . .	15
2.8	superposition des cartes des villages et du district . . . . .	15
2.9	Carte du monde fournie par Microsoft. La carte est géoréférencée. On doit donc pouvoir superposer les cartes du district du North Arcot. . . . .	16
2.10	En effectuant un zoom, on voit que les contours sont grossiers, mais cela importe peu. . . . .	16
2.11	La superposition effectuée, on voit que la couche du district du North Arcot est mise directement à la bonne place. . . . .	17
2.12	Illustrations d'analyses avec de la donnée vectorielle . . . . .	18
3.1	ArcGis . . . . .	20
3.2	Arcmap . . . . .	21
3.3	ArcCatalog . . . . .	21
3.4	ArcToolbox . . . . .	22
3.5	Georeferencing Toolbar . . . . .	23
4.1	Ajout de la Basemap . . . . .	25
4.2	Choix de la Basemap . . . . .	25
4.3	Basemap . . . . .	26
4.4	Add Data . . . . .	26
4.5	Connection au folder . . . . .	27
4.6	Sélectionner l'image . . . . .	27
4.7	L'image JPG et la basemap . . . . .	28
4.8	Sélection de l'outil Georeferencing . . . . .	28
4.9	Barre d'outils de géoréférencement avec l'image Ekbou.jpg sélectionnée . . . . .	29
4.10	Fit to display . . . . .	29

4.11	Update Georeferencing . . . . .	30
4.12	Auto Registration . . . . .	30
4.13	Résultat du géoréférencement . . . . .	31
4.14	Vérification des coordonnées spatial . . . . .	31
4.15	Bookmark commune Akbou . . . . .	32
4.16	Création de shapefile . . . . .	32
4.17	Nomination et choix du type de géométrie du shapfile . . . . .	33
4.18	Propriétés . . . . .	33
4.19	Système de coordonnées XY . . . . .	34
4.20	Attribut supplémentaire . . . . .	34
4.21	Sélection de l'outil d'édition . . . . .	35
4.22	Barre d'outils Editor . . . . .	35
4.23	Start Editing . . . . .	35
4.24	L'outils Editor en mode édition . . . . .	35
4.25	Creat Features . . . . .	36
4.26	Attributes . . . . .	36
4.27	Construction tools . . . . .	36
4.28	Création d'une entité . . . . .	37
4.29	Table attributaire de la couche école . . . . .	37
4.30	Création du File Geodatabase . . . . .	38
4.31	Nomination de géodatabase . . . . .	38
4.32	Feature Class to Geodatabase . . . . .	39
4.33	Fenêtre des inputs et outputs . . . . .	39
4.34	Confirmation de la conversion . . . . .	40
4.35	Géodatabase <b>Akbou.gdb</b> . . . . .	40
4.36	Géodatabase <b>Akbou.gdb</b> . . . . .	41
4.37	Géodatabase <b>Akbou.gdb</b> . . . . .	41
4.38	Ajout de la carte scannée de la commune de Hussein Dey . . . . .	42
4.39	Définition du système de coordonnées . . . . .	43
4.40	Modification du format d'affichage des coordonnées . . . . .	43
4.41	Ajout manuel de points de contrôle sur la carte . . . . .	44
4.42	Positionnement des points de contrôle 2 et 3 . . . . .	44
4.43	Superposition de la carte scannée géoréférencée avec une basemap . . . . .	45
4.44	Création d'une geodatabase . . . . .	45
4.45	Création d'une nouvelle feature class Esapaces_verts . . . . .	46
4.46	Vectorisation manuelle d'un espace vert . . . . .	47
4.47	Résultat final de la vectorisation des espaces verts . . . . .	47
4.48	Création d'un Feature Dataset Réseau_Transports . . . . .	49
4.49	Création du domaine type_voirie . . . . .	50
4.50	Création de la couche voirie avec le domaine type_voirie . . . . .	50
4.51	Création d'une voie de type autoroute . . . . .	51
4.52	Résultat final de la vectorisation de la carte . . . . .	51

---

# Introduction

L'acquisition de données vectorielles à partir de cartes scannées géoréférencées constitue une étape clé dans le traitement et l'analyse des données géospatiales dans le cadre de notre projet. Ce processus permet de transformer des images raster (représentations matricielles des données géographiques) en données vectorielles, où les entités sont représentées par des formes géométriques telles que des points, des lignes ou des polygones. Ces données vectorielles, associées à des coordonnées géographiques précises, sont essentielles dans des domaines variés tels que la cartographie, l'urbanisme, la gestion des ressources naturelles, ainsi que l'analyse environnementale.

L'importance de cette technique réside dans sa capacité à extraire des informations géoréférencées à partir d'images raster. Cette transformation permet non seulement d'effectuer des analyses plus fines, mais aussi d'améliorer la précision des cartes et des modèles spatiaux, ce qui est crucial pour une prise de décision éclairée dans des projets d'aménagement du territoire ou de gestion de ressources. Par exemple, dans le cadre de l'urbanisme, la conversion de cartes raster en données vectorielles permet de générer des cartes numériques actualisées et précises, tandis que dans le domaine de la gestion des risques ou de la gestion des ressources naturelles, elle permet de mieux comprendre l'évolution des territoires et d'identifier des zones sensibles.

Dans ce projet, nous nous concentrerons sur l'étude de la carte géoréférencée de l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB), située à Alger. L'objectif est de démontrer l'application de la technique de vectorisation d'une carte scannée pour créer des données vectorielles précises et actualisées. Cette étude de cas permettra d'analyser les caractéristiques géographiques du campus universitaire, d'observer l'évolution de l'urbanisation environnante et de proposer des solutions d'aménagement basées sur des données géospatiales fiables.

L'objectif de ce projet est d'explorer en profondeur les concepts, outils, méthodes et applications de l'acquisition de données vectorielles à partir de cartes scannées géoréférencées. Nous détaillerons les différentes étapes du processus, en mettant l'accent sur les techniques de géoréférencement, les méthodes de vectorisation, ainsi que les défis rencontrés lors de leur mise en œuvre. En outre, nous analyserons les avantages pratiques de cette technique dans des domaines tels que l'analyse de l'évolution urbaine et la gestion des espaces naturels.

À travers cette exploration, nous visons à fournir une compréhension approfondie du processus d'acquisition de données vectorielles à partir d'images raster géoréférencées et à démontrer son rôle essentiel dans la géomatique moderne. Ce projet mettra en lumière l'impact de cette méthode sur la résolution de problèmes géospatiaux complexes, tout en utilisant la carte de l'USTHB comme

exemple concret. Enfin, nous discuterons des perspectives futures pour faire face aux défis émergents en matière d'analyse et de gestion des données géographiques.

---

# Chapitre 1

## Introduction à l'acquisition de données

### 1.1 Introduction

L'acquisition de données géographiques est une étape fondamentale dans le domaine des Systèmes d'Information Géographique (SIG). Elle consiste à collecter, intégrer et organiser des informations spatiales provenant de diverses sources, telles que des relevés de terrain, des images satellites, des cartes scannées ou des données issues de capteurs. Cette collecte permet de constituer des bases de données géographiques riches et précises, essentielles pour l'analyse et la prise de décision dans des domaines variés tels que l'aménagement du territoire, la gestion des ressources naturelles et l'urbanisme.[8]

### 1.2 Importance de l'acquisition des données

- **Transformation des cartes scannées en bases de données exploitables** : Permet de structurer les informations et d'améliorer leur précision.
- **Amélioration des analyses spatiales** : Facilite l'étude des infrastructures, de l'urbanisation et de l'occupation du sol.
- **Aide à la gestion et à la planification du territoire** : Permet une meilleure prise de décision pour l'aménagement et l'optimisation des espaces.
- **Intégration avec d'autres données géospatiales** : Rend possible la fusion avec des relevés GPS, des images satellites ou des bases cadastrales.
- **Optimisation de la visualisation cartographique** : Offre une meilleure lisibilité et une flexibilité accrue dans la représentation des données.

### 1.3 Objectifs de la vectorisation

Nous cherchons ici à travers la vectorisation des données dans le cadre de l'acquisition des données géographiques de la commune d'AKBOU, à poursuivre plusieurs objectifs essentiels :

1. **Création d'une Geo Data Base (GDB) précise** : En convertissant les cartes scannées de la commune d'AKBOU en données vectorielles, on établit une GDB détaillée et structurée. Cette



base facilite la gestion, l'analyse et la mise à jour des informations spatiales relatives à la région. [7]

2. **Amélioration de la gestion et de la planification du campus** : La GDB permet une meilleure visualisation des infrastructures existantes, facilitant ainsi la prise de décisions éclairées concernant l'aménagement, l'entretien et le développement futur des installations universitaires.
3. **Intégration avec d'autres systèmes d'information** : Les données vectorielles peuvent être aisément intégrées à d'autres systèmes d'information géographique (SIG), permettant des analyses croisées avec des données externes, telles que les réseaux de transport ou les ressources environnementales locales. [6]

## 1.4 Importance de la vectorisation d'images raster géoréférencées

Lors d'un projet SIG, l'acquisition de données par la vectorisation d'images raster géoréférencées est une étape particulièrement importante qu'il ne faut pas négliger, offrant plusieurs avantages significatifs : [9]

1. **Conversion de données continues en données discrètes** : La vectorisation transforme des images raster, composées de pixels, en entités vectorielles telles que des points, des lignes ou des polygones. Cette conversion facilite la représentation précise des objets géographiques et améliore la clarté des données spatiales.
2. **Amélioration de la précision et de la gestion des données** : Les données vectorielles permettent une manipulation plus aisée et une mise à jour plus efficace des informations géographiques. Elles offrent également une meilleure précision dans la localisation et la mesure des entités spatiales, ce qui est crucial pour des analyses détaillées.
3. **Intégration avec d'autres sources de données** : Les données vectorielles peuvent être facilement combinées avec d'autres types de données géospatiales, assurant ainsi l'interopérabilité des données multidimensionnelles.
4. **Optimisation du stockage et des performances** : Les fichiers vectoriels sont généralement plus légers que les fichiers raster, ce qui réduit les besoins en stockage et améliore les performances des systèmes d'information géographique (SIG).

## 1.5 Conclusion

L'acquisition et la vectorisation des données constituent des étapes cruciales dans la construction d'un SIG performant. Elles garantissent la qualité et la précision des informations géographiques, éléments indispensables pour des analyses fiables et une prise de décision éclairée.

---

## Chapitre 2

# Définitions et concepts du géoréférencement et de la vectorisation

### 2.1 Introduction

Les données géographiques ont deux modes de représentations : **le mode vectoriel** et **le mode raster**. Ces modes de représentation numériques, grâce à leurs caractéristiques propres, permettent des traitements différents tant en termes d'analyse spatiale que de représentation.

\* **Pourquoi distinguer les deux ?** Selon la donnée que l'on souhaite afficher / chercher en ligne, je vais m'orienter vers l'un ou l'autre type de donnée géographique. On ne procède pas aux mêmes analyses selon le type de donnée.[1]

### 2.2 Raster

#### 2.2.1 Définition

Pour faire simple, la donnée raster représente le monde réel au travers d'une image. Un raster se compose d'une matrice de cellules, ou pixels, organisées en lignes et en colonnes (grille) dans laquelle chaque cellule a une valeur représentant des informations du monde réel[1]. Les pixels sont par exemple, les centaines de milliers de points lumineux et colorés qui composent notre écran d'ordinateur. Le mode raster s'applique aux traitements d'images (satellites, photos aériennes). On appelle résolution la taille du pixel : (un pixel équivaut à x mètres sur le terrain).[9]

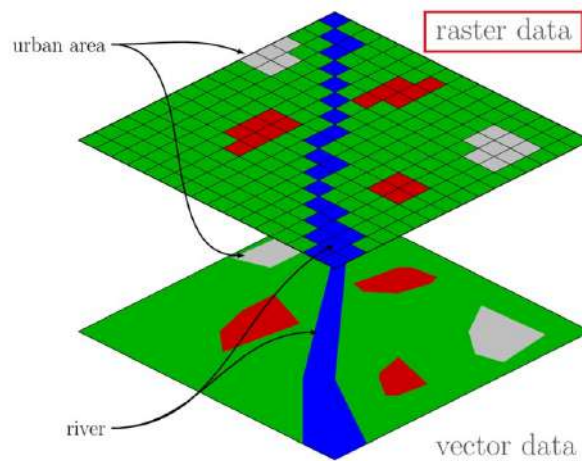


FIGURE 2.1 – Représentation raster

Comme en photographie, une caractéristique clé des rasters en SIG est **la résolution**. Celle-ci définit la taille des pixels et donc la précision de la donnée.[9]



FIGURE 2.2 – Exemple de résolution raster

## 2.2.2 Avantages du raster [9]

- **facilité d'utilisation** : données sont sous forme de tableau. Par rapport au mode vecteur, la dimension thématique est donnée par des valeurs numériques de la grille et la dimension spatiale est déduite par la position relative du pixel dans la grille.
- **le croisement des données est facile à réaliser** : toutes les grandeurs sont ramenées à la même unité de base (le pixel).
- il se prête bien à certains types de traitements numériques car chaque pixel contient une valeur numérique (ex : classification supervisée). Cette valeur est stockée dans un canal (raster monocanal) ou plusieurs canaux (raster multi-canal), chacun d'eux représentant une info distincte. Le canal est au raster ce que l'attribut est au vecteur.

## 2.2.3 Inconvénients du raster [9]

- Fichier lourd en mémoire.
- Manque de précision.
- Qualité médiocre des documents à l'impression (phénomène d'aliasing ou marches d'escalier).
- Pas d'individualisation des objets.

## 2.3 Géoréférencement

### 2.3.1 Définition

Dans la plupart des projets SIG, on procède tout d'abord à un découpage géographique de l'espace, qui délimite la zone d'étude. La première étape est de géoréférencer cet espace, c'est à dire le délimiter précisément par des coordonnées cartographiques (ou géographiques). C'est cette conformité qui permettra de superposer des plans de diverses natures. Pour assurer cette superposition, les différentes couches d'informations géographiques doivent avoir le même système de projection.[9]

### 2.3.2 Processus

Lorsqu'on géoréférence des données raster, on définit leur emplacement à l'aide des coordonnées cartographiques et on leur affecte le système de coordonnées du bloc de données. Le géoréférencement de données raster permet de les visualiser, de les interroger et de les analyser avec d'autres données géographiques.[4]

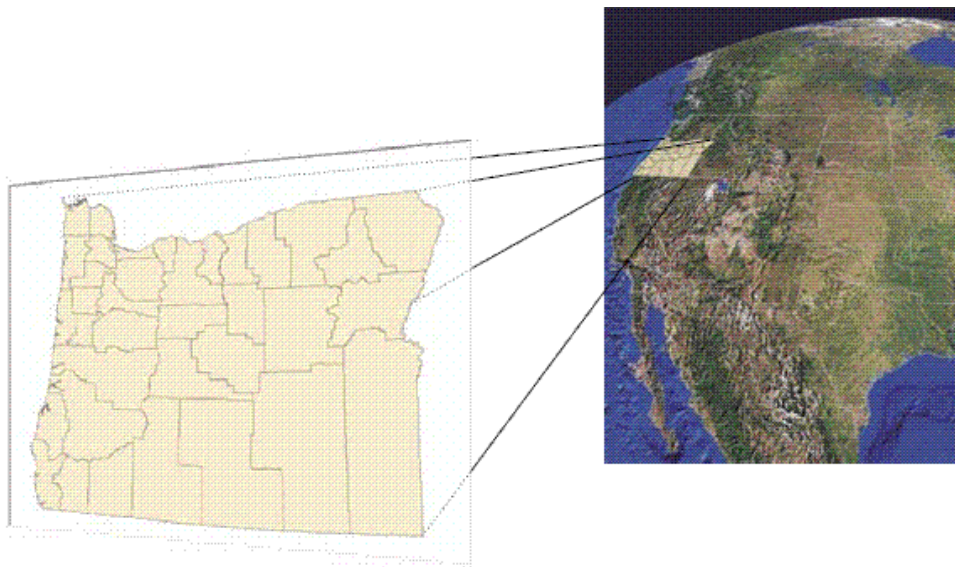


FIGURE 2.3 – Exemple de donnees georeferencees

Voici les étapes principales du processus de géoréférencement :

1. **Préparation des données :** Importez l'image raster à géoréférencer dans le logiciel SIG de votre choix (tel qu'ArcGIS). Assurez-vous également de disposer de données de référence déjà géoréférencées, comme des couches vectorielles ou d'autres rasters, qui serviront de base pour le calage spatial.
2. **Identification des points de contrôle au sol (GCP) :** électionnez des points reconnaissables et bien répartis sur l'image raster et trouvez leurs correspondances exactes sur les données de référence. Ces points peuvent être des intersections de routes, des bâtiments spécifiques ou d'autres repères géographiques distincts.

3. **Saisie des coordonnées :** Pour chaque point de contrôle identifié, enregistrez les coordonnées géographiques (latitude et longitude) précises issues des données de référence. Plus le nombre de points de contrôle est élevé, plus le géoréférencement sera précis.
4. **Choix de la méthode de transformation :** Appliquez une transformation mathématique appropriée pour ajuster l'image raster en fonction des points de contrôle. Les méthodes courantes incluent les transformations affine, polynomiale ou par spline, choisies en fonction de la nature de la distorsion à corriger et de la précision requise.
5. **Application de la transformation :** Le logiciel SIG utilise les points de contrôle et la méthode de transformation sélectionnée pour repositionner l'image raster, alignant ainsi ses pixels avec les coordonnées géographiques réelles.
6. **Évaluation de la précision :** Après transformation, évaluez l'erreur résiduelle pour chaque point de contrôle afin de vérifier la précision du géoréférencement. Si les erreurs sont trop importantes, il peut être nécessaire d'ajuster les points de contrôle ou de modifier la méthode de transformation.
7. **Enregistrement des informations géospatiales :** Une fois satisfait de la précision, enregistrez l'image raster géoréférencée avec les informations de localisation intégrées. Cela peut être réalisé en créant un fichier de métadonnées associé, tel qu'un fichier world, ou en incorporant directement les informations géospatiales dans le fichier raster, comme dans le format GeoTIFF.

En suivant ces étapes, l'image raster sera correctement alignée avec d'autres données géographiques dans votre SIG, facilitant ainsi son analyse et son utilisation pour diverses applications cartographiques et spatiales.

### 2.3.3 Méthodes de géoréférencement [10]

#### Calage de la carte :

La première étape pour géoréférencer une carte est de caler l'image raster qui servira de fond pour le dessin. Caler cette image consiste à donner à l'ordinateur les longitudes et latitudes de différents points pour les localiser dans l'espace.

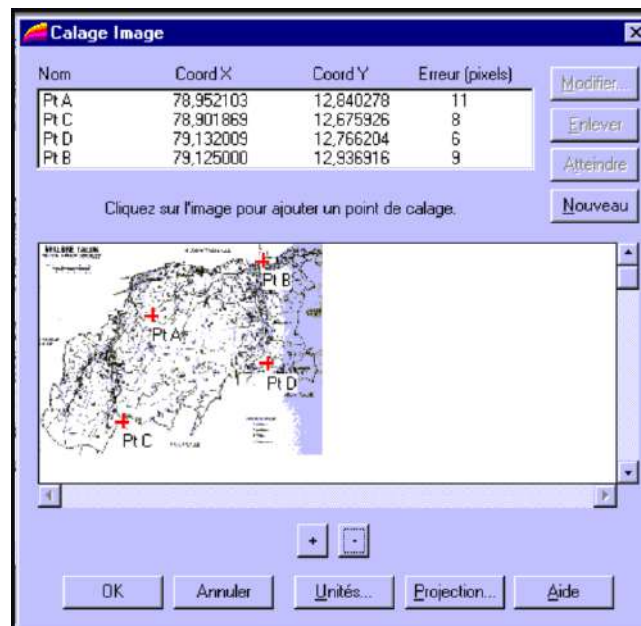


FIGURE 2.4 – Enter Caption

### Digitalisation géoréférencée :

La digitalisation se fait donc dans un espace défini par le calage initial de l'image raster(d'où l'importance de la précision de cette étape). Ainsi, tous les objets dessinés ont des coordonnées géographiques qui leur sont attribués, et sont donc situés dans l'espace.

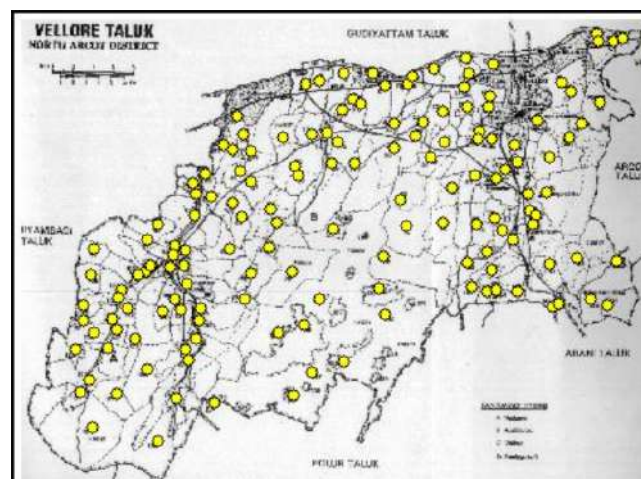


FIGURE 2.5 – Les villages du district de Vellore ont été digitalisés, et sont donc automatiquement géoréférencés.



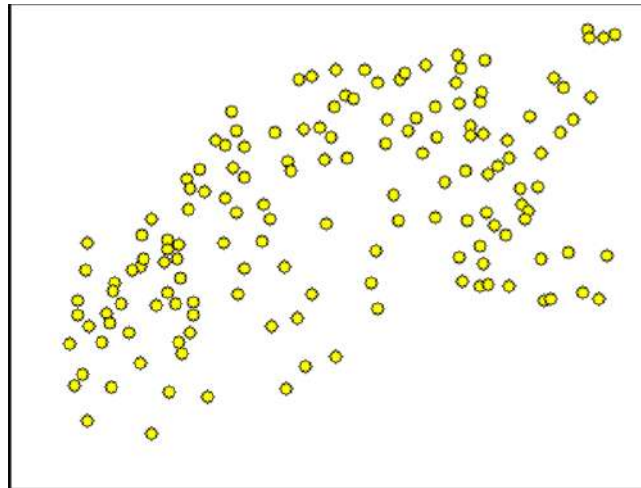


FIGURE 2.6 – Carte des villages du taluk de Vellore (District du North Arcot)

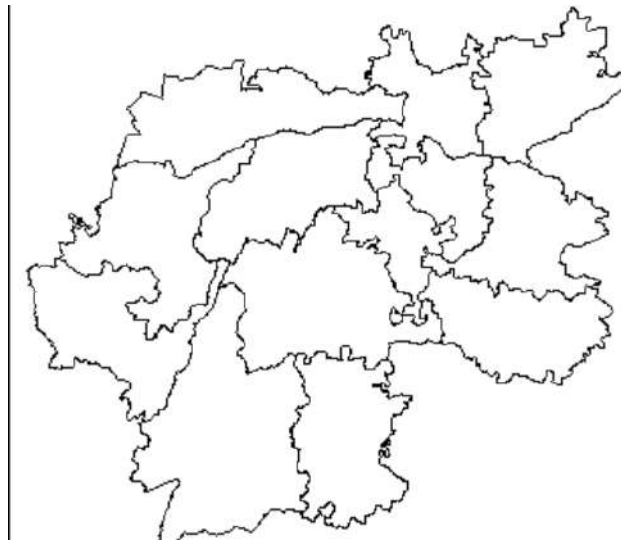


FIGURE 2.7 – On peut aussi digitaliser la carte des taluks du district du North Arcot

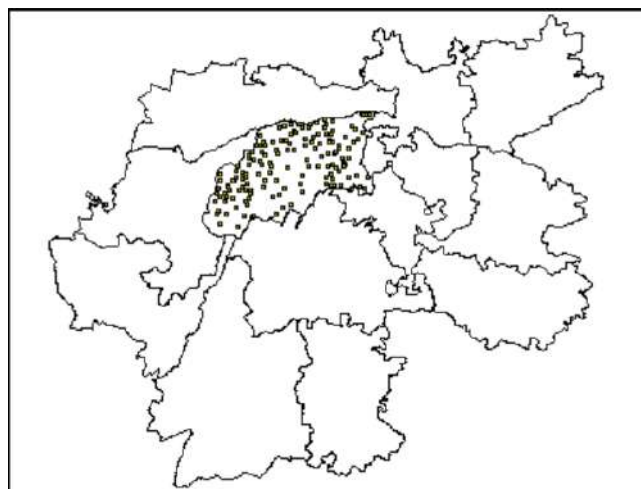


FIGURE 2.8 – superposition des cartes des villages et du district

Chaque couche est définitivement placée dans l'espace, et la superposition de deux couches se fera toujours parfaitement.

## Mélange de couches de provenance différente :

Le géoréférencement permet donc de mélanger des cartes qui n'ont pas été faites par les mêmes personnes ; ni avec les mêmes sources (échelles différentes par exemple), sans poser de problème (respect de l'interopérabilité).

Ici, nous avons superposé une carte des taluks du district du North Arcot, effectuée à l'institut (au 250 000ème) et une carte fournie par Microsoft (à l'échelle de la planète). On voit que la carte de l'institut se place automatiquement au bon endroit sur la carte de microsoft, sans manipulation particulière.

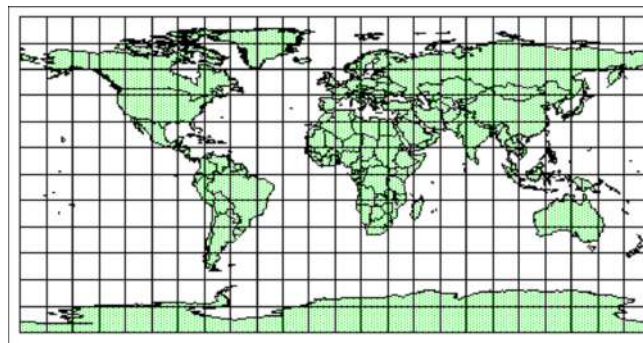


FIGURE 2.9 – Carte du monde fournie par Microsoft. La carte est géoréfrencée. On doit donc pouvoir superposer les cartes du district du North Arcot.

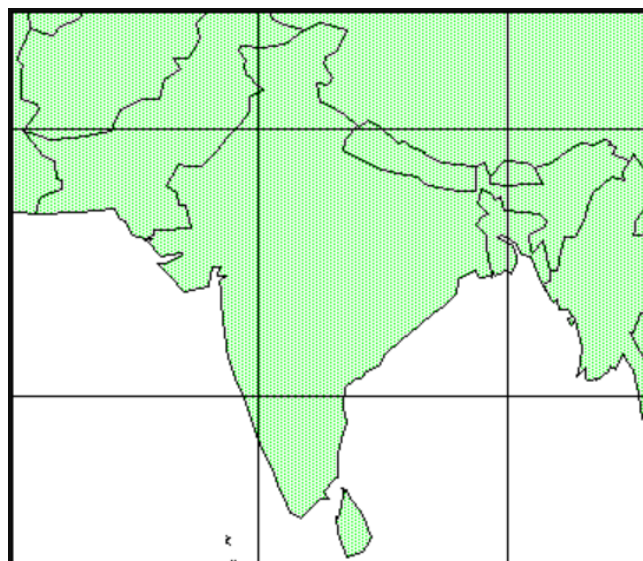


FIGURE 2.10 – En effectuant un zoom, on voit que les contours sont grossiers, mais cela importe peu.



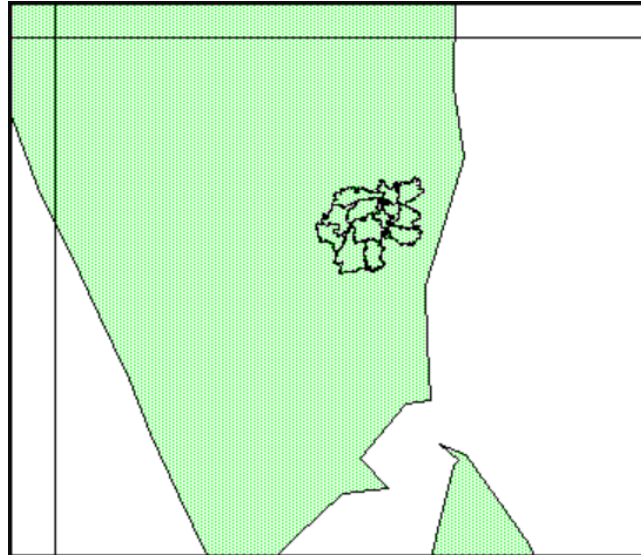


FIGURE 2.11 – La superposition effectuée, on voit que la couche du district du North Arcot est mise directement à la bonne place.

## 2.4 Vectorisation

### 2.4.1 Définition :

La donnée vectorielle représente quant à elle le monde réel à l'aide **d'objets géométriques** (points, lignes et polygones). À chacun de ces objets sont associés des coordonnées géographiques permettant de les localiser dans l'espace. À ces coordonnées s'ajoutent une composante attributaire qui permet de décrire la donnée en fournissant des informations complémentaires (nom de la localité, nombre d'habitants, type de localité, etc.).[1]

La donnée vectorielle permet de procéder à des analyses sur base de la géométrie de la donnée :

- Croisement de données selon leur localisation (zone tampon)
- Statistiques spatiales (comptage de points d'eau par zone).
- Calculs de surface (densité)

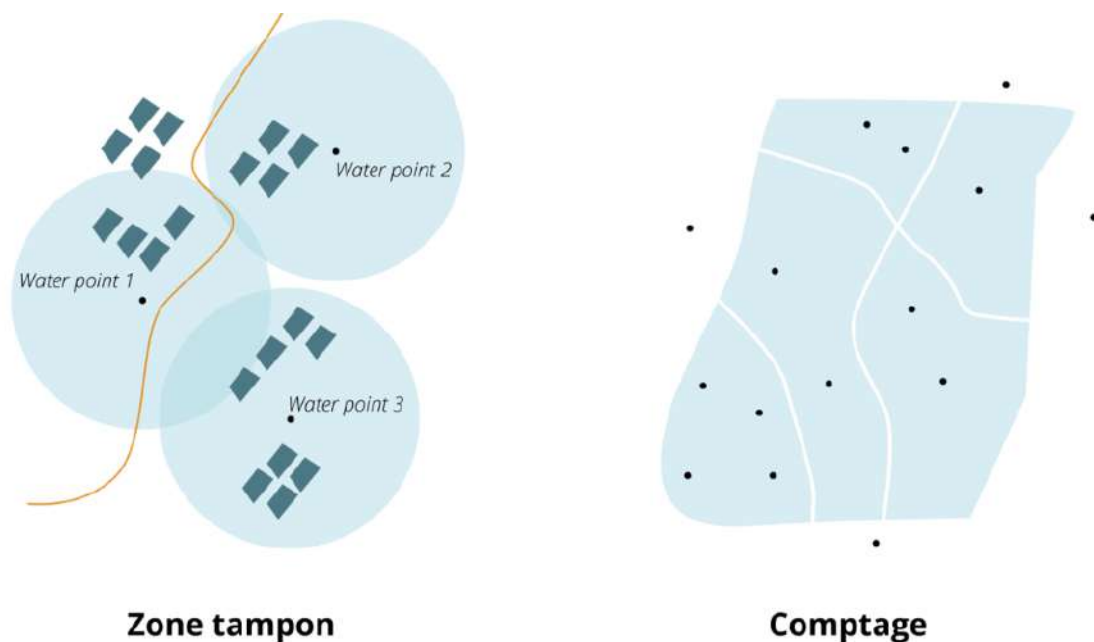


FIGURE 2.12 – Illustrations d’analyses avec de la donnée vectorielle

## 2.4.2 Processus

Afin de reproduire sous forme vectorielle des données sur support imprimé, il est nécessaire de les numériser : les points, lignes et polygones seront convertis en coordonnées (x, y) à l’écran de l’ordinateur. Le processus de vectorisation se déroule généralement en plusieurs étapes :

1. **Prétraitement de l’image** : Cette phase consiste à améliorer la qualité de l’image raster en réduisant le bruit, en ajustant les contrastes et en simplifiant les couleurs. Ces ajustements facilitent l’identification des formes à vectoriser.
2. **Segmentation de l’image** : L’image est divisée en régions homogènes basées sur des critères tels que la couleur ou la texture. Cette segmentation permet de distinguer les différentes zones à convertir en objets vectoriels distincts.
3. **Détection des contours** : Les contours des formes identifiées lors de la segmentation sont détectés, souvent à l’aide d’algorithmes spécifiques, pour définir les limites précises des objets à vectoriser.
4. **Approximation par des primitives géométriques** : Les contours détectés sont approximés par des formes géométriques telles que des lignes, des courbes de Bézier ou des splines. Cette étape transforme les pixels en objets mathématiques modulables.
5. **Attribution des attributs** : Des propriétés telles que la couleur, l’épaisseur des lignes ou les dégradés sont assignées aux objets vectoriels pour reproduire fidèlement l’apparence de l’image originale.
6. **Exportation du fichier vectoriel** : Enfin, les objets vectoriels sont enregistrés dans un format adapté, comme le SVG, facilitant leur utilisation ultérieure dans des logiciels de design ou des SIG.

### 2.4.3 Avantages du vecteur [9]

- Donne une représentation très conforme à la réalité.
- La localisation et les dimensions des objets sont calculés avec précision.
- on peut individualiser les objets, donc leur attacher des attributs.
- Le poids du fichier est réduit.

## 2.5 Conclusion

Ce chapitre a présenté les fondements du géoréférencement et de la vectorisation, en distinguant les modes de représentation raster et vectoriel. Tandis que le raster est adapté aux données continues et aux analyses par pixel, le vecteur permet une modélisation précise des objets géographiques. Le géoréférencement assure l'intégration spatiale des données, condition nécessaire à leur exploitation dans un SIG. Enfin, la vectorisation transforme les supports analogiques en données numériques structurées, essentielles à l'analyse spatiale.

---

# Chapitre 3

## Outils et méthodes utilisés

### 3.1 Présentation de l'outil ArcGIS :[12]

ArcGIS est un logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) développé par Esri, utilisé pour la collecte, la gestion, l'analyse et la visualisation de données géospatiales. Il permet de créer des cartes, d'effectuer des analyses spatiales, de gérer des bases de données géographiques et d'automatiser des traitements via des outils comme ArcMap, ArcCatalog et ArcToolbox. Très utilisé dans des domaines comme l'aménagement du territoire, l'environnement, l'urbanisme ou les transports, ArcGIS s'adresse aux professionnels et aux chercheurs ayant besoin de comprendre et représenter l'information liée à l'espace géographique.



FIGURE 3.1 – ArcGis

Les principales caractéristiques d'ArcGIS incluent la création de cartes intelligentes, l'analyse spatiale avancée, la gestion de données géographiques, le géocodage, le géoréférencement, ainsi que l'automatisation des traitements via des outils comme ModelBuilder. Il permet également l'intégration de diverses sources de données (GPS, télédétection, bases de données), le partage de cartes interactives et l'utilisation d'outils puissants de géotraitement pour appuyer la prise de décision dans des domaines variés tels que l'environnement, l'urbanisme, la gestion des risques ou les transports.

### 3.2 ArcMap :[5]

ArcMap est l'une des applications principales de la suite ArcGIS Desktop, développée par Esri. Il permet aux utilisateurs de visualiser, analyser et manipuler des données géospatiales sous forme de cartes, de graphiques et de rapports. ArcMap est utilisé principalement pour la création et l'édition

de cartes, l'analyse spatiale, le traitement de données géographiques et la gestion des attributs des objets géographiques. Il prend en charge de nombreux formats de données géospatiales tels que les shapefiles, raster (images géoréférencées), ainsi que les bases de données géographiques.



FIGURE 3.2 – Arcmap

ArcMap permet de créer et personnaliser des cartes interactives ou imprimables en superposant des couches de données géographiques. Il offre des outils d'analyse spatiale pour effectuer des calculs de distances, créer des zones tampon, réaliser des intersections de couches et analyser les relations de voisinage. Le logiciel inclut également des fonctionnalités de géotraitement pour fusionner, découper, convertir des données et analyser des réseaux. Chaque objet géographique peut être associé à des attributs (données tabulaires) qui peuvent être visualisés et modifiés via des requêtes. ArcMap permet de réaliser des cartographies thématiques en associant des données statistiques à des objets géographiques et d'ajuster la mise en page des cartes pour l'impression ou la publication. Enfin, les cartes créées peuvent être partagées sous forme de fichiers image, PDF ou services web. ArcMap fait partie de la suite ArcGIS Desktop, mais il est progressivement remplacé par ArcGIS Pro, qui offre des fonctionnalités avancées et une interface plus moderne. Cependant, ArcMap reste largement utilisé, notamment dans les institutions et entreprises qui ont déjà des projets en cours avec cette application.

### 3.3 ArcCatalog :[11]

ArcCatalog est une application de la suite ArcGIS Desktop qui permet la gestion, l'organisation et la visualisation des données géographiques. Contrairement à ArcMap, qui est centré sur l'analyse et la création de cartes, ArcCatalog se concentre sur la gestion des fichiers et des bases de données géospatiales. Il permet aux utilisateurs de naviguer à travers les différents types de données géographiques (shapefiles, rasters, géodatabase, etc.), de les organiser, et d'effectuer des opérations de gestion de métadonnées.



FIGURE 3.3 – ArcCatalog

ArcCatalog permet de gérer, organiser et explorer les données géospatiales de manière efficace. Il supporte divers formats de données comme les shapefiles, rasters et géodatabases. L'outil facilite la navigation dans les répertoires de données, la gestion des métadonnées selon des normes internationales,

et l’affichage des propriétés techniques des fichiers. Il inclut également un outil de recherche pour localiser des données rapidement, permet la prévisualisation des données avant leur utilisation dans ArcMap, et simplifie la création de modèles de géotraitement via ModelBuilder.

### 3.4 ArcToolbox :[13]

ArcToolbox est une application d’ArcGIS Desktop qui regroupe un large éventail d’outils de géotraitement destinés à réaliser des opérations sur des données géospatiales. Ces outils sont utilisés pour effectuer des analyses, manipuler des données géographiques, et automatiser des processus complexes. ArcToolbox est une partie intégrante de l’environnement ArcMap et permet d’exécuter des tâches de transformation, d’analyse et de gestion des données SIG.



FIGURE 3.4 – ArcToolbox

Voici un résumé des principales fonctionnalités d’ArcToolbox :

- **Géotraitement** : Outils pour convertir des formats, calculer des distances, fusionner ou découper des couches, et croiser des géométries.
- **Analyse spatiale** : Création de buffers, analyse de voisinage, classification de données raster/vectorielles, et détection de relations spatiales complexes.
- **Gestion des données** : Import, export et modification de données géospatiales, gestion de géodatabases, ajout d’attributs et jointures de données.
- **Transformation de données** : Conversion de formats, projection spatiale, et ajustement aux systèmes de coordonnées.
- **Automatisation des processus** : Utilisation de ModelBuilder pour automatiser des workflows complexes.
- **Outils spécialisés** : Analyse de réseaux, gestion de données temporelles, cartographie de l’altitude, etc.

### 3.5 Editor Toolbar[2]

L’Editor Toolbar (ou barre d’édition) est un outil d’ArcMap qui permet de créer et modifier des entités géographiques directement sur la carte. Elle est essentielle pour l’édition de données vectorielles dans un environnement SIG, notamment les shapefiles et les géodatabases. Cette barre d’outils donne accès à des fonctionnalités comme la création de nouvelles entités, la modification des géométries existantes, le déplacement de points, la découpe ou la fusion de polygones, ainsi que l’ajout ou la mise à jour des attributs associés. Grâce à l’Editor Toolbar, il est possible de travailler avec précision sur les entités spatiales, en activant un mode d’édition spécifique pour chaque couche. Les sessions d’édition peuvent être démarrées et arrêtées manuellement, ce qui permet de sauvegarder

ou annuler les modifications. L'outil est souvent utilisé pour la mise à jour de bases de données géographiques ou la correction d'erreurs cartographiques.

### 3.6 Georeferencing Toolbar[3]

La Georeferencing Toolbar est un outil dédié à l'alignement spatial de données raster (comme des images scannées ou des cartes anciennes) avec des coordonnées géographiques réelles. Cette opération, appelée géoréférencement, permet d'intégrer des images non référencées dans un système de coordonnées compatible avec d'autres couches géospatiales.

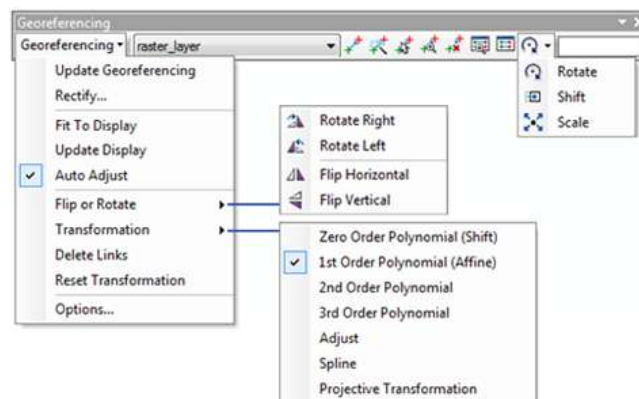


FIGURE 3.5 – Georeferencing Toolbar

La barre de géoréférencement permet :

- de placer des points de contrôle sur l'image et de les associer à des coordonnées connues.
- d'appliquer des transformations géométriques (translation, rotation, mise à l'échelle).
- de visualiser en temps réel les ajustements .
- d'enregistrer les informations de géoréférencement dans le fichier raster.

Cette étape est souvent utilisée en amont de la numérisation (vectorisation) pour garantir que les objets extraits manuellement ou automatiquement se situent correctement dans l'espace géographique réel.

### 3.7 Conclusion :

Les outils de la suite ArcGIS Desktop, tels qu'ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, et les barres d'outils spécialisées comme Editor Toolbar, Georeferencing Toolbar, ou ArcScan, offrent un environnement complet pour la manipulation, l'analyse et la transformation de données géospatiales. Ils permettent aux utilisateurs de réaliser toutes les étapes d'un projet SIG : depuis la préparation et le traitement des données, jusqu'à l'analyse avancée et à la cartographie finale. Ces outils sont particulièrement puissants lorsqu'ils sont combinés dans des workflows cohérents, intégrant des méthodes manuelles pour la précision et des traitements automatiques pour la performance. Grâce à cette panoplie fonctionnelle, ArcGIS s'impose comme une solution incontournable pour les professionnels et chercheurs travaillant sur des problématiques spatiales complexes.

---

# Chapitre 4

## Appllication des méthodes

### 4.1 Image Satellitaire

#### 4.1.1 Géoréférencement de l'image satellitaire de la commune d'Akbou

Ce chapitre décrit la procédure de géoréférencement d'une image satellite au format JPG représentant la commune d'Akbou. Malgré que cette image offre une représentation visuelle détaillée de la commune, elle ne dispose pas de coordonnées géospatiales intégrées, limitant son exploitation dans des applications cartographiques ou des analyses spatiales avancées.

L'objectif de cette phase du projet est donc de lui attribuer un système de référence spatiale précis, permettant son intégration harmonieuse dans un Système d'Information Géographique (SIG) et son alignement avec d'autres jeux de données géoréférencées.

#### Ajout d'une Basemap :

L'utilisation de la basemap sera essentiel pour s'assurer de l'alignement de l'image JPG avec les coordonnées spatiales de la commune.



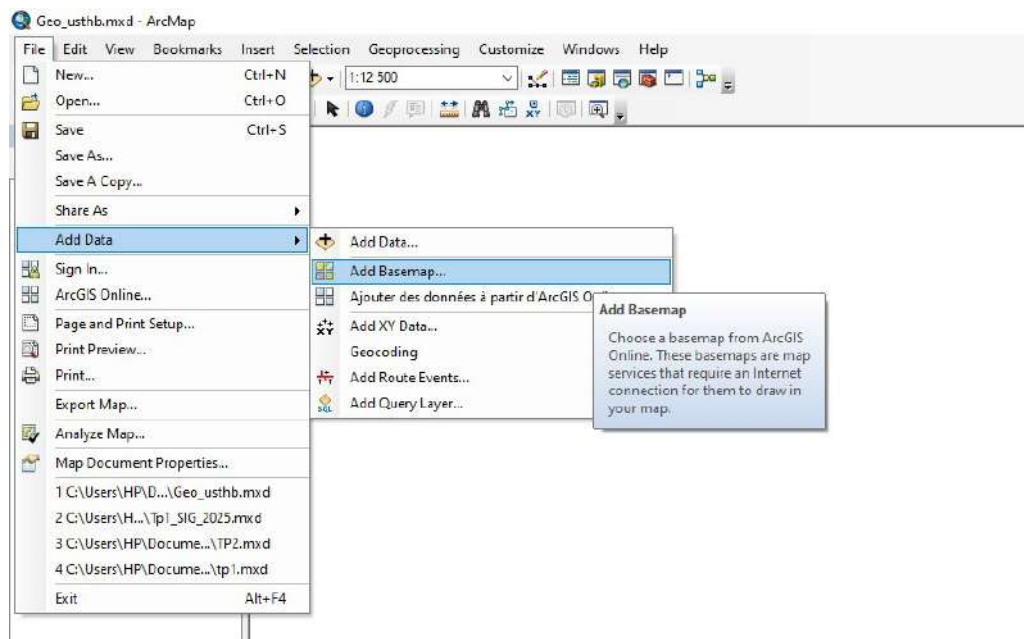


FIGURE 4.1 – Ajout de la Basemap

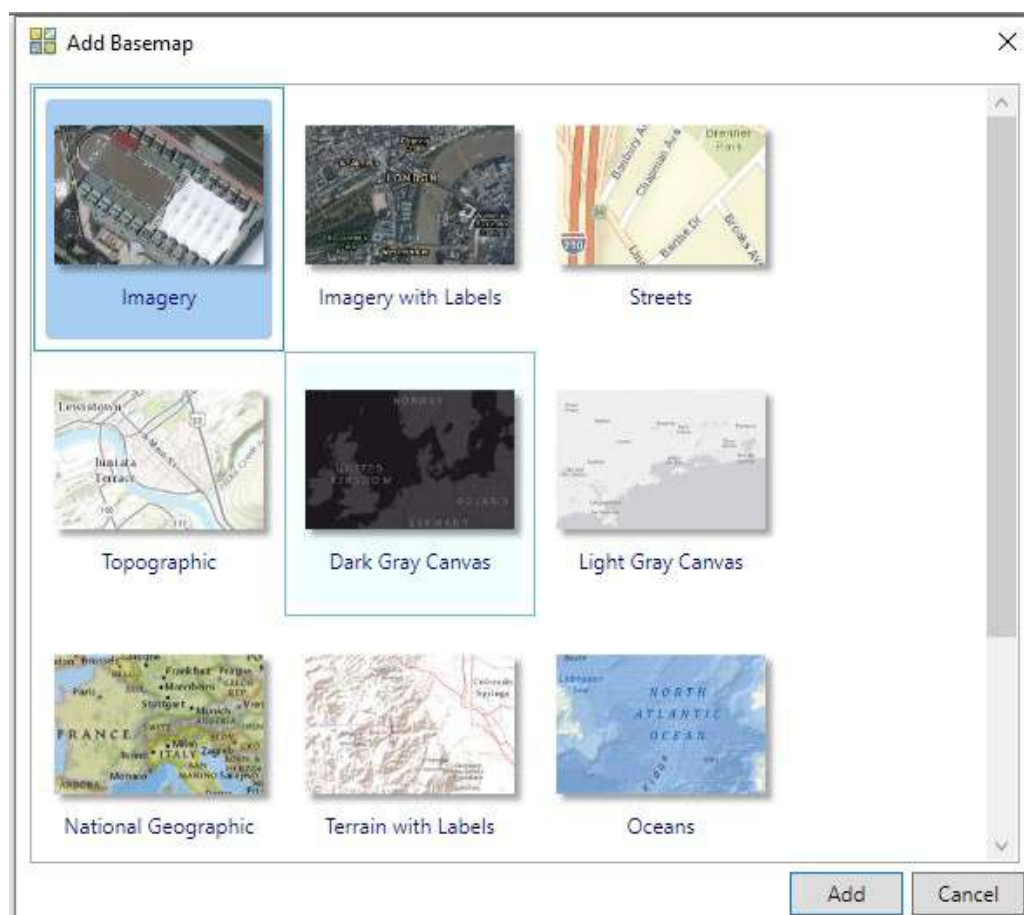


FIGURE 4.2 – Choix de la Basemap

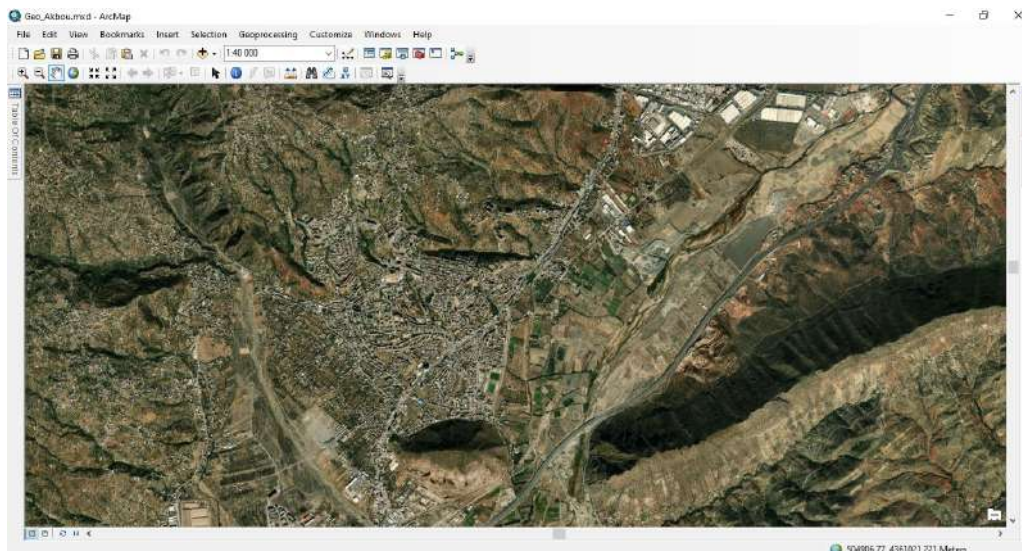


FIGURE 4.3 – Basemap

### Ajout de l'image JPG de la commune d'Akbou :

Cette étape consiste à ajouter l'image JPG qu'on veut géoréférencée à la carte qui est déjà géoréférencée.

Sur le logiciel ArcMap on suit les étapes suivante : File → Add Data → Sélectionner l'image JPG à géoréférencer.

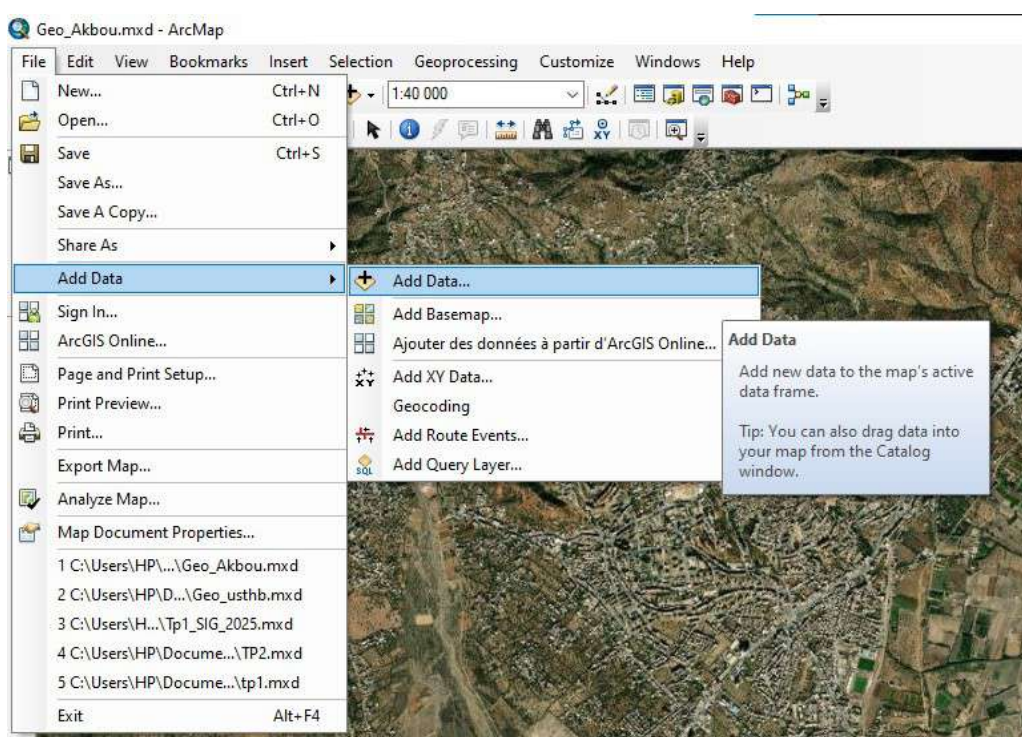


FIGURE 4.4 – Add Data

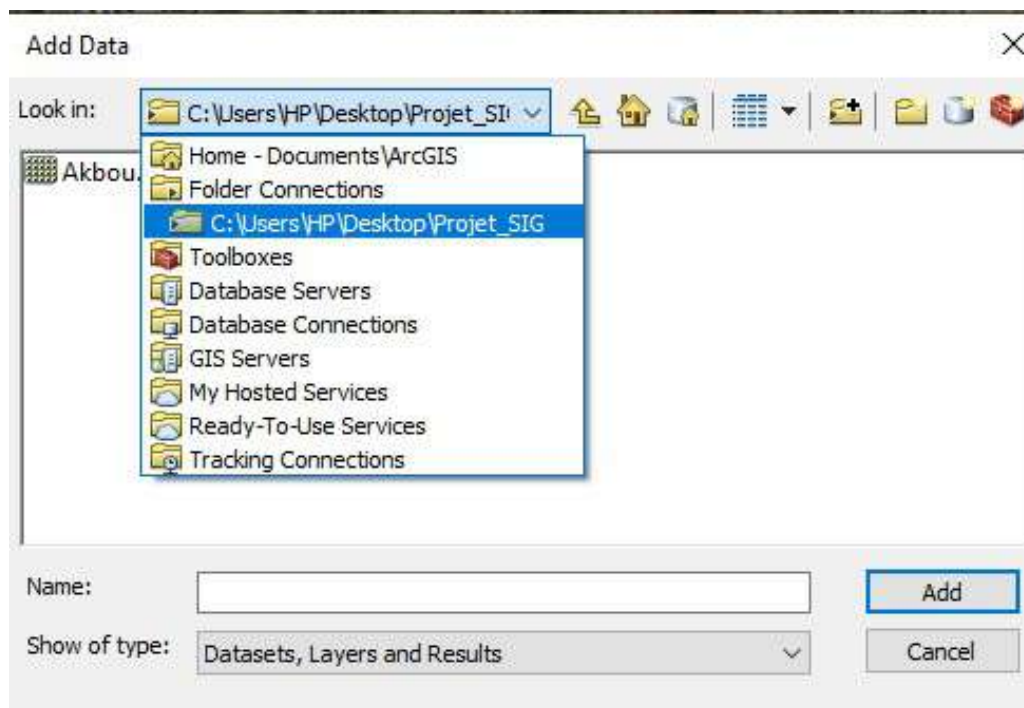


FIGURE 4.5 – Connection au folder

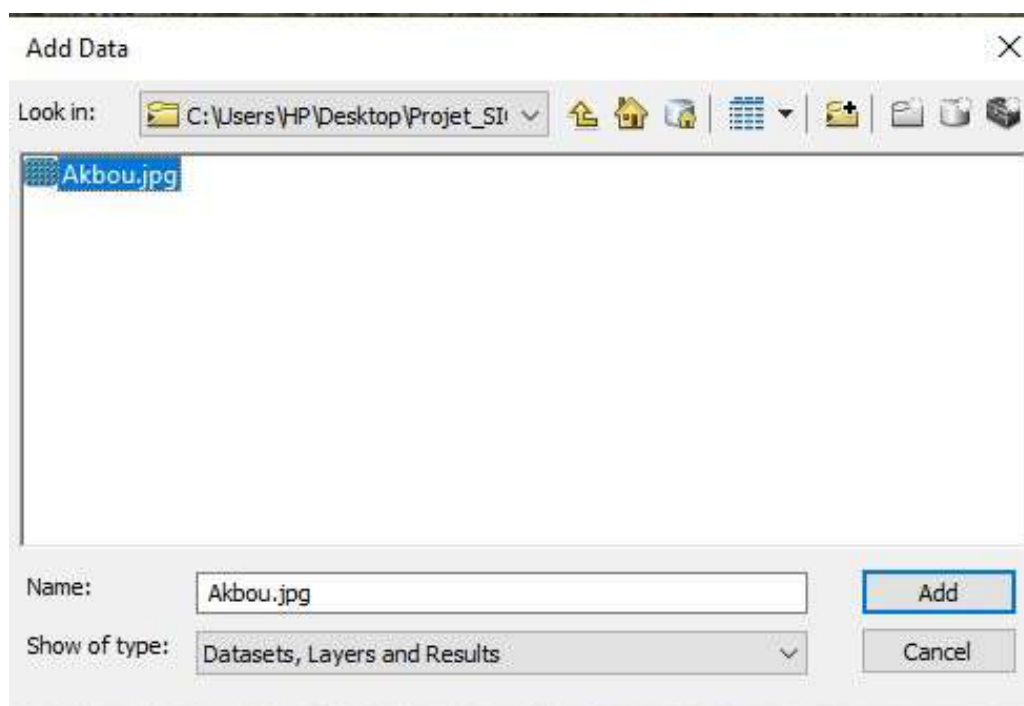


FIGURE 4.6 – Sélectionner l'image



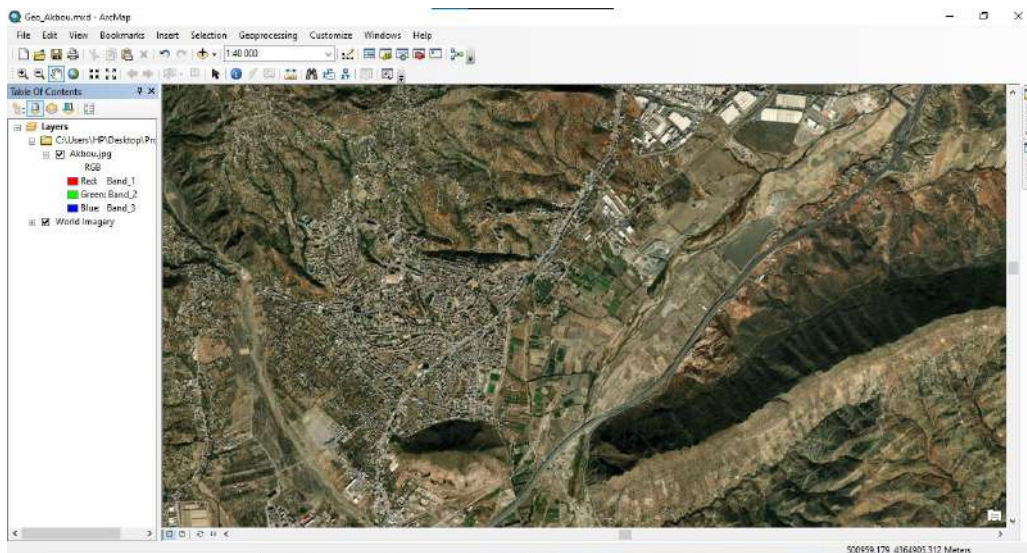


FIGURE 4.7 – L'image JPG et la basemap

### Géoréférencement de l'image :

Maintenant que l'image JPG a été ajoutée à la carte, on doit la géoréférencer pour pouvoir l'afficher sur ArcMap et l'aligner correctement avec les coordonnées spatiales de la couche de base.

Ouvrir la barre d'outils de géoréférencement en allant dans :

Customize → Toolbars → Georeferencing → Sélectionnez l'image JPG dans la liste déroulante de la barre d'outils de géoréférencement.

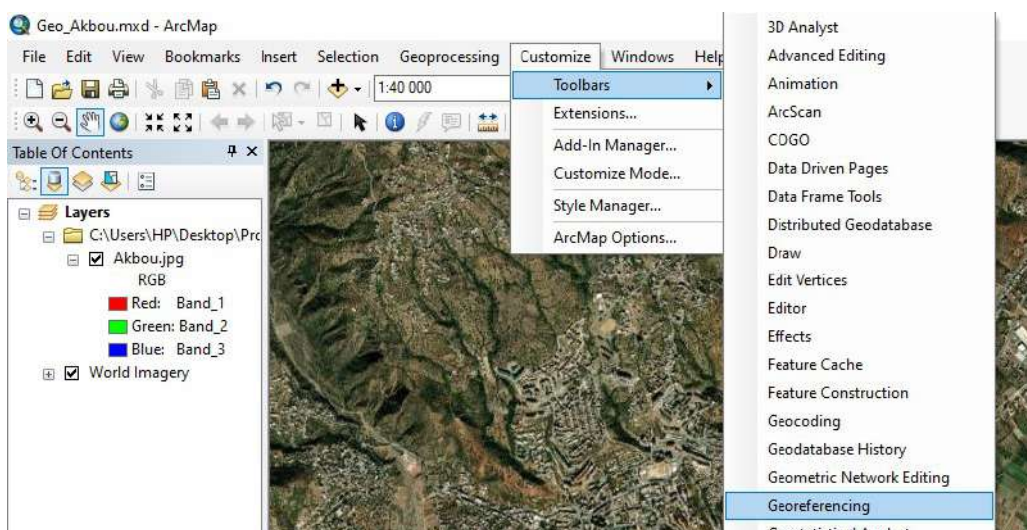


FIGURE 4.8 – Sélection de l'outil Georeferencing

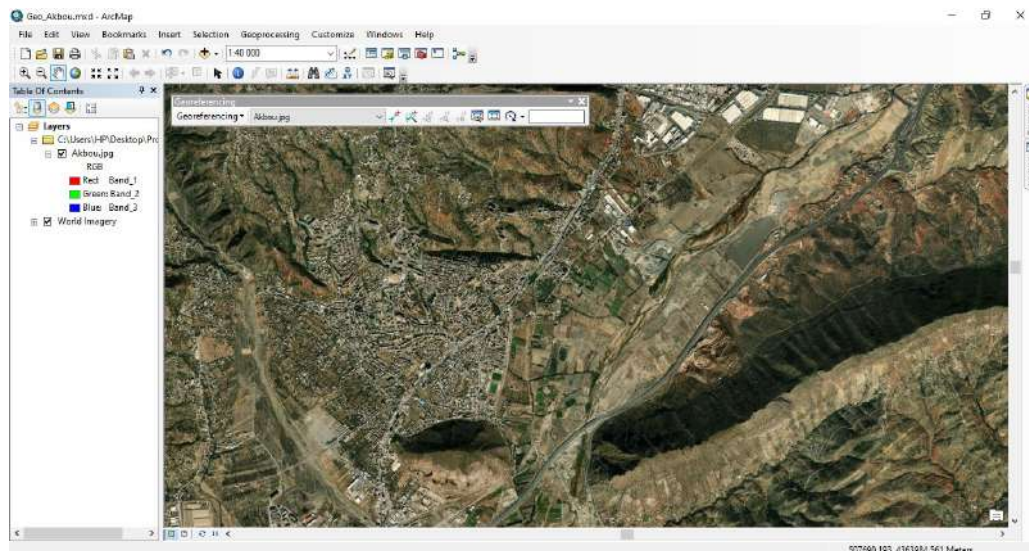


FIGURE 4.9 – Barre d’outils de géoréférencement avec l’image Ekbou.jpg sélectionnée

Choisir Fit to display depuis le menu déroulant afin de superposer l’image jpg à la couche de référencement.

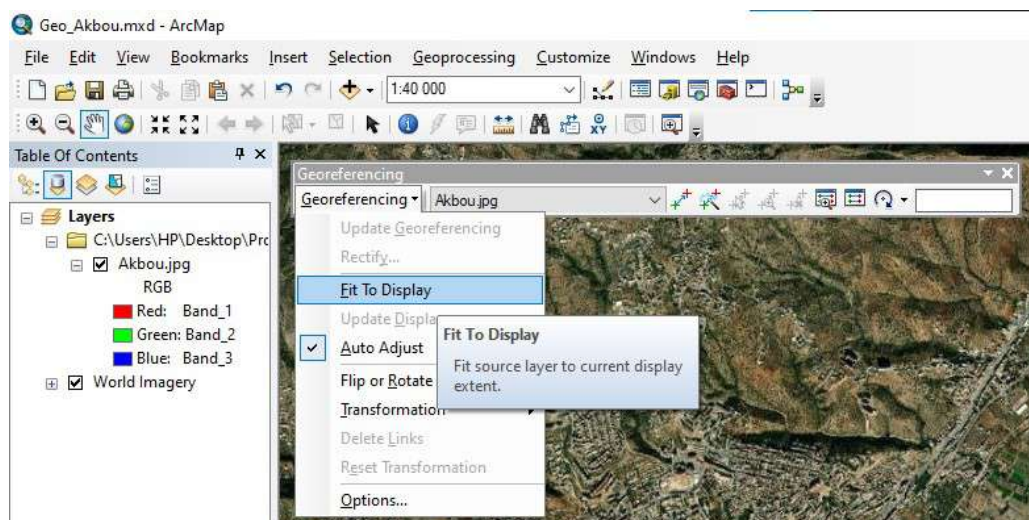


FIGURE 4.10 – Fit to display

Choisir Update Georeferencing, afin de sauvegarder la carte actuelle dans le dataset.



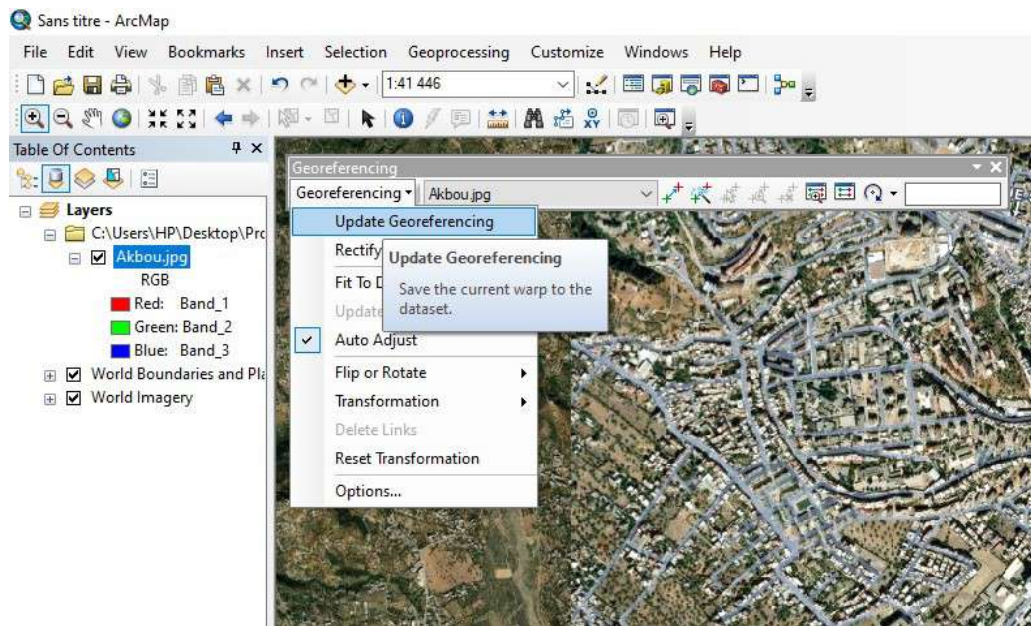


FIGURE 4.11 – Update Georeferencing

Choisir Auto Registration, afin d'ajouter des points de contrôle automatiquement.

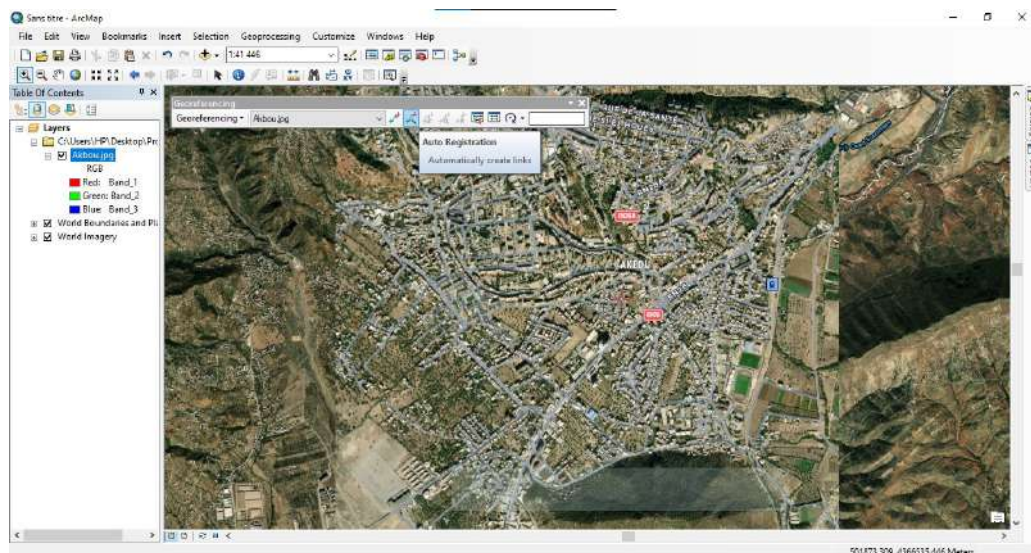


FIGURE 4.12 – Auto Registration

Enfin on obtient un résultat exact qui s'aligne parfaitement avec la basemap

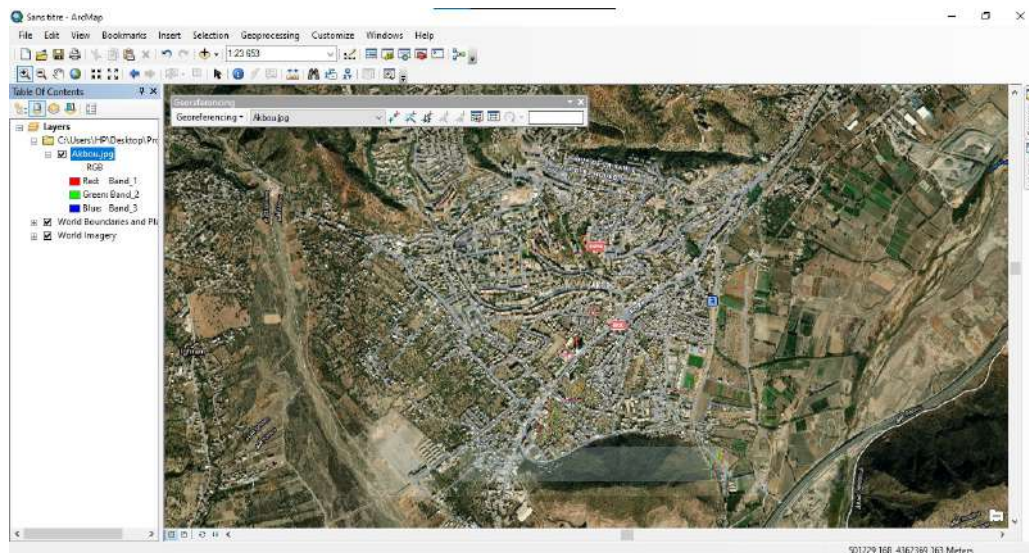


FIGURE 4.13 – Résultat du géoréférencement

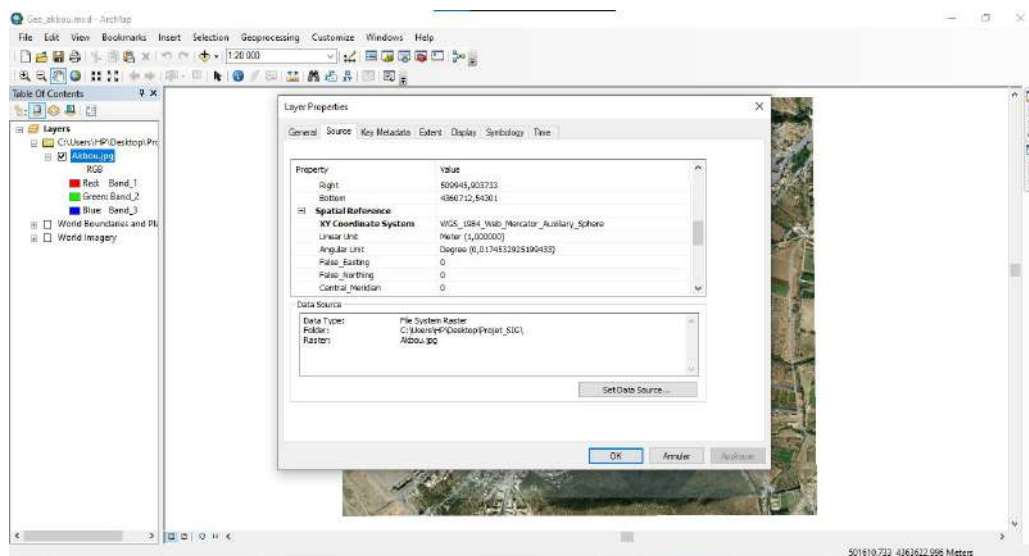


FIGURE 4.14 – Vérification des coordonnées spatial

## 4.1.2 Vectorisation de l'image satellitaire de la commune d'Akbou :

### Création d'un bookmark :

Avant d'entamer la vectorisation, on crée un bookmark qui permettra de sauvegarder une vue précise de la carte (zoom, emplacement, couches visibles), et de revenir à une zone d'intérêt sans devoir zoomer/dézoomer manuellement.



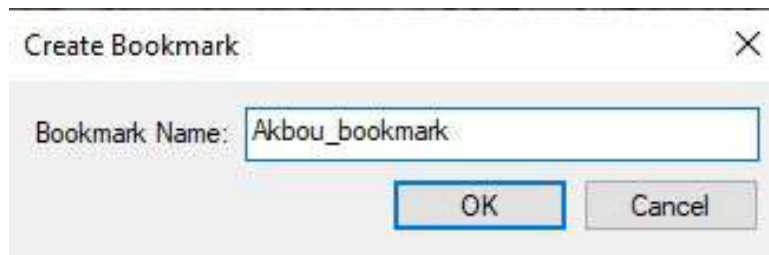


FIGURE 4.15 – Bookmark commune Akbou

### Création des couches de fichiers de formes (shapefile) :

Dans l'onglet ArcCatalog, faire un clic droit dans le dossier où le shapefile sera enregistré, ici c'est le dossier **Projet\_Sig**

On sélectionne New → Shapefile.

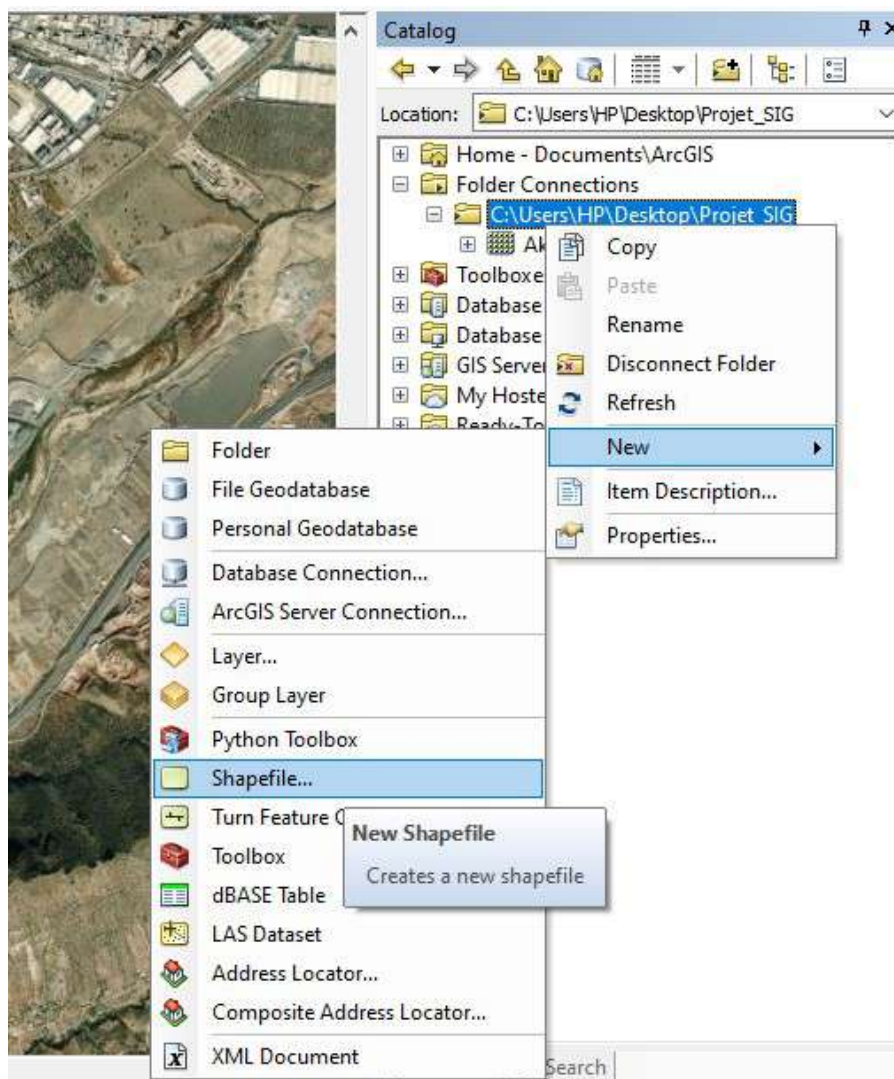


FIGURE 4.16 – Création de shapefile

L'étape suivante consiste en la nomination des shapefiles et la définition du type de géométrie (point, ligne ou polygone) selon l'objet à vectoriser



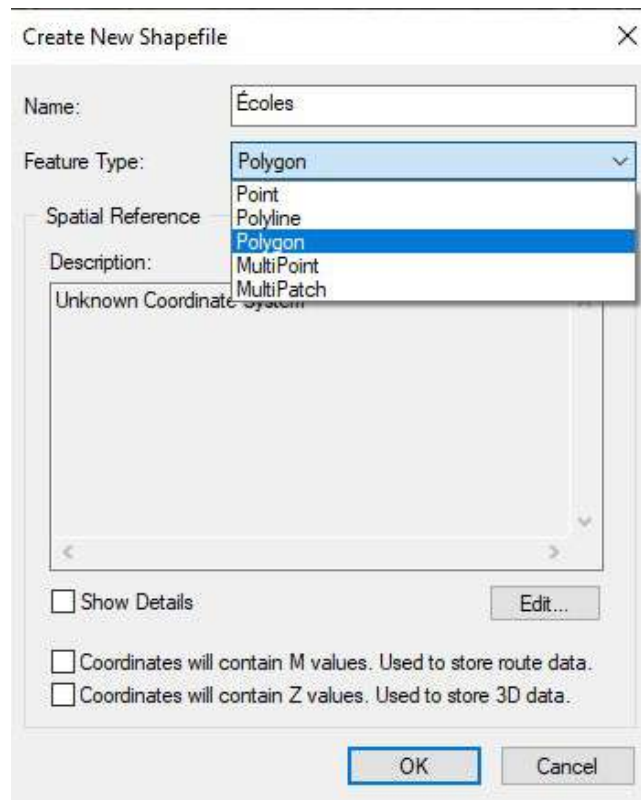


FIGURE 4.17 – Nomination et choix du type de géométrie du shapfile

Ensuite il faut attribuer aux différents shapefiles le même système de référencement que notre image raster géoréférencée de la manière suivante : Clic droit sur chaque fichier → Propriétés → Système de coordonnées XY → Monde → **WGS\_1984\_Web\_Mercator\_Auxiliary\_Sphere**

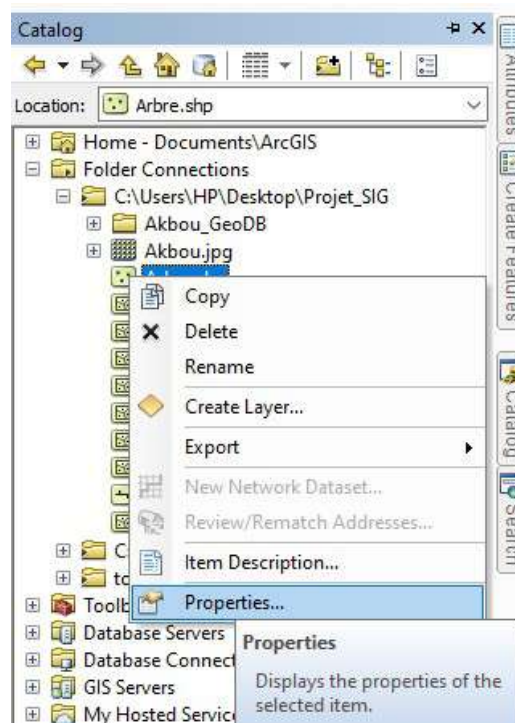


FIGURE 4.18 – Propriétés

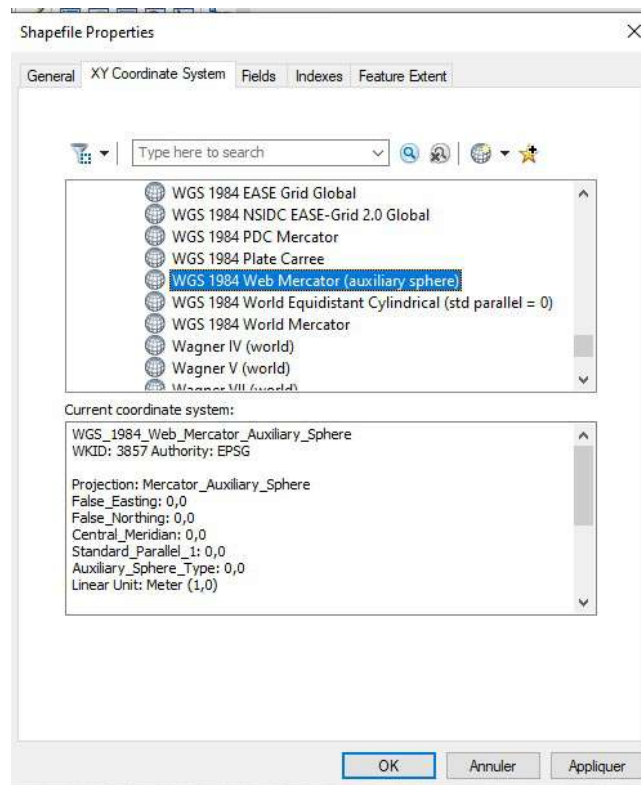


FIGURE 4.19 – Système de coordonnées XY

Par la suite on ajoute les différents attribut qu'on retrouvera dans la table attributaire spécifique pour chaque shapefile qu'on crée, par exemple :

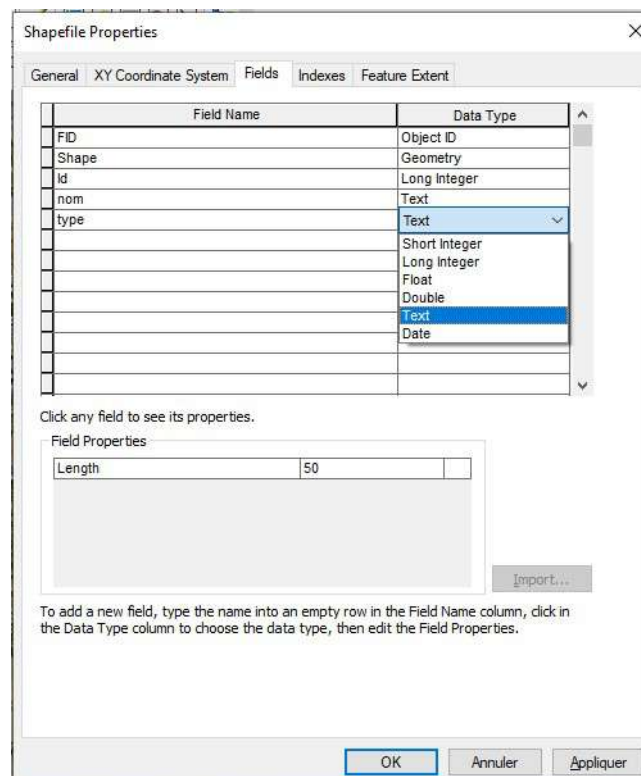


FIGURE 4.20 – Attribut supplémentaire

## Démarrage de l'édition :

Pour démarrer l'édition on suit les étapes suivantes :

Clique sur customize → toolbar → Editor

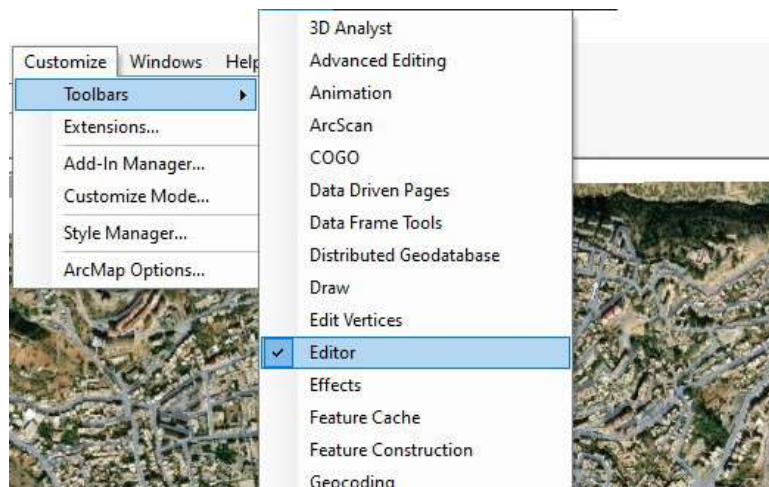


FIGURE 4.21 – Sélection de l'outil d'édition

La barre d'outils **Editor** s'affiche comme suit :



FIGURE 4.22 – Barre d'outils Editor

Cet outils va nous permettre de dessiner manuellement les formes sur l'image satellitaire en fonction des caractéristiques de vectorisation souhaitée.

Mais comme on peut le remarquer les outils sont pour l'instant indisponibles, il faut donc d'abord commencer l'édition et cela on appuie sur **Start Editing** dans l'outils Editor

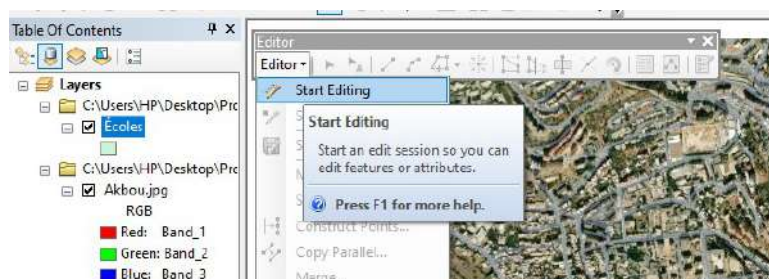


FIGURE 4.23 – Start Editing

Maintenant on peut commencer l'édition comme le montre la figure suivante :



FIGURE 4.24 – L'outils Editor en mode édition

On ouvre les fenêtres **Creat Features** et **Attributes**

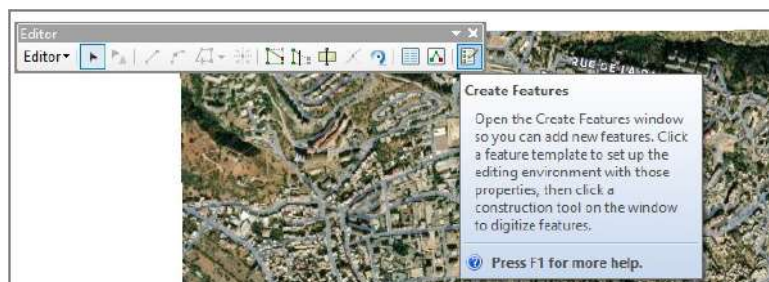


FIGURE 4.25 – Creat Features

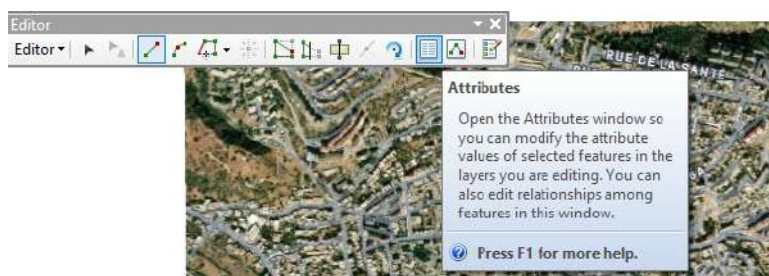


FIGURE 4.26 – Attributes

La fenêtre **Creat Features** possède en bas, une section **Construction tools**, qui permet d'apercevoir les différentes formes de polygones pouvant être vectorisé.

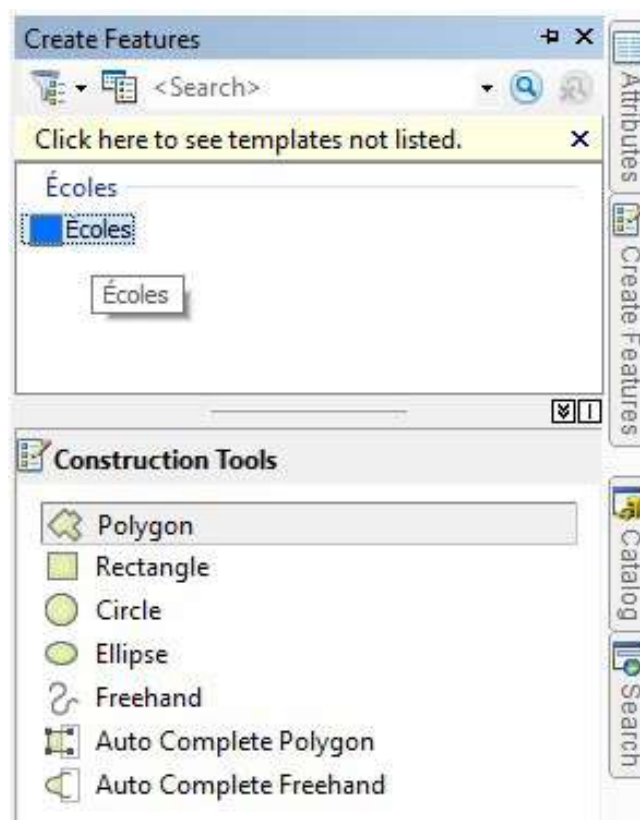


FIGURE 4.27 – Construction tools



Par exemple pour la couche **École** de type géométrique polygone, on choisit le type polygone, et on commence à créer un ensemble de points qui vont venir former la forme polygone vectorisée de notre entité.

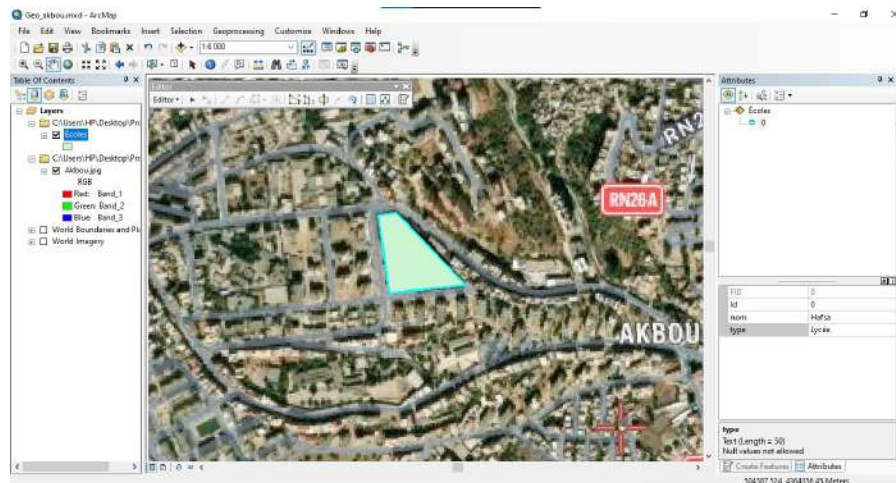


FIGURE 4.28 – Création d'une entité

On remplit les différents fields de la table attributaire de la couche pour avoir une résultat final qui corresponds à la figure suivante :

Table						
Écoles						
	FID *	Shape *	Id	nom	type	Shape Length
1	1	Polygon	0	Hafsa	Lycée	658,913134
2	2	Polygon	0	Debil cherif	Lycée	1013,590856
3	3	Polygon	0	Ben berkan Youcef	Cem	586,019217
4	4	Polygon	0	Cem du stade	Cem	586,025503
5	5	Polygon	0	Mouloud Faraoun	Cem	268,455876
6	6	Polygon	0	Mouloud Faraoun	Primaire	156,091406
7	7	Polygon	0	Danielle Mines	Cem	464,923081
8	8	Polygon	0	Malek kaddoum	Cem	554,545013
9	9	Polygon	0	École Iffis larbi	Primaire	332,225462
10	10	Polygon	0	École Akli Zamouche	Primaire	154,056425
11	11	Polygon	0	Krim Belkacem	Lycée	909,393397
12	12	Polygon	0	École Arezki Ouahchi	Primaire	374,597173

FIGURE 4.29 – Table attributaire de la couche école

On fait la même chose pour les autres couches.

## Création de la géodatabase :

Dans la fenêtre ArcCatalog, après avoir sélectionner le dossier qui va servir à stocker la géodatabase on applique la démarche suivante :

Click droit → New → File Geodatabase.

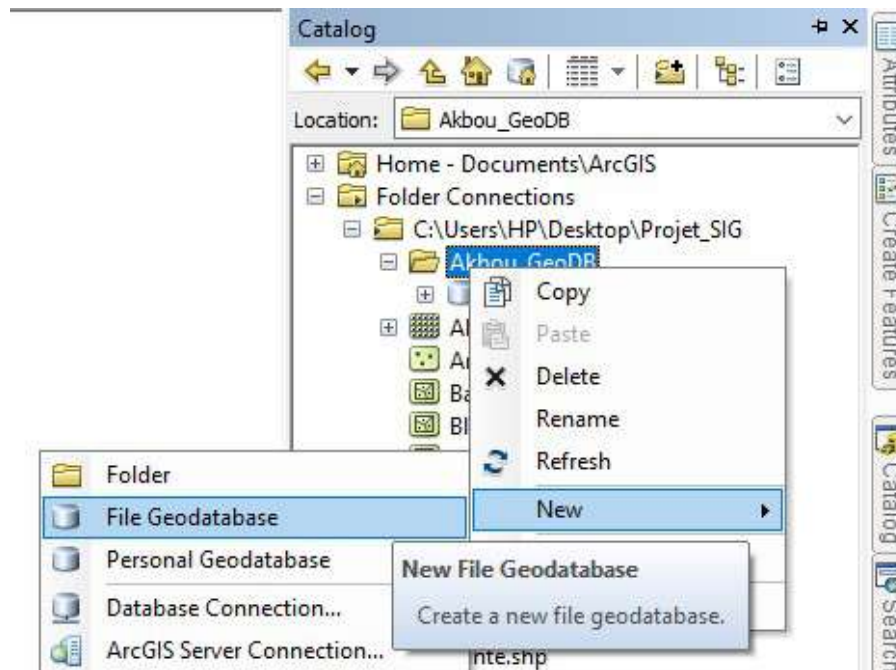


FIGURE 4.30 – Création du File Geodatabase

Ensuite on renomme la géodatabase par le nomme de la commune d'Akhou.

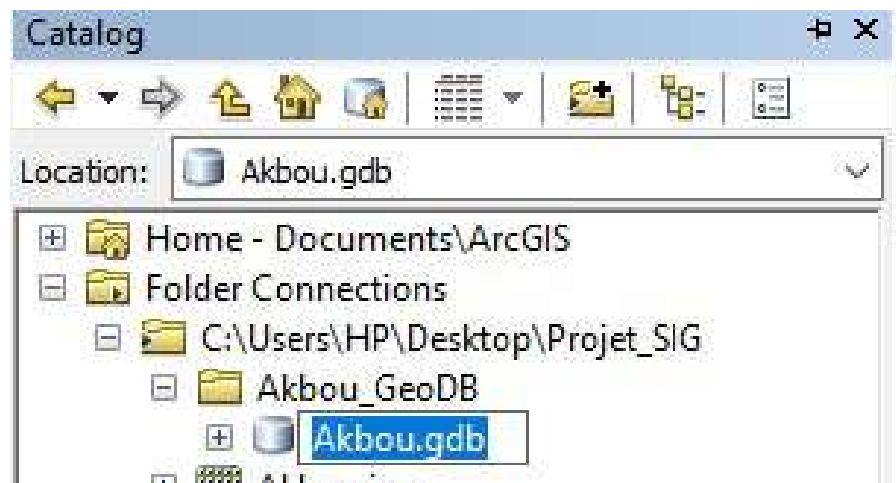


FIGURE 4.31 – Nomination de géodatabase

### Remplissage de la géodatabase :

Maintenant on doit remplir la géodatabase par les différentes couches déjà créer grace à l'outil Feature Class to Geodatabase :

ArcToolbox → Conversion Tools → To Geodatabase → Feature Class to Feature.



FIGURE 4.32 – Feature Class to Geodatabase

Un nouvelle fenêtre s’affiche qui contient deux emplacement distinct :

- **Input features** : contiendra les shapefiles qu’on souhaite importer dans la géodatabase.
- **Output Geodatabase** : contiendra géodatabase cible où les classes d’entités (shapefiles convertis) seront stockées.

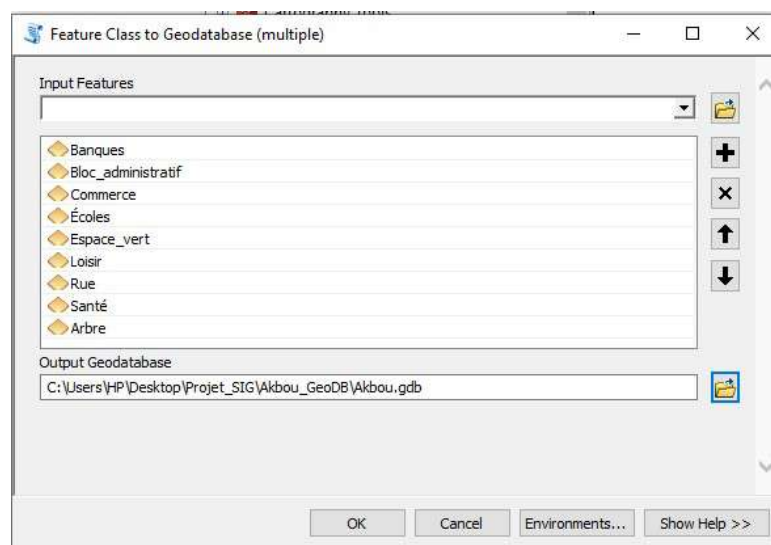


FIGURE 4.33 – Fenêtre des inputs et outputs

On démarre la conversion en appuyant sur **Ok** et à la fin de la conversion on obtient la confirmation suivante :

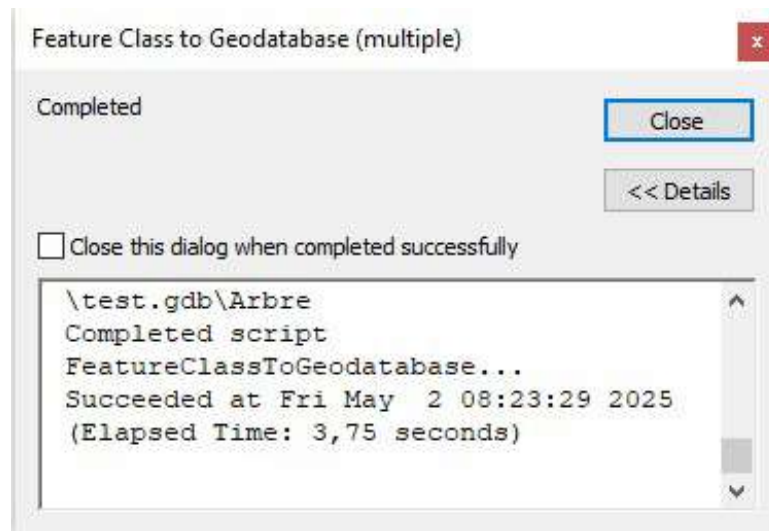


FIGURE 4.34 – Confirmation de la conversion

La géodatabase contient à présent les différents shapefile du projet

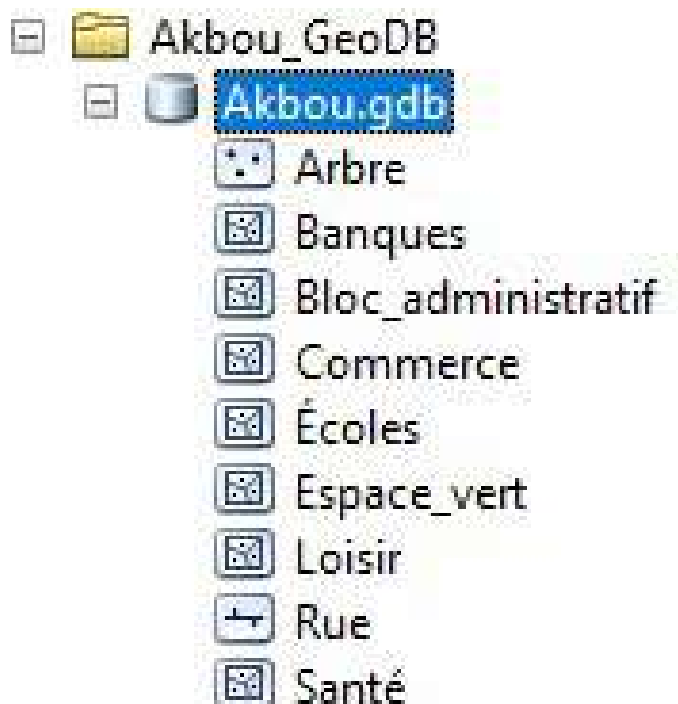


FIGURE 4.35 – Géodatabase **Akbou.gdb**





## 4.2 Carte scannée

### 4.2.1 Géoréférencement de la carte scannée de la commune de Hussein Dey

Le processus de géoréférencement sera appliqué à une carte scannée au format TIFF de la commune de Hussein Dey. Cette carte, dépourvue de coordonnées spatiales, ne peut être exploitée directement dans un SIG. Le géoréférencement permet d'associer des références spatiales précises afin de l'aligner avec d'autres données géographiques. Les étapes principales vont de l'ajout d'une couche de référence à la vérification de la précision finale.

### 4.2.2 Ajout de la carte scannée

La carte scannée au format TIFF a été ajoutée à ArcGIS en connectant le dossier source via l'onglet "Catalog", puis en la glissant dans la fenêtre de travail. Elle est alors prête pour le géoréférencement, bien qu'elle ne possède pas encore de coordonnées spatiales.



FIGURE 4.38 – Ajout de la carte scannée de la commune de Hussein Dey

### 4.2.3 Géoréférencer la carte scannée

Pour définir un système de coordonnées adapté à la carte scannée, on effectue un clic droit sur la couche concernée → “Properties” → “Coordinate System” → on navigue vers Projected Coordinate Systems → WGS 1984 → Northern Hemisphere → puis “WGS 1984 UTM Zone 31N”, qui correspond à la localisation géographique de la commune de Hussein Dey. Cette configuration permet d'assurer la compatibilité spatiale avec les autres couches référencées dans le même système.

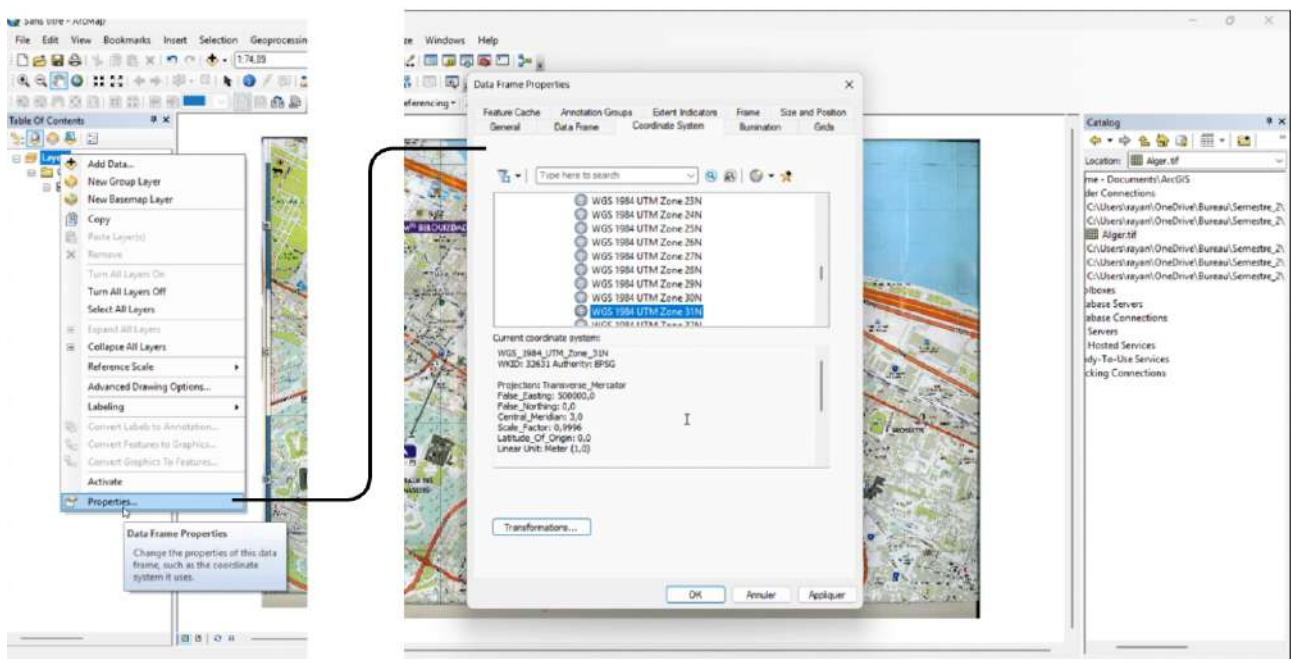


FIGURE 4.39 – Définition du système de coordonnées

Pour modifier le format d’affichage des coordonnées dans ArcMap, on suit la séquence suivante : Customize → ArcMap Options → onglet Data View → section Coordinates → sélection du format Degrees Minutes Seconds. Ce format facilite une lecture plus intuitive des positions géographiques, notamment lors du géoréférencement ou de l’analyse de points précis sur la carte.

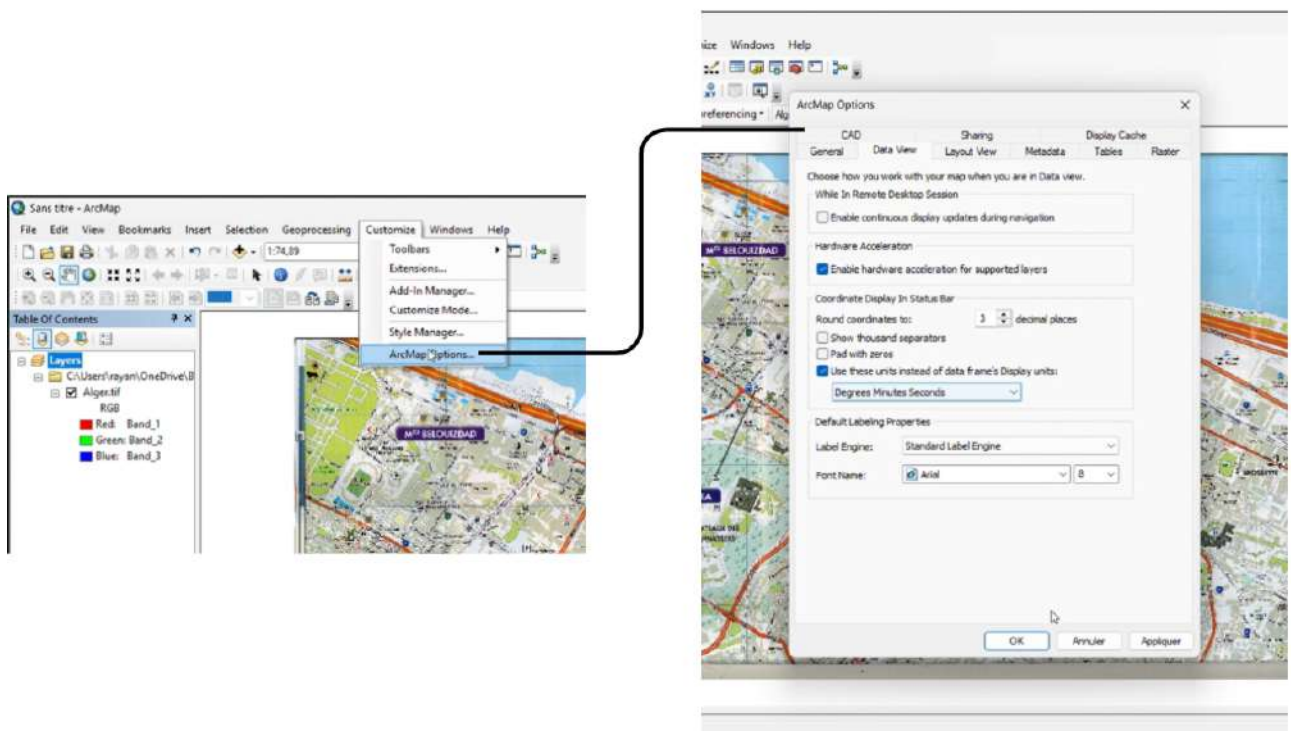


FIGURE 4.40 – Modification du format d’affichage des coordonnées

On clique sur l’icône de géoréférencement située dans la barre d’outils dédiée. Ensuite, on sélectionne



trois points aléatoires bien répartis sur la carte, pour lesquels on connaît les coordonnées réelles.

Pour chaque point, on effectue un clic sur l'image scannée pour le placer, puis on renseigne manuellement ses coordonnées géographiques connues dans la fenêtre "Input Coordinates". Cette opération permet d'associer la carte raster à des emplacements géographiques réels, étape cruciale dans le processus de géoréférencement.

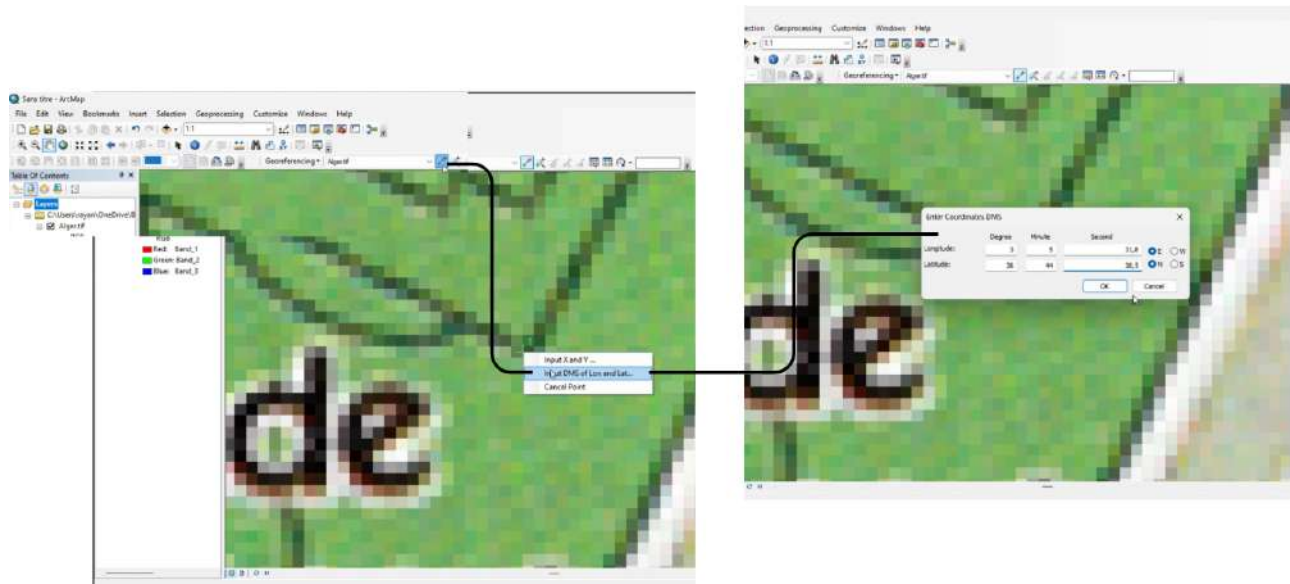


FIGURE 4.41 – Ajout manuel de points de contrôle sur la carte

On répète la même procédure pour le point 2 et le point 3 : on sélectionne chacun de ces points sur la carte scannée, puis on leur affecte leurs coordonnées respectives. Il est important que ces points soient bien dispersés sur l'image afin d'améliorer la précision du géoréférencement. Plus les points sont éloignés et correctement positionnés, plus le calage spatial de la carte sera fiable.

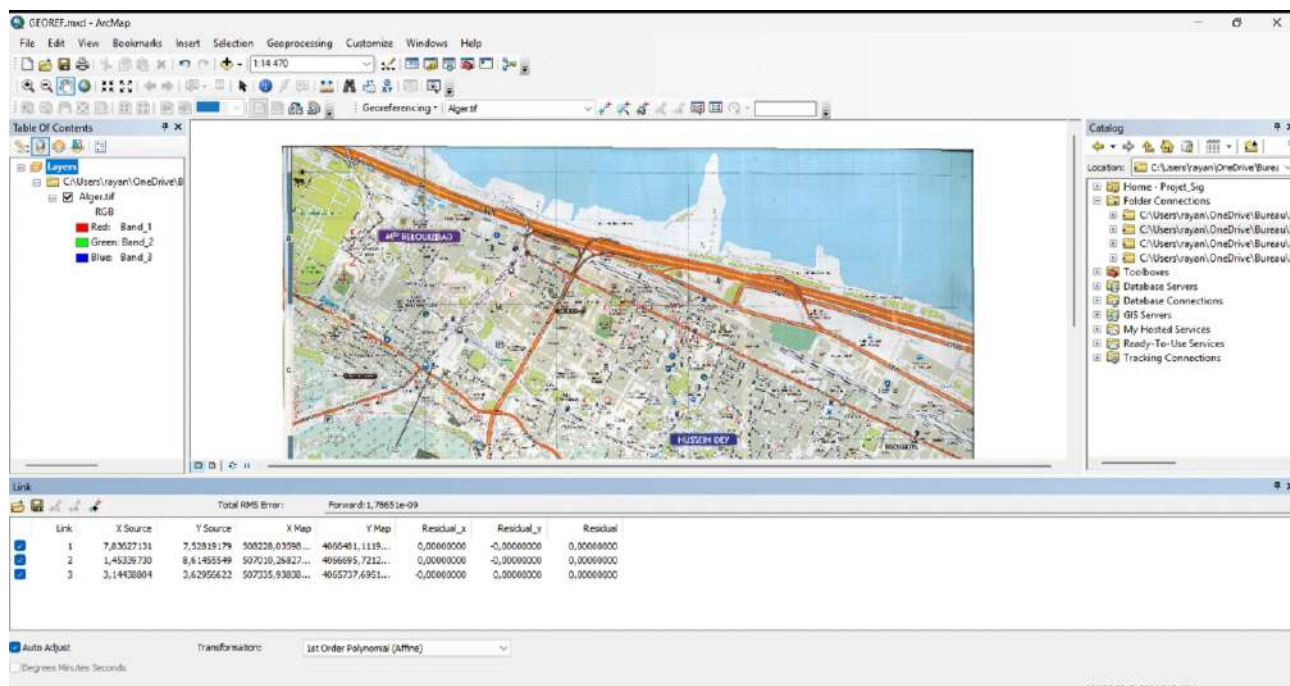


FIGURE 4.42 – Positionnement des points de contrôle 2 et 3

Pour vérifier l'exactitude du géoréférencement, on ajoute une carte de fond (basemap) dans ArcMap. Pour ce faire, on clique sur File → Add Data → Add Basemap, puis on sélectionne Streets comme fond de carte. Une fois chargée, on peut visualiser l'alignement de la carte scannée avec la basemap. L'observation montre que la carte géoréférencée s'aligne parfaitement avec les entités de la basemap, ce qui confirme la justesse des points de contrôle choisis et la bonne définition du système de coordonnées.

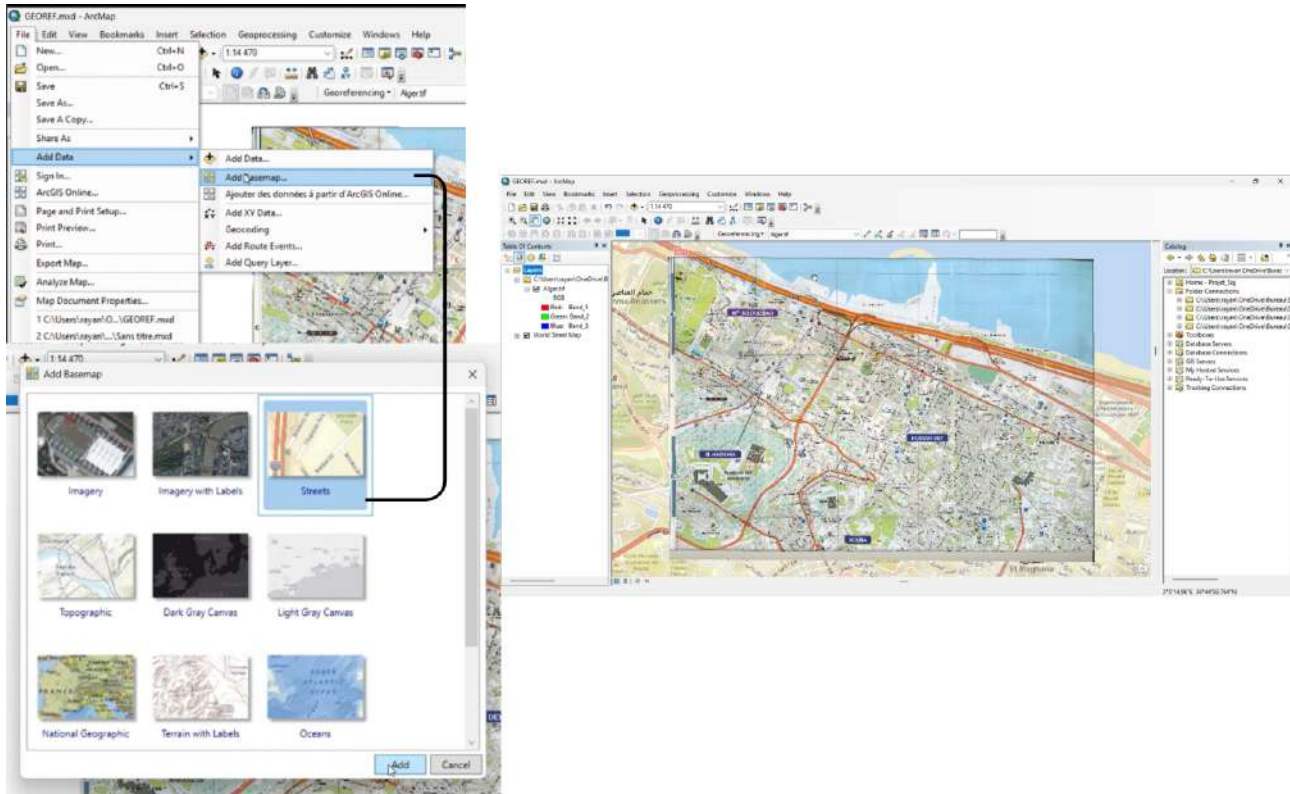


FIGURE 4.43 – Superposition de la carte scannée géoréférencée avec une basemap

#### 4.2.4 Vectorisation de la carte scannée de Hussein Dey

Pour entamer la phase de vectorisation, on commence par créer une base de données géographique adaptée. Pour cela, on clique sur New → on sélectionne Personal Geodatabase → ce qui génère un fichier avec l'extension .mdb. Ce fichier servira de conteneur pour stocker de manière structurée toutes les entités vectorielles (comme les routes, bâtiments, etc.) extraites de la carte scannée, tout en assurant leur intégrité spatiale et thématique

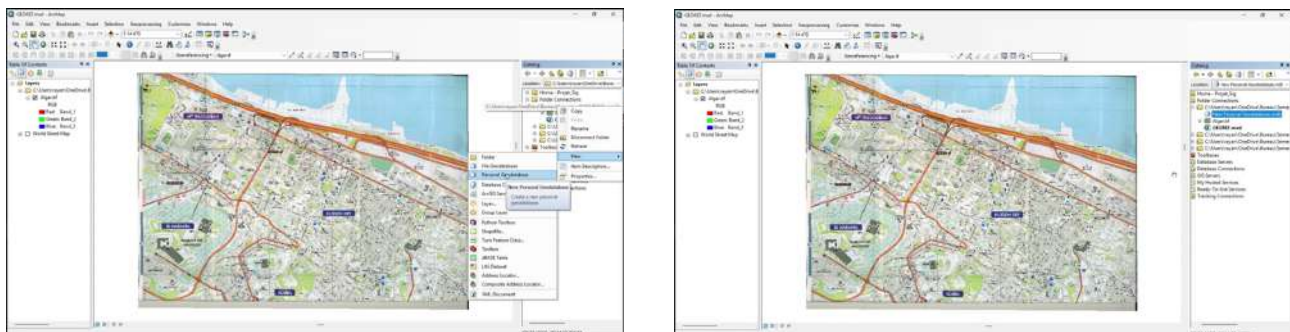


FIGURE 4.44 – Création d'une geodatabase

Pour créer une nouvelle feature class dans ArcGIS, on commence par effectuer un clic droit sur la personal geodatabase récemment créée → on sélectionne New → puis Feature Class. Une fenêtre s'ouvre, dans laquelle on saisit le nom de la couche ainsi que son type géométrique (par exemple : polygon, polyline ou point) selon les éléments à vectoriser. Ensuite, on configure le système de coordonnées en cliquant sur Edit dans la section Spatial Reference → on choisit un système de projection adapté, comme “WGS 1984 UTM Zone 31N”, afin d’assurer une compatibilité avec les autres couches du projet. Enfin, on valide les paramètres pour générer la couche vectorielle prête à être éditée.

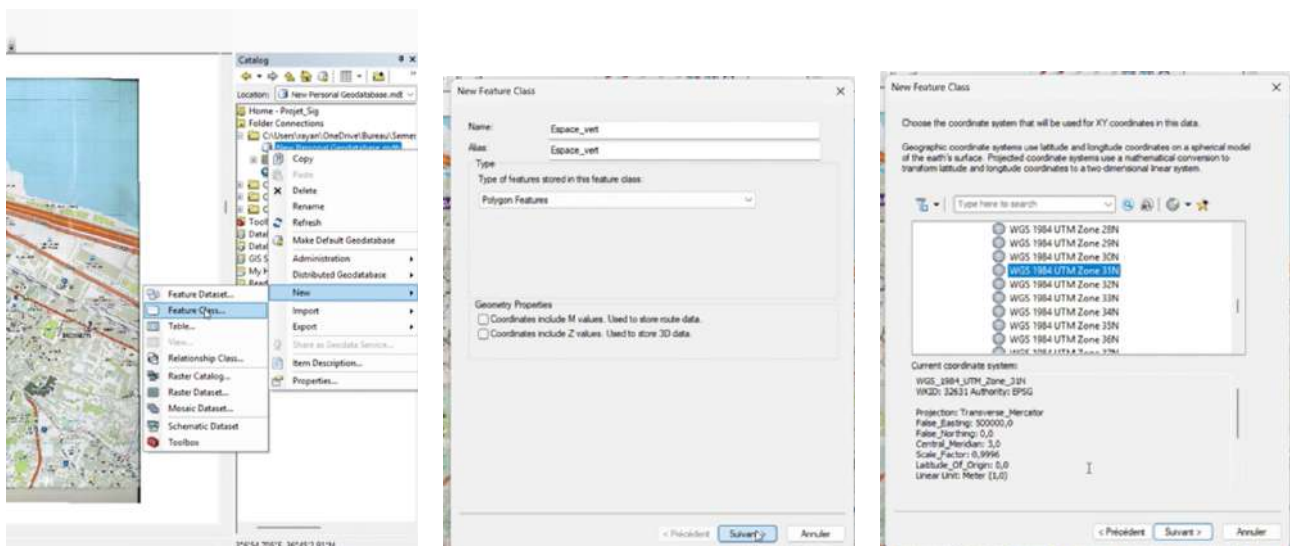


FIGURE 4.45 – Création d’une nouvelle feature class Espaces\_verts

Après avoir créé et ajouté la couche dans ArcMap → on active la barre d’outils Editor → on clique sur Start Editing → on sélectionne la couche espaces-verts → on utilise l’outil Create Features → en choisissant Polygon, on commence à tracer l’espace vert directement sur la carte, en suivant les limites de la zone à vectoriser → une fois le tracé terminé, on double-clique pour fermer le polygone → enfin, on sauvegarde les modifications via Save Edits → puis on termine l’édition en cliquant sur Stop Editing.



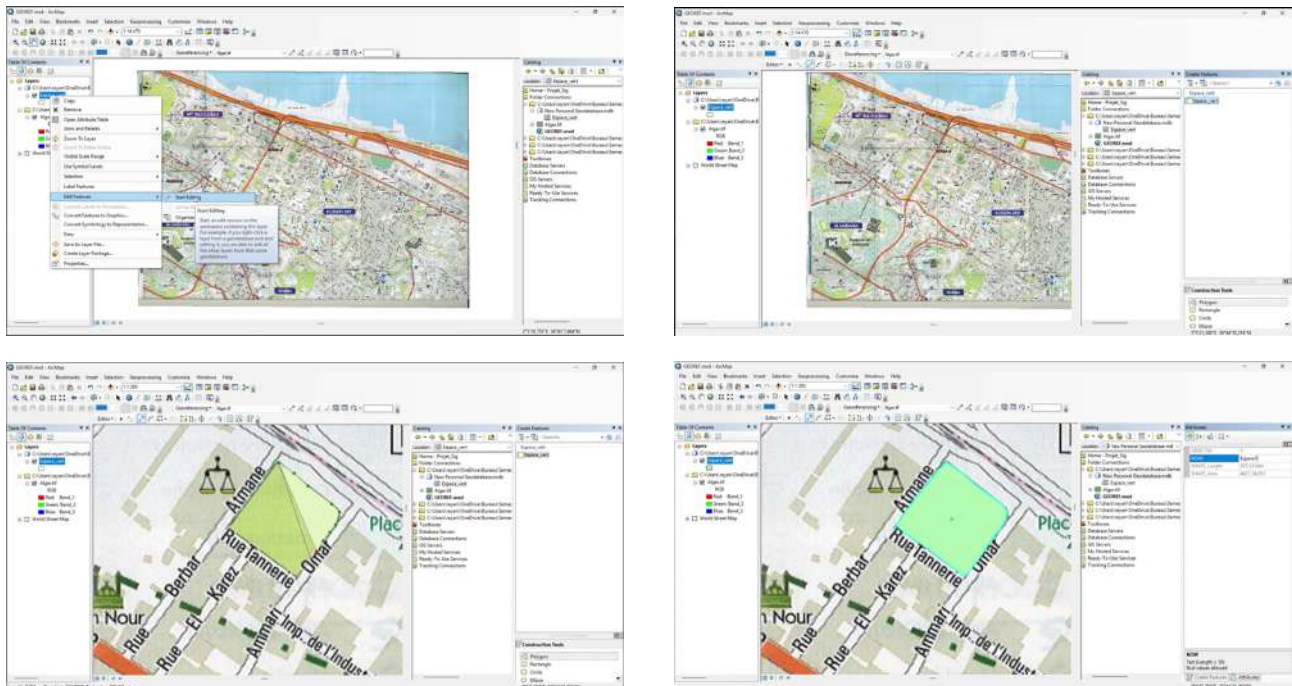


FIGURE 4.46 – Vectorisation manuelle d'un espace vert

On continue de vectoriser manuellement tous les espaces verts en suivant les mêmes étapes pour chaque zone. Une fois que la vectorisation est terminée, on désactive la couche de la carte scannée géoréférencée. Cela permet d'observer les résultats de la vectorisation des espaces verts, qui apparaissent désormais sous forme de polygones distincts, visibles sur la carte sans l'image de fond de la carte scannée.

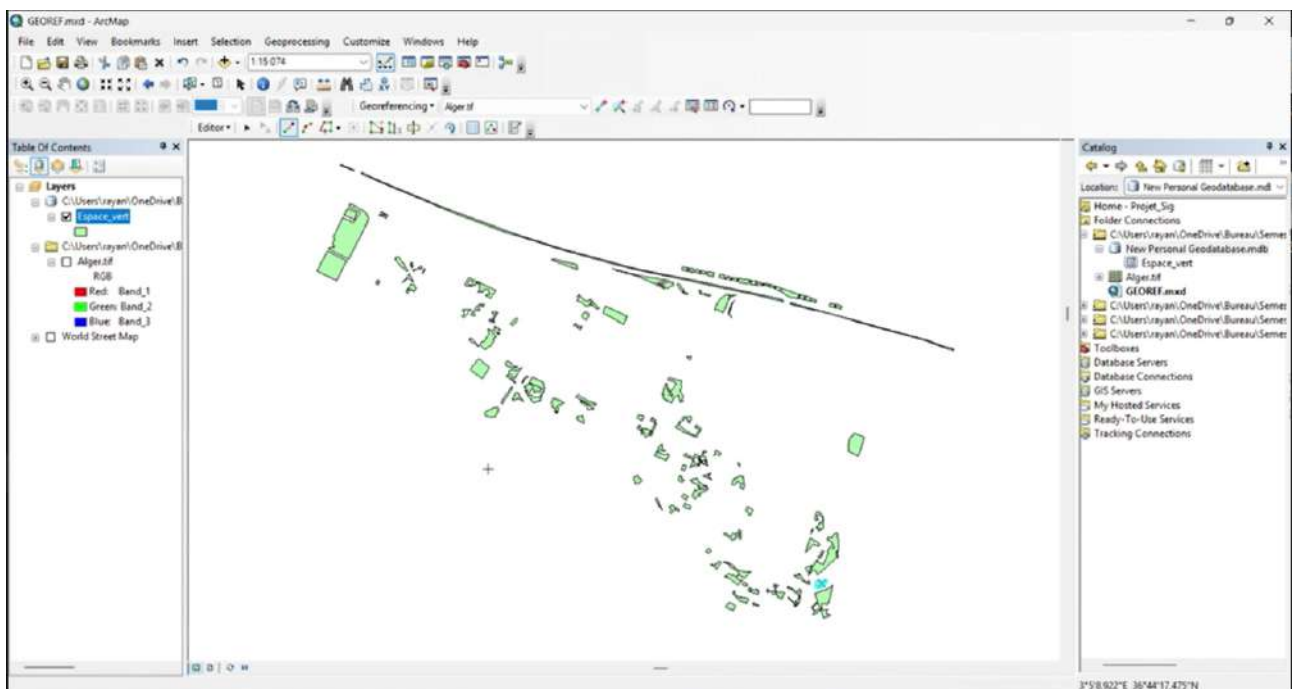


FIGURE 4.47 – Résultat final de la vectorisation des espaces verts

Pour structurer les données liées aux réseaux de transport, on commence par créer un feature dataset. Pour cela, on suit le chemin suivant : → New → Feature Dataset que l'on nomme Réseaux-Transport.

Ensuite, on définit le système de coordonnées projeté en sélectionnant : → Projected Coordinate System → UTM → WGS 1984 → Zone 31N. Une fois tous les paramètres validés, → le feature dataset est automatiquement créé dans la géodatabase, prêt à contenir les différentes couches vectorielles de transport.



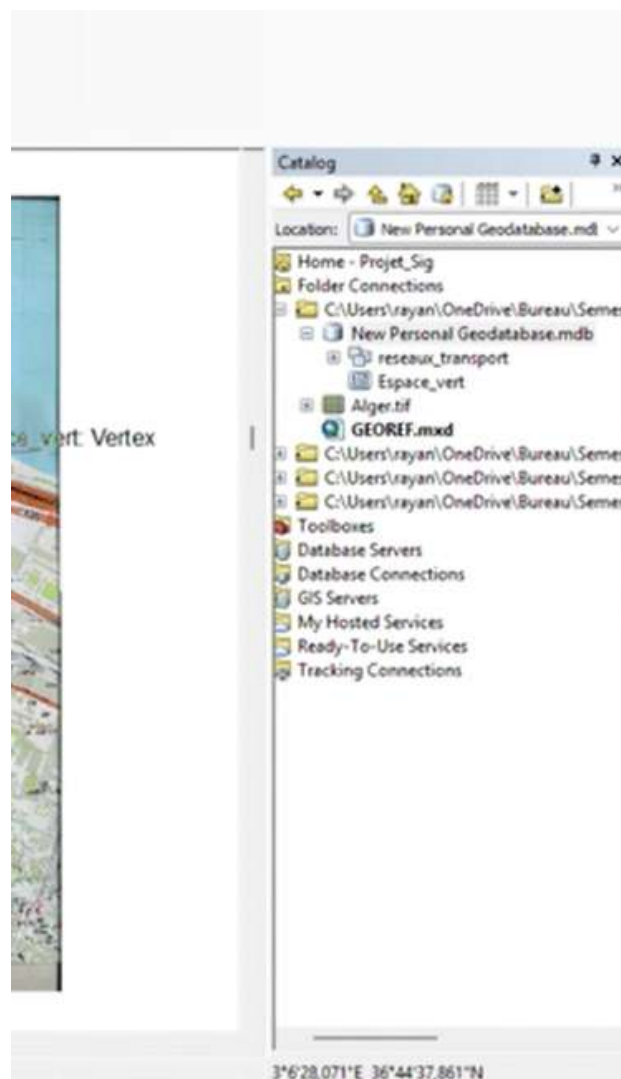
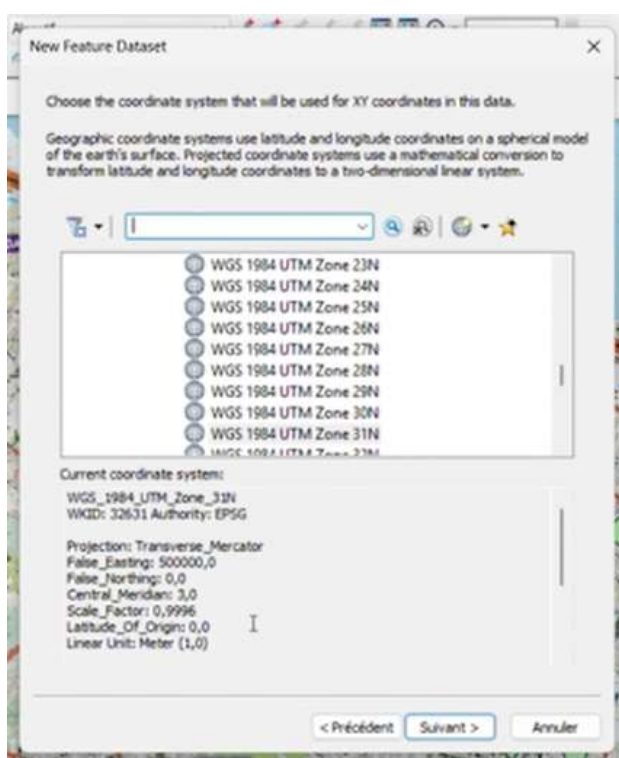
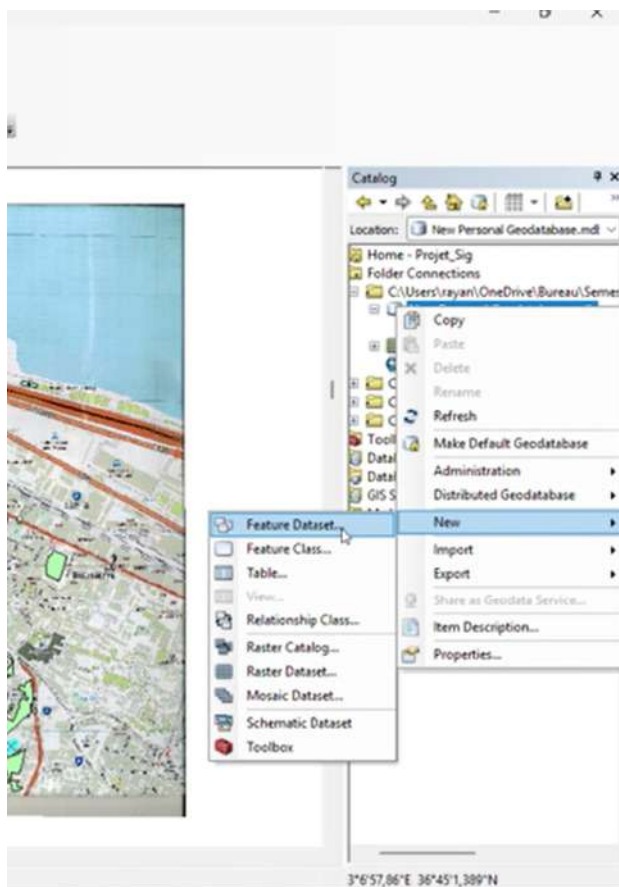


FIGURE 4.48 – Création d'un Feature Dataset Réseau\_Transports

On a défini le domaine type-transport au sein du jeu de données réseaux-transport de la manière suivante → on a fait un clic droit sur réseaux-transport, puis sélectionné Propriétés → dans l'onglet Domains, on a créé un nouveau domaine intitulé type-voirie → on a précisé son type de données comme étant texte et sélectionné le mode Coded Values → on a ensuite ajouté les différentes valeurs possibles : Rue, Avenue, Autoroute et RN (Route Nationale).

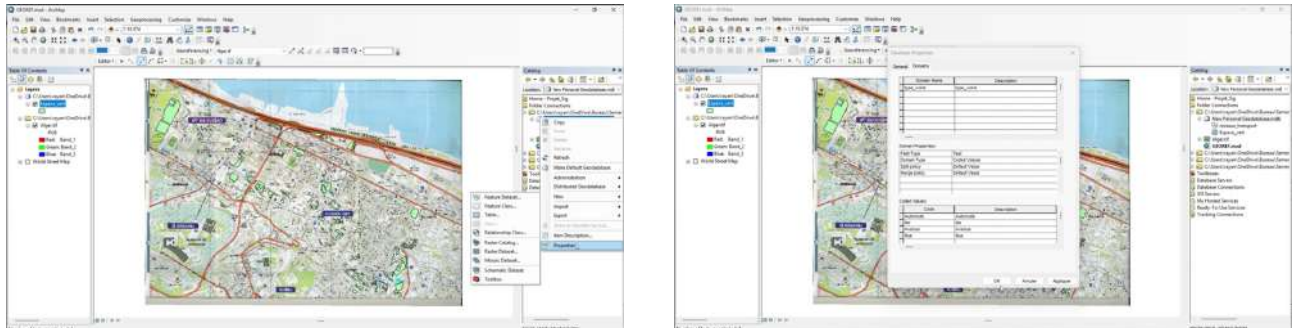


FIGURE 4.49 – Création du domaine type\_voirie

On commence par créer une nouvelle feature class dans la géodatabase, appelée "voirie", en spécifiant que la géométrie sera de type "Ligne". Une fois la feature class créée, on associe un domaine appelé "type-voirie", qui permettra de classer les différentes voiries selon des valeurs prédéfinies, garantissant ainsi la cohérence des données.

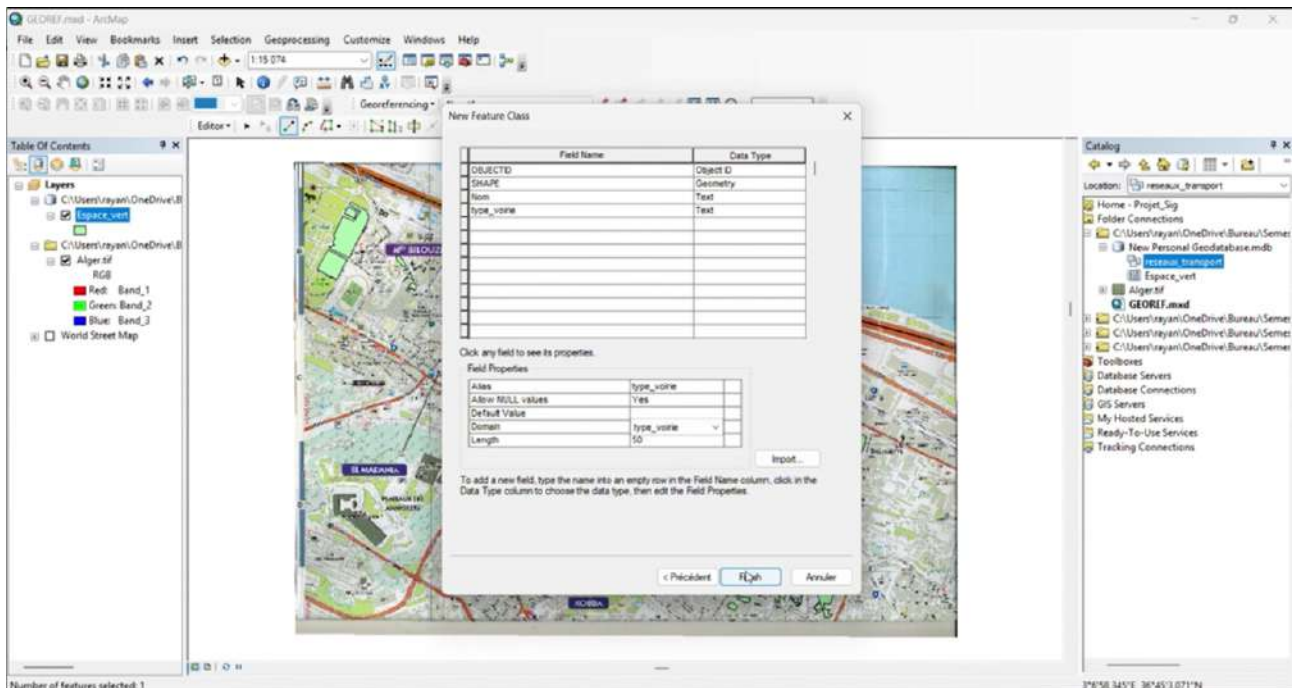


FIGURE 4.50 – Création de la couche voirie avec le domaine type\_voirie

De manière similaire à la création d'un polygone, on crée une voirie sous forme de ligne dans la géodatabase en sélectionnant le type de géométrie "Ligne". Une fois la feature class créée, on lui attribue un type de voirie en fonction des valeurs définies dans le domaine "type-voirie" sélectionné. Cela permet de classer les voiries selon des catégories précises, assurant ainsi la cohérence et l'intégrité des données dans la géodatabase.

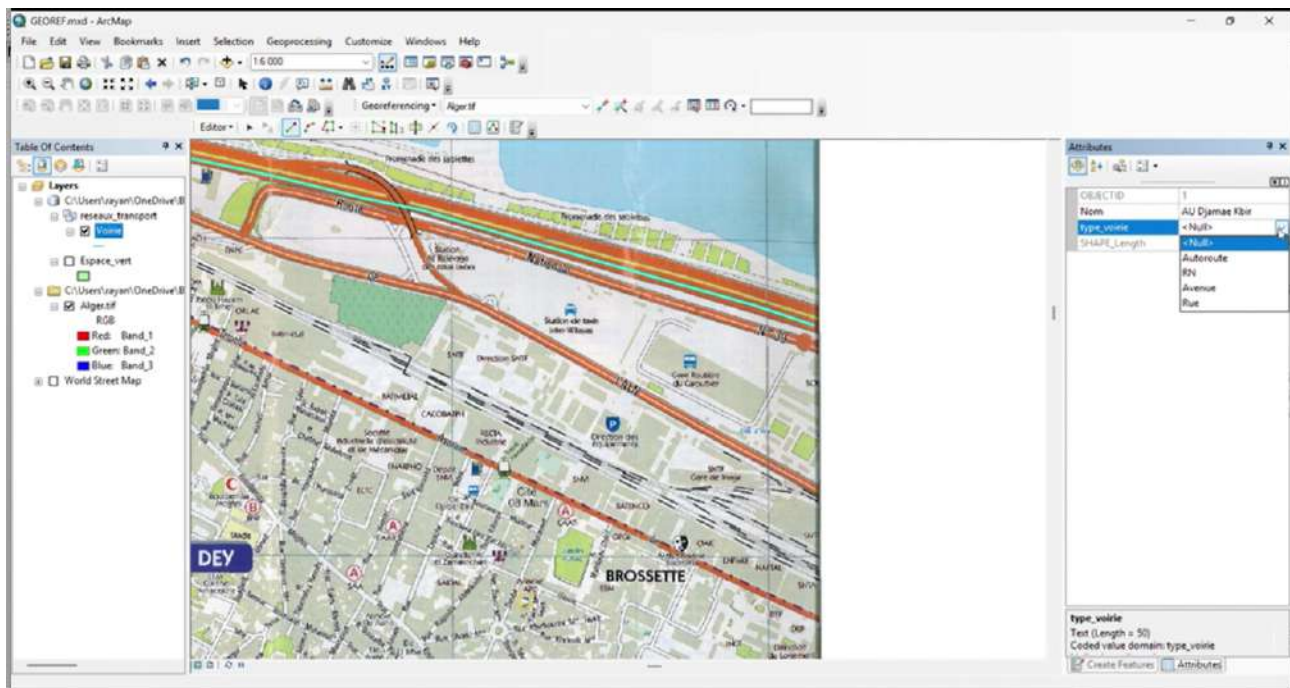


FIGURE 4.51 – Création d'une voie de type autoroute

De la même manière, la vectorisation a été effectuée pour les autres entités présentes sur la carte scannée, en respectant les spécificités de chaque couche thématique.

Au final, après la vectorisation de la carte scannée, le résultat obtenu consiste en un ensemble d'entités géographiques, intégrées dans la géodatabase avec des attributs définis. Ces données vectorielles sont prêtes à être utilisées pour des analyses ultérieures, offrant ainsi une représentation précise de la zone géographique traitée.

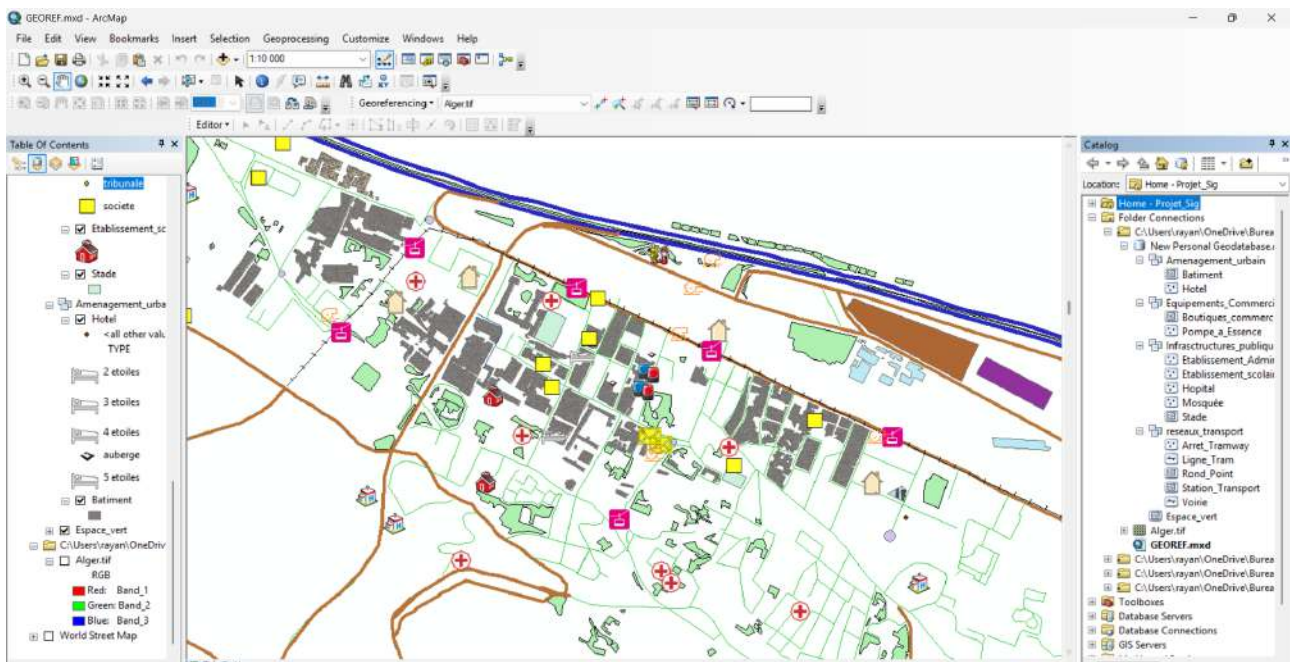


FIGURE 4.52 – Résultat final de la vectorisation de la carte

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des jeux de données utilisés dans le cadre de ce projet, ainsi que les couches géographiques qui leur sont associées. Chaque jeu de données correspond à une



entité spécifique extraite de la carte scannée, et a été structuré sous forme de couche vectorielle afin de faciliter l'analyse spatiale et la visualisation cartographique.

<b>Jeu de données</b>	<b>Sous-couche</b>
<b>Amenagement_urbain</b>	Batiment
	Hotel
<b>Equipements_Commerciale</b>	Boutiques_commerciale
	Pompe_a_Essence
<b>Infrastructures_publiques</b>	Etablissement_Administratif
	Etablissement_scolaire
	Hopital
	Mosquée
	Stade
<b>reseaux_transport</b>	Arret_Tramway
	Ligne_Tram
	Rond_Point
	Station_Transport
	Voirie
	Espace_vert

### 4.3 Conclusion

En conclusion, la transformation des cartes papier et des images raster en données exploitables dans ArcGIS repose sur deux processus fondamentaux. Le géoréférencement permet d'attribuer des coordonnées géographiques précises à ces documents, les positionnant correctement dans l'espace réel. La vectorisation, quant à elle, convertit les éléments graphiques en entités numériques manipulables pour des analyses approfondies. Au sein de l'interface ArcGIS, l'exécution de ces processus nécessite précision et méthodologie, notamment pour l'établissement des points de référence et la délimitation des entités géographiques. Malgré leur exigence en temps, ces démarches techniques se révèlent essentielles pour optimiser l'utilisation de notre héritage cartographique dans l'écosystème numérique et apporter une valeur ajoutée considérable à nos analyses spatiales par l'intégration de données anciennes ou thématiques difficilement accessibles par d'autres moyens.

---

## Conclusion :

L'acquisition de données vectorielles à partir de cartes scannées géoréférencées constitue une étape fondamentale dans les systèmes d'information géographique (SIG), et ce projet en a démontré toute la pertinence. En partant d'une image raster, nous avons appliqué de manière rigoureuse l'ensemble des étapes nécessaires à sa transformation en données vectorielles géoréférencées. Ce processus a impliqué plusieurs phases clés, allant du géoréférencement de l'image à la vectorisation manuelle et automatique des objets, jusqu'à la création et l'organisation d'une géodatabase structurée.

Le travail réalisé a permis d'approfondir la compréhension de plusieurs concepts essentiels tels que la distinction entre les modèles de données raster et vectoriel, les méthodes de géoréférencement par points de contrôle, et les techniques de digitalisation adaptées aux SIG. À travers l'utilisation des outils proposés par le logiciel ArcGIS, comme ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ainsi que les barres d'outils spécialisées (Editor, Georeferencing), nous avons pu mettre en œuvre une chaîne de traitement complète, depuis l'importation de l'image scannée jusqu'à la restitution finale des entités spatiales dans une base de données géographique.

Cette expérience a démontré les avantages liés à la vectorisation d'images raster géoréférencées : précision accrue dans la localisation des objets géographiques, individualisation des entités avec des attributs personnalisés, facilité de mise à jour des données, optimisation du stockage, et surtout, interopérabilité avec d'autres sources de données géospatiales. Ces bénéfices s'inscrivent dans une logique d'amélioration continue de la qualité des analyses spatiales, cruciales pour des domaines comme l'urbanisme, la gestion des infrastructures, la planification territoriale ou encore la protection de l'environnement.

L'exemple concret sur la carte scannée et l'image satellitaire, utilisées tout au long de ce projet, a permis de contextualiser les apports théoriques et techniques en leur donnant une application pratique et réaliste. Le résultat final — une géodatabase complète contenant des couches vectorielles précises (bâtiments, routes, écoles, etc.) — offre une base de travail exploitable pour toute forme d'analyse spatiale future, que ce soit pour l'aide à la décision, la modélisation ou la cartographie thématique.

En conclusion, ce projet a non seulement consolidé nos compétences techniques dans l'utilisation des outils SIG, mais a également renforcé notre capacité à aborder des problématiques complexes liées à l'acquisition et à la gestion des données géographiques. Il ouvre ainsi des perspectives intéressantes pour des travaux futurs intégrant l'intelligence géospatiale, l'automatisation des traitements, et l'analyse croisée avec des données issues de capteurs, de relevés de terrain ou de bases cadastrales.

---

# Bibliographie

- [1] CartONG. Données vectorielles et raster — concepts clés des sig. [https://cartong.pages.gitlab.cartong.org/learning-corner/fr/3\\_key\\_gis\\_concepts/3\\_3\\_key\\_concepts/3\\_3\\_3\\_vector\\_raster\\_data#raster](https://cartong.pages.gitlab.cartong.org/learning-corner/fr/3_key_gis_concepts/3_3_key_concepts/3_3_3_vector_raster_data#raster), 2025.
- [2] Esri. Getting started with creating features in arcgis 10, 2010. Consulté le 10 avril 2025. URL : <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/data-management/getting-started-with-creating-features-in-arcgis-10/>.
- [3] Esri. How to : Georeference an image to align with other data in arcmap, 2022. Consulté le 10 avril 2025. URL : <https://support.esri.com/en-us/knowledge-base/how-to-georeference-an-image-to-align-with-other-data-i-000008595>.
- [4] Esri. Principes fondamentaux pour le géoréférencement d'un jeu de données raster, 2024. Consulté en avril 2025. URL : <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/fundamentals-for-georeferencing-a-raster-dataset.htm>.
- [5] ESRI (Environmental Systems Research Institute). Arcmap overview. <https://www.esri.com>, n.d. Page consultée le 10 avril 2025.
- [6] Faculté des Sciences, USTHB. Licence en géomatique. <https://fst.usthb.dz/licence-geomatique/>, 2025.
- [7] Auteur inconnu. Création d'une bdg usthb par vectorisation d'image sous arcgis. <https://www.studypool.com/documents/18066626/cr-ation-d-une-bdg-usthb-par-vectorisation-d-image-sous-arcgis>, 2024.
- [8] Cairn Info. Introduction aux systèmes d'information géographique, 2025. URL : <https://shs.cairn.info/introduction-aux-systemes-d-information-geographiq--9782200617189-page-98?lang=fra>.
- [9] Notre-planete.info. Systèmes d'information géographique (sig). <https://www.notre-planete.info/terre/outils/sig.php>, 2025. Consulté en avril 2025.
- [10] Sébastien Oliveau. La cartographie - bases théoriques et pratiques, 2002. Consulté en avril 2025. URL : <http://sebastien.oliveau.fr/publi/cartoseboliveau/carto02.htm#4>.
- [11] Wikipedia contributors. ArcCatalog — Wikipédia. <https://fr.wikipedia.org/wiki/ArcCatalog>, n.d. Page consultée le 10 avril 2025.

- [12] Wikipedia contributors. ArcGIS — Wikipédia. <https://fr.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>, n.d. Page consultée le 10 avril 2025.
- [13] Wikipedia contributors. ArcToolbox — Wikipédia. <https://fr.wikipedia.org/wiki/ArcToolbox>, n.d. Page consultée le 10 avril 2025.