



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Civil et Architecture



N° d'ordre : M.../GCA/2023

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE
MASTER ACADEMIQUE**

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et Ouvrages D'art (VOA)

Thème

**Elaboration d'une base de données a référence spatiale
par l'utilisation des outils ArcGIS et PostgreSQL
Cas du réseau routier de la Wilaya de Mostaganem**

Présenté par : M^r. FRAH Brahim

Soutenu le 20/06/2023 devant le jury composé de :

Président : Pr. KADRI Tahar

Examineur : Dr. MALIKI Mustapha

Encadrant : Dr. ZAOUI Mohamed

Année Universitaire : 2022 / 2023



Remerciement



Se mémoire n'aurait pas été possible sans

L'intervention d'un grand nombre de personnes, je souhaite ici les en remercier.

La première personne que je tiens à remercier est mon encadreur Mr Zaoui Mohammed, son précieux conseil, sa confiance, sa patience et son aide durant toute la période de travail ont constitué un apport considérable.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du département de génie civil pour l'intérêt qu'ils portent à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Je tiens à saisir cette occasion pour adresser mes remerciements aux personnels de l' INCT d'Oran qui par leurs compréhensions, leurs aides, leurs disponibilités m'a permis d'accomplir notre travail de recherche.

Nous remercions s'étalent également aux personnels de la DTP de la wilaya de Mostaganem qui ont eu l'amabilité de répondre à mes questions et de me fournir la documentation nécessaire.



Brahim





Dédicace

*J'adresse enfin une pensée spéciale à mes parents pour leur soutien dans mes choix et leur attention sans faille. Un grand merci à **mon épouse** pour son soutien, merci à **mon père** et à **ma bonne maman** dont les encouragements et l'amour inconditionnel m'accompagnent depuis toujours. Merci également à mon oncle **Ahmed** et à mes très chers amis **Mohamed** et **Djelloul** ainsi qu'à tous mes proches, un grand merci à mes collègues de travail **Samir, Haouari, Mahfoud et Adel**, à tous mes amis, qui m'ont supporté au cours de la réalisation de ce mémoire*

Enfin je tiens à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.



Brahim

Table de matière :

Liste des abréviations	7
Liste des tableaux	8
Liste des figures	9
Résumé.....	11
Abstract	12
:الملخص	13
CHAPITRE I MODELISATION ET CONCEPTION UML	5
I Introduction:	4
I.1 L'approche Orienté Objet:	4
I.2 Modèle conceptuelle de données:	4
I.3 Modèle logique de données:	5
I.4 Modèle physique de données:	6
I.5 Le choix de la méthode de modélisation:	6
I.6 Mise en œuvre d'UML:	7
I.7 Les avantages d'UML:	7
I.8 Les types de diagrammes UML:	8
I.9 Présentations des diagrammes réalisés:	8
I.9.1 Diagramme de classe:	8
I.9.2 Diagramme de cas d'utilisation:	14
I.9.3 Diagramme de paquetage:	17
I.9.4 Diagramme de séquence:	19
I.10 Conclusion:	21
CHAPITRE II ASPECT THEORIQUE DU SIG	22
II Introduction	23
II.1 Histoire du Système d'Informations Géographiques	23
II.2 Présentation des différents éléments liés au système d'informations géographiques:	24
II.2.1 Définition du système d'informations géographiques.....	24
II.2.2 Selon FICCDC 1988	24
II.2.3 D'après la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection:	25

II.2.4	Définition de l'information géographique.....	25
II.2.5	Base de données	25
II.2.6	Les éléments constitutifs d'un SIG	26
II.3	Les données:	26
II.3.1	Données raster	27
II.3.2	Données vectorielles	29
II.3.3	Dictionnaire de donnée routier sous un SIG :.....	30
II.3.4	Trois types d'entités géographiques peuvent être représentés :	31
II.4	Fonctionnalité d'un SIG.....	32
II.5	Les domaines d'application:.....	33
II.6	L'importance des SIG dans la gestion des territoires:.....	34
II.7	L'importance de SIG dans les applications liées aux réseaux routier	35
II.7.1	-Systèmes d'informations géographiques routières:.....	35
II.7.2	Définition du réseau routier:	35
	Données relatives aux SIGR	35
II.8	Conclusion	36
	CHAPITRE III ACQUISITION, INVENTAIRE ET DES DONNEES	
	MULTISOURCES	37
III	Introduction:.....	38
III.1	Présentation des Données :	38
III.1.1	Cartes Topographiques de L'Institut Nationale de Cartographie et de télédétection:	38
III.1.2	Modélisation du BDR et Topologie:	39
III.1.3	OpenStreetMap (OSM):	44
III.1.4	Données Topographique et Raster:	44
III.1.5	Image Satellitaire de Sentinelle:.....	46
III.2	Les Logiciels Utilisés:	47
III.2.1	ArcGIS 10.7:	47
III.2.2	PostgreSQL:	50
III.3	Conclusion:.....	Erreur ! Signet non défini.
	CHAPITRE IV CONCEPTION ET REALISATION DU BD ROUTIER DE LA WILAYA DE MOSTAGANEM.....	
		52
IV	Introduction	53
IV.1	Section.1 Présentation de la wilaya à l'aide des outille ArcGIS:	53

IV.1.1	Introduction:	53
IV.1.2	Situation géographique:.....	53
IV.1.3	Relief:	54
IV.1.4	Découpage administratif:	55
IV.1.5	Visualisation 3D de Mostaganem sous ArcScene:	56
IV.2	Section.2 Application sur la BD routière de la wilaya de Mostaganem:	64
IV.2.1	Etude d'application de réseau routier de Mostaganem:	64
IV.2.2	L'utilisation de l'outil analyse du réseau aide à la décision:	70
IV.2.3	Définition du réseau selon ArcGIS:	71
IV.2.4	Types de couches d'analyse de réseau:.....	72
IV.2.5	Itinéraire (Route):.....	72
IV.2.6	Resource la plus proche (New service area)	74
IV.3	CONCLUSION:.....	76
	<i>Conclusion Générale</i>	77
	V CONCLUSION GENERALE	78
	<i>Références bibliographie</i>	80
V.1	Références bibliographies	81

Liste des abréviations :

BDD	Base de données
BDR	Base de Données Routière
COO	Conception orientée objet
UML	Langage de modélisation unifié
SIG	Système d'information géographique
TP	Travaux public
DTP	Directions des travaux Publics
SIR	Système d'Information Routier
SIGR	Système d'Information géographique Routier
ONS	Office nationale des statistiques
SHP	Shape file (format du logiciel ArcGIS)
PDAU	Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme
POS	Plan occupation du sol
MNT	Modèle numérique de terrain

Liste des tableaux

Tableau 1: Composantes de notre BD sous ArcGIS et les types de données des champs	30
Tableau 2: Découpage administrative	55
Tableau 3: Infrastructures routières	64
Tableau 4: Etat du réseau routier	67
Tableau 5: Statistique sur le réseau routier de Commune de Sid-Ali.	68
Tableau 6: Statistique sur le réseau routier de Commune de Sour.	69

Liste des figures

Figure 1: La démarche adoptée pour la modélisation des données.	6
Figure 2: Exemple de Classe Route.....	9
Figure 3: Classe association d'une BD routier.....	10
Figure 4: relation d'Agrégations d'une BD routier.	11
Figure 5: relation de Composition d'une BD routier.....	11
Figure 6: relation d'Héritage d'une BD routier.....	12
Figure 7: Diagramme de classe d'une BD routière	13
Figure 8: Éléments constitutifs des cas d'utilisation.	14
Figure 9: Exemple d'une relation Inclusion.	14
Figure 10: Exemple d'une relation d'Extension.....	15
Figure 11: Diagramme de cas d'utilisation d'une BD routière.....	16
Figure 12: Diagramme de paquetage d'une BD routière.....	18
Figure 13: Diagramme de séquence d'une BD routière.	20
Figure 14: image représentative des éléments constitutifs d'un SIG	26
Figure 15: Superposition des couches de donnée sous un support SIG	27
Figure 16: Exemple explicatif des données raster.....	28
Figure 17: Exemples explicatif des données raster.....	28
Figure 18: Exemple explicatif des données vectorielles.....	29
Figure 19: Exemple de structure de données en couches d'information dans un SIG.....	31
Figure 20: Exemples des données vecteurs.	32
Figure 21: Les fonctionnalités d'un SIG.	33
Figure 22: Cartes Topographique de INCT de la wilaya de Mostaganem.	38
Figure 23: Cartes Topographique de Mostaganem à l'échelle 1/50000.....	39
Figure 24: Création de nouvelle topologie dans une Dataset.....	40
Figure 25: Topologie de géodatabase et correctif d'erreurs de topologie	41
Figure 26: Topologie de géodatabase et correctif d'erreurs de topologie	42
Figure 27: Exemples de corrections effectuées sur le réseau routier (Topologie).	42
Figure 28: workflow de création de jeu de données (network Dataset)	43
Figure 29: Carte réseau routier de Mostaganem sous OSM.....	44
Figure 30: MNT (Modèle numérique de terrain) de Mostaganem SRTM.....	45
Figure 31: Image Satellitaire de 12.5 de précision, Mostaganem Sentinel 2	47
Figure 32: What is ArcGIS?	48
Figure 33: Interface de ArcMAP en mode « visualisation des données ».....	49
Figure 34: Interface de ArcCatalog	50
Figure 35: La situation géographique de la wilaya de Mostaganem.	54

Figure 36: la Carte de Découpage Administratif Communale de Mostaganem.....	56
Figure 37: Vue 3-dimensionnelle de la situation géographique et topographie de Mostaganem sous ArcScene.....	57
Figure 38: Aperçue 3-dimensionnelle de Bâtis de commune de Mostaganem et Sidi-Lakhdar sous ArcScene.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 39: Vue 3-dimensionnelle de Réseau Routier Mostaganem sous ArcScene.	59
Figure 40: Vue 3-D de Réseau Hydrographique Mostaganem sous ArcScene.....	60
Figure 41: Vue 3-dimensionnelle avec Image Satellitaire de Sentinel de la wilaya de Mostaganem sous ArcScene.....	61
Figure 42: Vue 3-dimensionnelle avec Image Satellitaire de Sentinel de la commune de Sidi-Ali sous ArcScene.....	61
Figure 43: Carte de MNT, Pentés, réseau routière, Courbes de niveaux sous ArcMap.	62
Figure 44: Carte de réseau hydrologique, découpage communale, fond des cartes topographiques, occupation de sol sous ArcMap.	63
Figure 45: la Carte de Réseau Routière de Mostaganem et la disposition de l’Autoroute Est-Ouest et la nouvelle pénétrante Autoroutière.....	64
Figure 46: Carte de Réseau Routière de Mostaganem et la disposition de l’Autoroute Est-Ouest.....	66
Figure 47: Disposition de route Evitement Mostaganem sur la base de données.	67
Figure 48: Infrastructure routier de la commune de Sid-Ali.....	68
Figure 49: Infrastructure routier de la commune de Sour.	69
Figure 50: Exemple de chemine le plus court en terme du temp effectué (commune de Mesra).....	73
Figure 51: Exemple de ressource la plus proche effectué sur la situation de la protection civil de Mostaganem (à côté de cité 5 juillet).....	75
Figure 52: Combinaison des Données dans un SIG	79

Résumé

La bonne circulation des personnes et des biens est devenue un besoin indispensable de notre société. Le réseau routier est un élément crucial pour la croissance économique ; il forme un indicateur vital de la santé économique d'un pays. L'entité route forme également un axe stratégique pour le développement économique d'une région, car elle joue un rôle primordial dans le transport des voyageurs et des marchandises. Le réseau routier de la Wilaya de Mostaganem ne cesse d'accroître et dispose d'une grande quantité de données graphiques et alphanumériques. En plus, ce patrimoine routier compte un nombre considérable d'ouvrages. La prise de décision concernant une simple localisation géographique demande la manipulation et la recherche à travers une multitude de types de documents, ce qui provoque une perte de temps et des difficultés énormes de gestion. Ces infrastructures sont appelées à évoluer au cours du temps, les outils utilisés pour leur gestion n'arrivent plus à répondre aux attentes des décideurs. Le développement d'une base de données à références spatiales ou d'un SIG est alors devenu une exigence. C'est dans ce cadre, que s'insère notre projet de fin d'étude et vise à élaborer une base de données du réseau routier de la wilaya de Mostaganem, nous proposons de passer par les étapes suivantes :

- Elaboration d'un modèle conceptuel du réseau routier en UML.

- Numérisation des données du réseau routier à partir des cartes topographiques couvrant tout le territoire de la wilaya de Mostaganem après géoréférencement et conception d'une base de données pour les travaux d'exploitation.

- Exploitation de cette BD sous l'outil Arcgis, Afin de développer une multitude applications pour améliorer la gestion de ce patrimoine. Deux applications potentielles ont été développées, la première concerne une requête spatiale au niveau d'une commune pour des éventuelles planifications tandis que la seconde concerne le chemin optimal en cas d'un évènement. L'ossature de la base de données étant accompli ce qui ouvre le champ à suivre cette base pour les opérations de mise à jour des entités en vue de sa gestion

Mots clés : Réseau routier, Base de Données, PostgreSQL, SIG, Routes.

Abstract

The smooth circulation of people and goods has become an essential need of our society. The road network is a crucial element for economic growth; it forms a vital indicator of the economic health of a country. The road entity also forms a strategic axis for the economic development of a region, because it plays a key role in the transport of passengers and goods. The road network of the Wilaya of Mostaganem continues to grow and has a large amount of graphic and alphanumeric data. In addition, this road heritage includes a considerable number of structures. Deciding on a simple geographical location requires manipulation and searching through a multitude of document types, which causes a waste of time and enormous management difficulties. These infrastructures are expected to evolve over time, the tools used for their management can no longer meet the expectations of decision-makers. The development of a spatial reference database or a GIS then became a requirement. It is in this context that our end-of-study project fits and aims to develop a database of the road network of the wilaya of Mostaganem, we propose to go through the following stages:

- Development of a model concept of the road network in UML

- Digitalization of road network data from topographic maps covering the entire territory of the wilaya of Mostaganem after georeferencing and design of a database for operating works.

- Exploitation of this database under the Arcgis tool, in order to develop a multitude of applications to improve the management of this heritage. Two potential applications have been developed; the first concerns a spatial query at the level of a municipality for possible planning while the second concerns the optimal path in the event of an event. The framework of the database being completed which opens the field to follow this base for the operations of updating the entities for its management.

Key words: Road Network, Database, PstgreSQL, GIS, Roads.

الملخص:

أصبح التنقل السلس للأفراد والبضائع حاجة أساسية لمجتمعنا. شبكة الطرق عنصر حاسم للنمو الاقتصادي. أنها تشكل مؤشرا حيويا للصحة الاقتصادية للبلد. يشكل كيان الطريق أيضاً محوراً استراتيجياً للتنمية الاقتصادية للمنطقة، لأنه يلعب دوراً رئيسياً في نقل الركاب والبضائع. تستمر شبكة الطرق في ولاية مستغانم في النمو ولديها كمية كبيرة من البيانات الرسومية والأبجدية الرقمية. بالإضافة إلى ذلك، يتضمن تراث الطريق هذا عدداً كبيراً من الهياكل. يتطلب اتخاذ قرار بشأن موقع جغرافي بسيط التلاعب والبحث من خلال العديد من أنواع المستندات، مما يتسبب في إهدار الوقت وصعوبات إدارة هائلة. من المتوقع أن تتطور هذه البنى التحتية بمرور الوقت، ولم تعد الأدوات المستخدمة لإدارتها قادرة على تلبية توقعات صانعي القرار. ثم أصبح تطوير قاعدة بيانات مرجعية مكانية أو نظام المعلومات الجغرافية مطلباً. في هذا السياق، يتناسب مشروعنا في نهاية الدراسة ويهدف إلى تطوير قاعدة بيانات لشبكة الطرق لولاية مستغانم، نقترح المرور بالمراحل التالية:

-تطوير مفهوم نموذجي لشبكة الطرق في UML

-رقمته بيانات شبكة الطرق من الخرائط الطبوغرافية التي تغطي كامل إقليم ولاية مستغانم بعد الإسناد الجغرافي وتصميم قاعدة بيانات لأعمال التشغيل.

-استغلال قاعدة البيانات هذه في إطار أداة ArcGIS، من أجل تطوير العديد من التطبيقات لتحسين إدارة هذا التراث. تم تطوير تطبيقين محتملين، الأول يتعلق بالاستعلام المكاني على مستوى البلدية للتخطيط المحتمل بينما يتعلق الثاني بالمسار الأمثل في حالة وقوع حدث. يتم الانتهاء من إطار قاعدة البيانات الذي يفتح المجال لمتابعة هذه القاعدة لعمليات تحديث الكيانات لإدارتها

كلمات مفتاحية: شبكة الطرق. قاعدة البيانات. نظم المعلومات الجغرافية. الطرقات

Introduction

Générale

Introduction générale :

L'augmentation brusque des véhicules en Algérie qui est devenue un phénomène soucieux pour les collectivités. Cette augmentation engendre des désorganisations, comme la modification permanente et l'entretien de la structure des réseaux routiers, elle provoque aussi l'émergence d'un autre problème majeur, c'est celui de l'accidentologie routière, d'où la nécessité d'élaborer une base de données routière ou un système d'information routier.

La wilaya de Mostaganem dispose d'un réseau routier considérable renfermant une grande masse de données issues de différentes sources d'information. Afin, de traiter ce grand volume de données, l'utilisation des méthodes classiques (utilisation des cartes, des plans, des enquêtes de terrain) devient de plus en plus complexe voire impossible dans certain cas. Pour cela la création d'une base de données routière riche et l'utilisation d'un SIGR est incontournable pour répondre aux exigences des décideurs, par la proposition des solutions diverses pour la gestion efficace, l'analyse et la maintenance des réseaux routiers couvrant la région de Mostaganem.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de notre projet de fin d'étude est vise à apporter une contribution à la modélisation de l'information relative à un réseau routier par l'élaboration d'une base de données judicieusement structurée pour permettre une gestion efficace. Notre mémoire est organisé de la manière suivante :

Le premier chapitre traite la modélisation et la conception du réseau routier en UML, le deuxième chapitre donne un aperçu sur les systèmes d'information géographique (SIG), ses objectifs, fonctionnalités et sa mise en œuvre dans le domaine des réseaux routiers, le troisième chapitre résume les démarches et procédures d'acquisition des données afin d'élaborer notre base de données routière , et enfin le quatrième chapitre se subdivise en deux parties, la première expose une présentation de la zone d'étude et une visualisation 2D et 3D sous l'outil arcGIS, tandis que la seconde partie propose deux applications potentielles sur le réseau routier, sur l'extraction des données relative à une commune et une application relative au chemin le plus rapide, et la ressource la plus proche.

Et nous concluons et nous donnant des suggestions.

CHAPITRE I

**MODELISATION ET
CONCEPTION UML**

I Introduction :

Nous allons aborder, en premier temps, la présentation de la méthode de modélisation utilisée dans l'analyse et la conception de notre BD routière par l'utilisation des logiciels ArcGIS et PostgreSQL, à savoir la méthode UML qui a beaucoup d'avantages et offre divers diagrammes de conception, Par la suite, nous exposerons les différents diagrammes de conception de notre projet, la réalisation de ces diagrammes était assurée par le logiciel Astah UML qui offre une licence de un an pour les étudiants et les chercheurs.

I.1 L'approche Orienté Objet :

Un objet représente une entité du monde réel (ou du monde virtuel pour les objets immatériels) qui se caractérise par un ensemble de propriétés (attributs), des états significatifs et un comportement.

L'état d'un objet correspond aux valeurs de tous ses attributs à un instant donné. Les propriétés sont définies dans la classe d'appartenance de l'objet. Le comportement d'un objet est caractérisé par l'ensemble des opérations qu'il peut exécuter en réaction aux messages provenant des autres objets. Les opérations sont définies dans la classe d'appartenance de l'objet. ⁽¹⁾

L'approche considère le logiciel comme une collection d'objets dissociés, identifiés et possédant des caractéristiques. Une caractéristique est soit un attribut (*i.e.* une donnée caractérisant l'état de l'objet), soit une entité comportementale de l'objet (*i.e.* une fonction). La fonctionnalité du logiciel émerge alors de l'interaction entre les différents objets qui le constituent. L'une des particularités de cette approche est qu'elle rapproche les données et leurs traitements associés au sein d'un unique objet

La difficulté de cette modélisation consiste à créer une représentation abstraite, sous forme d'objets, d'entités ayant une existence matérielle (Point, Tronçon, Polygone, personne...) ou bien virtuelle (client, temps...).

La Conception Orientée Objet est la méthode qui conduit à des architectures logicielles fondées sur les objets du système, plutôt que sur la fonction qu'il est censé réaliser ⁽²⁾

I.2 Modèle conceptuelle de données :

Un modèle conceptuel de données (MCD) pour une base de données permet d'identifier les principales entités à représenter, leurs relations et leurs attributs, et d'analyser la structure conceptuelle du système d'information. Contrairement à un modèle logique de données (MLD) ou à un modèle physique de données (MPD), un MCD est plus abstrait.

Les MCD offrent les avantages suivants :

- **Un diagramme de relation entre entités (ERD)** est une représentation graphique de la relation entre les entités de données.
- **Valider la conception des données.**
- **Créer un modèle logique de données (MLD)**, un modèle physique de données (MDP) ou un modèle orienté objet (OOM), conformément à la norme UML.

Ce modèle conceptuel des données, dont nous ne présenterons ici que les grands résultats, nous a permis d'étudier de manière précise toutes les liaisons à établir entre les différentes tables du SIG compte tenu des objectifs de la mission. Grâce à cette étude préalable indispensable dans l'érection de toute base, et qui atteste de la pertinence du système, nous avons pu appréhender de manière claire et objective toutes les structures des tables ainsi que les différentes liaisons : (type et nombre de caractères des champs ou choix des champs identifiant...). Puisqu'il est question de concevoir un système dynamique capable d'intégrer de nouveaux éléments, nous avons pris soin de prendre en compte le facteur temps pour pouvoir gérer l'évolution du réseau dans le temps. ⁽³⁾

a. Base de données BDD :

Collection de données structurées, enregistrée sur la mémoire externe, accessible simultanément par plusieurs utilisateurs. ⁽⁴⁾

Les BDD constituent le cœur du système d'information

I.3 Modèle logique de données :

En partant d'un MCD, un MLD introduit les éléments, les relations et les détails contextuels nécessaires à la structure des données afin de se rapprocher de la mise en œuvre. Votre équipe peut utiliser un modèle logique de données pour visualiser les éléments de données et les relations afin de montrer comment le système fonctionne. Plutôt que de donner la priorité aux informations générales, le MLD se focalise sur les détails. Les analystes et concepteurs de bases de données peuvent utiliser les MLD dans leur travail comme moyen de communication.

Néanmoins, un MLD n'est pas encore tout à fait prêt pour la phase de mise en œuvre. Ce diagramme fournit des détails et des perspectives techniques, mais n'est pas complètement prêt pour le déploiement. Par conséquent, il est préférable de considérer que

le MLD continue de présenter une vue d'ensemble des idées et ne constitue pas un modèle physique de données. ⁽⁴⁾

I.4 Modèle physique de données :

Système de Gestion de Base de Données SGBD :

Logiciel (ou ensemble de logiciels) capable d'assurer la création et l'utilisation des bases de données. ⁽⁵⁾

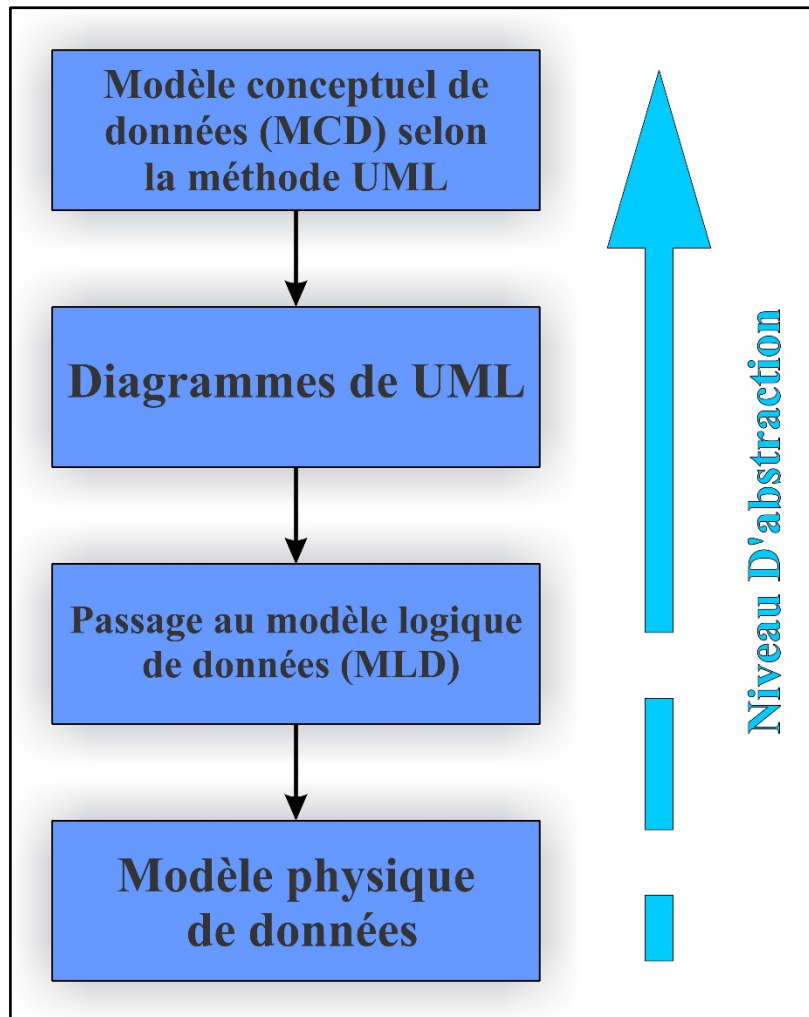


Figure 1: La démarche adoptée pour la modélisation des données. ⁽⁶⁾

I.5 Le choix de la méthode de modélisation :

Pour programmer et créer une base de données routière, il ne convient pas de se lancer directement dans l'écriture du code : il faut d'abord organiser ses idées, les documenter, puis

organiser la réalisation en définissant les modules et les étapes de la réalisation. C'est cette démarche antérieure à l'écriture que l'on appelle modélisation ; son produit est un modèle.

Nous avons adopté tout au long du projet le langage UML comme langage de modélisation et de conception. Ce choix est justifié par le fait qu'UML est un langage de modélisation de plus en plus utilisé grâce à la puissance des outils qu'il offre et l'efficacité de ses méthodes.

I.6 Mise en œuvre d'UML :

Le langage UML (Unified Modeling Language, ou langage de modélisation unifié) a été pensé pour être un langage de modélisation visuelle commun, et riche sémantiquement et syntaxiquement. Il est destiné à l'architecture, la conception et la mise en œuvre de systèmes logiciels complexes par leur structure aussi bien que leur comportement.

L'UML n'est pas un langage de programmation, cependant il existe des outils qui peuvent être utilisés pour générer du code en plusieurs langages à partir de diagrammes UML. L'UML a une relation directe avec l'analyse et la conception orientées objet. [\(7\)](#)

I.7 Les avantages d'UML :

- UML est un langage formel et normalisé :
 - Gain de précision
 - Gage de stabilité
 - Encourage l'utilisation d'outils
- UML est un support de communication performant :
 - Il cadre l'analyse.
 - Il facilite la compréhension de représentations abstraites complexes.
 - Son caractère polyvalent et sa souplesse en font un langage universel.

I.8 Les types de diagrammes UML : On distingue deux types de vues

- **Les vues statiques**, c'est-à-dire
 - Représentant le système physiquement
 - Diagrammes d'objets
 - Diagrammes de classes
 - Diagrammes de cas d'utilisation
 - Diagrammes de composants
 - Diagrammes de déploiement
- **Les vues dynamiques**, montrant le fonctionnement du système
 - Diagrammes de séquence
 - Diagrammes de collaboration
 - Diagrammes d'états-transitions
 - Diagrammes d'activités ⁽⁸⁾

I.9 Présentations des diagrammes réalisés :

I.9.1 Diagramme de classe :

Les diagrammes de classes expriment de manière générale la structure statique d'un système, en termes de classes et de relations entre ces classes. Une classe permet de décrire un ensemble d'objets (attributs et comportement), tandis qu'une relation ou association permet de faire apparaître des liens entre ces objets. On peut donc dire :

- un objet est une instance de classe
- un lien est une instance de relation

Le diagramme de classe est un modèle permettant de décrire de manière abstraite et générale les liens entre objets. ⁽⁸⁾

a. Les classes :

Description d'un ensemble d'objets partageant la même sémantique, ainsi que les mêmes attributs, opérations et relations. ⁽⁸⁾

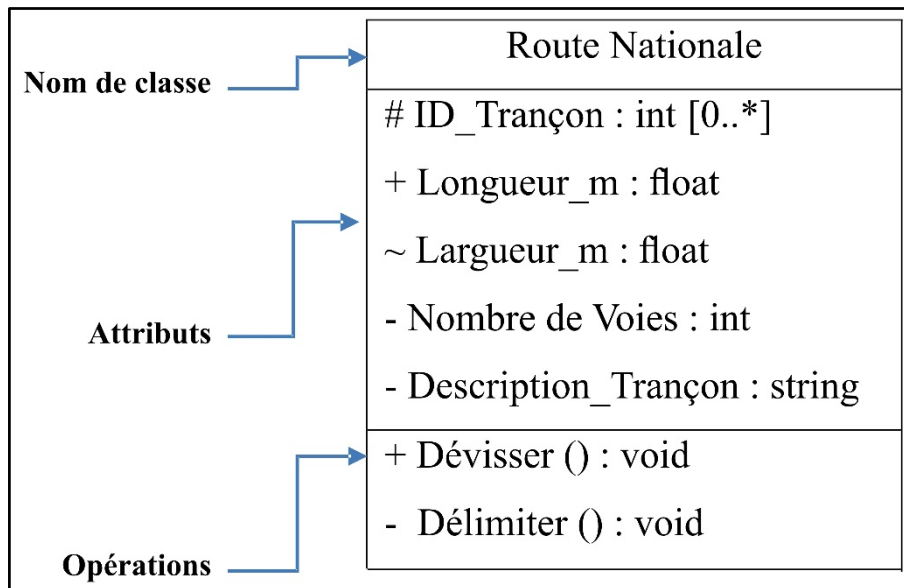


Figure 2: Exemple de Classe Route.

- **Les attributs :** est une propriété élémentaire d'une classe. Pour chaque objet d'une classe, l'attribut prend une valeur ⁽¹⁾
- **Les opérations :** ce sont des fonctions applicables aux objets d'une classe. Une opération permet de décrire le comportement d'un objet. Une méthode est l'implémentation d'une opération. ⁽¹⁾
- **Visibilité des attributs et opérations ⁽¹⁾ :**

Chaque attribut ou opération d'une classe peut être de type public, protégé, privé ou paquetage. Les symboles + (public), # (protégé), - (privé) et ~ (paquetage) sont indiqués devant chaque attribut ou opération pour signifier le type de visibilité autorisé pour les autres classes.

Les droits associés à chaque niveau de confidentialité sont :

- **Public (+)** Attribut ou opération visible par tous.
- **Protégé (#)** Attribut ou opération visible seulement à l'intérieur de la classe et pour toutes les sous-classes de la classe.
- **Privé (-)** Attribut ou opération seulement visible à l'intérieur de la classe.
- **Paquetage (~)** Attribut ou opération ou classe seulement visible à l'intérieur du paquetage où se trouve la classe.

b. Les associations ⁽⁸⁾ :

Une association représente une relation structurelle entre classes d'objets. La plupart des associations sont binaires, c'est à dire qu'elles connectent deux classes. On représente une association en traçant une ligne entre les classes associées.

- **Les classes associations :**

Il peut arriver que l'on ait besoin de garder des informations (attributs ou opérations) propres à une association. Une classe de ce type est appelée classe association.

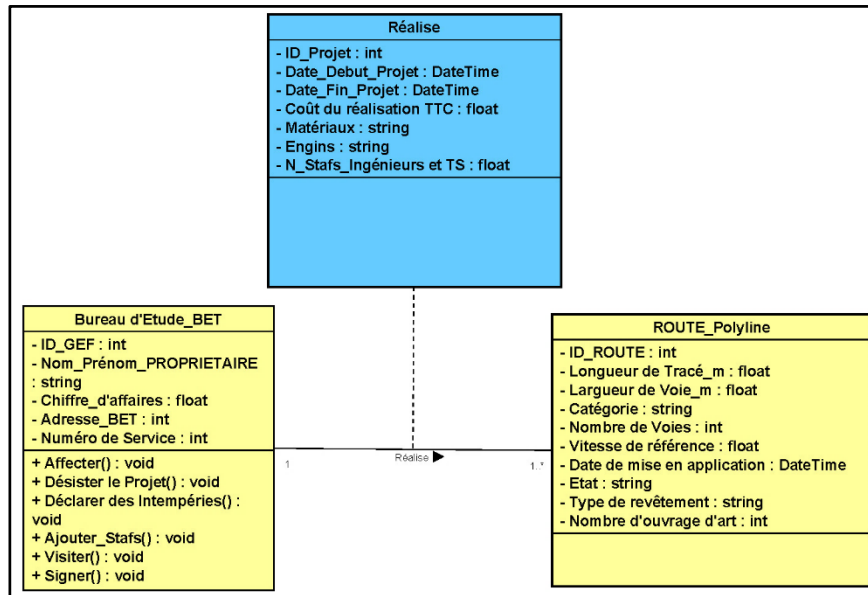


Figure 3: Classe association d'une BD routier.

Une classe association est une classe comme une autre qui peut entretenir des relations avec d'autres classes

- **Multiplicité (cardinalités) :**

Chaque rôle peut porter une multiplicité montrant combien d'objets de la classe considérée (celle qui joue ce rôle) peuvent être liés à une instance de l'autre classe par l'association. La multiplicité est représentée sous la forme d'un couple de cardinalités.

- **Agrégations :**

Une agrégation est un type particulier d'association. Elle traduit la volonté de renforcer la dépendance entre les classes. C'est une association non symétrique dans laquelle une des extrémités joue un rôle prédominant par rapport à l'autre extrémité.

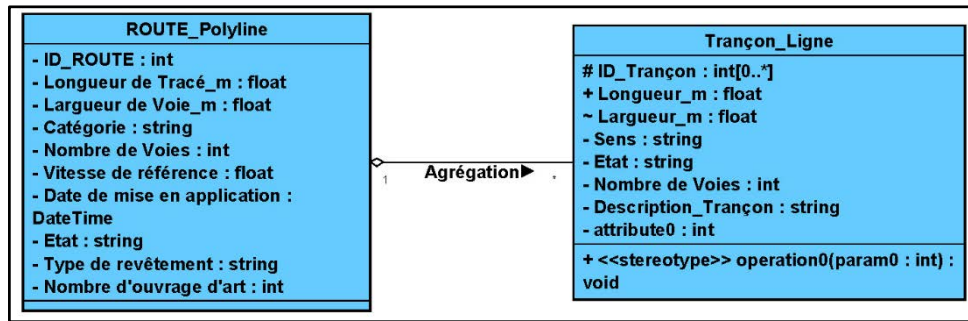


Figure 4: relation d'Agrégations d'une BD routier.

Les critères suivants impliquent une agrégation :

- Une classe fait partie d'une autre classe,
- Une action sur une classe implique une action sur une autre classe,
- Les objets d'une classe sont subordonnés aux objets d'une autre classe.

- **Compositions :**

La composition est un cas particulier d'agrégation dans laquelle la vie des composants est liée à celle de l'agrégat. Dans la composition, l'agrégat ne peut être multiple. La composition se représente par un losange noir.

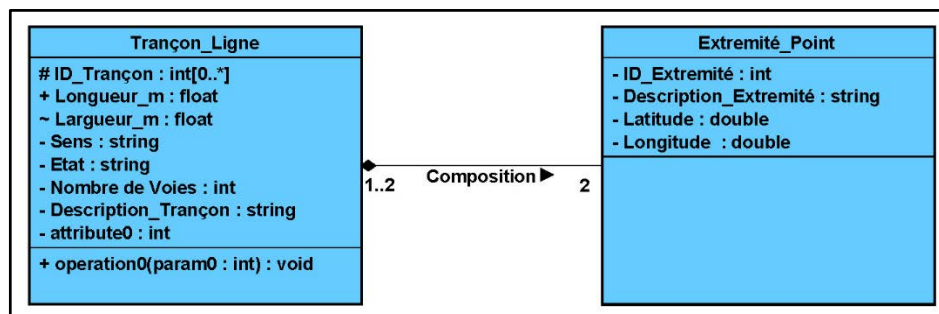


Figure 5: relation de Composition d'une BD routier.

Une composition est une association contraignante : la suppression d'un objet agrégat entraîne la suppression des objets agrégés.

- **Généralisation (Héritage) :**

UML emploie le terme de généralisation pour désigner la relation de classification entre un élément plus général et un élément plus spécifique. La relation de généralisation signifie « est un » ou « est une sorte de ».

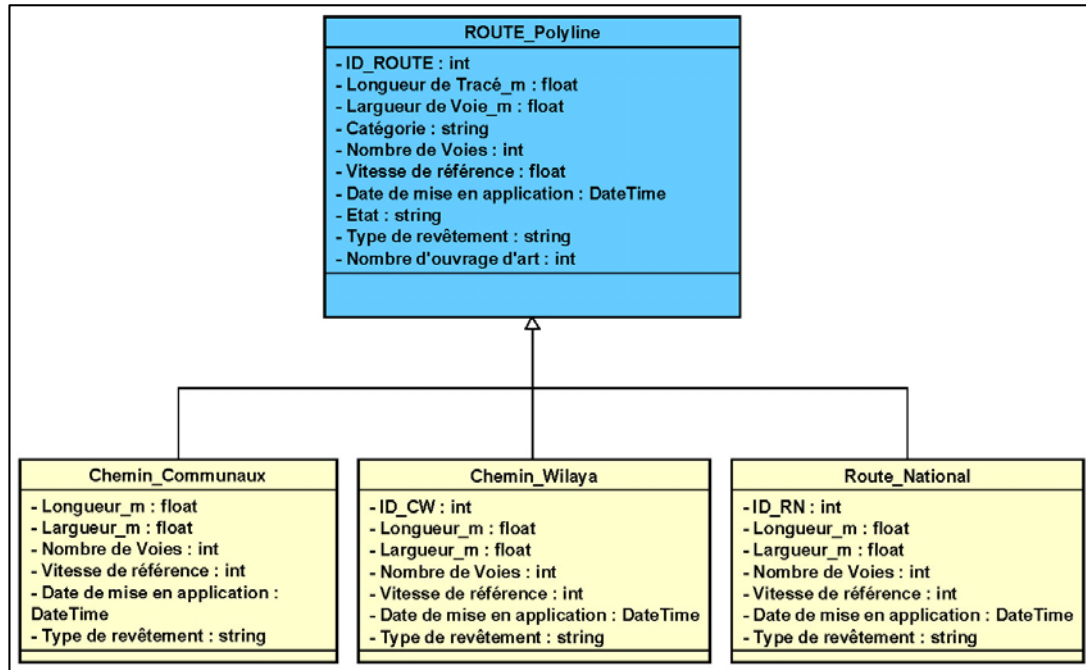


Figure 6: relation d'Héritage d'une BD routier.

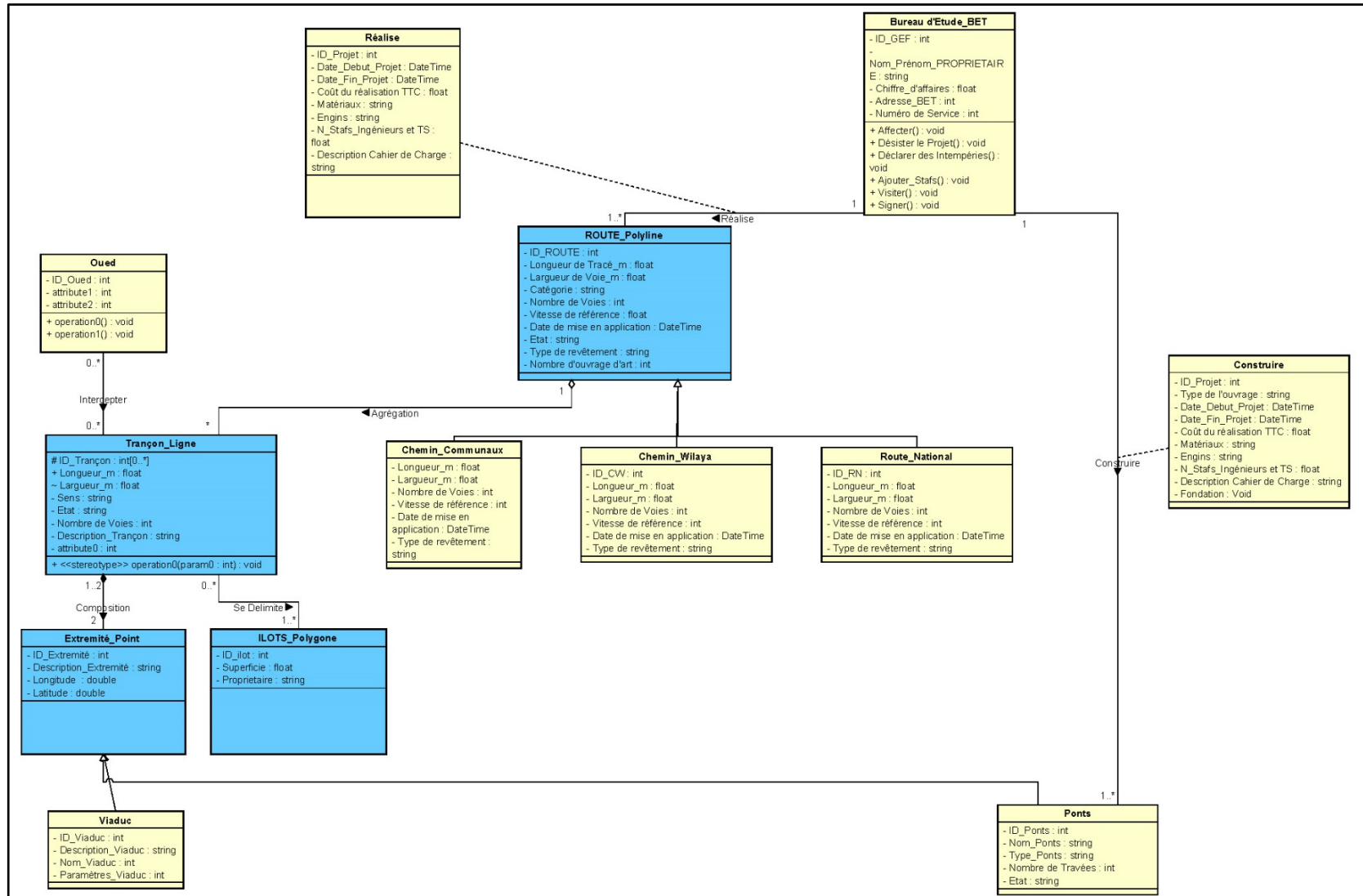


Figure 7: Diagramme de classe d'une BD routière

I.9.2 Diagramme de cas d'utilisation (8) :

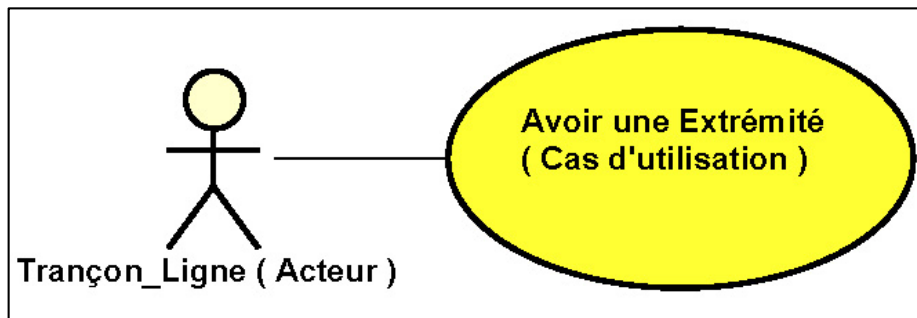


Figure 8: Éléments constitutifs des cas d'utilisation.

a) Acteurs :

Entité externe qui agit sur le système ; Le terme acteur ne désigne pas seulement les utilisateurs humains mais également les autres systèmes. Les acteurs sont des classificateurs qui représentent des rôles au travers d'une certaine utilisation (cas) et non pas des personnes physiques. Ce sont des acteurs types.

b) Cas d'utilisation :

Ensemble d'actions réalisées par le système en réponse à une action d'un acteur.

- les cas d'utilisation peuvent être structurés,
- les cas d'utilisation peuvent être organisés en paquetages,
- l'ensemble des cas d'utilisation décrit les objectifs du système.

c) La relation d'inclusion :

Lors de la description des cas d'utilisation, il apparaît qu'il existe des sous-ensembles communs à plusieurs cas d'utilisation, il convient donc de factoriser ces fonctionnalités en créant de nouveaux cas d'utilisation qui seront utilisés par les cas d'utilisation qui les avaient en commun.

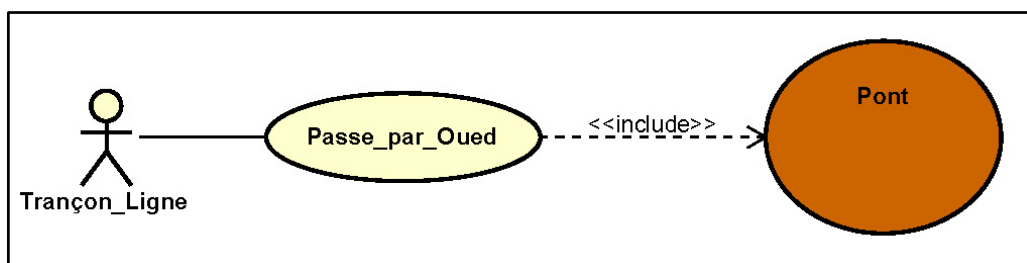


Figure 9: Exemple d'une relation Inclusion.

d) La relation d'extension :

La relation stéréotypée ((extend)) permet d'étendre les interactions et donc les fonctions décrites par les interactions. Le cas de base peut fonctionner tout seul, mais il peut

également être complété par un autre, sous certaines conditions, et uniquement à certains points particuliers de son flot d'évènements (point d'insertion). On utilise principalement cette relation pour séparer le comportement optionnel (les variantes) du comportement obligatoire.

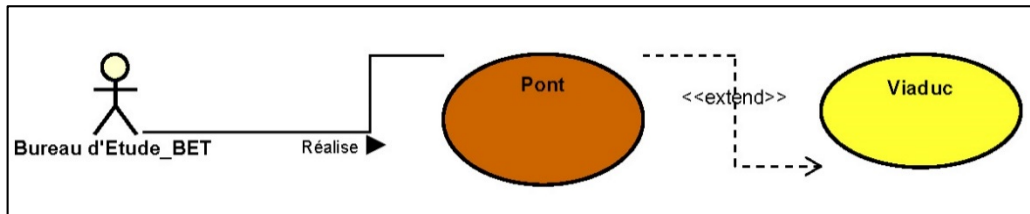


Figure 10: Exemple d'une relation d'Extension.

La relation ((extend)) montre une possibilité d'exécution d'interactions qui augmenteront les fonctionnalités du cas étendu, mais **de façon optionnelle**, non obligatoire, alors que la relation ((include)) suppose une **obligation** d'exécution des interactions.

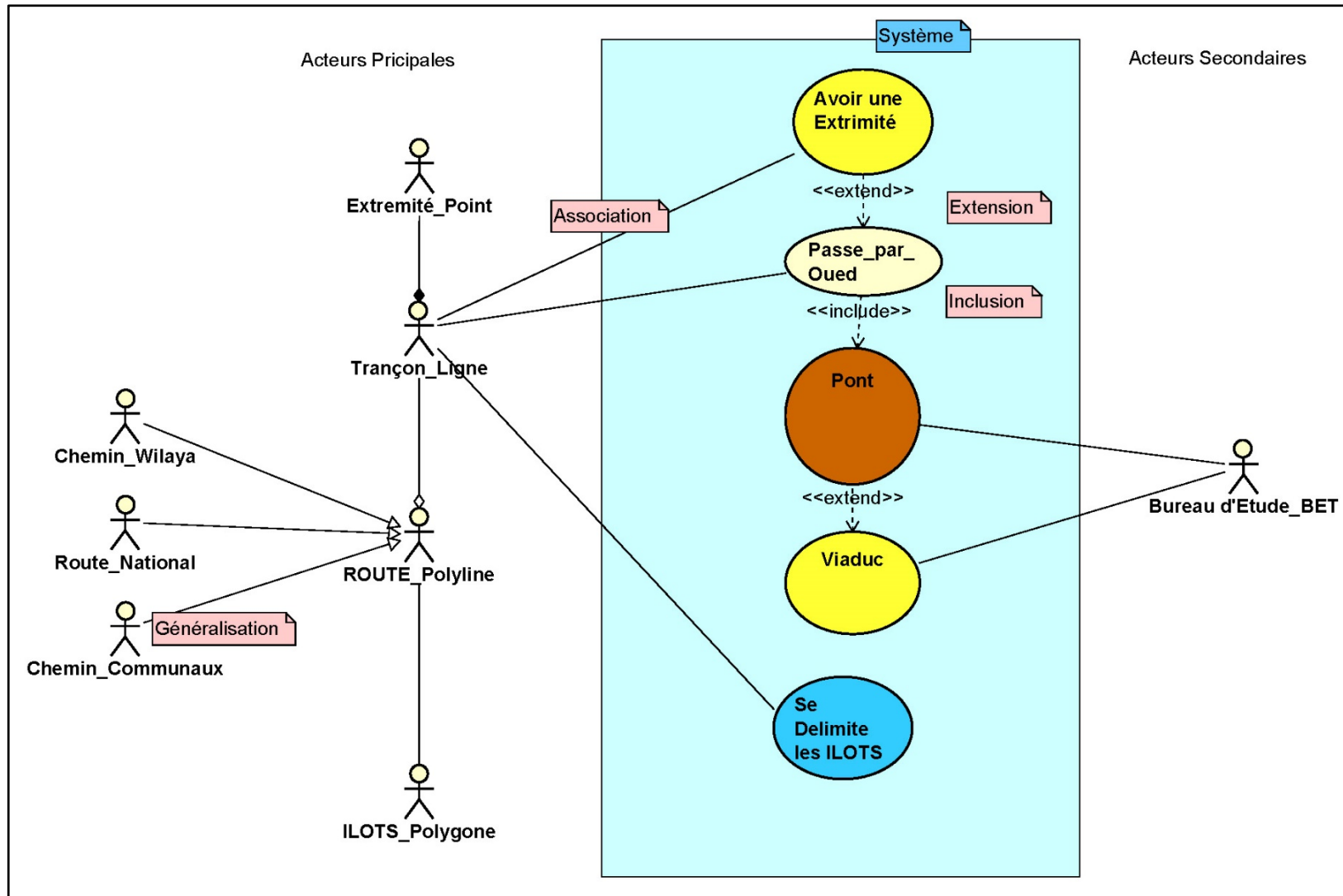


Figure 11: Diagramme de cas d'utilisation d'une BD routière.

I.9.3 Diagramme de paquetage ⁽¹⁾ :

Un **paquetage** regroupe des éléments de la modélisation appelés aussi membres, portant sur un sous-ensemble du système. Le découpage en paquetage doit traduire un découpage logique du système à construire qui corresponde à des espaces de nommage homogènes.

Un paquetage peut importer des éléments d'un autre paquetage. Un paquetage peut être fusionné avec un autre paquetage.

Enfin, UML propose aussi une opération de fusion entre deux paquetages. Le lien de dépendance comporte dans ce cas le mot-clé « merge ». Ce type de lien permet de fusionner deux paquetages et d'obtenir ainsi un paquetage contenant la fusion des deux paquetages d'origine. Pour bien clarifier cette opération, il est important de qualifier par des rôles les paquetages dans cette fusion.

Ainsi, trois rôles sont à distinguer :

- le paquetage à fusionner (entrant dans la fusion, mais préservé après la fusion) ;
- le paquetage recevant (paquetage d'origine avant la fusion, mais non conservé)
- le paquetage résultat (paquetage contenant le résultat de la fusion et écrasant le contenu du paquetage d'origine).

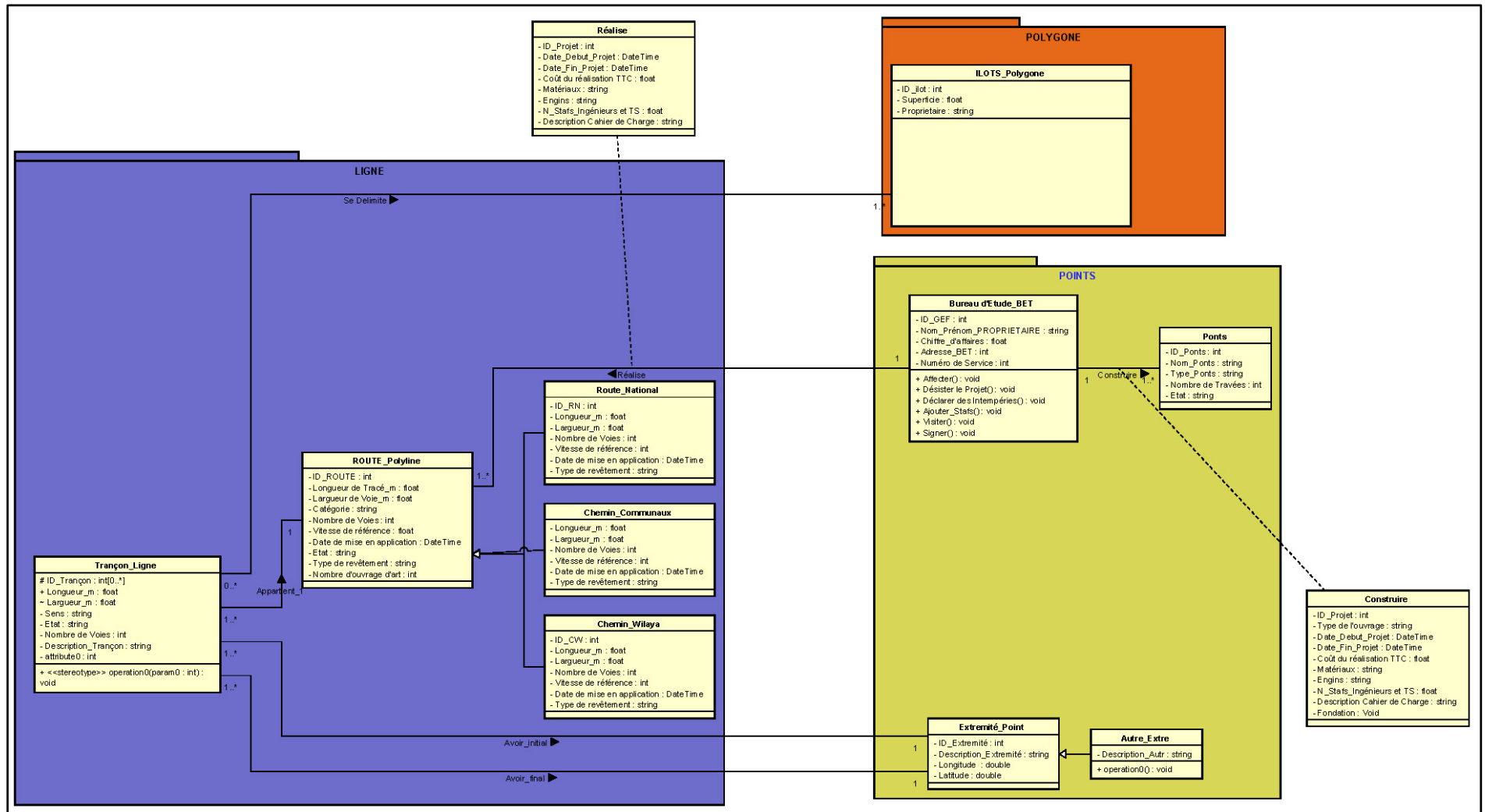


Figure 12: Diagramme de paquetage d'une BD routière.

I.9.4 Diagramme de séquence :

Un diagramme de séquence est un diagramme UML (Unified Modeling Language) qui représente la séquence de messages entre les objets au cours d'une interaction. Un diagramme de séquence comprend un groupe d'objets, représentés par des lignes de vie, et les messages que ces objets échangent lors de l'interaction.

Les diagrammes de séquence représentent la séquence de messages transmis entre des objets. Ils peuvent également représenter les structures de contrôle entre des objets. Par exemple, les lignes de vie dans un diagramme de séquence pour un scénario de banque peuvent représenter un client, un guichetier ou un responsable d'agence. Les communications entre le client, le guichetier et le responsable sont représentés par les messages entre ces derniers. Le diagramme de séquence représente les objets et les messages entre ces objets [\(9\)](#).

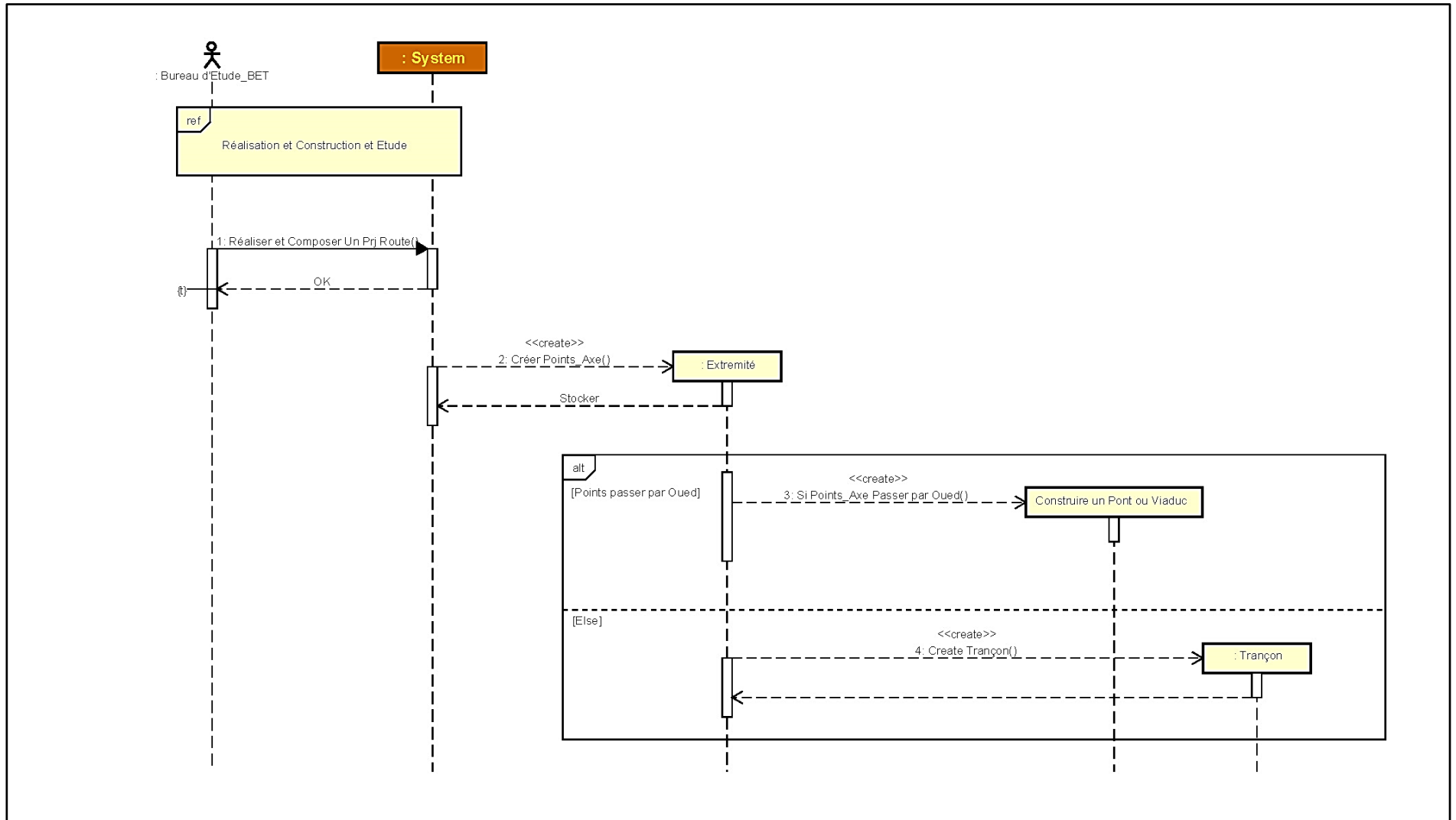


Figure 13: Diagramme de séquence d'une BD routière.

I.10 Conclusion :

Pour conclure, on constate que la modélisation UML est une méthode optimale qui doit être prise en considération avant toute création de base de données routière. Car on ne peut pas élaborer un concept en physique et le mettre en œuvre sans l'avoir étudié en détail et avec précision afin d'éviter d'entreprendre des risques considérables. Pour cela, il est très recommandé de passer par le modèle MCD qui est plus fiable en termes de traitement de données en détail grâce au système de langage UML qui nous permet de cadrer l'analyse et mieux la comprendre à travers sa richesse sémantique et syntaxique qui transforme l'abstrait en visuel avec souplesse et qui nous donne un aperçu plus convenable.

CHAPITRE II

ASPECT THEORIQUE

DU SIG

II Introduction

L'information représente la partie la plus indispensable et la plus importante pour agir et décider, Le système d'informations géographiques (SIG), qui assure le traitement, le stockage et le partage automatisé des informations en se substituant ou en accompagnant l'intervention Humaine, dans l'action comme dans la décision.

Les services offerts par un système information géographique routier s'appuient sur des données qui servent à traiter, analyser et à mettre à jour. Les bases de données sont conçues et exploitées pour permettre la production des informations nécessaires à la gestion et à la prise de décision de l'organisation.

Dans cette partie théorique, après un aperçu sur l'historique des SIG, on va essayer de définir le SIG et d'exposer ses différents éléments constitutifs ainsi que l'importance de son fonctionnement dans le domaine spatial.

Présenter aux finales l'utilisation du SIG dans les applications du réseau routier à l'aide des logiciels spécifiques.

II.1 Histoire du Système d'Informations Géographiques

Une des premières applications de l'analyse spatiale en épidémiologie est le « Rapport sur la marche et les effets du choléra dans Paris et le département de la Seine » en 1832 publié en 1834 [\(10\)](#)

Le géographe français Charles Piquet représente les 48 quartiers de la ville de Paris tramés par gradient de couleur suivant le pourcentage de décès pour 1000 habitants. Cette nouvelle carte créée d'après des données numériques montre l'intensité des ravages du choléra dans Paris.

Ce type d'analyse spatiale est repris et amélioré par le docteur John Snow pendant l'épidémie de choléra dans le quartier de Soho à Londres en 1854 : ayant représenté sur un plan la localisation des malades et l'endroit où ils puisaient leur eau, il détermina que c'était l'eau d'un certain puits qui était le foyer de contamination [\(11\)](#)

Depuis 1970, de nouvelles approches scientifiques et collaboratives ont vu le jour. Maguire (1991) distingue trois périodes principales dans l'évolution des SIG :

- Fin des années 1950 – milieu des années 1970 : début de l'informatique, premières cartographies automatiques ;
- Milieu des années 1970 - début des années 1980 : diffusion des outils cartographie automatique/SIG dans les organismes d'État (armée, cadastre, services topographiques)
- Depuis les années 1980 : croissance du marché des logiciels SIG, développements des applications SIG, mise en réseau (bases de données distribuées, avec depuis les années 1990, des applications SIG sur Internet) et une banalisation de l'usage de l'information géographique (cartographie sur Internet, calcul d'itinéraires routiers, utilisation d'outils embarqués liée au GPS...), apparition de « logiciels libres » ou d'outils dédiés aux pratiques coopératives ...etc. [\(12\)](#).

II.2 Présentation des différents éléments liés au système d'informations géographiques :

II.2.1 Définition du système d'informations géographiques :

Il existe plusieurs définitions du SIG chacune reflète le fonctionnement ou bien l'utilité de cette dernière les domaines d'application, pour cela on va présenter les plus importantes :

II.2.2 Selon FICCDC 1988 :

De nombreuses définitions des SIG ont été développées, focalisées sur différents aspects de la technologie.

C'est prévisible pour une technologie en développement connaissant une croissance presque exponentielle qui pourrait encore être qualifiée de « mûrissante ».

La plus acceptée des définitions a été formulée par la FICCDC (Federal Interagency Coordinating Committee on Digital Cartography) (1988), qui définit les SIG comme : "Un système formé d'ordinateurs, de logiciels, et de procédés conçus pour permettre la récupération, la gestion, l'analyse et l'affichage de données référencées Spatialement, afin de résoudre des problèmes complexes de planifications et de gestion."

II.2.3 D'après la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection le SIG est :

« Système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace ».

« Un SIG est un outil informatisé capable de créer, transformer, afficher, analyser et stocker de l'information géographique. Il permet d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, en vue notamment de produire des plans et cartes. L'information géographique contient la forme et la localisation de l'objet localisé, sous forme graphique » ⁽¹³⁾.

II.2.4 Définition de l'information géographique

Toute information (de nature phénoménologie comme de toute autre nature) est le plus souvent descriptive, mais le simple fait de disposer d'une information de localisation la transforme en information géographique. Les coordonnées géographiques (latitude et longitude) d'un lieu ou d'un espace donné donnent généralement la localisation la plus précise, mais il existe d'autres moyens de définir une localisation comme les codes postaux ou les noms de lieux (noms des pays et régions, adresse postale). Une autre méthode pour définir un lieu, souvent complémentaire de celles précédemment citées, est de nature temporelle et permet de prendre en compte le facteur évolutif. Le terme qui définit le fait de localiser est le géoréférencement.

II.2.5 Base de données

Une base de données (son abréviation est bd, en anglais DB, data base) est une entité dans laquelle il est possible de stocker des données de façon structurée et avec le moins de redondance possible. Ces données doivent pouvoir être utilisées par des programmes, par des utilisateurs différents. Ainsi, la notion de base de données est généralement couplée à celle de réseau, afin de pouvoir mettre en commun ces informations, d'où le nom de **base**. On parle généralement de système d'informations pour désigner toute la structure regroupant les moyens mis en place pour pouvoir partager des données ⁽¹⁴⁾

II.2.6 Les éléments constitutifs d'un SIG

On peut résumer les éléments constitutifs du SIG à l'aide de ses images représentatives qui nous permet du mieux comprendre la cohérence entre tous ces éléments qui sont regroupés dans cette figure ci-dessous qui sont : données géographiques, matériel, logiciel, et l'homme.



Figure 14: Image représentative des éléments constitutifs d'un SIG.

Pour la conception d'un SIG, il existe un ensemble d'éléments qui sont unis et indispensables pour la formalisation de ce dernier, et bien que ses éléments se défèrent d'une documentation à l'autre, sauf que certains éléments sont toujours soudés l'un à l'autre, pour notre part, tout en s'inspirant de ses documentations, nous allons distinguer ses éléments essentiels pour la composition du SIG, qui sont :

II.3 Les données :

Les données se sont les composantes les plus importants des SIG elles sont considérées comme une base de construction, les données géographiques ⁽¹⁵⁾, peuvent être importé à partir des fichiers comme elles peuvent être saisies par des utilisateurs.

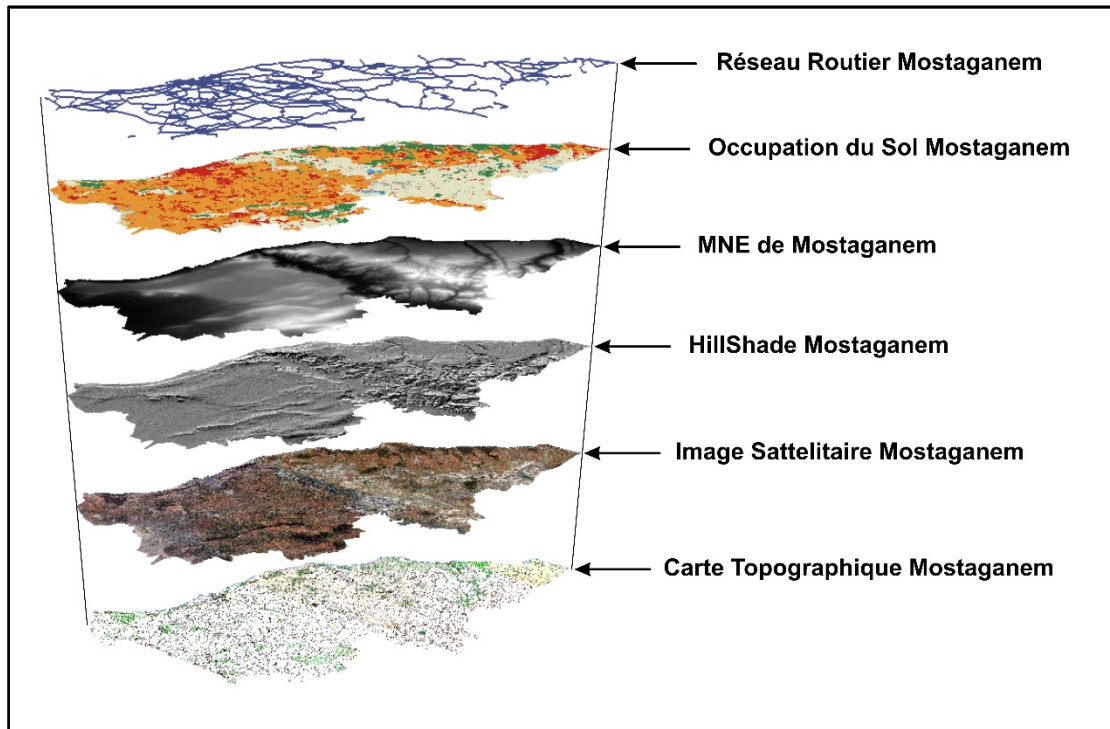


Figure 15: Superposition des couches de donnée sous un support SIG

Et d'après laboratoire de cartographie appliquée - Élisabeth HABERT - IRD - 2000 elle se compose en deux catégories comme suit :

II.3.1 Données raster

La réalité est décomposée en une grille régulière et rectangulaire, organisée en lignes et en colonnes, chaque maille de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur. La juxtaposition des points recrée l'apparence visuelle du plan et de chaque information. Une forêt sera "représentée" par un ensemble de points d'intensité identique.

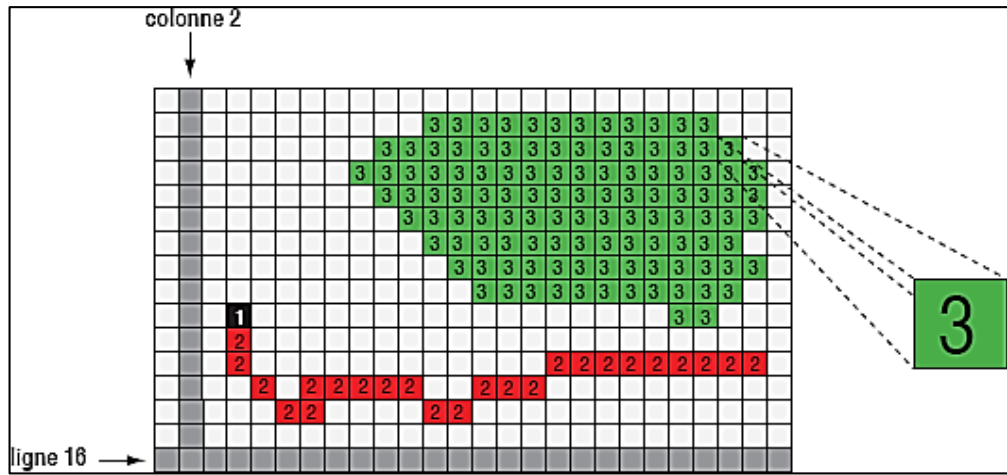


Figure 16: Exemple explicatif des données raster ⁽¹⁶⁾.

3 Pixel (maille, cellule)

- Résolution spatiale
- Position ligne/colonne
- Valeur

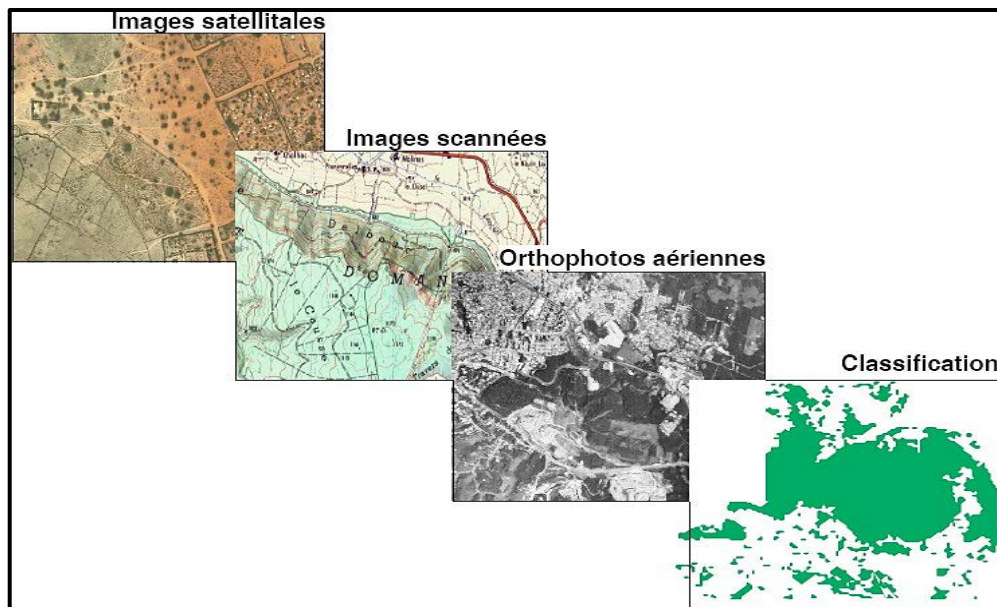


Figure 17: Exemples explicatif des données raster ⁽¹⁶⁾.

II.3.2 Données vectorielles

Les limites des objets spatiaux sont décrites à travers leurs constituants élémentaires, à savoir les points, les arcs et les arcs des polygones. Chaque objet spatial est doté d'un identifiant qui permet de le relier à une table attributaire.

Nous proposons un exemple sur les données vectorielles dans la figure n°18 qui permettra d'identifier les différents genres de données et leurs formes, ainsi que l'explication de la relation existante entre elles.

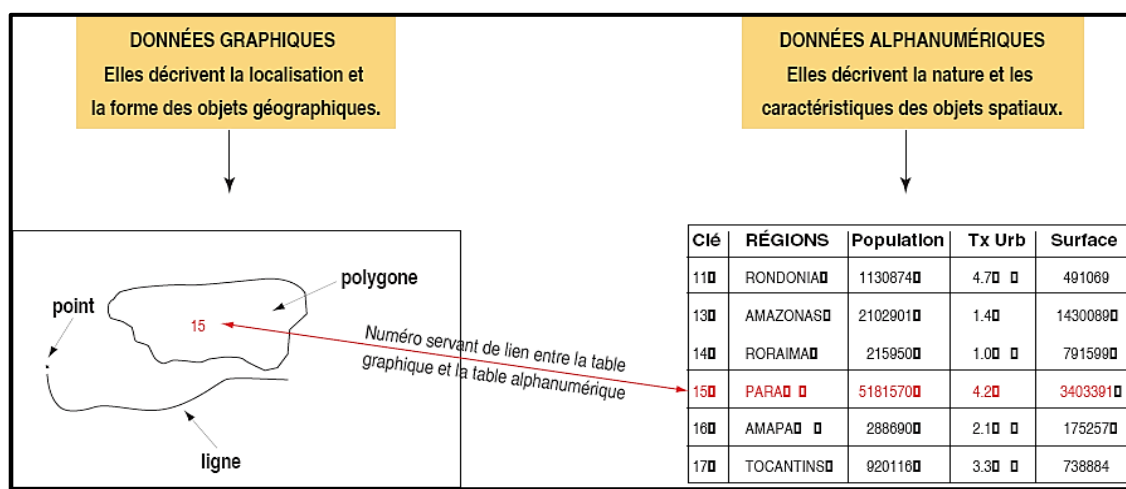


Figure 18 : Exemple explicatif des données vectorielles.

Pour notre projet SIG routier, on a besoin de deux types de données :

- **Données alphanumériques** : Représentent la totalité des statistiques (nom et type de route. Nom de la zone, population ...) tirées de différents services : le service technique de la mairie de Mostaganem, la subdivision de la direction de travaux public et la direction du transport.
- **Données géographiques** : La carte la plus récente de la wilaya de Mostaganem ainsi que les différentes couches utilisées (des polygones qui représentent les zones, les communes, et des lignes qui représentent le réseau routier et de voirie).
- **Son système de projection** : WGS_1984 ZONE 31.
- **Son système de coordonnée** : UTM (Universal Transverse de Mercator).

II.3.3 Dictionnaire de donnée routier sous un SIG :

Après avoir déterminé notre MCD, on va représenter les composantes de notre base de données en la modélisant avec le dictionnaire de données comme suit :

Tableau 1: Composantes de notre BD sous ArcGIS et les types de données des champs ⁽¹⁷⁾

COUCHE	TYPE DE COUCHE	Code du CHAMP	TYPE DE CHAMP
Chaussés / Route	Ligne	Id	Long integer
		Catégorie	Text
		Vitesse	Float
		Sens	Text
		Temps	Float
		Distance	Float
Communes	Polygone	Num-Communale	Long integer
		Nom-Communale	Text
		Superficie	Double
Carrefour	Polygone	Id	Long integer
		Heure de pointe	Text
		Reserve de capacité	Double
		Rendement	Long integer
		Charge	Long integer
Signalisation	Point	Id	Long integer
		Identificateur	Text
		Panneau	Text

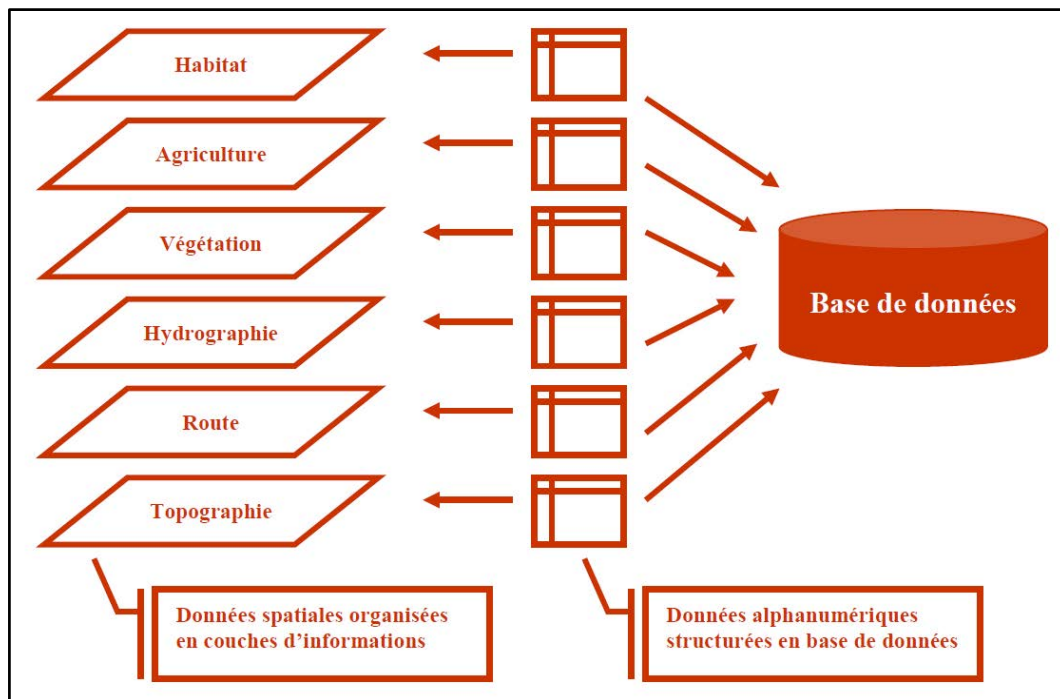


Figure 19: Exemple de structure de données en couches d'information dans un SIG ⁽¹⁸⁾

II.3.4 Trois types d'entités géographiques peuvent être représentés ⁽¹⁶⁾ :

- a. **LES POINTS** : Ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes ou des surfaces qui n'ont pas de surface réelle comme les points côtés, (ex : unité de protection civile, unité des centres médicaux.)
- b. **LES LIGNES** : Les lignes représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : réseau routier, tracé d'une canalisation, rue ou rivières) ou des objets linéaires qui ont une longueur, mais pas de surface comme les courbes de niveau.
- c. **LES POLYGOINES** : Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des pays, des parcelles, des types de sols... etc.

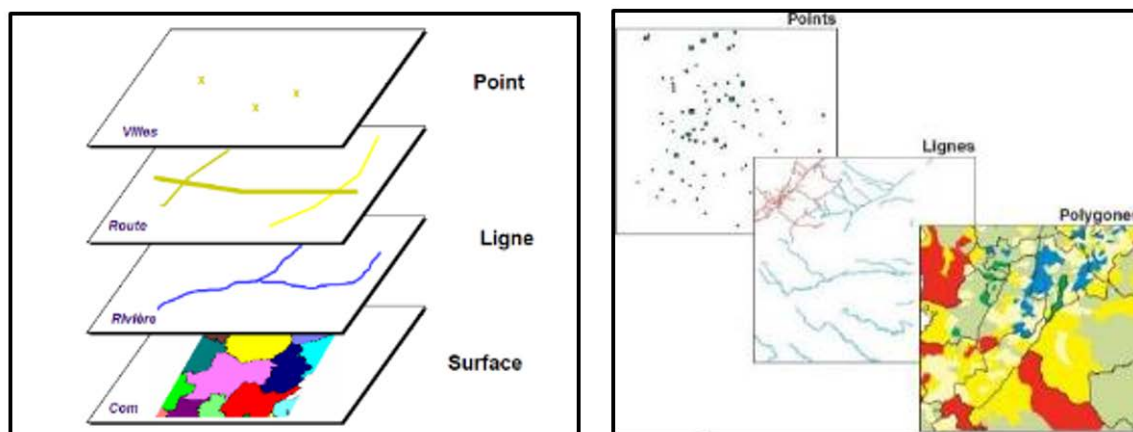


Figure 20: Exemples des données vecteurs ⁽¹⁶⁾

Avec un SIG, les relations entre les objets peuvent être calculées et donner naissance à des points d'intersection afin d'éviter la répétition d'objets superposés. Ainsi, une parcelle bordant une route aura les mêmes sommets que ceux définis pour la route.

Les métadonnées : un SIG manipule des données provenant de différentes sources. Celles-ci sont, aussi, accompagnées d'informations caractérisant la source elle-même, soit encore de données sur les données.

Ces dernières apportent, par exemple, des informations sur la nature des données, le système de projection, l'étendue géographique, et la date de saisie.

II.4 Fonctionnalité d'un SIG

Les systèmes d'information géographique peuvent être constitués pour répondre à différentes demandes. Comme le système universel n'existe pas, il faut adapter selon les objectifs fixés. Toutefois ils ont en commun des fonctionnalités que l'on retrouve dans chaque système regroupé en 5 familles sous le terme des « 5A » : (Abstraction, acquisition, archivages, affichages, analyses et anticipation)

- **Acquisition** : saisie, intégration et échanges des informations géographiques sous forme numérique.
- **Archivage** : structuration et stockage de l'information géographique sous forme numérique.
- **Analyse** : manipulation et interrogation des données géographiques (calculs liés à la géométrie des objets, croisement de données thématiques ...)

- **Affichage** : représentation et mise en forme, notamment sous forme cartographique avec la notion d'ergonomie et de convivialité.
- **Abstraction** : représentation du monde réel.



Figure 21: Les fonctionnalités d'un SIG. (Source : ESRI France) ⁽¹⁹⁾

II.5 Les domaines d'application :

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés. Citons cependant :

- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques) ;
- Marketing (localisation des clients, analyse du site) ;
- Planification urbaine (cadastre, POS, voirie, réseaux assainissement) ;
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes) ;
- Hydrologie ;
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires) ;
- Secteur Pétrolier et la gestion de base de données des pipes et des puits pétroliers et

dans l'acquisition sismique dans l'exploration (ex : Sonatrach et Enageo) ;

- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture) ;
- Géologie (prospection minière) ;
- Biologie (études du déplacement des populations animales) ;
- Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles) ⁽¹⁶⁾.

II.6 L'importance des SIG dans la gestion des territoires :

De nos jours, dans le domaine d'économie ou de gestion, la chose la plus importante est l'information et surtout pour les décideurs, afin de prendre la bonne décision et d'acquiescer la solution la plus optimale, et répondre à des problématiques qui envahissent la vie quotidienne des territoires, le SIG comme son nom l'indique, fait rapprocher le terrain de son gestionnaire le plus maximum possible et il offre une grande possibilité de partager l'information avec d'autres acteurs, ce qui leur permettra de minimiser les risques qui peuvent être enjoint de la décision et maximiser la crédibilité de la décision.

Le SIG permet une administration et une gestion moderne du territoire, grâce aux applications métiers développées par des prestataires spécialisés, les applications métiers sont des outils "clé en main" intégrant les fonctionnalités de base des SIG, facilement et directement utilisables par les agents dans leurs tâches de gestion quotidiennes. Les applications les plus courantes s'appuient sur du cadastre numérique. Elles permettent, entre autres, la gestion des réseaux d'éclairage public, d'assainissement, d'eau potable et d'eau pluviale, l'aménagement des forêts, gestion des ressources naturelles ...etc.

Il aide les autorités à planifier et aménager le territoire en fournissant une image dynamique du territoire et de ses contraintes d'aménagements ainsi qu'il aide les professionnels dans les diagnostics de dysfonctionnements, l'élaboration de variantes d'aménagement et leur dimensionnement et gérer les limites administratives et des infrastructures (zones d'affectation, cadastres ...).

II.7 L'importance de SIG dans les applications liées aux réseaux

routier

II.7.1 Systèmes d'informations géographiques routières :

Le Système d'Information Routier (SIR) est une évolution de l'ancien Système de Gestion des Routes (SGR), qui bénéficie de l'évolution des techniques de communications et de l'information géographique. Il permet de capitaliser la connaissance du patrimoine routier et de le partager entre tous les acteurs concernés (Ministère, Direction générale des routes, Directions départementales, Collectivités locales ...). La connaissance du réseau est un des éléments indispensables pour définir les politiques et les stratégies routières en matière d'investissement, d'exploitation, de gestion ou d'entretien.

Un système d'information géographique routière (SIGR) est utilisé aux fins suivantes :

- Recueil et stockage des données relatives aux routes, de façon à ce que les données provenant de sources différentes, et relatives au même point ou à la même section de route, puissent être corrélées ou reliées.
- Gestion de différentes données dépendant du type ou de l'objectif des informations souhaitées.
- Données doivent être accessibles à tous les utilisateurs pour toutes sortes d'objectifs [\(20\)](#).

II.7.2 Définition du réseau routier :

Le réseau routier est l'ensemble des voies de circulation terrestre permettant le transport par véhicules routiers, et en particulier, les véhicules motorisés (automobiles, motos, autocars, poids lourds...) [\(20\)](#)

Données relatives aux SIGR

Le recueil de données implique une large gamme d'activités. En général, les groupes suivants d'informations peuvent être définis :

- Inventaire de données routières (géométrie et équipement) ;
- Données de circulation ;
- Données d'accidents et de sécurité routière ;
- Données d'entretien ;

- Données relatives aux chaussées ;
- Données financières ;
- Données quant à l'historique des projets ;
- Données administratives ;
- Données météorologiques (température, humidité, etc.) ;
- Données d'environnement (pollution de l'air, niveau de bruit) [\(20\)](#)

II.8 Conclusion

Au terme de ce chapitre, nous avons vu un aperçu général sur les systèmes à référence spatiale. D'abord, nous avons survolé les concepts fondamentaux des SIG. Ensuite, les fonctionnalités des systèmes d'informations géographiques afin de répondre aux différentes demandes. Puis, comment mettre en œuvre un SIG et enfin, les systèmes d'informations routiers et leurs données relatives.

CHAPITRE III
ACQUISITION
INVENTAIRE DES
DONNÉES
MULTISOURCES

III Introduction :

Pour aborder ce projet de fin d'étude, le premier problème était le choix de la donnée de base pour le réseau routier, pour les délimitations des différents bâtis, ou encore pour la topographie. L'époque actuelle veut que la plupart des données soient accessibles à tous et en particulier pour les travaux de recherche, ce qui nous donne un large éventail d'informations à portée de main. Le problème du choix du langage informatique s'est aussi posé, tant pour la partie calcul que la partie interface ou pour la 3D. L'explication de ces choix est détaillée dans les parties ci-après.

III.1 Présentation des Données :

III.1.1 Cartes Topographiques de L'Institut Nationale de Cartographie et de télédétection :

Après avoir acquis les dix cartes topographiques de INCT (21) qui contient notre zone d'étude de la wilaya de Mostaganem, nous avons géoréférencée ce support Raster en se basant sur des points d'appuis qui existait dans la carte topographique ensuite, nous avons utilisé la numérisation manuelle en utilisant les outils de dessin standard de ArcGIS et dans notre cas, on a numérisé toutes les couches thématiques (comme la couche des tronçons et Bâtis. Etc.)

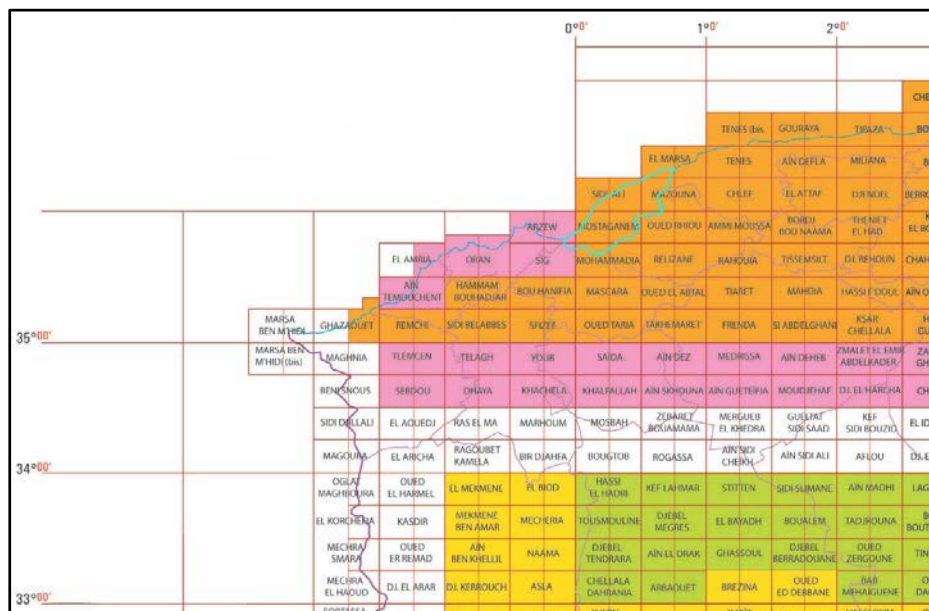


Figure 22: Cartes Topographiques de INCT à l'échelle 1/50000 (Format de feuille 45,5*55,5) et Positionnement de la wilaya de Mostaganem (21)

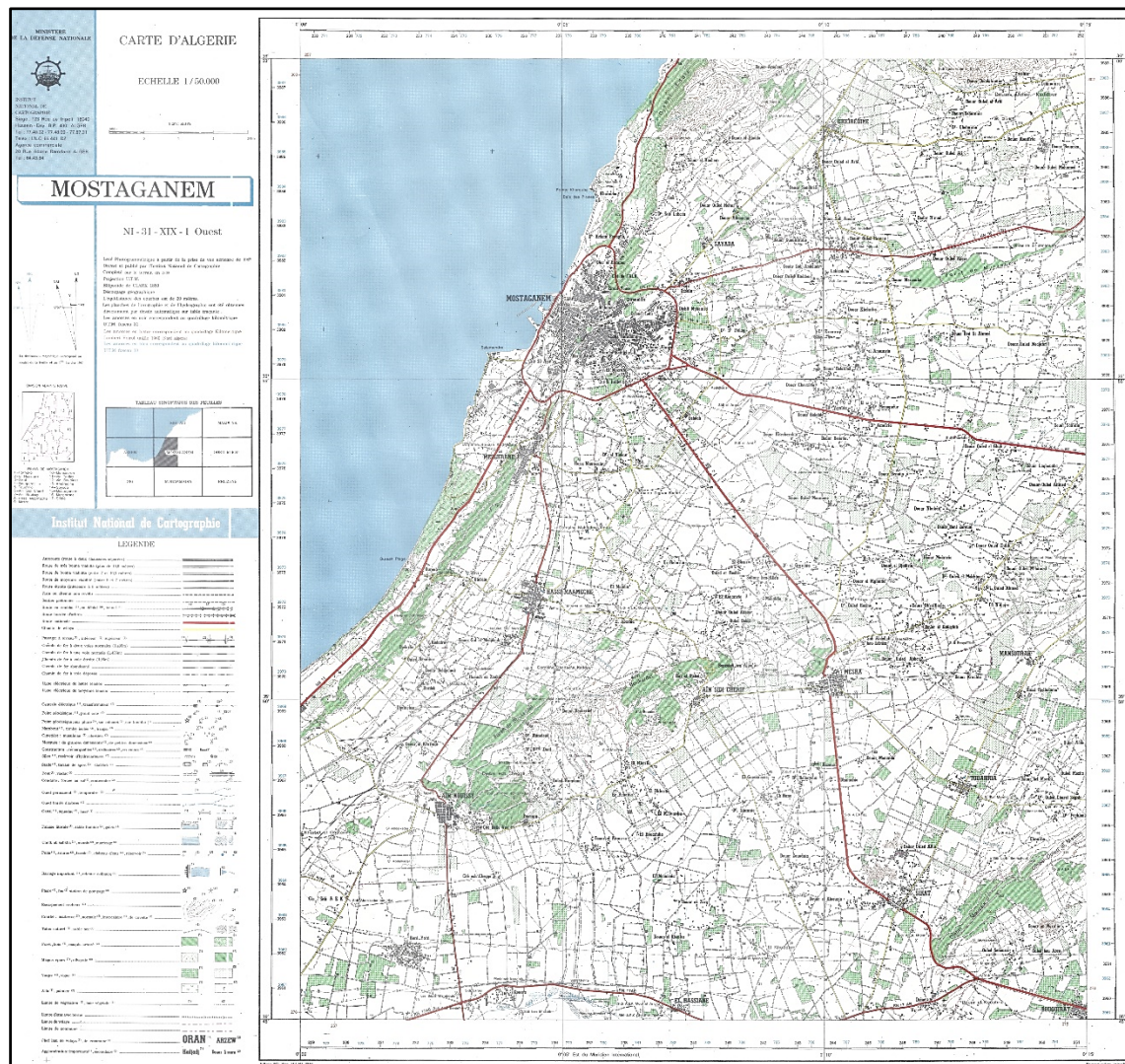


Figure 23: Cartes Topographique de Mostaganem à l'échelle 1/50000

III.1.2 Modélisation du BDR et Topologie :

La modélisation du réseau routier s'effectue en plusieurs étapes visant à intégrer les caractéristiques techniques au réseau et à envisager l'utilisation du réseau pour évaluer ainsi le niveau de congestion. L'intérêt des SIG n'est pas seulement de considérer une offre théorique, mais de la replacer dans les conditions réelles tenant compte de la demande. Ainsi en aborderons dans un premier temps la question de l'acquisition des données statistiques telle la localisation des tronçons et leurs caractéristiques techniques.

Pendant la phase d'acquisition des données, on a constaté qu'il y a des erreurs de numérisation comme des tronçons qui ne se croisent pas ou des discontinuités ou encore des points isolés. Au début, nous avons essayé de corriger ces erreurs de façon manuelle (visuelle) mais vu le nombre d'erreurs possibles, l'utilisation de l'outil Topologie ⁽²²⁾ sous ArcMap

était nécessaire. Ce dernier sert à vérifier si les tronçons sont bien liés sur un point de croisement car parfois un tronçon est plus loin du point de croisement donc il sera modifié pour qu'il soit lié avec les autres tronçons sur le même point de croisement.

-les étapes se résument comme suivants :

1) Création d'une nouvelle Topologie :

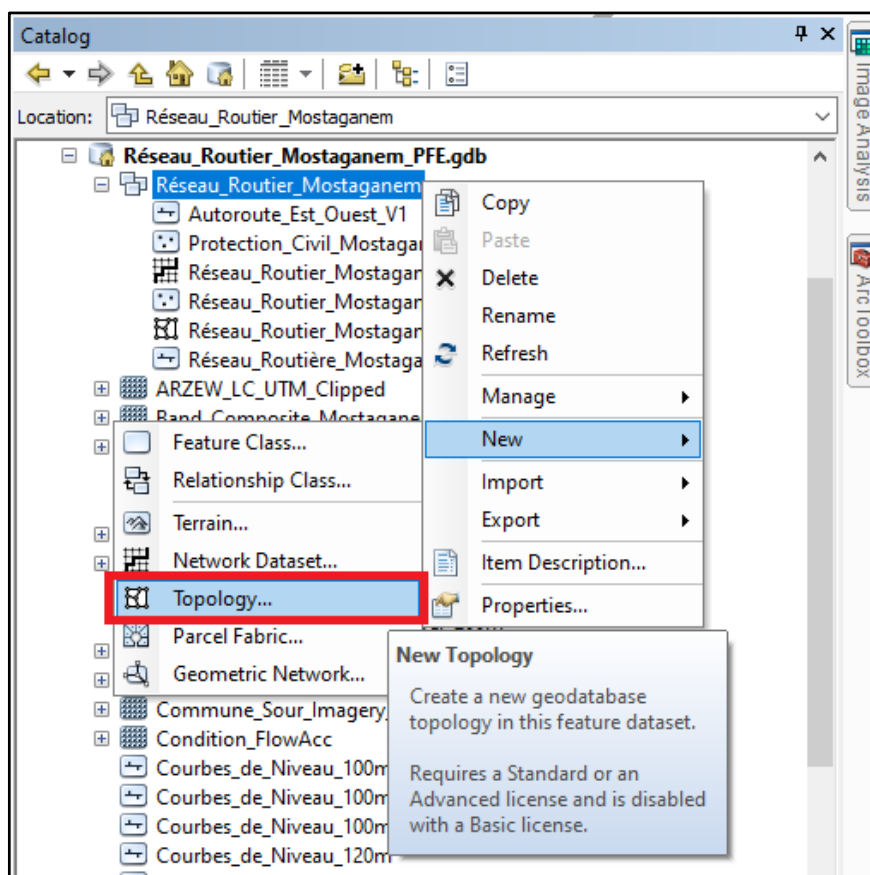


Figure 24: Création de nouvelle topologie dans une Jeu donnée

2) Ajouter les Conditions :

Dans un second temps, on fait une étude des règles topologiques pour corriger les imprécisions et les erreurs affectées au réseau, la figure ci-dessous montre une correction effectuée sur le réseau routier, à la fin on justifiera le choix d'un modèle pour avoir une base de données optimale afin de l'exploiter parfaitement

Voici les règles relatives aux lignes pour que la topologie soit validée :

- Doivent être en une partie
- Ne doivent pas être auto-sécantes
- Doit être à l'intérieur
- Ne doivent être coïncidentes qu'aux extrémités
- Ne doivent pas avoir de pseudo-nœuds

- Ne doivent pas avoir d'arcs pendants
- Ne doivent pas se superposer
- Ne doivent pas être sécantes
- Doivent être plus grandes que la tolérance d'agrégat

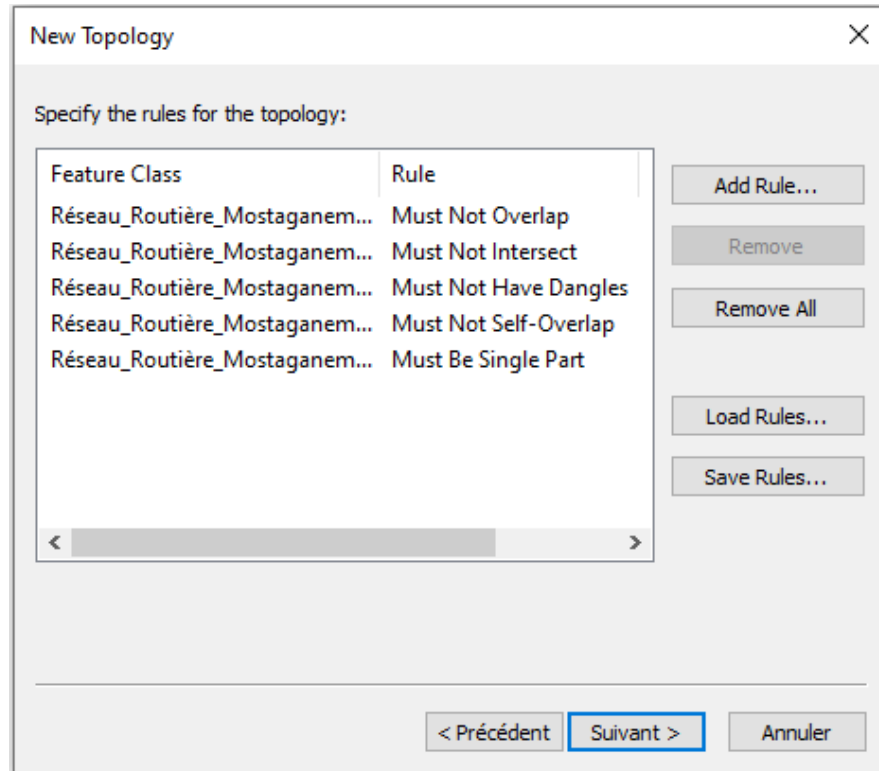


Figure 25: Topologie de géodatabase et correctif d'erreurs de topologie

2-Résultats automatisatisation de la topologie :

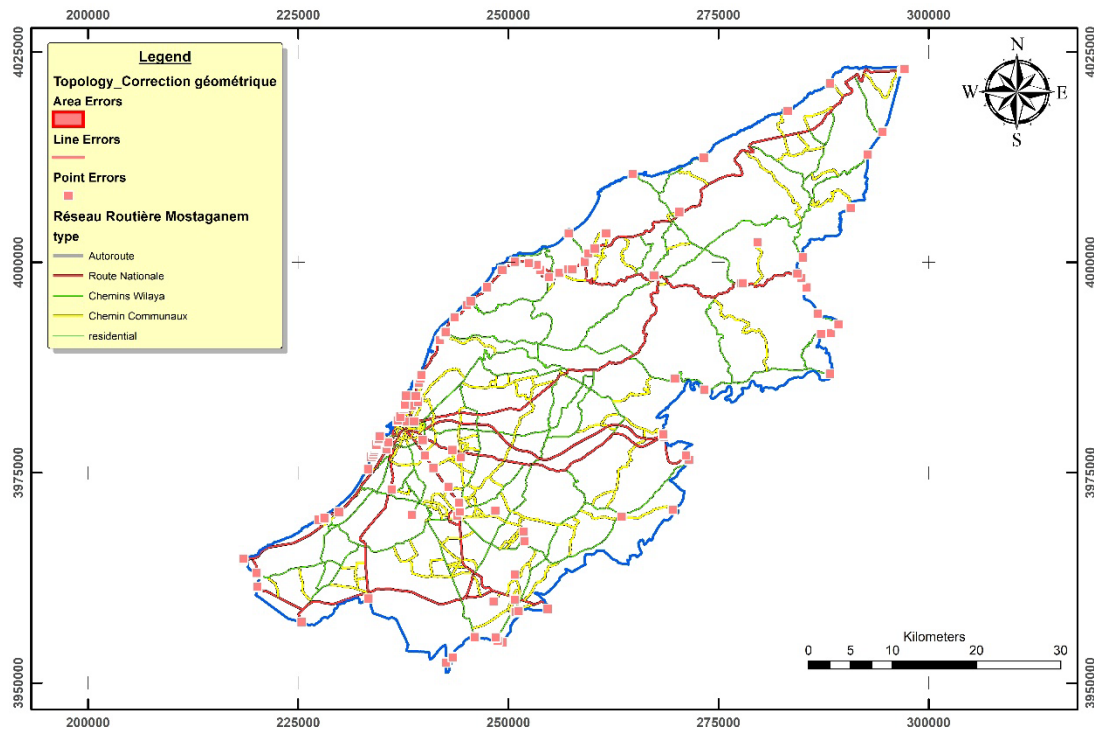


Figure 26: Topologie de géodatabase et correctif d’erreurs de topologie

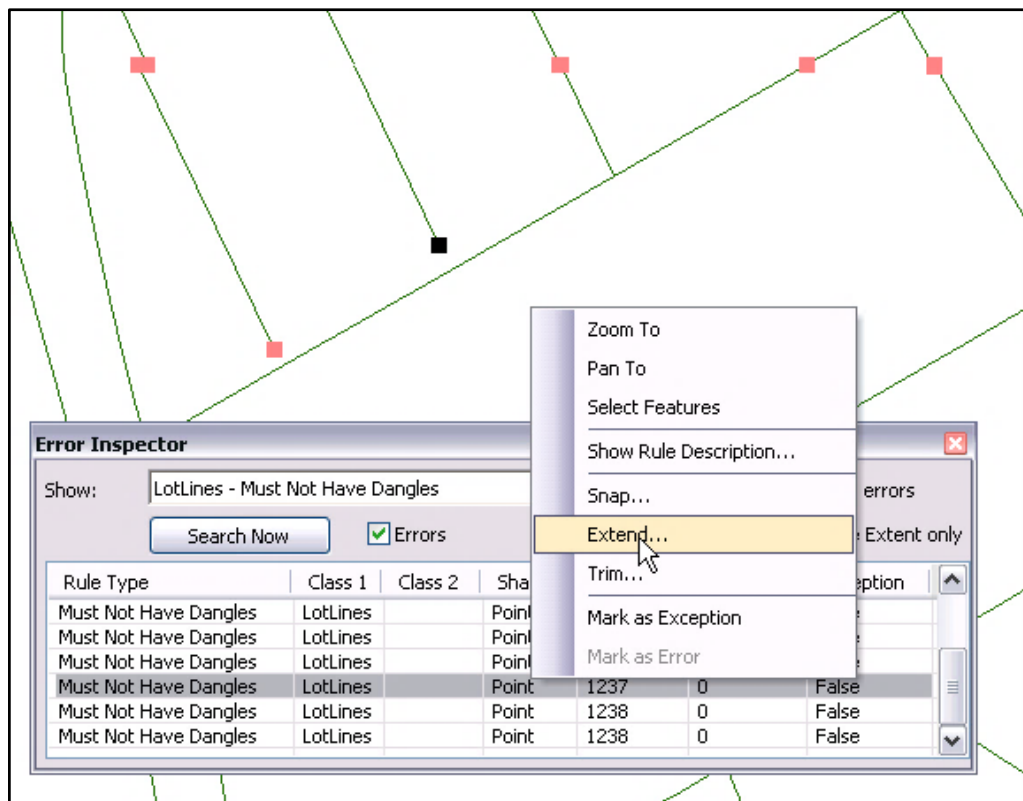


Figure 27: Exemples de corrections effectuées sur le réseau routier (Topologie)

3) Création de jeux de données réseaux (network Dataset) :

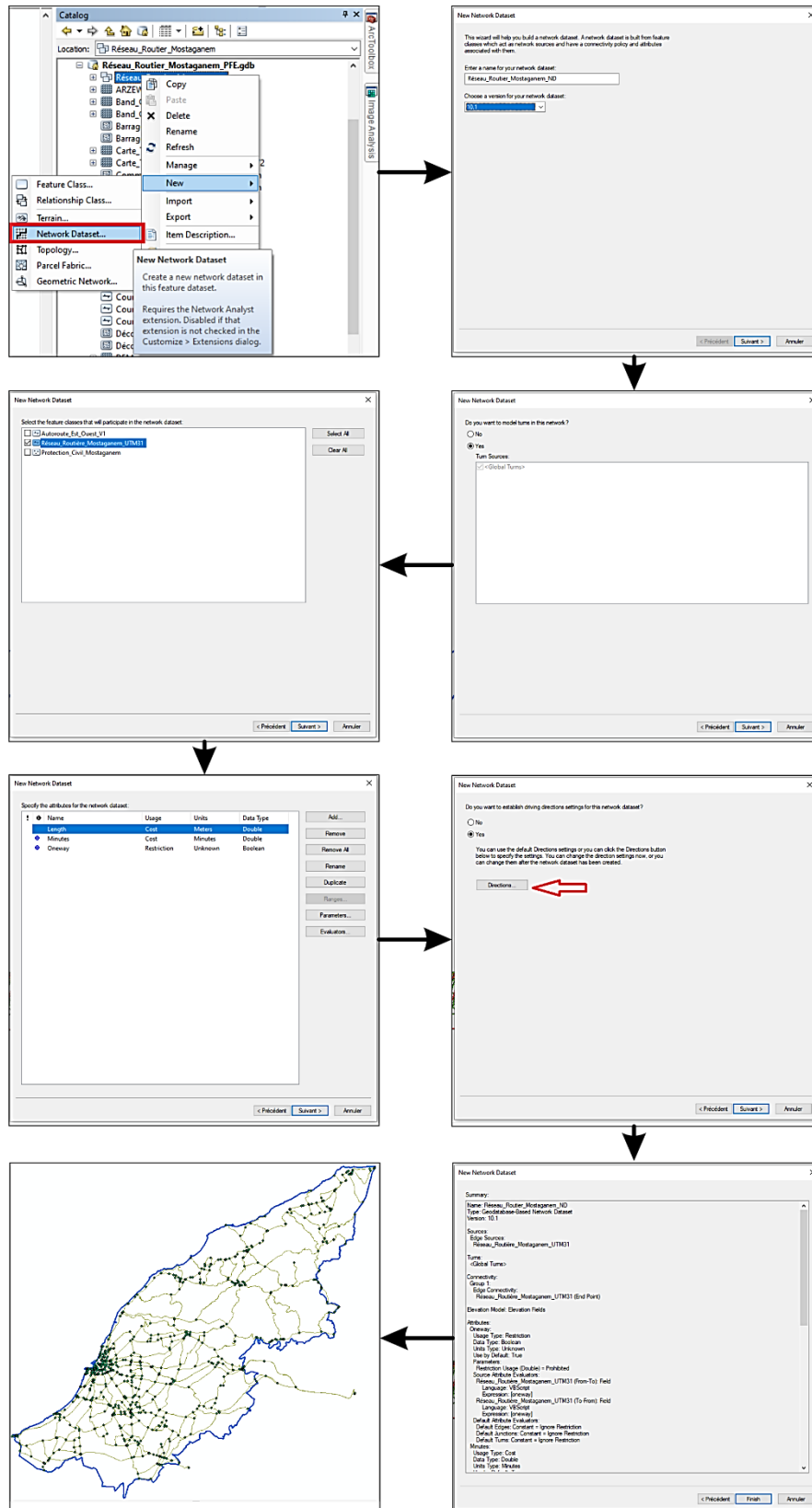


Figure 28: workflow de création de jeu de données (network Dataset)

-Après avoir fait toutes les corrections géométriques nécessaires, notre géodatabase routière sera prête pour faire les requêtes par la suite dans le dernier chapitre.

III.1.3 OpenStreetMap (OSM) :

OpenStreetMap (OSM) est un ensemble de données ouvertes, disponibles sous licence libre ODbL 5 [\(23\)](#). Ces données mondiales sont alimentées par la communauté d'utilisateurs ainsi que par de grands organismes. Par exemple, l'entreprise néerlandaise Automotive Navigation Data (AND) a importé sa donnée dans OSM, tout comme les États Unis avec la base de données TIGER. La donnée routière peut être de très bonne qualité dans certains pays et quasi inexistante dans d'autres. Les grandes villes sont bien renseignées et on y retrouve les attributs nécessaires à la simulation de trafic urbain. Certaines villes proposent même l'emplacement des feux tricolores, des passages pour piétons voire même des arrêts de bus. Quand la donnée est bien complète, les largeurs des tronçons, la vitesse maximale y étant autorisée, leur nombre de voies sont indiqués. La précision est décimétrique ce qui en fait une donnée idéale pour le sujet de cette thèse. De plus, OpenStreetMap est en constante évolution et le nombre d'entrées ne fait qu'augmenter depuis sa création [\(24\)](#).

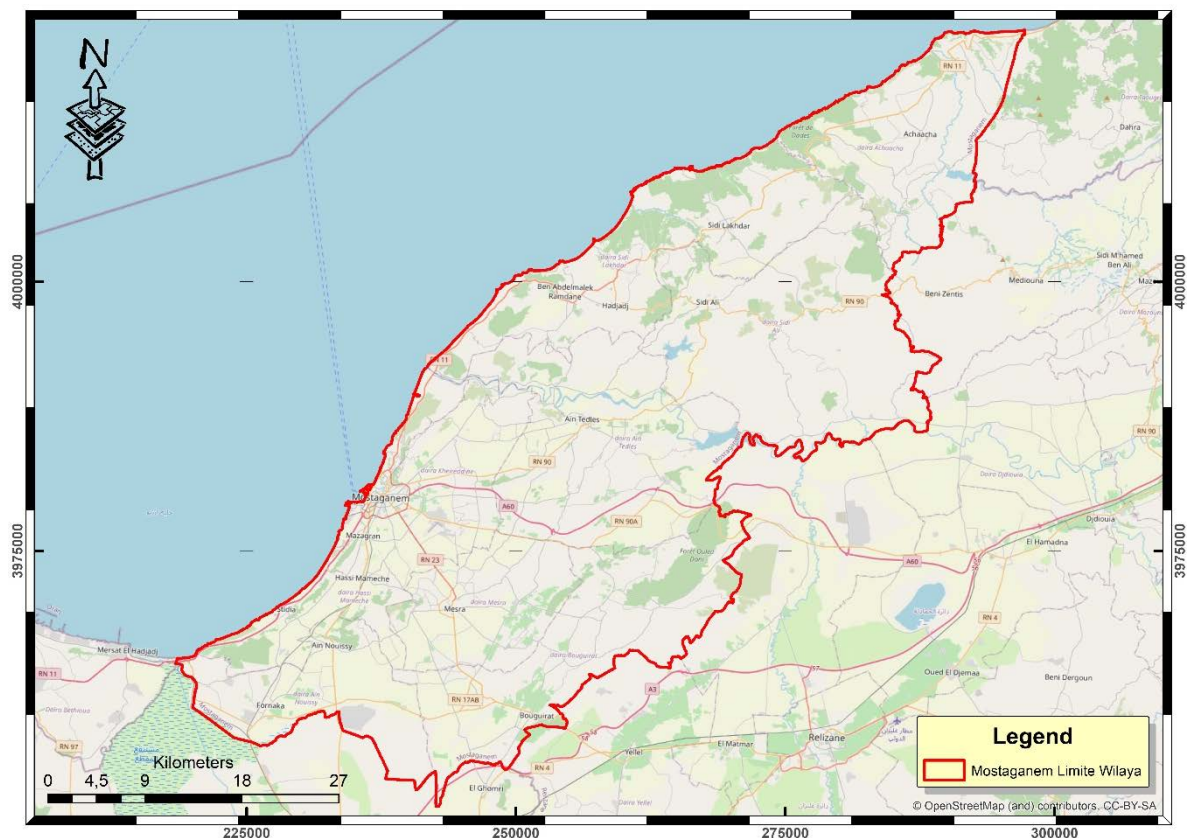


Figure 29: Carte réseau routier de Mostaganem sous OSM

III.1.4 Données Topographique et Raster :

1) SRTM Data :

La donnée SRTM - Shuttle Radar Topography Mission - est disponible sous licence ouverte sur le globe avec une résolution de 30 x 30m. Une version à 250m a été aussi mise à disposition. Cette donnée est une interpolation de données acquises par satellite ⁽²⁵⁾. Elle est aussi complétée avec la donnée ASTER DEMs, notamment pour certaines zones du Sahara. La donnée se télécharge facilement par zone géographique en format asc ou en geotiff.

Les données topographiques se ressemblent, car l'information est simple, la seule différence vient de la résolution et de l'accessibilité. Comme nous pouvons le constater, plus la résolution est petite, plus les détails sont élevés.

Cependant, la résolution de 75m ou de 90m ne sera pas suffisante pour une visualisation correcte. Par conséquent, on a adopté d'utiliser le MNT de 30m de SRTM.

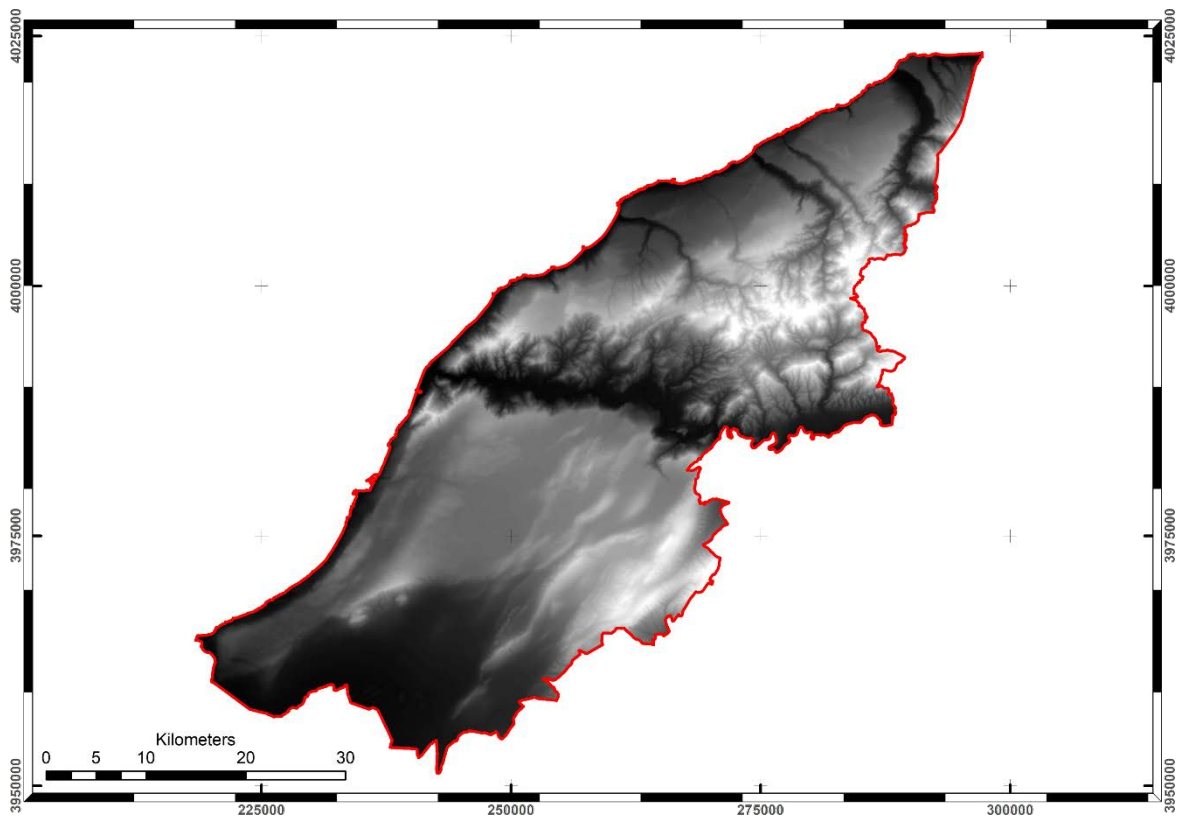


Figure 30: MNT (Modèle numérique de terrain) de Mostaganem SRTM

III.1.5 Image Satellitaire de Sentinelle :

Les images satellites Sentinel-2 sont utilisées pour le monitoring terrestre et contribuent depuis plus de 06 ans à améliorer les connaissances disponibles afin de répondre aux problématiques de suivi d'occupation des sols, mais aussi celles relatives aux risques naturels et anthropiques : inondations, incendies, glissement de terrain...etc.

La part croissante de leurs usages en géomorphologie fluviale compte tenu de leur résolution spectrale et spatiale (10 bandes dans le VNIR et SWIR à 10-20 m), de leur fréquence d'acquisition (5 jours Sentinel 2) font de ces supports d'imageries des données géographiques majeures et fiables dans le temps. Nous proposerons donc par cette communication d'utiliser ces supports avec Arcmap à travers des outils de mesure et de calcul par algèbre spatial ou encore utilisant le fluvial corridor toolbox pour Arcgis, mise au point au sein du laboratoire EVS ENS (calcul de métriques géomorphologiques : morphométrie et relief, bassin versant, ligne centrale...). Aussi, nous aborderons initialement un rappel des caractéristiques de ces données d'imagerie et de leur accessibilité, avant de poursuivre sur des exemples pratiques de traitements appliqués à un projet de recherche en cours sur la caractérisation géomorphologique des cours d'eau en tresses à l'échelle globale. ⁽²⁶⁾

Nous pouvons dire que la combinaison des bandes spectrales des images Sentinelles 2 des méthodes de traitement que l'on appelle les transformations multispectrales, présentent une richesse et des potentialités variées dans le « monitoring » physique de la surface terrestre continentale compte tenu de leur résolution spectrale et spatiale, de leur répétitivité ainsi que de leur fréquence d'acquisition. En hydrologie particulièrement, ces images permettent à la fois des calculs d'index, le monitoring des débits (SWAT), le calcul de métriques (longueur, largeur, périmètre et d'aire à des échelles locales.) Cependant certaines difficultés peuvent être soulignées lors des acquisitions en raison de la multiplicité des sources d'approvisionnement en images Sentinelles, et aussi de la complexité de certains paramètres de recherche.

- **L'affichage en vraies couleurs :** addition des bandes (B) à 10 m : B4 +B3+B2.

Le composite de couleurs réelles utilise des bandes de lumière visible rouge, verte et bleue dans les canaux de couleur rouge, vert et bleus correspondants, ce qui donne un produit de couleur naturelle, qui est une bonne représentation de la Terre telle que les humains la verraient naturellement. ⁽²⁷⁾

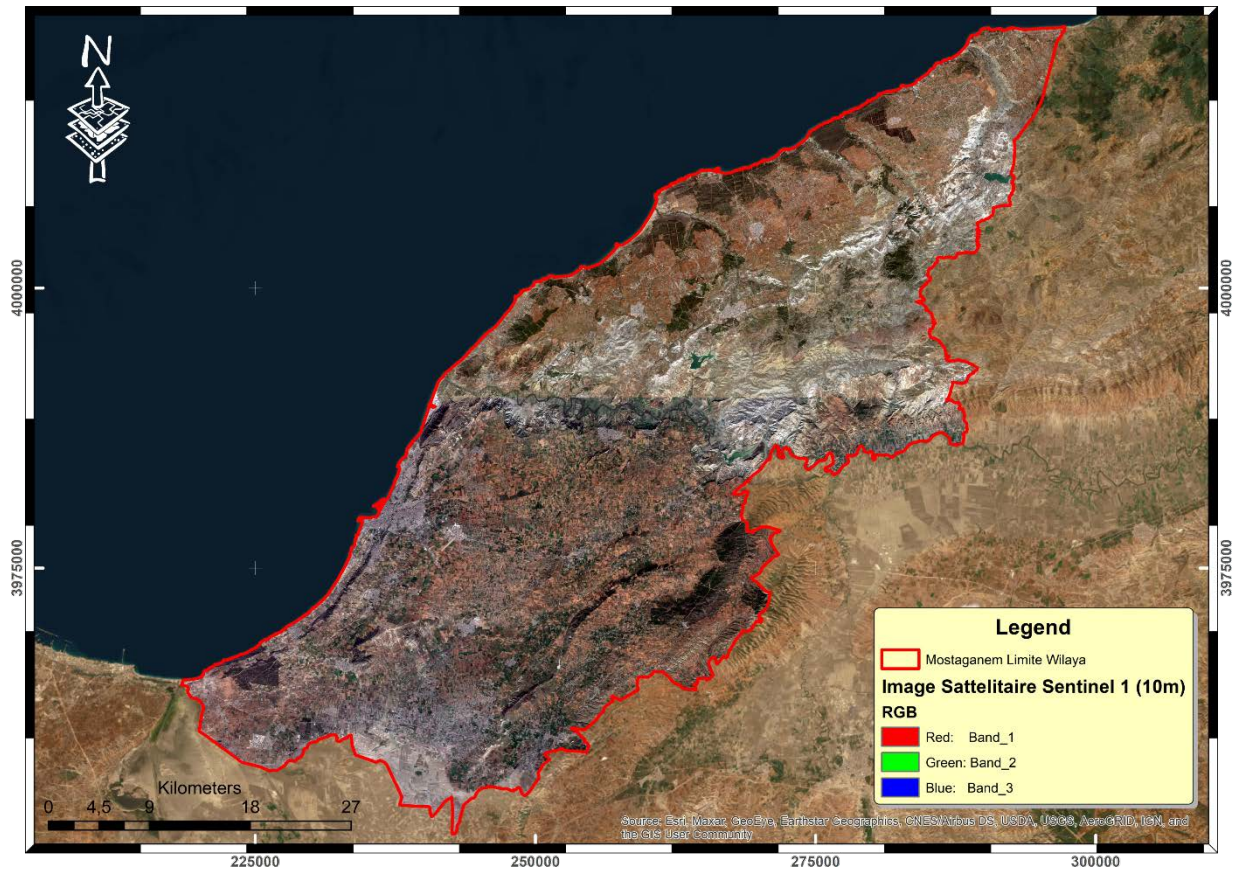



Figure 31: Image Satellitaire de 12.5 de précision, Mostaganem Sentinel 2

III.2 Les Logiciels Utilisés :

III.2.1 ArcGIS 10.7 :

Nous avons choisi ArcGis 10.7 Desktop qui est un logiciel de la firme ESRI , leader mondial des SIG La figure 32 vous donne un aperçu de l'organisation de l'ensemble des produits ESRI. les produits les plus utilisées du ESRI sont : « ArcGIS desktop », « ArcView », comprenant les applications « ArcCatalog », « ArcMap » et « ArcToolbox » ainsi que l'extension « Spatial Analyst » [\(28\)](#)

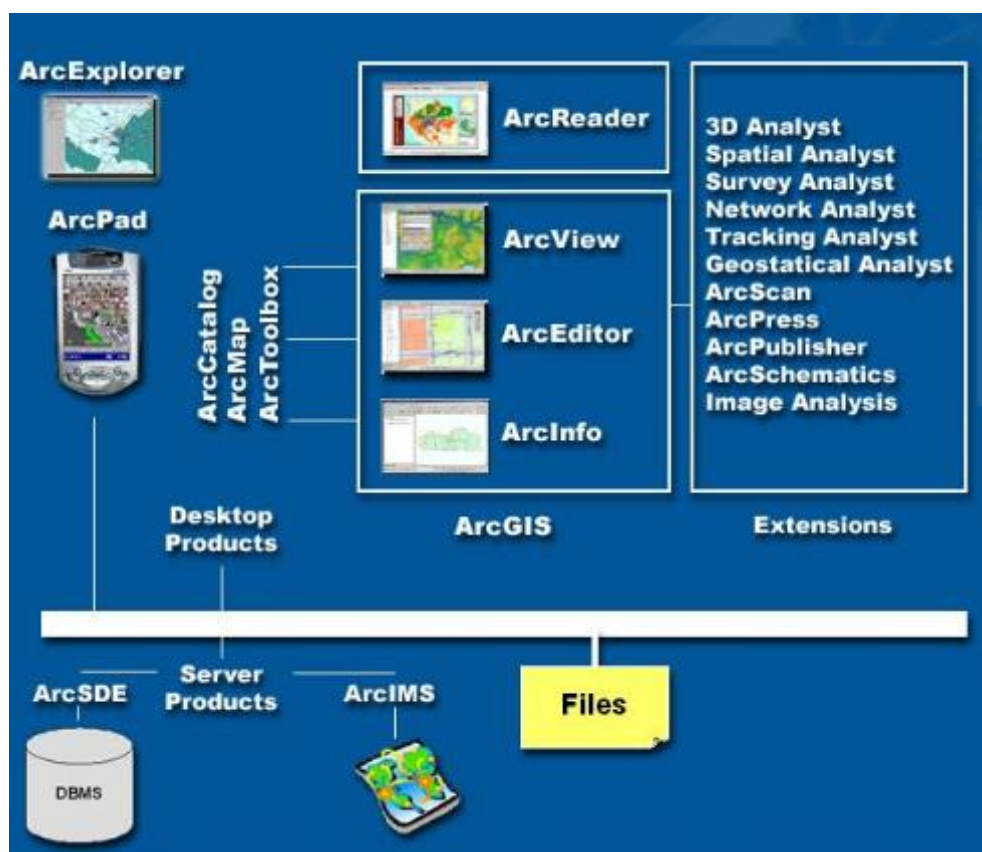


Figure 32: What is ArcGIS?

ArcMap:

ArcMap représente les informations géographiques sous forme d'un ensemble de couches et les autres éléments sous forme d'une vue de carte. Il y a deux vues cartographiques principales dans ArcMap : le mode Données et le mode Mise en page. Le bloc de données présente une fenêtre géographique, ou bloc cartographique, dans laquelle vous pouvez afficher et utiliser les informations géographiques sous la forme d'une série de couches. Le mode Mise en page affiche une page dans laquelle sont organisés les éléments cartographiques (par exemple, le bloc de données, une barre d'échelle et un titre de carte) pour l'impression de la carte. [\(29\)](#)

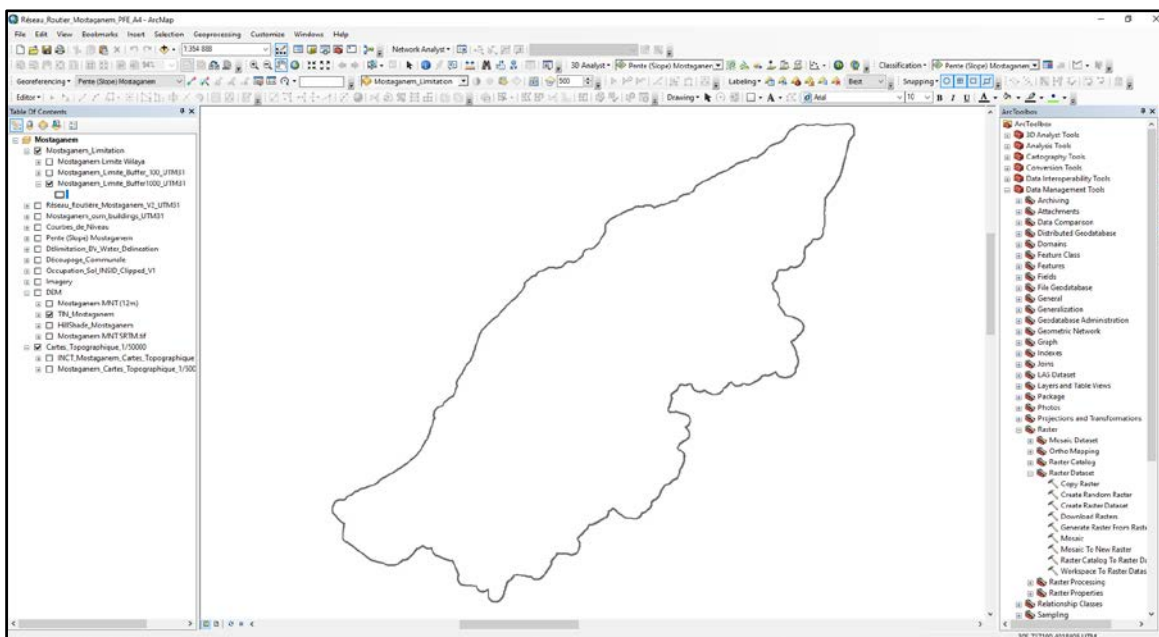


Figure 33: Interface de ArcMAP en mode « visualisation des données » (data view)

La barre d'outils renferme les outils de navigation sur les données graphiques des couches, ainsi que les outils d'affichage rapide de données sémantiques (attributaires) liées aux entités graphiques.

ArcScene : C'est une application de création et visualisation 3D qui vous permet de consulter vos données SIG en trois dimensions [\(30\)](#).

ArcToolBox : Regroupe un ensemble d'outils de conversion de données, de gestion des projections, de géotraitement, etc.

ArcCatalog : Vous permet de passer en revue, organiser, distribuer et modifier les éléments de propriétés des données géographiques. L'interface permet d'employer des méthodes graphiques ou textuelles pour passer en revue, contrôler ou modifier l'ensemble des données et aussi modifier le système de coordonnées ainsi que la projection de chaque couche (layer).

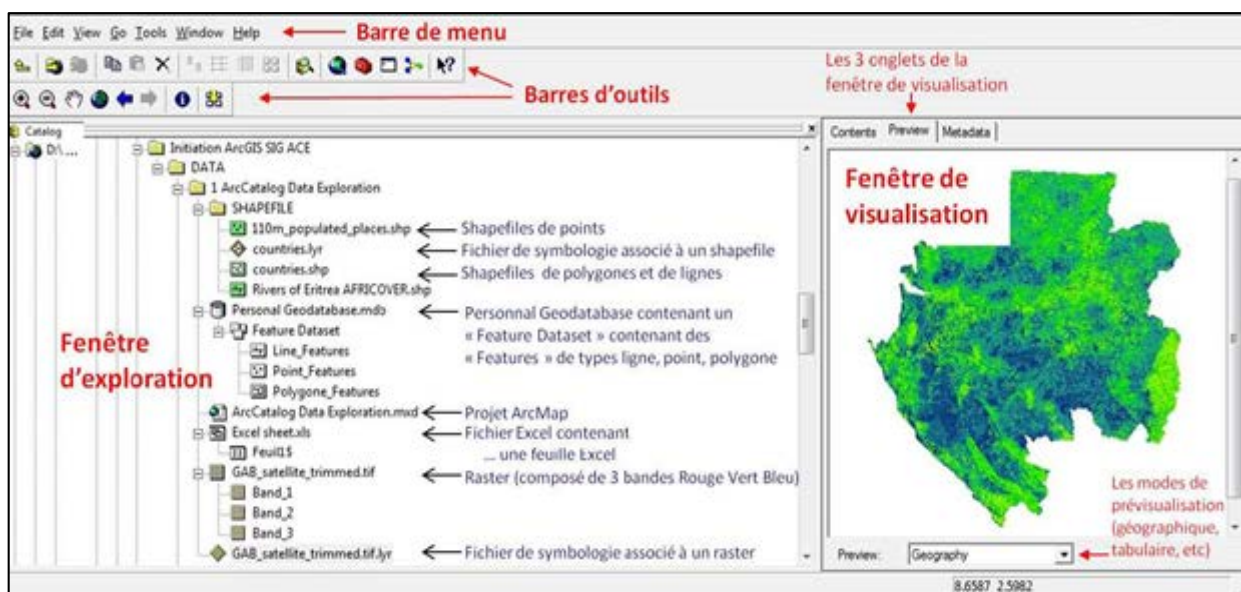


Figure 34: Interface de ArcCatalog

ModelBuilder : permet de créer de nouveaux outils à partir d'outils existants :

ArcCatalog, ArcToolBox et ModelBuilder sont accessibles par des fenêtres que l'on peut ouvrir depuis ArcMap.

On peut aussi utiliser comme éditeur de scripts, python qui est intégré à ArcMap. On peut écrire des scripts à partir de python pour automatiser certaines tâches. On peut aussi utiliser des scripts existants. ArcPy est un module python fourni avec ArcGIS 10.7 Desktop.

III.2.2 PostgreSQL :

Définition : C'est un système de gestion de bases de données relationnelles objet (ORDBMS) fondé sur **POSTGRES, Version 4.2**. Ce dernier a été développé à l'université de Californie au département des sciences informatiques de Berkeley. POSTGRES est à l'origine de nombreux concepts qui ne seront rendus disponibles au sein de systèmes de gestion de bases de données commerciaux que bien plus tard [\(31\)](#).

III.3 Conclusion :

En conclusion, on constate qu'afin d'aboutir à une base de données exploitable et efficace, il est préférable d'entamer un accès aux données et aux supports techniques tels que les cartes topographiques et les MNT et des images satellitaires, de plus les logiciels puissants et leader pour gérer et cartographier les données en sachant que l'obtention de ces derniers est plus accessible pour les institutions nationales que pour la recherche scientifique.

CHAPITRE IV
**CONCEPTION ET
REALISATION DU BD
ROUTIER DE LA
WILAYA DE
MOSTAGANEM**

IV Introduction

Après avoir consacré les trois premiers chapitres pour la modélisation UML de base de données routières ainsi que l'aspect théorique du SIG et les procédures et démarches de l'acquisition des Données routière, nous allons dans ce qui suit essayer de le mettre en œuvre et on le corrobore sur le réseau routier du territoire de la wilaya de Mostaganem. Nous allons répartir ce chapitre en deux sections, dans le premier, nous allons présenter brièvement la wilaya de Mostaganem, ensuite nous allons faire une étude et analyse et applications sur le réseau routier dans la wilaya sous un système d'information géographique (SIG) et à l'aide des logiciels leaders et bien reconnus.

IV.1 Section.1 Présentation de la wilaya à l'aide des outils ArcGIS :

IV.1.1 Introduction :

La forte croissance urbaine de la wilaya de Mostaganem, est caractérisée d'une part, par une conservation de la structuration de la ville et de son centre et d'autre part, par l'apparition de nouvelles pratiques de mobilité favorisant largement l'utilisation de l'automobile et ceci sans que le réseau d'infrastructure routière ne soit adapté aux nouvelles données. Dans ce chapitre, nous allons donner une vue sur la zone étudiée et de ses spécifications. Par la suite nous parlerons de l'infrastructure du réseau routier.

IV.1.2 Situation géographique :

La wilaya de Mostaganem est située au Nord-Ouest de l'Algérie exactement entre les méridiens $0^{\circ} 4' 0,083''$ de longitude Est et les parallèles $35^{\circ} 54' 35,900$ de latitude Nord. Et couvre une superficie de 2269 Km². (32) Elle est délimitée :

- A l'Est par les Wilaya de Chlef et Relizane,
- Au Sud par les Wilaya de Mascara et Relizane,
- A l'Ouest par les Wilaya d'Oran et Mascara,
- Au nord par la Mer Méditerranée.

La Wilaya de Mostaganem compte à l'année 2018 une population de 877.448 habitants avec une densité de 396,8 Hab/Km². (32)

La ville de Mostaganem est limitée administrativement par les communes de :

- * Mazagran, au Sud-Ouest ; Hassi Mameche, au Sud ; Sayada, au Sud-Est ;

Kheireddine et Ain Boudinar, à l'Est ; Ben Abdelmalek Ramdan, au Nord-Est. (33)

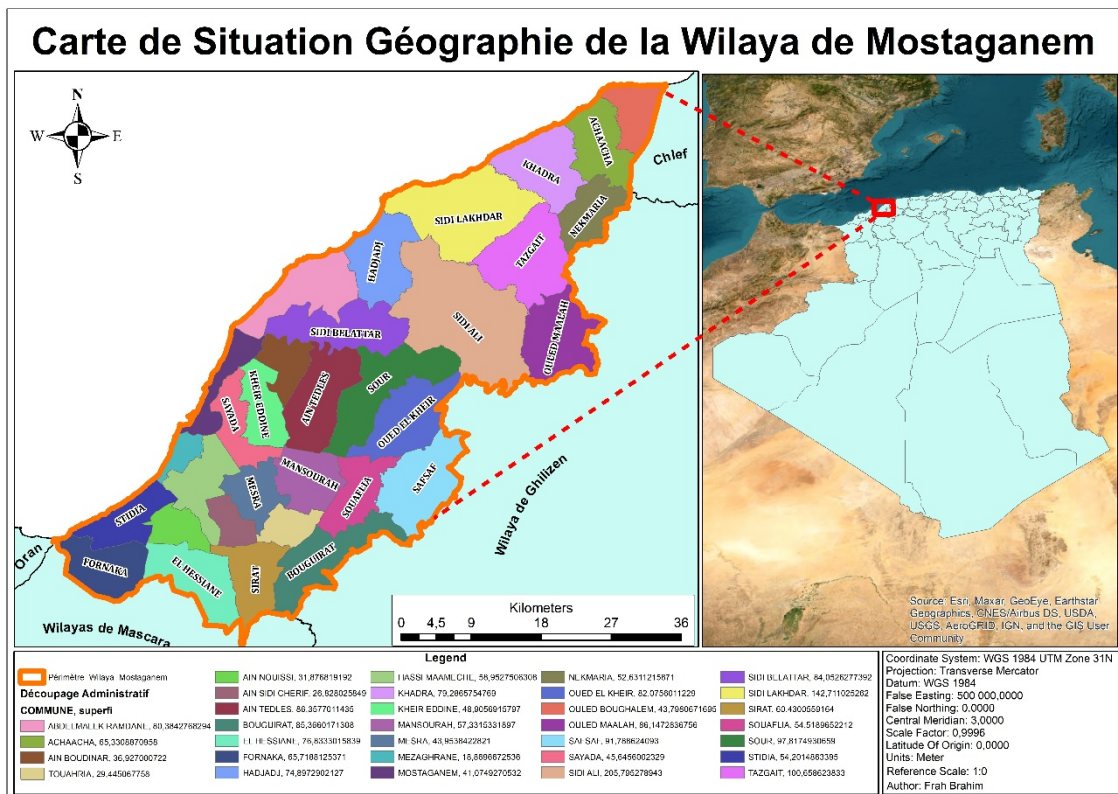


Figure 35: La situation géographique de la wilaya de Mostaganem.

IV.1.3 Relief :

Le relief de la Wilaya de Mostaganem s'individualise en 04 unités morphologiques appartenant à deux (02) régions distinctes : le Plateau et le Dahra. (34)

Tableau 01 : Le relief de la Wilaya de Mostaganem.

Unités	Communes Concernes	Unités	Communes Concernées
Vallées Basses De L'ouest	<ul style="list-style-type: none"> • Mazagran • H/ Mameche • Stidia • Ain Nouissy • El Haciane et Fornaka 	Mont Dahra	<ul style="list-style-type: none"> • Oued El Kheir • Saf Saf • Ouled Maalah • Ain Boudinar • Nekmaria • Sidi Ali ; Tazgait • Sidibelatar
Plateau De Mostaganem	<ul style="list-style-type: none"> • Mostaganem • Sayada • Kheir Eddine • A/ Tedeles • Sour ; Bouguirat • Mesra ; Sirat ; Touahria • Souaflias ; Mansourah 	Vallée de L'est	<ul style="list-style-type: none"> • Ben A/Ramdane • Hadjadj • Sidi Lakhdar • Khadra • Achaacha • O/ Boughalem

IV.1.4 Découpage administratif :

La Wilaya de Mostaganem est constituée de 10 Dairas et 32 Communes ⁽³⁴⁾.

Tableau 2: Découpage administrative

DAIRA	COMMUNES
MOSTAGANEM	MOSTAGANEM
HASSI MAMECHE	HASSI MAMECHE - STIDIA – MAZAGRAN
AIN TEDELES	A/TEDELES - SOUR - S/BELATAR - O/EL KHEIR
BOUGUIRAT	BOUGUIRAT - SIRAT - SAF SAF – SOUAFLIAS
SIDI ALI	SIDI ALI - TAZGAIT - OULED MAALAH
ACHAACHA	ACHAACHA - NEKMARIA - KHADRA -
AIN NOUISSY	AIN NOUISSY - FORNAKA - EL HACIANE
MESRA	MESRA -MANSOURAH-TOUAHRIA-AIN SIDI
SIDI LAKHDAR	SIDI LAKHDAR - HADJADJ - BEN A/RAMDANE
KHEIR EDDINE	KHEIR EDDINE - SAYADA - AIN BOUDINAR

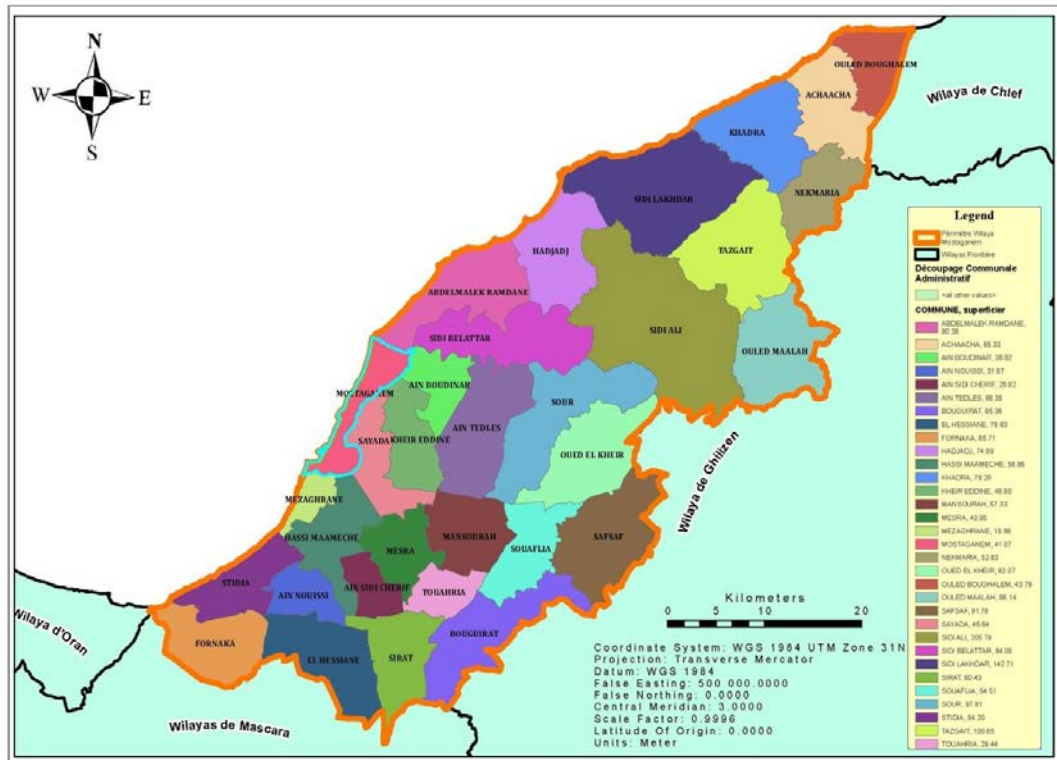


Figure 36: Carte de Découpage Administratif Communale de Mostaganem.

IV.1.5 Visualisation 3D de Mostaganem sous ArcScene :

D'une part ce travail propose une ouverture à un nouveau mode de visualisation dans le cadre d'une modification du différent réseau et du milieu urbain : **la troisième dimension**.

D'autre part, il a permis d'actualiser une maquette 3D de la wilaya de Mostaganem, et de concevoir une modélisation 3D réaliste de la ville. Le tout est drapé sur un sol en relief, En effet, l'utilisation du SIG en 3D dans le cadre d'un projet d'urbanisation est beaucoup plus interactive qu'un simple plan 2D et permet de se rendre compte plus aisément de la nouvelle identité que va acquérir une ville avec l'aménagement d'une zone y compris le réseau routier.

La modélisation 3D avec un réalisme à la pointe, requiert un temps de travail considérable et un matériel informatique conséquent, mais le résultat est tellement proche du monde réel qu'il encourage à toujours faire plus pour obtenir une maquette 3D plus poussée dans la représentation. Notre but a été de trouver un équilibre entre ce que nous souhaitons réaliser et le temps qui nous est imparti, mais il nous reste à l'esprit d'autres améliorations en perspective.

-Voici les différentes maquettes 3D et 2D qu'on a pu réaliser à l'aide des outils ArcGIS :

-Modélisation de la Topographie et relief :

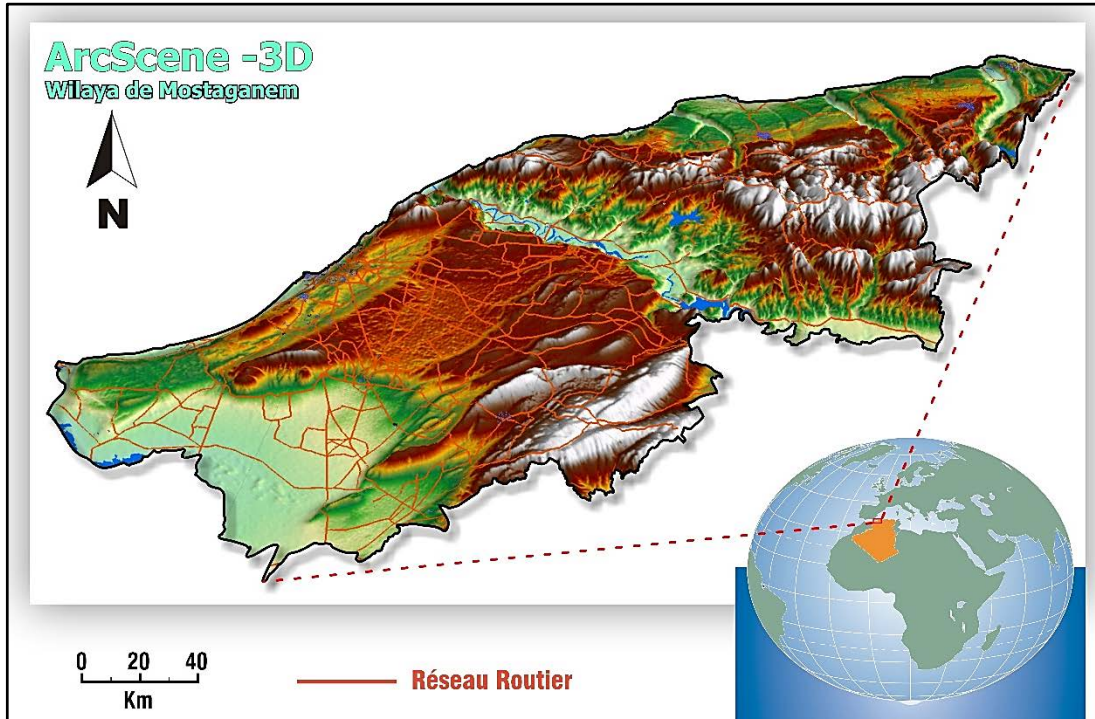


Figure 37: Vue 3-dimensionnelle de la situation géographique et topographie de Mostaganem sous ArcScene

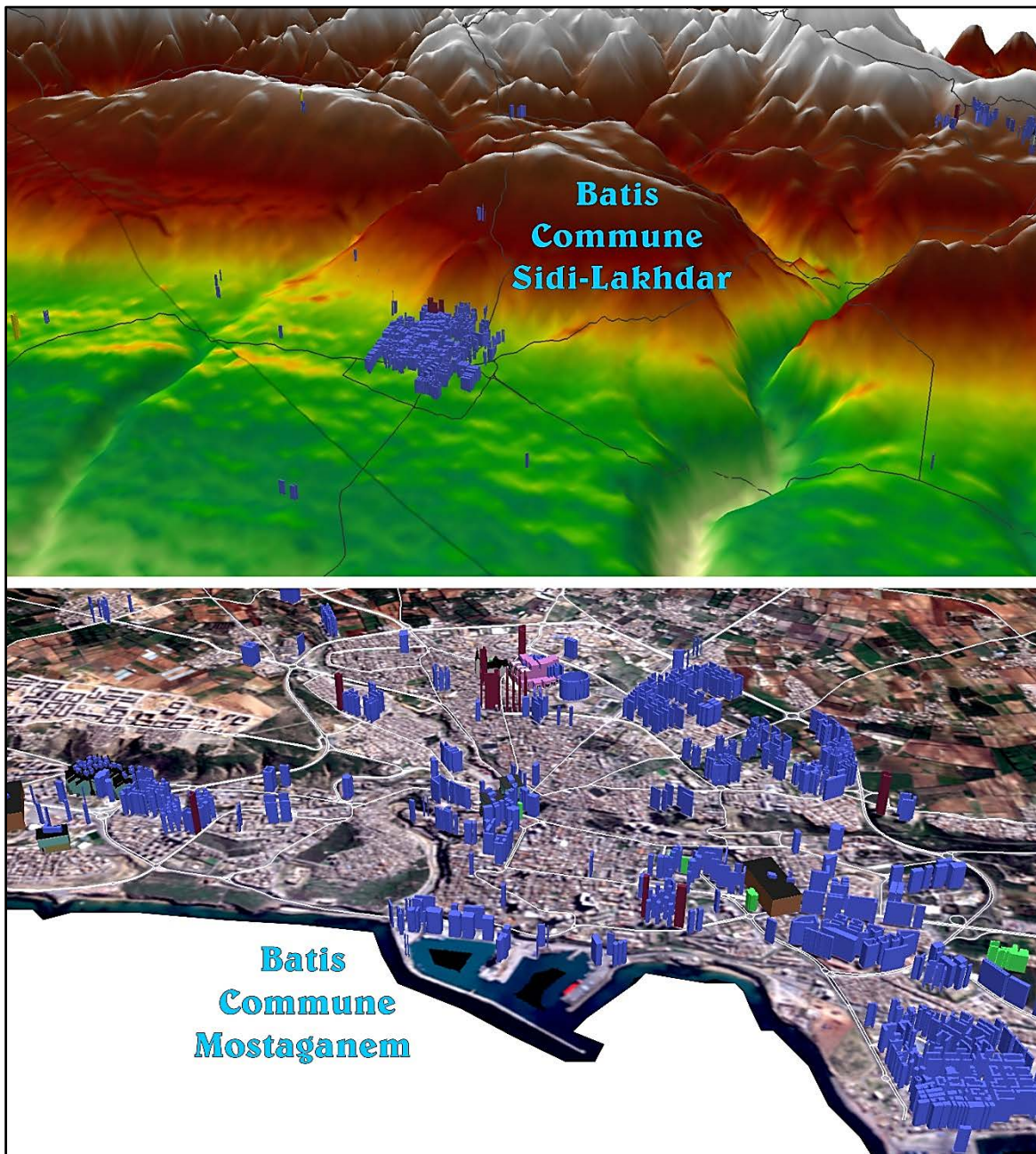
- Modélisation de Bâtis :

Figure 38: Aperçue 3-dimensionnelle de Bâtis de commune de Mostaganem et Sidi-Lakhdar sous ArcScene

Remarque :

Les valeurs d'hauteur ont été augmentées afin de mieux visualiser les bâtis.

- Modélisation de Réseau Routier :

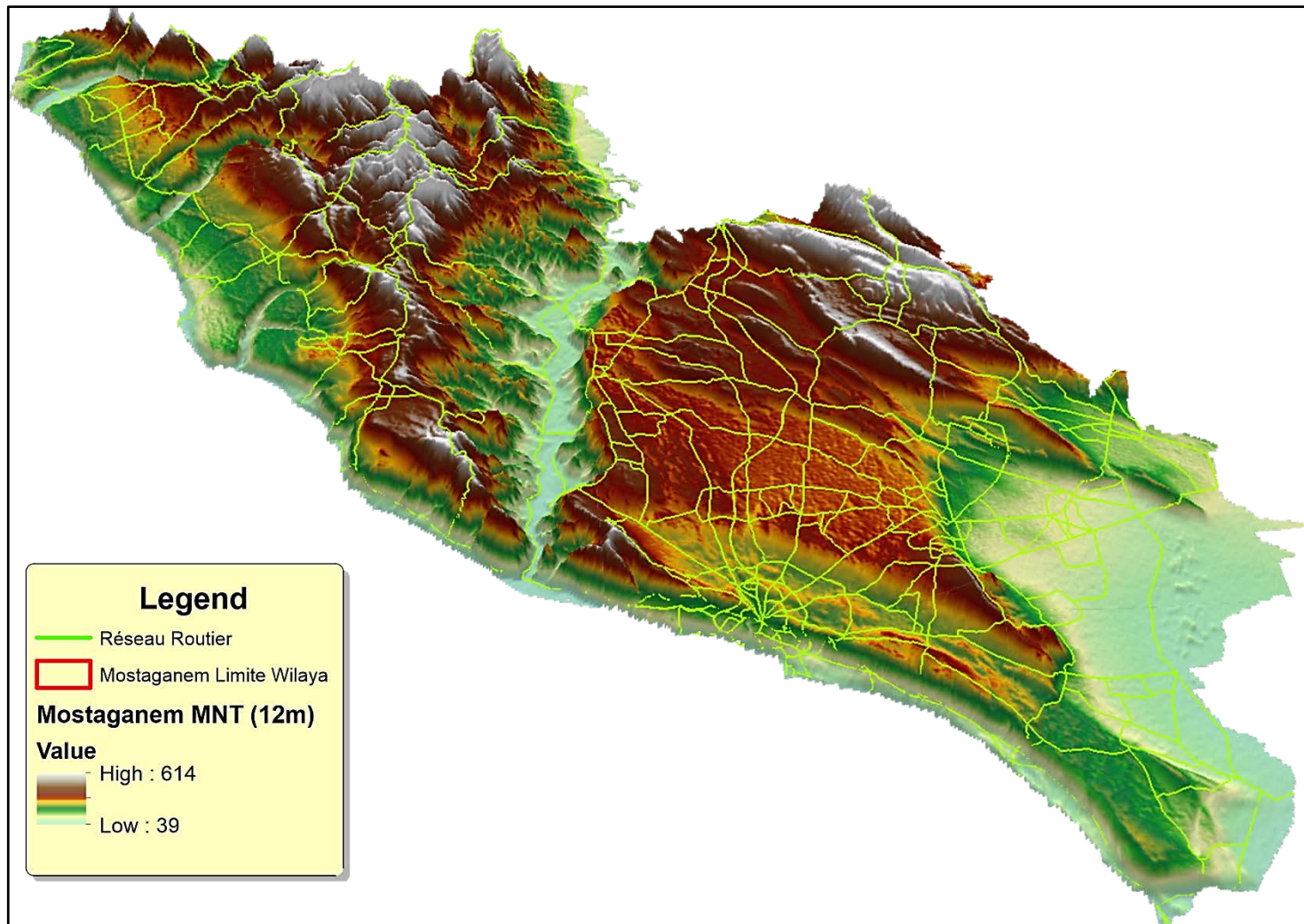


Figure 39: Vue 3-dimensionnelle de Réseau Routier de Mostaganem sous ArcScene

. - Modélisation de Réseau Hydrographique :

Après une étude de délimitation de bassin versant sous ArcGIS, on a obtenu ces figures :

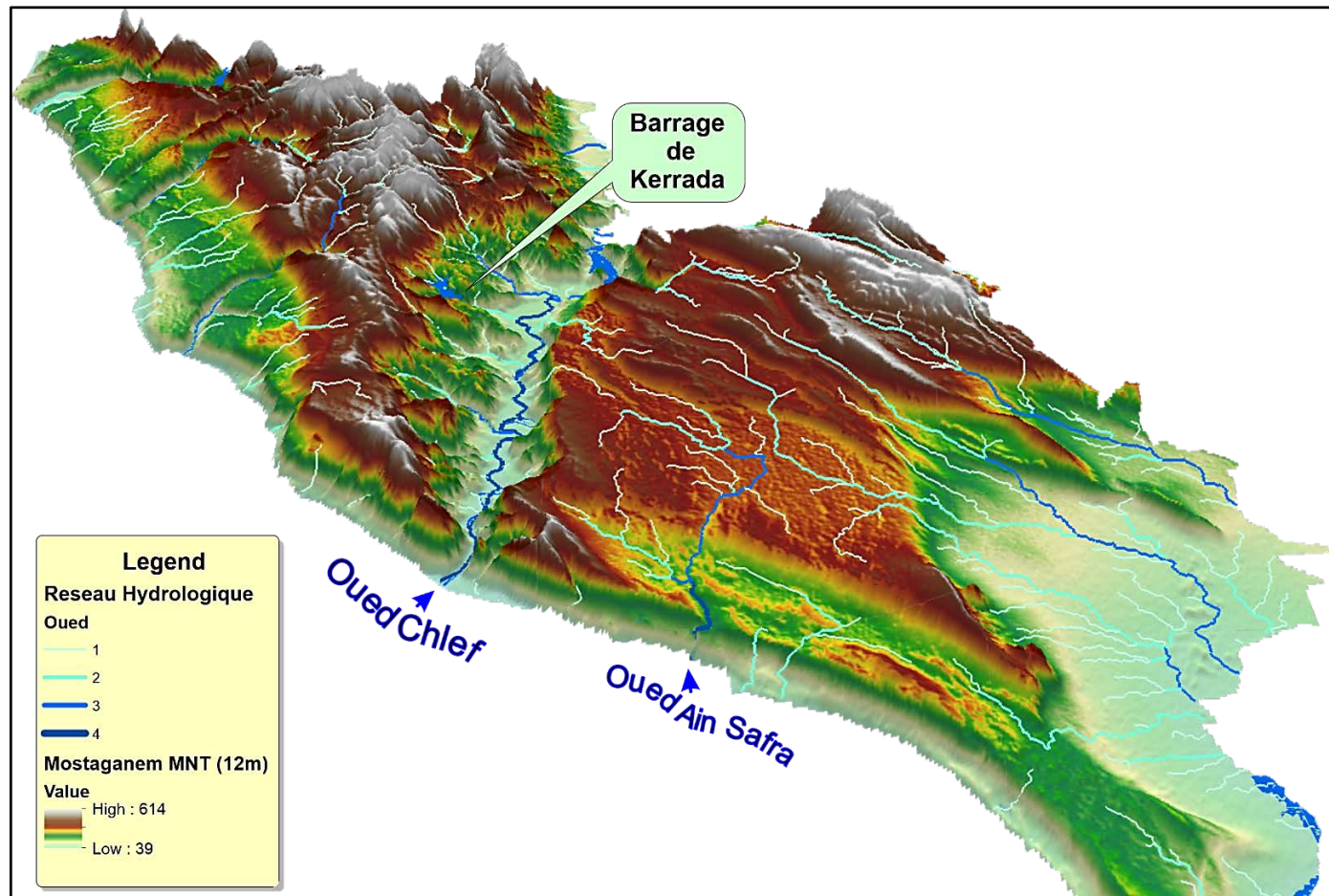


Figure 40: Vue 3-dimensionnelle de Réseau Hydrographique de Mostaganem sous ArcScene.

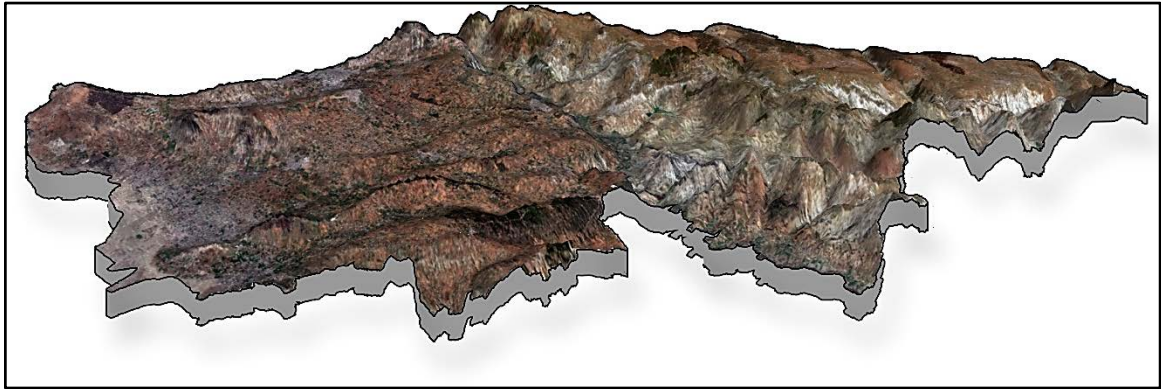
- Modélisation satellitaire de la wilaya de Mostaganem :

Figure 41: Vue 3-dimensionnelle avec Image Satellitaire de Sentinel de la wilaya de Mostaganem sous ArcScene.

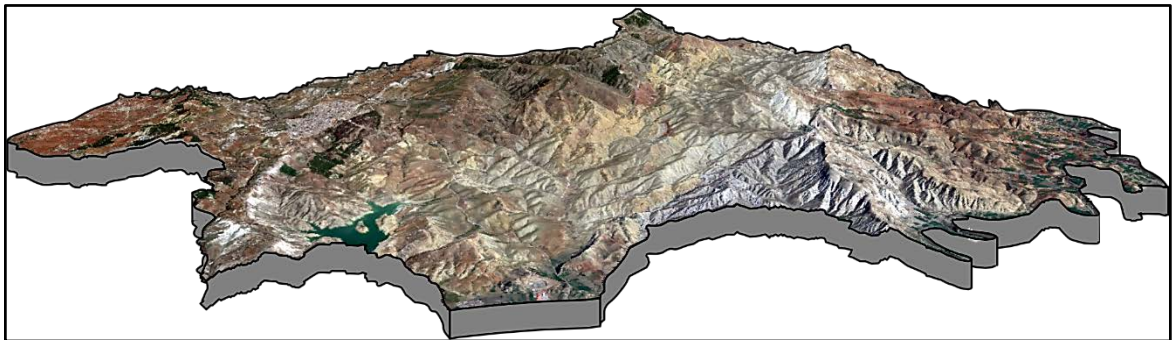
- Modélisation satellitaire de la commune de Sid-Ali :

Figure 42: Vue 3-dimensionnelle avec Image Satellitaire de Sentinel de la commune de Sidi-Ali sous ArcScene.

-Aperçu sur les cartes 2D réalisées sous ArcMap :

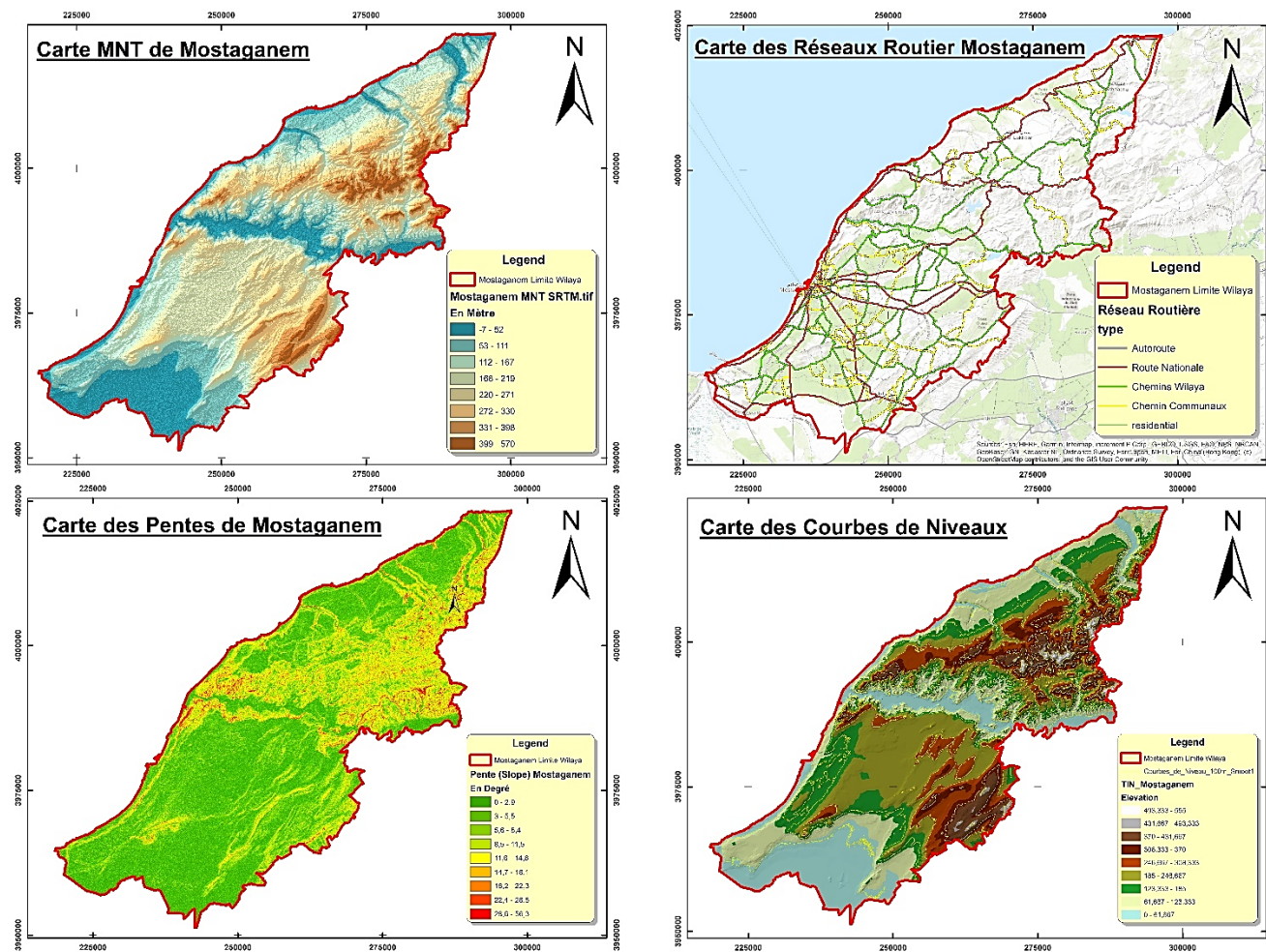


Figure 43: Carte de MNT, Pentes, réseau routière, Courbes de niveaux sous ArcMap.

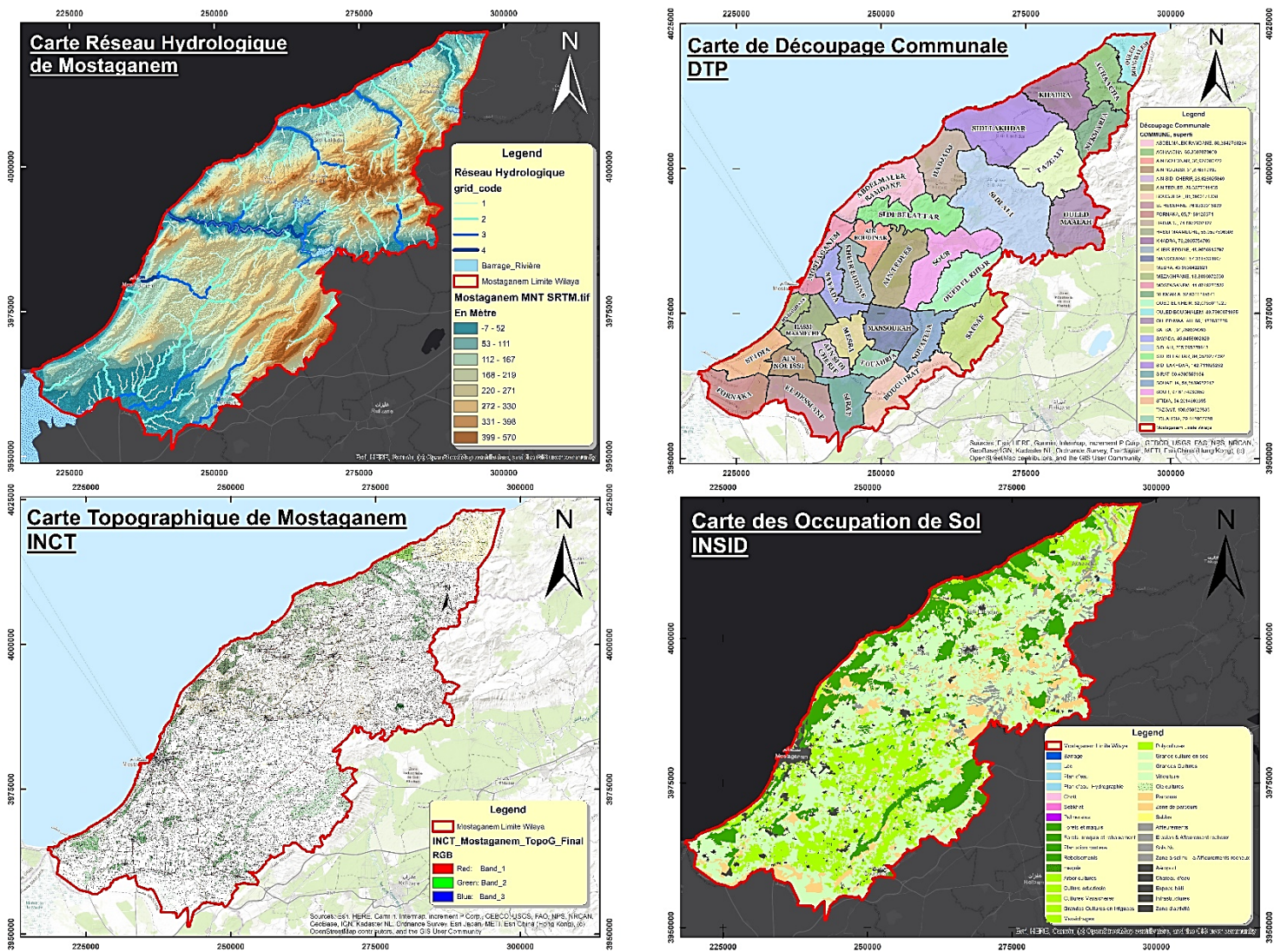


Figure 44: Carte de réseau hydrographique, découpage communale, fond des cartes topographiques, occupation de sol sous ArcMap.

IV.2 Section.2 Application sur la base de données routière de la wilaya de Mostaganem :

IV.2.1 Etude d'application de réseau routier de Mostaganem :

- Infrastructures routières de la wilaya de Mostaganem :

Tableau 3: Infrastructures routières (SOURCE : DTP) U : KMS

DESIGNATION	EXISTANT			OBS
	TOTAL	REJETUS	N. REJETUS	
R. N	332,427	332,427	-	-
C.W	654	654	-	-
C.C + C. R	1200.142	971,852	228,290	-
TOTAL	2.186,569	1.958,279	228,290	-

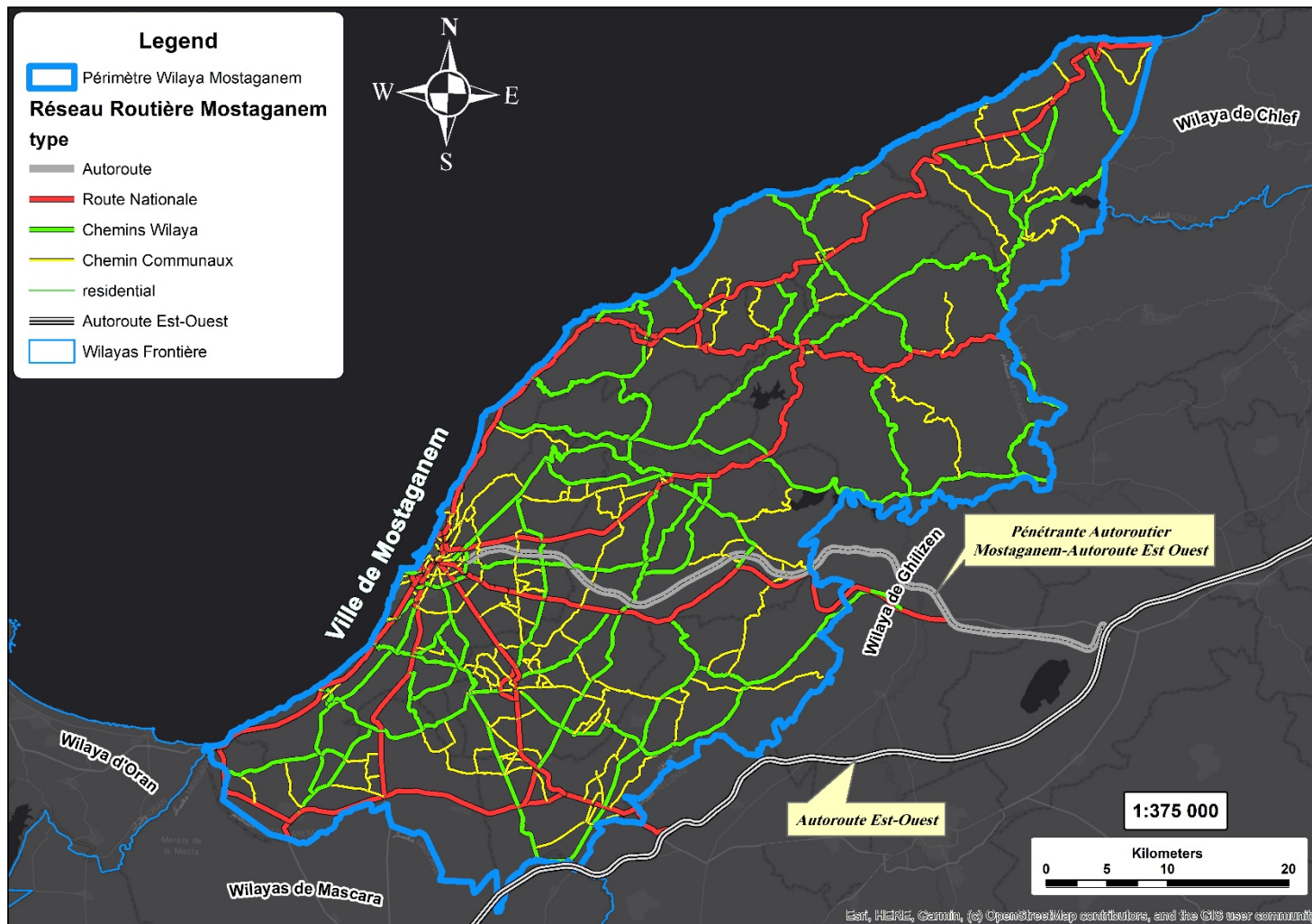


Figure 45: Carte de réseau routier de Mostaganem et la disposition de l'Autoroute Est-Ouest et la nouvelle pénétrante Autoroutière.

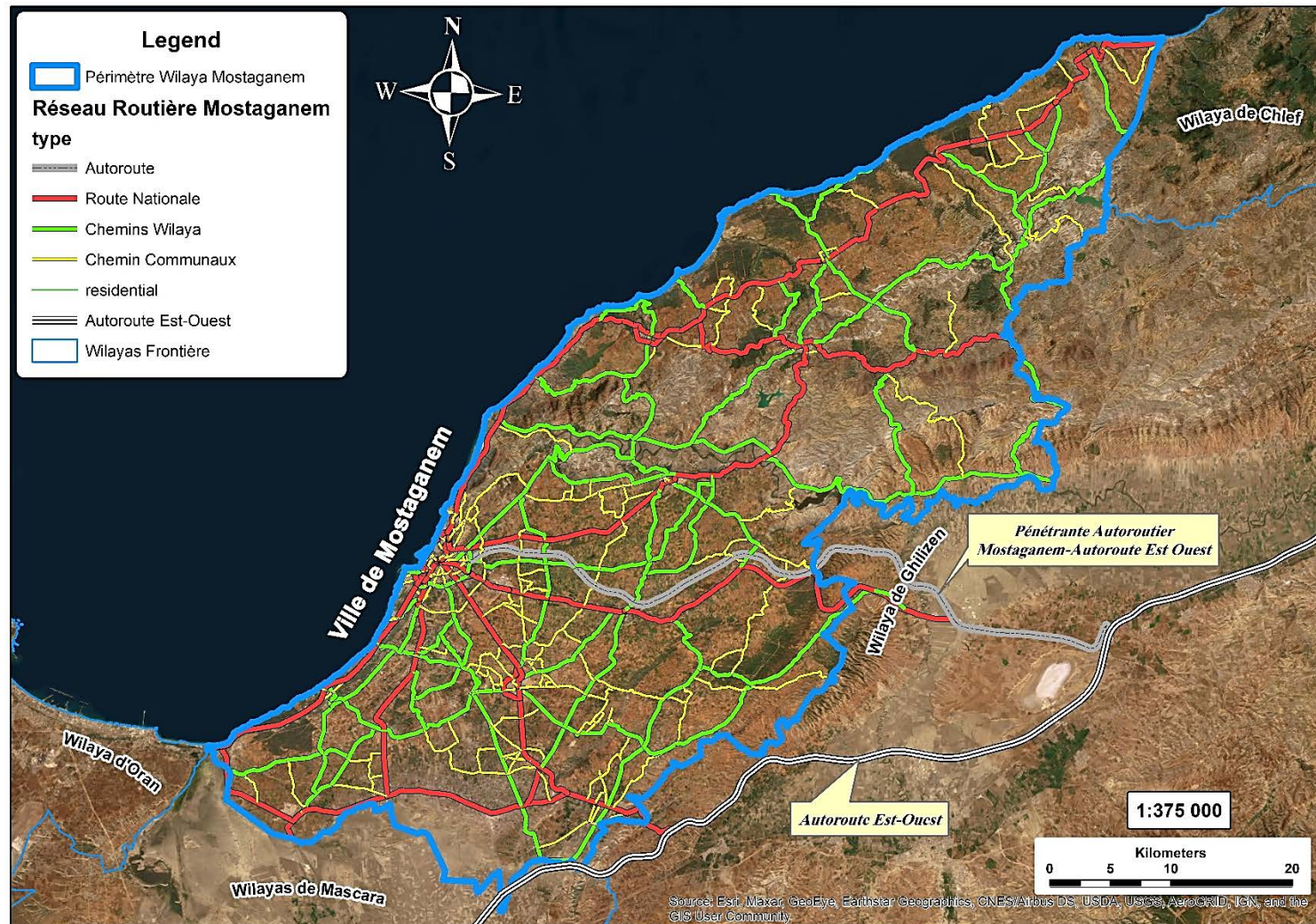


Figure 46: Carte de Réseau Routier de Mostaganem et la disposition de l'Autoroute Est-Ouest

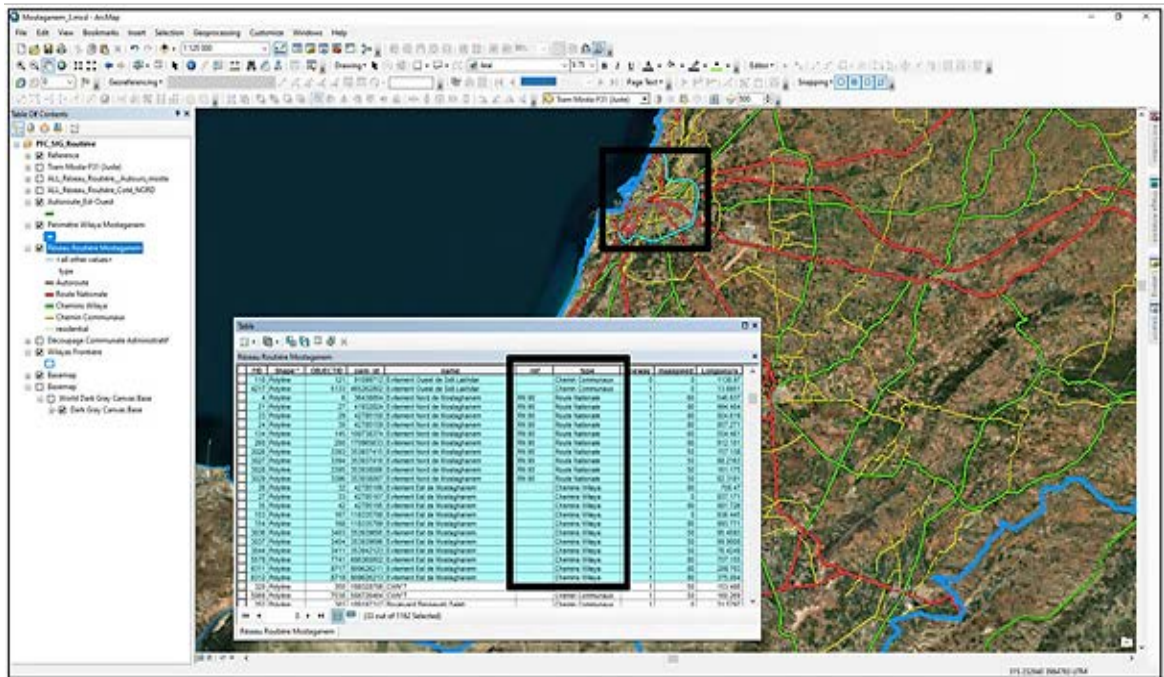


Figure 47: Disposition de route d'Évitement Mostaganem sur la base de données.

État du réseau routier de la wilaya de Mostaganem :

Tableau 4: État du réseau routier (Source : DTP)

DESIGNATION	ÉTAT ACTUEL (LINEAIRE)			TOTAL
	BON ÉTAT	ÉTAT MOYEN	MAUVAIS ÉTAT	
R. N	229	-	103	332
C.W	358	-	296	654
C.C + C. R	556	211	433	1200
TOTAL	1143	211	832	2186

- Voici quelques extractions par sélection du réseau routier par commune :

➤ Réseau routier de la Commune de Sidi-Ali :

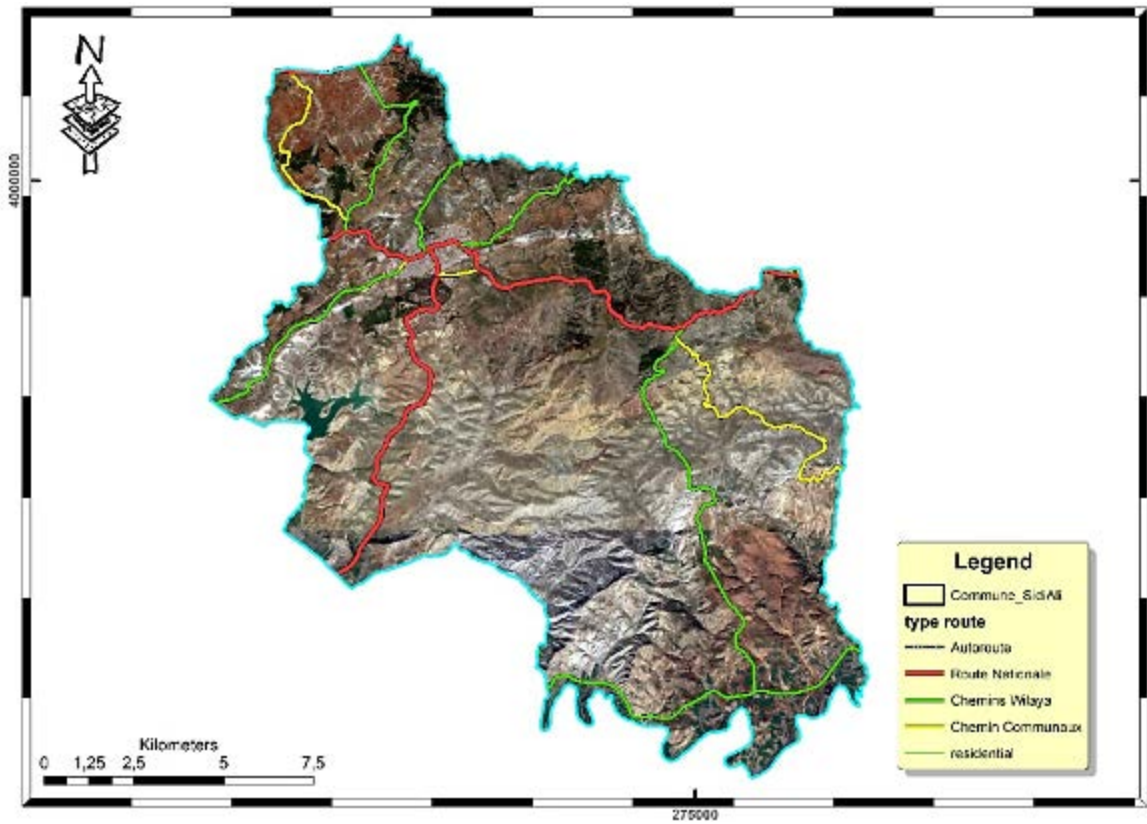


Figure 48: Infrastructure routière de la commune de Sid-Ali.

Tableau 5: Statistique sur le réseau routier de la Commune de Sid-Ali.

Type	Longueur totale (m)	Longueur totale (KLM)
Chemin Communaux	24469,317	24,469
Chemins Wilaya	61685,038	61,685
Route Nationale	42280,931	42,281

➤ Réseau routier de Sour :

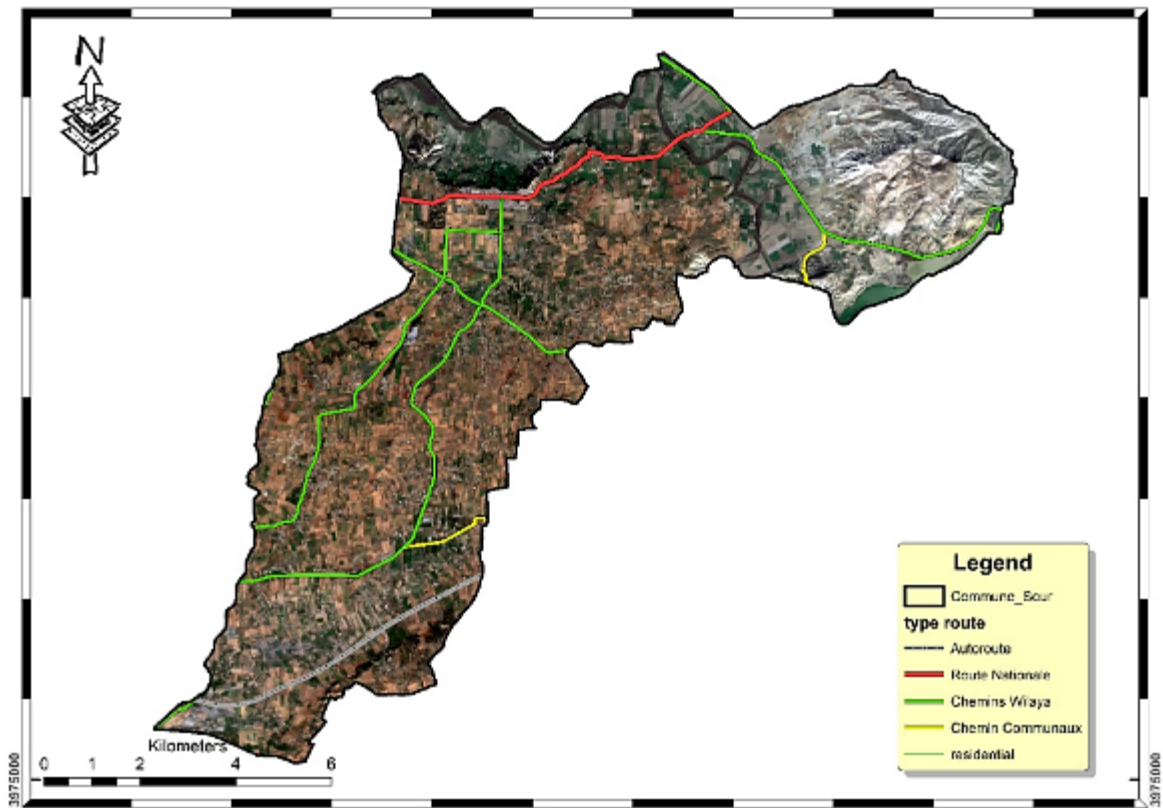
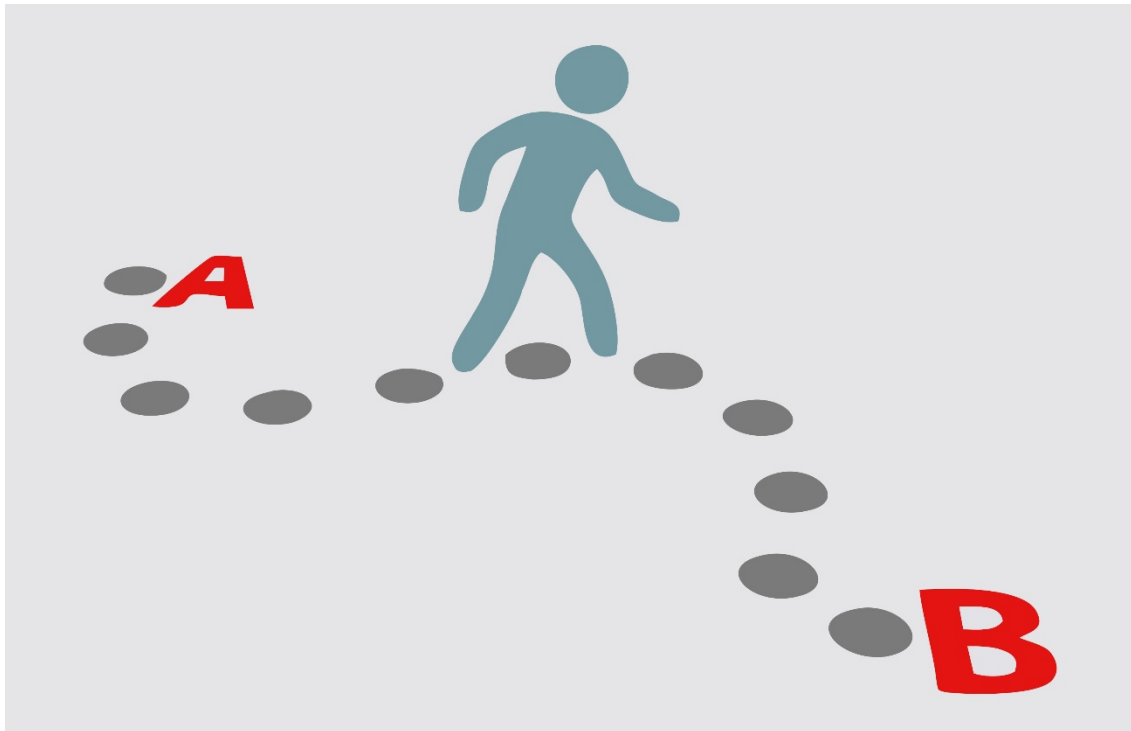


Figure 49: Infrastructure routière de la commune de Sour.

Tableau 6: Statistique sur le réseau routier de la Commune de Sour.

Type	Longueur totale (m)	Longueur totale (KLM)
Autoroute	19400,6310	19,4006
Chemin Communaux	5067,6806	5,0677
Chemins Wilaya	56035,5746	56,0356
Route Nationale	19771,0813	19,7711

IV.2.2 L'utilisation de l'outil analyse du réseau (Network Analyst) aide à la décision :



✚ Pourquoi la modélisation des réseaux de transport ?

- ✓ Moins de Carburant, moins de pollution
- ✓ Moins de maintenance de véhicule
- ✓ Réduire le cout de transport
- ✓ Moins de retard dans les trafics
- ✓ Plus de service on-time
- ✓ Choisir l'endroit optimal
- ✓ Évacuations plus rapide dans les cas urgence alors **sauver des vies**.
- ✓ Aide à la décision.

L'Extension ArcGIS Network Analyst permet aux entreprises, aux services publics et à d'autres organisations d'assurer leurs activités avec une meilleure efficacité et de prendre de meilleures décisions stratégiques.

Ces organisations sont en mesure de mieux comprendre les marchés dynamiques, qu'ils soient réels ou potentiels, une fois qu'ils savent qui peut accéder à leurs biens ou à leurs services.

Les coûts de transport peuvent être réduits en optimisant le séquençement des arrêts et en recherchant les itinéraires les plus courts entre ces arrêts, tout en tenant compte de

plusieurs contraintes (fenêtres horaires, capacités des véhicules et temps de trajet maximal, par exemple). Le service client peut être amélioré grâce à des temps de réponse plus rapides ou à des emplacements de ressources plus faciles d'accès. L'ArcGIS Network Analyst extension facilite la compréhension et la résolution de problèmes de cette nature.

Les chercheurs et les analystes utilisent les fonctionnalités de cette extension pour déterminer les trajets de moindre coût sur un réseau entre plusieurs origines et destinations. Les matrices de coût origine-destination créées par l'ArcGIS Network Analyst extension concourent souvent à des analyses de plus grande envergure. Par exemple, la prévision du comportement de trajet inclut fréquemment les distances à parcourir pour accéder à certaines attractions. Ces distances de réseau sont appliquées à des expressions mathématiques visant à prévoir les déplacements.

La matrice de coût origine-destination calcule les chemins de moindre coût sur le réseau entre des origines et des destinations. Il en résulte des entités lignes qui relient des origines à des destinations. Chaque entité ligne enregistre le coût total du déplacement sur le réseau sous forme de valeur d'attribut. Les analystes utilisent souvent la table attributaire comme source de données pour des applications de programmation linéaire.

De la même façon, certaines analyses avec statistiques spatiales donnent des résultats plus précis lorsque des distances de réseau sont utilisées à la place de distances en ligne droite. Prenons l'exemple d'une analyse sur les accidents de la circulation, qui a pour objectif de localiser les lieux accidentogènes, d'en identifier les causes et de prendre les mesures nécessaires pour réduire le nombre d'accidents. Comme les voitures se déplacent sur des routes, l'identification de lieux accidentogènes s'avère beaucoup plus efficace avec des distances de réseau qu'avec des distances en ligne droite. ⁽³⁵⁾

IV.2.3 Définition du réseau selon ArcGIS :

Un réseau est un système d'éléments interconnectés, comme des tronçons (lignes) et des jonctions (points), qui représentent des itinéraires possibles d'un emplacement à un autre⁽³⁵⁾.

ArcGIS classe les réseaux en deux catégories :

Les réseaux géométriques et les jeux de données réseau.

IV.2.4 Types de couches d'analyse de réseau :

- 1) Itinéraire (Route)
- 2) Ressource la plus proche (New service area)
- 3) Zones de desserte (New closest facility)
- 4) Matrice de coût OD (New OD cost matrix)
- 5) Calcul d'itinéraire de véhicule (New vehicle routing problem)
- 6) Emplacement-allocation (New location-allocation)
- 7) Analyse dépendant de l'heure (Trafic)

-Après avoir établi la topologie et création de jeu de données mentionnées en détails dans le chapitre 3 on peut entamer dans la phase analyse comme suivante :

IV.2.5 Itinéraire (Route) :

Le meilleur itinéraire peut être le plus rapide, le plus court ou le plus pittoresque, selon l'impédance choisie.

Si l'impédance est définie sur le temps, le meilleur itinéraire est l'itinéraire le plus rapide. Par conséquent, le meilleur itinéraire peut être défini comme l'itinéraire dont l'impédance est la plus faible, où l'impédance est choisie par l'utilisateur.

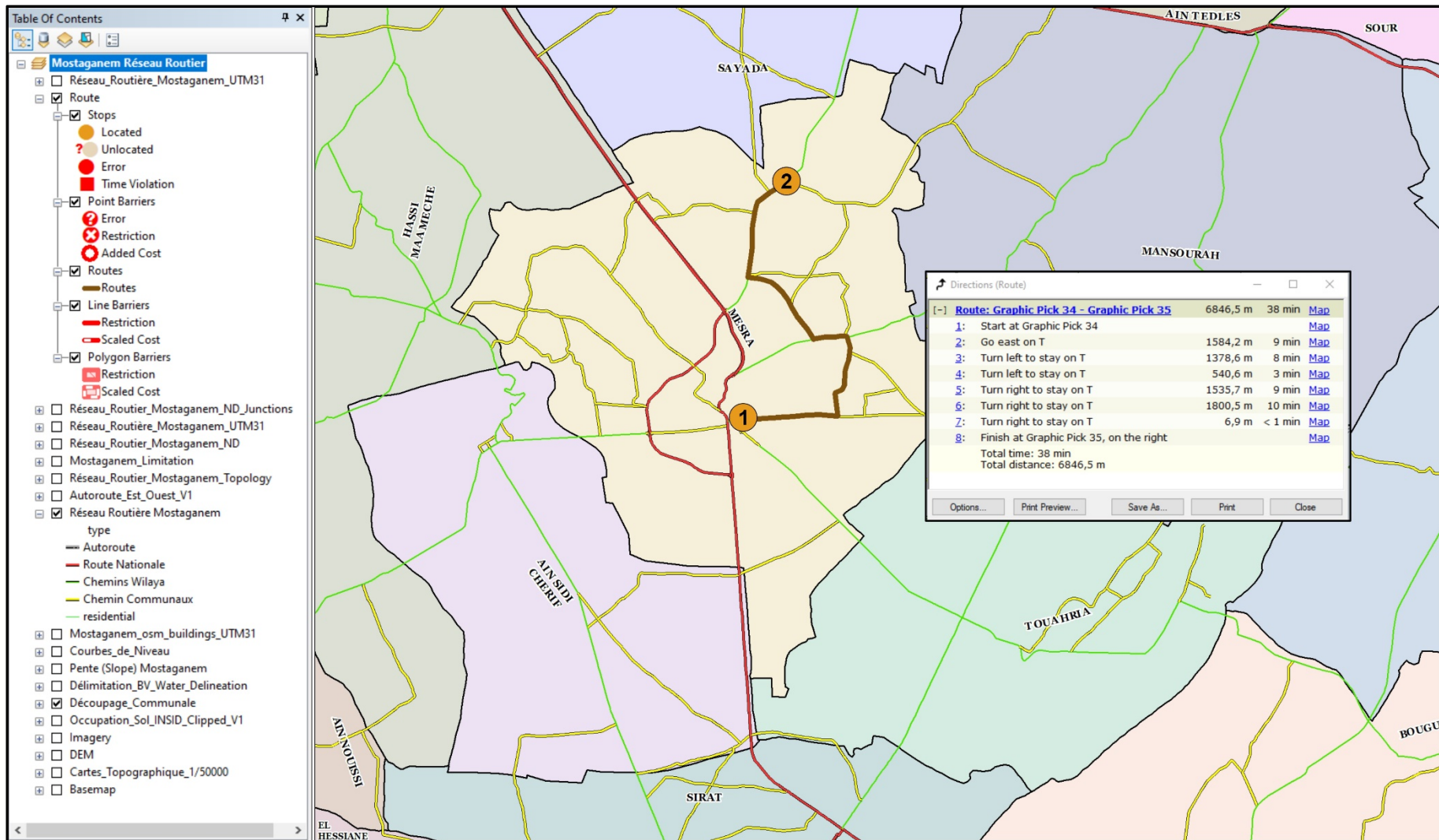


Figure 50: Exemple de chemine le plus court en terme du temps effectué (commune de Mesra)

Dans l'exemple ci-dessus, le premier cas utilise le temps comme impédance [\(36\)](#). Le chemin le plus rapide apparaît en bleu et affiche une longueur totale de 6,8 kilomètres, soit un temps de parcours de 38 minutes.

IV.2.6 Resource la plus proche (New service area)

Recherche une ou plusieurs ressources les plus proches d'un incident d'après le temps de trajet, la distance et autres coûts, et génère en sortie le meilleur itinéraire, la ressource choisie et les directions entre l'incident et la ressource. Vous pouvez, par exemple, utiliser cet outil pour rechercher l'hôpital le plus proche d'un accident, des voitures de police les plus proches du lieu d'un crime ou le point de vente le plus proche de l'adresse d'un client.

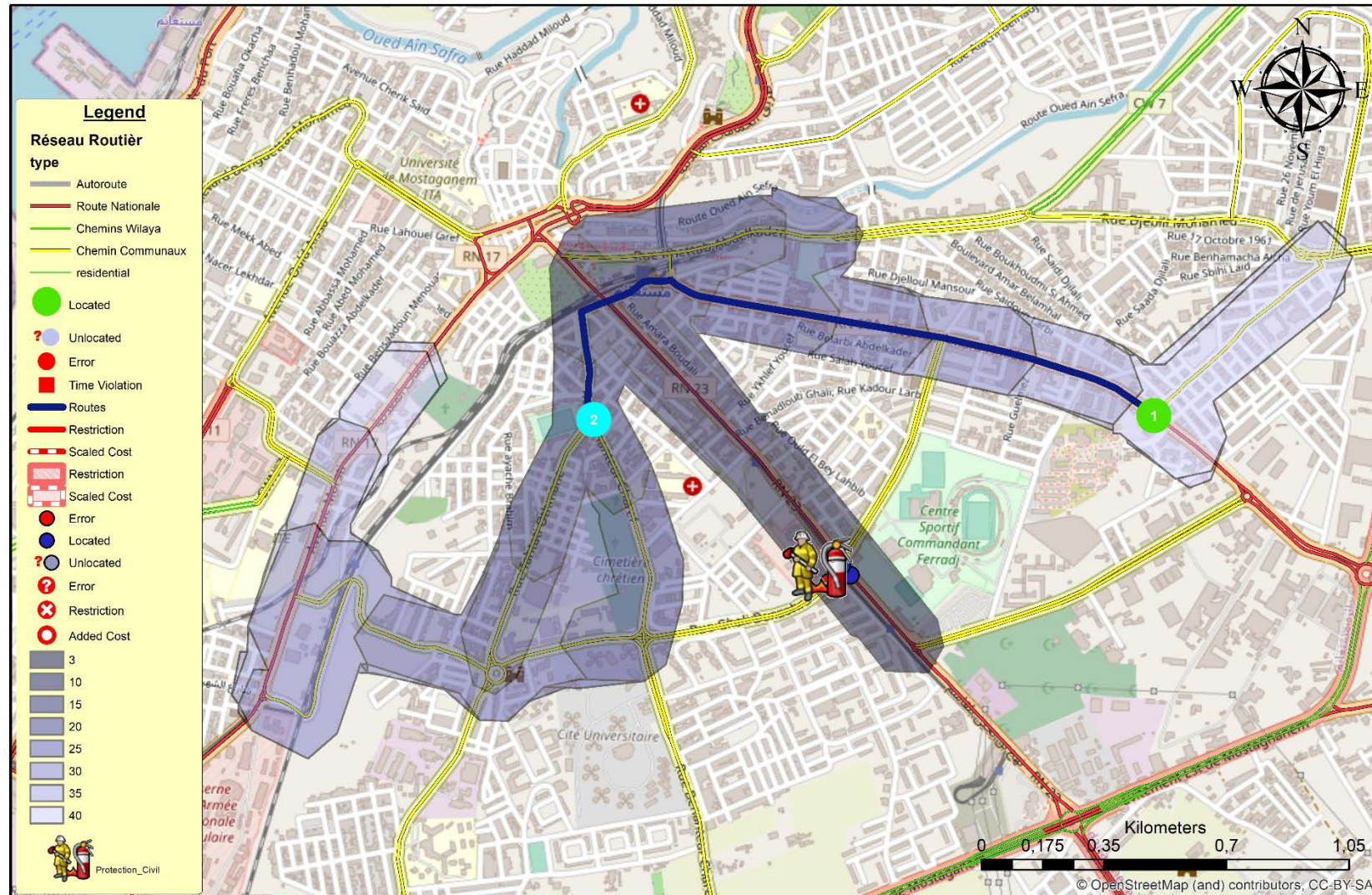


Figure 51: Exemple de ressource la plus proche effectué sur la situation de la protection civile de Mostaganem (à côté de cité 5 juillet)

IV.3 CONCLUSION :

Finally, after presentation and multidimensional modeling of our study area, as well as the implementation of our consolidated data base with concrete illustrations, we observe that the integration of road data bases under ArcGIS and its tools is indispensable.

Conclusion Générale

V CONCLUSION GENERALE

Nous avons présenté dans ce PFE notre démarche d'analyse en matière de gestion de base de données routière. Qui est basée sur deux axes : l'acquisition d'une multitude de données spatiale, créer et structurer afin de l'exploiter dans le deuxième axe majeur.

En premier lieu, nous avons porté notre attention sur l'approche orientée objet avec UML qui nous a conduites à un nouvel horizon sur la conception de la base de données routière. Et grâce à UML et sa richesse représenter dans différents diagrammes l'idée abstraite devient concrète et réelle et cela n'est qu'un avantage permis d'autre.

Notre démarche consiste à rassembler les différentes cartes géographiques auprès des services concernés à savoir l'INCT, l'urbanisme et le cadastre, en introduisant ses cartes dans un système d'analyse via ArcGIS ensuite nous avons procédé à la reproduction minutieuse de ses cartes.

En deuxième lieu, nous avons mis en place une démarche qui consiste à la conception d'une base de données. Cette démarche permet d'effectuer des analyses thématiques débauchant sur la réalisation initiale du SIG routière de la wilaya.

Au début, notre travail présentait des lacunes engendrées par le manque de données et les lenteurs administratives dans l'approvisionnement de la documentation nécessaire. Afin de résoudre ces insuffisances, nous nous sommes basés, en premier lieu, sur la digitalisation sur des cartes topographiques de Mostaganem et générer à des fichiers de forme Shape file (.shp) ⁽³⁷⁾ de réseaux routiers de la wilaya. Puis, nous avons procéder à la fabrication de notre propre base de données.

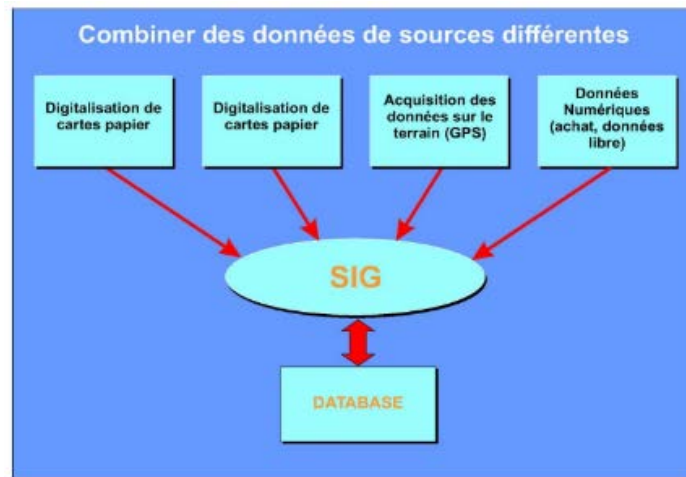


Figure 52: Combinaison des Données dans un SIG

L'outil utilisé (ArcGIS), nous a permis de valider la faisabilité et la fiabilité de notre démarche, de la simplification des cartes et l'interrogation des bases de données géographiques par secteur d'activité. L'expérimentation basée sur l'utilisation de cet outil a porté des preuves affirmant que notre démarche est capable de répondre aux besoins émergents en matière de gestion des bases de données géographiques et d'éventuelle mise en place d'un SIG professionnel.

Les résultats obtenus dans le cadre de la gestion de données géographiques sont très encourageants et nous permettent d'envisager un approfondissement dans cette piste recherche. En particulier, les développements, les difficultés rencontrées et les résultats obtenus ont mis en évidence un certain nombre de perspectives à nos travaux.

A court terme, ces perspectives portent principalement sur :

La conscientisation des autorités locales (communal, wilayales.) quant à l'urgence de la modernisation de la gestion des collectivités locales par l'introduction des outils ArcGIS pour économiser le temps, les dépenses et l'espace et mieux prendre des décisions.

Inciter nos chercheurs à se focaliser sur cette niche de recherche afin de l'explorer d'avantage et de l'exploiter sur les différents domaines.

A long terme, il est légitime et souhaitable d'envisager la conception d'un SIG révolutionné selon les approches modernes et de dimension nationale intégrant plusieurs secteurs et branches d'activité couvrant l'espace national.

Références bibliographie

V.1 Références bibliographie

- (1) UML 2 : Analyse et conception, mise en œuvre guidé
- (2) UML 2 De l'apprentissage à la pratique Par Laurent AUDIBERT-2006
- (3) La différence entre MCD et MLD : <https://www.prospection-ciblee.com/mcd-modele-conceptuel-de-donnees-base-de-donnees/>
- (4) Système d'information et base de données (Vincent Augusto) ENS Saint-Etienne
- (5) Comparaison entre les bases de données MCD, MLD et MPD : <https://www.lucidchart.com/blog/fr/bases-de-donnees-mcd-ml-d-et-mpd>
- (6) La différence entre MCD et MLD : https://www.smartmodel.ch/home/differences/mcd_mld
- (7) Qu'Est-ce que le Language UML (Unified modeling Language) : <https://www.lucidchart.com/pages/fr/langage-uml>
- (8) Méthodologie des systèmes d'information – UML (DI GALLO Frédéric)
- (9) Diagramme de séquence selon IBM : <https://www.ibm.com/docs/fr/rsm/7.5.0?topic=uml-sequence-diagrams>
- (10) Rapport sur la marche et les effets du choléra dans Paris et le département de la Seine. Anne 1832
- (11) Richard Marsden, John Snow and the Broad Street Cholera Outbreak of 1854 Windward Software.
- (12) SIG, une histoire de définitions Mathieu KOEHL Revue XYZ • N° 101 – 4e trimestre 2004
- (13) SIG : définition Auteur : Christine C. de <http://sig-pour-tous.forumactif.com>
- (14) <http://www.developpez.com> (consulté : 18-04-2023)
- (15) Une donnée est appelée géographique lorsqu'elle fait référence à un ou plusieurs objets localisés sur la surface terrestre.
- (16) « QU'EST CE QU'UN SYSTQU'EST CE QU'UN SYSTÈME D'INFORMATION GME D'INFORMATION GÉÉOGRAPHIQUE » Laboratoire de cartographie appliquée - Élisabeth HABERT - IRD – 2000
- (17) Pour plus d'informations sur les types de champs dans les logiciels SIG consulter : <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/manage-data/tables/arcgis-field-data-types.htm>

(18) Anés MISSOUMI Rapport de stage : « La Modélisation Géospatiale pour des applications Urbaine en 3D » ; Ville D'ISSY-LES-MOULINEAUX et BONNEUIL-SUR-MARNE, 2010.

(19) <https://www.esrifrance.fr/sig4.aspx> (consulté : 03-05-2023)

(20) A. Enagnon B. YEBADOKPO Optimisation du système d'entretien du réseau routier du Bénin : impacts spécifiques du PASR » UPIB et Université Catho de Lille (2008).

(21) Institut Nationale de Cartographie et de Télédétection : <https://www.inct.mdn.dz/>

(22) Topologie : <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/latest/manage-data/editing-topology/geodatabase-topology-rules-and-topology-error-fixes.htm>

(23) <https://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/>

(24) <http://www.openstreetmap.org/copyright>

(25) H. I. Reuter, A. Nelson, and A. Jarvis, "An evaluation of void-filling interpolation methods for srtm data," International Journal of Geographical Information Science, vol. 21, no. 9, pp. 983–1008, 2007.

(26) H. Parmentier, B. Belletti, Université de Lyon, Laboratoire EVS-UMR5600, ENS de Lyon Images « Sentinel-2 et exemples d'usages en géomorphologie fluviale », Conférence francophone SIG live ESRI, 14/10/21 : <https://sig2021.esrifrance.fr/programme/60fadf872656954f053d22e0>

(27) Hervé Parmentier, Université de Lyon, UMR 5600, Laboratoire EVS, ENS de Lyon. « Imageries Sentinelles, collectes et calculs d'indices de végétation ».

(28) Initiation à ArcGIS, Arlon Campus Environnement (Ce manuel et les données y afférentes sont libres de droit et redistribuables moyennant une mention de la source*. Ils sont téléchargeables gratuitement à l'adresse web : <https://orbi.uliege.be/handle/2268/135775> (consulté : 01-05-2023)

(29) Définition du Logiciel ArcMap sur le site officiel de ESRI : <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/latest/get-started/introduction/a-quick-tour-of-arcmap.htm> (consulté : 04-05-2023)

(30) ArcScene: <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/latest/extensions/arcscene/the-arcscene-coordinate-system.htm>

(31) PostgreSQL : <https://docs.postgresql.fr/12/intro-what-is.html>

(32) <http://www.dsp-mostaganem.dz/index.php/en/sample-sites-2> (consulté : 28-04-2023)

(33) Etude du plan de circulation de la ville de Mostaganem Phase N°02 Rapport final Mai 2008. Fournis par : ENTREPRISE METRO D'ALGER -BUREAU D'ETUDES DES TRANSPORT URBAINS

(34) « MOMGRAPHIE DE LA WILAYA DE MOSTAGANEM » MINISTERE DES FINANCES « Direction générale du budget » « Direction de la programmation et de suivi budgétaires » Situation arrêtée au 31/11/2011

(35) « Présentation de l'extension ArcGIS Network Analyst »

<https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm>

(36) définition d'Impédance : <https://support.esri.com/fr-fr/gis-dictionary/impedance>

(37) Définition de fichier shapefile sur le site officiel de ESRI : <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm> (consulté le 03-05-2023)