

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



**UNIVERSITÉ AMAR TÉLIDJI
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL**



***Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme de Magister en :
Filière : Génie civil,
Option : Géo-information et Management.***

**SIT : infrastructures routières et réseaux de
transports (réalités et perspectives) dans la Wilaya de
Laghouat**

Présentée par :

*Mr MEDJDOUB Abdelkader, ingénieur d'Etat en Génie
Civil, diplômé de l'université d'Ibn Khaldoun –Tiaret.*

Soutenue publiquement le : 18 Octobre 2015 Devant le jury :

M ^r GOUAL Mohammed Sayeh	Professeur	Université Amar Téliidji -Laghouat-	Président
M ^r BEDERINA Madani	Professeur	Université Amar Téliidji -Laghouat-	Examinateur
M ^{me} CHERROUN Hadda	MCA	Université Amar Téliidji -Laghouat-	Examinatrice
M ^r ABDELLAOUI Abdelkader	Professeur	Université Paris-Est Créteil -Paris-	Rapporteur

2015

REMERCIEMENTS

Je tiens ici fortement à remercier l'ensemble des personnes qui ont contribué de manière directe ou indirecte au succès de ce mémoire.

En tout premier remerciement, je pense notamment à mon directeur de mémoire, le professeur ABDELLAOUI Abdelkader de l'Université Paris-Est Créteil. Il a su à la fois me prodiguer d'utiles critiques et orientations et m'accorder une grande liberté dans l'organisation de ce travail.

Mes remerciements vont également à l'ensemble des membres du jury, qui ont accepté de prendre le temps de lire et de juger mon travail, je remercie donc sincèrement Monsieur le professeur GOUAL Mohammed Sayeh qui a assuré le rôle de président du jury, Monsieur le Professeur BEDERINA Madani, et Mme CHERROUN Hadda « MCA » de l'Université Amar Téliidji de Laghouat.

Que mes collègues de magistère « Géoinformation et Management » trouvent ici le témoignage de ma reconnaissance et de mon amitié, pour l'agréable bout de chemin qu'on a passé ensemble, pour leur disponibilité et leur sympathie : BILAL Ramzi, LAYEB Djamel, BEKKAY Mohammed Tahar, ainsi que les éléments de la deuxième promotion surtout SAFAR Chakib.

Remerciements adressés aussi à mes collègues de travail : GHRIGA Mohammed Lamine, BENHAMMOUDA Amar et DJAMEL Bahmed, sans oublier mon Directeur SELLAMI Moussa.

Que les cadres du Ministère des Travaux Publics « Directeurs et sous directeurs » trouvent ici le témoignage de ma reconnaissance pour l'aide et l'encouragement : ZOUANE Abdelmadjid, SAGOUE Abdelkrim, LAKHDARI Boudjemââ, AMEUR Brahim.

Je remercie aussi mon épouse qui par ses encouragements multiples et sa patience jamais mise en défaut a toujours rallumé la petite flamme de la motivation qui vacillait parfois en moi et qui a accepté de sacrifier trois longues années de plus pour me permettre de poursuivre mes études.

Enfin, je voudrais remercier mes deux enfants Houssemeddine et Ouafaâ de leur patience et de leur amour et surtout m'excuser de les avoir un peu négligés ces derniers mois.

Table des matières.

Remerciements	2
ملخص.....	6
Résumé	7
Abstract	8
Introduction	9
Partie I : Le Réseau Routier, état et contraintes	14
Chapitre 01 : Instances, réglementation et gestion en matière d'infrastructures routières	15
1.1-Instances:.....	15
1.1.1- Le Ministère des Travaux Publics:.....	15
1.1.2- Ministère des Transports.....	19
1.2-Règlementation :.....	21
1.3- Connaissance, surveillance et entretien du réseau routier.....	24
1.3.1- Causes de dégradation des chaussées :.....	25
1.3.2- Apparition et évolution des dégradations :.....	27
1.3.3-Principes de surveillance et de gestion du Réseau Routier :.....	29
1.3.4- Méthodologie de l'entretien routier :.....	32
1.3.5- Les étapes de préparation d'un programme d'entretien :.....	33
Chapitre 02 : Aperçu du Réseau National	35
2.1- Le Réseau Routier National à l'époque précoloniale :.....	35
2.2- Le Réseau Routier National à l'époque coloniale:.....	36
2.3- Etat et consistance du réseau routier depuis l'indépendance à ce jour :.....	38
Chapitre 03 : Présentation de la wilaya de Laghouat	41
3.1- Le climat :.....	42
3.2- Hydrographie :.....	43
3.3- Pluviométrie :.....	43

Chapitre 04 : Le Réseau Routier dans la wilaya de Laghouat.....	44
4.1- Etat du réseau	44
4.2- L'état du trafic sur le réseau routier de la wilaya de Laghouat:	46
4.3- Les contraintes dans la gestion du réseau routier de la Wilaya de Laghouat.	48
4.4- Les alternatives	52
Partie II : Mise en place d'une solution SIG routes.....	56
Chapitre 05: Rappels sur les solutions SIG.	57
5.1- Définitions et terminologies	58
5.2- Les principaux objectifs poursuivis dans la mise en œuvre d'un SIG:.....	63
5.3- Les avantages d'un SIG.....	64
5.4- Les objectifs spécifiques d'un SIG de gestion d'un réseau routier.	65
5.4.1- Les objectifs au niveau central :.....	65
5.4.2- Les objectifs au niveau local (les DTP) :	65
5.5- Les fonctionnalités demandées d'un SIG.	66
5.5.1- Fonctionnalité de base :	66
5.5.2- Fonctionnalités métiers :	66
Chapitre 06 : Les outils logiciels	69
6.1- Le marché des SIG : Open source, Libres, Propriétaires.	69
6.1.1- Une licence dite « libre » :.....	69
6.1.2- Une licence de type « propriétaire » :.....	70
6.2- Les éléments d'un SIG :	71
6.2.1- La base de données relationnelle (SGBDR).....	72
6.2.2- Base de données « fichier ».....	73
6.2.3- Le serveur web SIG	73
6.3- La station de travail (SIG bureautique).....	74
6.3.1- SIG et l'open source :	74
6.3.2- SIG et les outils commerciaux :	76
6.3.3- Les usages possibles d'un SIG.....	83
Chapitre 07 : élaboration d'une solution SIG sous MapInfo.	84
7.1- Les objets cartographiques :.....	85
7.2- Les données utilisées :.....	85
7.3- Le fond cartographique et système géodésique.	86
7.4- Le référentiel routier du réseau routier de la Wilaya de Laghouat sur MapInfo.....	88
7.4.1- Réseau routier de la Wilaya de Laghouat	89
7.4.2- Signalisation Horizontale.	90
7.4.3- Ouvrages d'art.....	91

7.4.4- Points noirs naturels	92
7.4.5- Communes de Laghouat.....	93
7.4.6- Equipements et Infrastructures Administratives.....	95
7.4.7- Limites officielles de la Wilaya de Laghouat.....	96
7.4.8- Agglomération.....	97
Partie III: Exploitation de la solution.....	99
Chapitre 08: Le SIG comme outil d'analyse spatiale.....	101
8.1- Requête attributaire simple :.....	102
8.2- Requête attributaire complexe :.....	104
8.2.1- Requête mono-table :.....	104
8.2.2- Requête attributaire multi-tables :.....	106
8.2.3- Sectorisation-fusion.....	107
8.3- Analyse thématique :.....	111
8.4- Importation de données :.....	112
8.5- Visualiser l'information sur les objets graphiques:.....	115
Chapitre 09 : Le SIG comme outil de représentation cartographique.....	120
9.1- L'importance des cartes :.....	120
9.2- Carte de l'évolution de la population :.....	121
9.3- Carte de la densité du trafic routier :.....	122
9.4- Carte de la composition du RR des communes de la Wilaya:.....	123
9.5- Carte de l'état de dégradation des routes nationales par commune.....	124
9.6- Carte de l'état de dégradation des CW par commune.....	125
Conclusion générale et perspectives.....	127
Liste des figures.....	133
Liste des tableaux.....	135
Bibliographie générale.....	136
Textes législatifs et règlementaires.....	145
Liste des acronymes et des abréviations.....	147
Annexes.....	149

ملخص

إن الإلمام بمعرفة كل ما يتعلق بشبكة الطرق من طرف المسيرين مهما يكن تصنيفها (طرق وطنية، طرق ولائية أو طرق بلدية) أمر حاسم , و ذلك بغرض تحديد وتقييم السياسات الخاصة بهذه الشبكة في مجالات: أشغال البناء , الاستغلال , السلامة, الصيانة, سياسات النقل, استراتيجيات تطوير شبكات الطرق و كذا توجيه جهود الاستثمار في هذا المجال.

تتطلب هذه المعرفة توفر الكثير من المعلومات في مختلف المجالات التي لها علاقة بشبكة الطرق. إلا أن الأدوات التقليدية لا تسمح بمعالجتها و تنظيمها وأرشفتها ثم استغلالها بشكل فعال. لكن ظهور أدوات جديدة كنظام المعلومات الجغرافية وأساليب تحليل البيانات الآلي ونظم الخرائط الجغرافية الرقمية, كلها تعتبر بدائل مثيرة للاهتمام. مع العلم أن هذا النوع من الحلول لا تزال قليلة الاستخدام في الجزائر خاصة في مجال النقل.

انطلاقا من هذه الملاحظة، عكفنا في هذا العمل على إنشاء قاعدة بيانات جغرافية للبنية التحتية للطرق لولاية الأغواط بغرض استغلالها باستعمال نظام معلومات جغرافية.

يهدف نظام المعلومات الجغرافية (SIG) لثمين المعطيات الخاصة بشبكة الطرق, مما يسمح بتبادل معلومات دقيقة بين جميع الفاعلين المعنيين بهذا المجال خاصة: مصالح الأشغال العمومية (مديرية الأشغال العمومية و أقسامها الفرعية بالدوائر, و كذا المديرية على مستوى الوزارة), مصالح مديرية النقل إلى جانب الجماعات المحلية.

يعتبر الحل الذي توصلنا إليه في إطار هذه الأطروحة أداة لدعم اتخاذ القرار في مجال إدارة و تسيير البنى التحتية الطرقية.

كلمات مفتاح: نظام المعلومات الجغرافية, الأغواط, المخطط الوطني للطرق و الطرق السريعة, البنى التحتية الطرقية, شبكة الطرق, شبكة النقل.

RESUME

La connaissance du réseau routier, quelle que soit son classement (Routes Nationales, Chemins de Wilaya ou Chemins Communaux) est indispensable aux gestionnaires pour définir et évaluer les politiques routières, en matière de travaux de construction, d'exploitation, de sécurité, d'entretien, de politiques de transport, de stratégies de développement des réseaux routiers, et d'efforts d'investissement.

Cette connaissance nécessite de disposer d'un grand nombre d'informations de natures multiples que les méthodes traditionnelles d'organisation et d'archivage ne permettent pas d'exploiter de manière efficace. Les systèmes d'informations géographiques et les méthodes d'analyse automatiques des données et de cartographie numériques apparaissent alors comme une alternative intéressante. Ce type de solution est encore peu utilisé en Algérie dans le domaine des transports.

Partant de ce constat, nous nous intéressons dans le présent travail à la mise en place d'une base d'objets géographiques et son exploitation dans une solution SIG pour l'infrastructure routière de la wilaya de Laghouat.

Le système d'information géographique (S.I.G.) doit permettre de capitaliser la connaissance du patrimoine routier et de la partager entre tous les acteurs concernés, dans les services des Travaux Publics (DTP, Subdivision, direction des routes, direction de l'entretien et de l'exploitation routiers du ministère), et dans les services des Directions de Transport et les collectivités locales.

La solution mise en place dans le cadre de cette thèse constitue un outil d'aide à la décision en matière d'infrastructures routières.

Mots clés : SIG, Laghouat, Schéma National Routier et Autoroutier, Infrastructure Routière, Réseau Routier, Réseau de Transport.

ABSTRACT

The knowledge of the road network, whatever is its ranking (national road (trunk road), Wilaya path or town path) is essential for managers to define and evaluate the roads policies, in terms of construction works, of utilization, of safety, of maintenance, of transportation policies, of development strategies of road networks, and of investments efforts.

This knowledge requires having a large number of information of multiple natures that traditional methods of organizing and archiving fail to operate efficiently. Geographic information and methods of automatic data analysis and digital mapping systems appear as an interesting alternative. This type of solution is still little used in Algeria in the field of transport.

Based on this observation, we are interested in this work to the establishment of a database of geographic objects and operations in a GIS solution for road infrastructure of the Wilaya of Laghouat.

The Geographic Information Systems (G.I.S) should allow capitalize the knowledge of roads heritage and to share it with all the involved actors, in the services of public works (DTP, subdivision, roads department, department of roads maintenance and utilization of the ministry), and in the services of departments of transportation and local collectivities.

The solution implemented in this work constitutes a tool for decision support in road infrastructure.

Key words: GIS, Laghouat, Highway and Roads National Schema, Road Infrastructure, Road Network, Transportation Network.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Dans la plupart des pays en développement, les routes constituent le moyen de transport le plus utilisé et le plus adapté aux besoins des populations. Flexibles et commodes, les routes sont un élément essentiel de la vie économique et sociale.

Le réseau routier algérien totalise un linéaire (en 2013) de **114 102 Kilomètres et 6 285 ouvrages d'art**. A l'image de la répartition de la population et de ses activités, ce réseau est dense dans la frange Nord du pays, assez lâche sur les hauts plateaux et se réduit à un nombre restreint d'axes dans le sud.

Ces infrastructures continuent d'assurer **plus de 90%** du volume des échanges et leur développement reste inférieure au besoin du trafic routier dont l'évolution annuelle est estimée à 3% **laissant présager la saturation des principaux axes routiers notamment de la partie Nord du pays**.

De plus, la consistance apparente de ce réseau n'exclue pas que certaines régions, notamment les hauts plateaux, **le sud et les zones montagneuses restent toujours enclavées** eu égard à l'insuffisance des infrastructures dont elles sont dotées. A cela s'ajoute la mise à niveau de l'état du réseau dont la maintenance et le renforcement n'ont pas été assurés de façon continue et efficace.

Les **Directions des Travaux Publics de Wilayas** ont la charge de réaliser, d'exploiter, d'entretenir, d'aménager, de rénover et de préserver ce patrimoine tout en assurant une gestion efficace des ressources budgétaires et humaines nécessaires. **Ces ressources sont** consacrées pour satisfaire une partie des **besoins et aspirations** toujours plus importants et plus variés des usagers qui intègrent, dans leurs exigences, tout à la fois la sécurité, la fiabilité, le niveau de service, le confort et l'impact sur l'environnement...; se pose alors, de manière cruciale, la question de l'allocation de ces ressources.

La pratique de gestion d'infrastructures routières telle qu'elle est appliquée au secteur des routes peut être considérée comme « un processus systématique de prévention, d'entretien, de mise à niveau et d'exploitation du patrimoine routier, en combinant des principes techniques avec des pratiques de gestion et des exigences budgétaires, et en adoptant une organisation plus au moins souple afin de ne pas alourdir le processus de prise des décisions nécessaires pour répondre aux attentes du public ».

En pratique, l'activité gestion d'infrastructures routières recouvre tous les processus, outils, données et politiques nécessaires à la gestion effective de l'ensemble du patrimoine routier dont la DTP a la charge, notamment l'infrastructure de base constituée de routes, autoroutes et ses dépendances, ouvrages d'art, mais également les ressources humaines, les équipements et le matériel.

En général, la séquence de gestion d'infrastructure routière commence avec l'identification des finalités et objectifs d'une DTP et du budget disponible. A partir de ce constat, la séquence s'organise avec le recueil de données, le suivi des performances, l'analyse des variantes d'entretien et l'optimisation depuis la sélection jusqu'à la mise en œuvre des projets. Enfin, les procédures de suivi et d'analyse fournissent une information en retour qui, à son tour, influence les finalités, les méthodes et le budget disponible.

Les systèmes de gestion d'infrastructures routières utilisent, en général, des données provenant de sources très diverses, aussi bien internes qu'externes à la DTP et fournissent également des informations à différents services de l'administration.

De façon pratique, un système de gestion d'infrastructures routières fournit à l'administration un cadre global pour ***prendre les décisions les mieux informées*** en matière d'utilisation des ressources disponibles pour la réalisation de son programme d'investissement, d'entretien et d'exploitation, en tenant compte de tous les facteurs techniques, financiers et économiques qui affectent l'actif. Un système de gestion d'infrastructures routières ***n'est qu'un outil que les décideurs vont utiliser en complément de leur expérience et leur intuition pour prendre les décisions finales.***

La gestion du réseau routier a pour principal objectif de livrer aux utilisateurs un réseau routier répondant aux normes de qualité et un niveau de service acceptable. Une bonne gestion du réseau routier passe toujours par une bonne connaissance de ses infrastructures, de son fonctionnement et de la stratégie d'entretien et de maintenance.

Le réseau routier de la wilaya de Laghouat possède plus de ***1 310 km*** de routes. Ce réseau vaste induit de nombreuses contraintes de gestion qui demandent l'utilisation de plus en plus fréquentes de données représentatives de l'ensemble du réseau routier. Ces données sont nécessaires pour une gestion efficace et pour atteindre un niveau de service adapté aux attentes des utilisateurs.

Le gestionnaire d'un réseau routier se trouve généralement confronté à la difficulté de connaître avec précision son réseau compte tenu de sa diversité (généralement de multiples tronçons réalisés selon des techniques différentes en utilisant des matériaux différents et sur plusieurs années) de son étendue et l'ensemble des tronçons le composant.

Il doit pouvoir anticiper les évolutions à moyen et long terme. Il doit aussi disposer d'outils adéquats et d'informations suffisantes et fiables pour remédier le plus rapidement possible aux dysfonctionnements et aux problèmes de congestion.

En effet, la bonne gestion d'un réseau routier nécessite de comprendre les éléments et les structures, à la fois ***spatiales et temporelles***, qui le définissent ainsi que les processus qui déterminent leur existence.

Laurini et Thompson (1992) estiment qu'environ ***80% des décisions possèdent une composante spatiale***, que ce soit à l'échelon national ou local.

La multiplication des enjeux sur le réseau routier rend les processus de décision de plus en plus complexes et l'esprit humain se retrouve confronté à ses propres limites. Dans ce cas, et face à la masse d'informations à traiter, on est contraint de poser des questions :

Comment faire pour organiser les contenus, les mettre en cohérence et les analyser de manière fiable afin de prendre les bonnes décisions?

Quel est le système qui nous permettra de gérer dans toutes les circonstances un Réseau Routier en perpétuelle évolution ?

Les systèmes d'aide à la gestion des réseaux routiers reposent tous sur la même démarche qui s'appuie d'abord sur la connaissance, la surveillance et l'évaluation de l'état du réseau, ensuite sur l'analyse des données et enfin sur ***la prise de décision*** dans un environnement de contraintes, notamment d'ordre budgétaire. La mise en œuvre du système de gestion s'accompagne toujours d'une organisation appropriée des services responsables du réseau.

Il faut se garder de croire que tel ou tel système de gestion répond de manière précise à tous les cas de figure. La décision est finalement du ressort du décideur et non le résultat de mécanismes rigoureusement définis et immuables. Par contre, pour prendre la meilleure décision, le gestionnaire doit avoir en main le maximum d'informations et les orientations les plus éclairées. Ce rôle est pris en charge par les différents systèmes de gestion qui ne sont pas des livres de recettes mais ***des outils d'aide à la prise de décision*** selon les démarches arrêtées aux préalables par le gestionnaire lui-même.

Le présent travail a pour but de proposer une solution de gestion du réseau routier de la wilaya de Laghouat s'appuyant sur l'utilisation des systèmes d'informations Géographiques « SIG ». Notre démarche comprend les trois points suivants :

1. Evaluation de l'état du Réseau Routier National et le contexte de son évolution.
2. Analyse de l'état du réseau routier à l'échelon local « la wilaya de Laghouat » et de sa forme de gestion. Nous examinerons également les contraintes et tenterons de proposer des alternatives.
3. L'élaboration d'un prototype de SIG qui sera utilisé comme un outil d'aide à la gestion du Réseau Routier de la Wilaya de Laghouat. Cet outil devrait permettre d'effectuer le traitement, l'analyse et la visualisation de l'information relative au réseau routier.

Le présent mémoire est structuré en trois parties.

- **La première partie** est consacrée à l'étude du réseau routier et des contraintes liées à sa gestion.

Le chapitre 01 synthétise, par une étude bibliographique, les instances administratives responsables de la gestion du réseau routier à l'échelle nationale et locale, présente la réglementation applicable pour la gestion en matière d'infrastructures routières et fournit les notions de base de la route, les causes de dégradation des routes, puis les principes et les méthodes de surveillance du réseau routier.

Le chapitre 02 est consacré, à l'analyse de l'état et la composition du réseau routier national depuis l'époque précoloniale à nos jours, afin d'arriver à la composition du patrimoine ouvrages d'art routiers en Algérie.

Le chapitre 03 présente la *Wilaya de Laghouat*.

Le chapitre 04 présente les indicateurs du réseau routier : étude du trafic routier supporté par le réseau routier de la Wilaya de Laghouat, Une présentation de différentes natures des contraintes rencontrées. Des alternatives de gestion sont proposées afin de maîtriser ces contraintes et donner au gestionnaire du réseau routier les moyens de faire des diagnostics justes pour prendre des décisions pertinentes.

- **La deuxième partie** concerne la mise en place d'une solution SIG routes, cette partie est répartie en trois chapitres :

Le chapitre 05 donne des rappels sur les solutions *SIG*.

Le chapitre 06 décrit les outils logiciels SIG avec les différents types de licences et leurs définitions, fournit une comparaison ainsi qu'une classification des principales solutions SIG « commerciales et libres ».

Le chapitre 07 Synthétise les différentes étapes de mise en œuvre d'une solution SIG sous MapInfo pour la gestion du réseau routier de la Wilaya de Laghouat. Présente les objectifs et les avantages de sa mise en œuvre et fournit un référentiel de ce SIG et la codification adoptée pour les communes de la Wilaya de *Laghouat* et les résultats obtenus sous forme de cartes et tables.

- **La troisième partie** est consacrée à l'exploitation de la solution SIG élaborée. Elle est subdivisée en deux chapitres :

Le chapitre 08, montre les possibilités du SIG comme un outil d'analyse spatiale.

Le chapitre 09, expose les capacités du SIG comme un outil de représentation cartographique par sa capacité à combiner plusieurs types de données d'une même thématique ou de thématiques différentes. Ce qui permet d'apporter des éléments supplémentaires à la visualisation, l'analyse et à l'interprétation des données.

PARTIE I : ***LE RESEAU ROUTIER,*** **ETAT ET CONTRAINTES.**

Chapitre 01 : Instances, réglementation et gestion en matière d'infrastructures routières.

Chapitre 02 : Aperçu du Réseau National.

Chapitre 03 : Présentation de la wilaya de Laghouat.

CHAPITRE 01 : INSTANCES, REGLEMENTATION ET GESTION EN MATIERE D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES

1.1-INSTANCES:

Le secteur des transports routiers est placé sous la tutelle de deux ministères :

- le ministère des travaux publics (MTP) est chargé de la réalisation, de la maintenance et du développement du réseau routier.
- le ministère des transports est chargé de la réglementation des transports routiers.

1.1.1- LE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS:

Au niveau central

• **Direction des routes :** D'après le décret exécutif n° 2003-229 du 22 juin 2003 portant organisation de l'administration centrale du ministère des travaux publics, cette direction est chargée de :

- Elaborer, évaluer et mettre en œuvre la politique en matière de conception et de réalisation des infrastructures routières et autoroutières,
- Elaborer des schémas directeurs de développement et d'aménagement des routes nationales et des autoroutes,
- Coordonner les plans directeurs routiers de wilayas,
- Participer à la mise en œuvre, au suivi et à l'évaluation des actions de programmes routiers et autoroutiers bénéficiant des financements extérieurs.

• **Direction de l'Exploitation et de l'Entretien Routiers (D.E.E.R):** D'après le même décret cité ci-dessus, cette direction est chargée de :

- Elaborer, évaluer et mettre en œuvre la politique d'entretien des infrastructures routières et autoroutières,
- Préparer les schémas directeurs pour la maintenance des routes nationales et des autoroutes,
- Définir les règles d'exploitation et de maintenance des autoroutes, des routes nationales et des ouvrages d'art et, en relation avec le ministère chargé des collectivités locales, celles relatives aux chemins de wilayas et chemins communaux,
- Définir les règles techniques régissant les professions et l'activité des entreprises, bureaux d'études et laboratoires dans le domaine de l'exploitation et de l'entretien routiers.

Cette direction est structurée comme l'indique l'organigramme de *la Figure N° 01*.

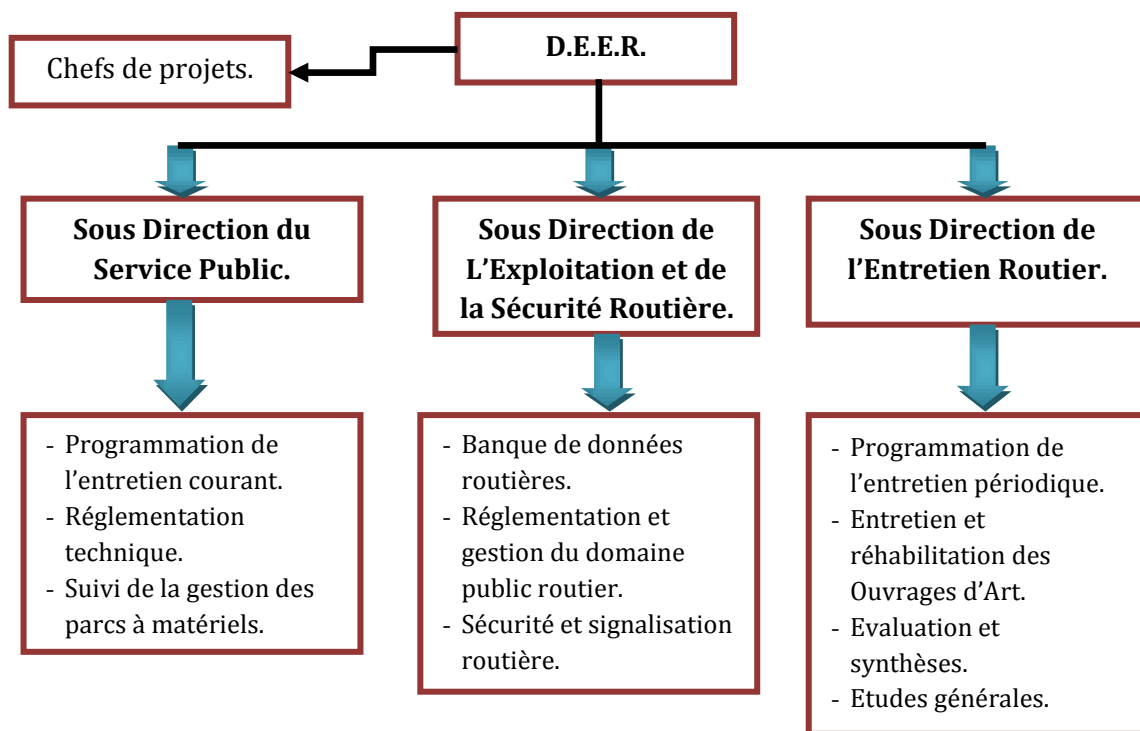


FIGURE 1: ORGANIGRAMME DE LA D.E.E.R.

Au niveau de la Wilaya, le Ministère des Travaux Publics est représenté par une Direction des Travaux Publics « DTP » avec un organigramme des structures techniques similaire à celui du MTP à savoir :

- Le service du développement des infrastructures routières,
- Le service de l'exploitation et de l'entretien du réseau routier.

Au niveau de daïra ou groupe de daïras, les subdivisions territoriales des travaux publics, sous l'autorité du directeur des travaux publics, couvrent tout le territoire national et assurent l'entretien du réseau des routes nationales et de wilaya, elles sont chargés aussi de l'assistance technique aux communes pour le développement et l'entretien des chemins communaux.

Une subdivision possède des maisons cantonnières réparties géographiquement sur le territoire de la subdivision et à partir desquelles est réalisé l'entretien courant.

Au niveau Intermédiaire ; des organismes sous tutelle du MTP: Le ministère des travaux publics a sous sa tutelle les organismes suivants : l'ANA ; l'AGA et le CTPP.

- **ANA « Agence Nationale des Autoroutes »**

Au titre du Décret exécutif n°05-249 du 10 Juillet 2005 portant réaménagement de son statut, l'Agence Nationale des Autoroutes (ANA) est passée d'un établissement public à caractère administratif (E.P.A) à un établissement public à caractère industriel et commercial (E.P.I.C).

A cet effet, l'ANA est dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière (Art.5) et régie par les règles applicables à l'administration dans ses relations avec l'État ; elle est réputée commerçante dans ses rapports avec les tiers (Art.6). Elle est chargée :

- D'assurer la réalisation, l'équipement et l'aménagement du réseau routier,
- De veiller au respect des règles techniques et normes de conception, de construction et d'aménagement des projets,
- De réaliser et d'assurer le suivi des études de conception, de faisabilité, d'avant-projets et d'exécution de tous travaux,
- De développer l'ingénierie des ouvrages ainsi que ses moyens de conception et d'études,
- De constituer les dossiers de consultation des entreprises d'études, de réalisation et d'équipement des infrastructures.

- **AGA « Algérienne de Gestion des Autoroutes » :**

Créée par décret exécutif N° 05-250 du 10 juillet 2005, l'AGA est un établissement public à caractère industriel et commercial. Elle est chargée des missions suivantes :

- La gestion, la surveillance et la maintenance des autoroutes
- La collecte de tout droit et redevance,
- Le contrôle de la qualité de la signalisation et du fonctionnement des équipements,
- L'étude et le développement des systèmes d'entretien, ainsi que toute recherche se rapportant à ses objectifs,
- La conception des plans d'intervention d'urgence en collaboration avec les organismes concernés,
- La réalisation et la gestion de toute installation des services annexes à l'autoroute; le recueil, le traitement, la conservation des données relatives à l'exploitation et la maintenance de l'autoroute.

- **CTTP « Organisme National de Contrôle Technique des TP » :**

Par décret exécutif N° 97-240 du 30 juin 1997 L'Organisme National de Contrôle Technique des Travaux Publics (CTTP) est créé sous la forme d'établissement public à caractères industriel et commercial.

Dans le cadre de la politique nationale de développement des infrastructures de transport, l'organisme a pour mission d'assurer le contrôle technique des travaux publics et leurs normalisations.

A ce titre, il est chargé notamment de :

- La conception, de l'élaboration, du suivi et du contrôle des mesures techniques administratives, économiques, financières et réglementaires pour la réalisation et la maintenance des infrastructures routières, maritimes et aéroportuaires,
- La conception et l'élaboration des mesures techniques et réglementaires pour la conservation des domaines publics routiers, autoroutiers, maritimes et aéroportuaires,
- La conception et l'élaboration des normes de gestion et d'exploitation des réseaux routiers et autoroutiers,
- L'élaboration des schémas directeurs de développement des routes, autoroutes, des ports et des aéroports.

1.1.2- MINISTERE DES TRANSPORTS

Pour la réalisation de ses missions le Ministre des Transports est chargé de la mise en œuvre des mesures tendant à assurer la coordination et l'harmonisation notamment:

- de veiller à la mise en place des instruments de planification à tous les échelons,
- de proposer toute mesure permettant l'adaptation des infrastructures et équipements de transport et de météorologie à l'évolution des besoins et des techniques de transport,
- de veiller à la réalisation des études de conception et des études de faisabilité des infrastructures ferroviaires, de transport urbain et de météorologie nécessaires à la mise en œuvre de la politique nationale en la matière,
- de proposer, en liaison avec les autorités concernées, les schémas directeurs des infrastructures ferroviaires,
- de participer, avec les autorités intéressées, à l'élaboration des études de conception et des études de faisabilité ainsi que les schémas directeurs des infrastructures portuaires, aéroportuaires et routières et à l'élaboration des plans à court, moyen et long termes,
- de promouvoir le développement des actions de coordination avec les instances et organismes concernés par la fonction transport,
- de participer, avec les secteurs et institutions concernés à la conception des plans directeurs d'urbanisme,
- de déterminer les conditions d'exploitation, d'entretien et du renouvellement des infrastructures, renouvellement des installations et les moyens en vue d'une utilisation rationnelle de la météorologie.

La direction des transports terrestres et urbains au niveau central : chargée de ;

- D'initier et de proposer les éléments de la politique générale des transports terrestres et urbains et de veiller à son application,
- De promouvoir le développement et la modernisation des transports terrestres et urbains,
- De proposer les voies et moyens pour une meilleure satisfaction des besoins nationaux et internationaux en transport de personnes et de marchandises par voie terrestre ;
- De préparer et de mettre en œuvre, en liaison avec les autres institutions et organismes concernés, les éléments d'orientation de la politique de tarification des transports terrestres et urbains ;
- De l'étude, de la coordination, de la synthèse et du contrôle des travaux liés au développement des transports terrestres et urbains ;
- De proposer les textes à caractère législatif et réglementaire entrant dans le cadre de sa compétence ;
- De veiller au respect du dispositif technique et réglementaire ayant trait à l'élaboration des plans de transport et de veiller à leur mise en œuvre ;

- D'effectuer le suivi du fonctionnement et de la gestion des organismes et établissements entrant dans son domaine de compétence, placés sous la tutelle du ministre, et d'en faire les bilans ;
- De promouvoir le développement des systèmes de transports collectifs en milieu urbain et le transport multimodal ;
- De mettre en œuvre les règles administratives et techniques applicables au contrôle technique des véhicules ;
- De mettre en œuvre les règles et les conditions de circulation et de prévention routières ;
- De superviser, en liaison avec les autres structures concernées, la formation et le perfectionnement dans les métiers et professions des transports terrestres et urbains, de la prévention et de la circulation routières ;
- De préparer et de suivre, en liaison avec les institutions concernées, les accords internationaux, bilatéraux et multilatéraux relatifs aux transports terrestres et urbains ;
- De constituer et de tenir à jour une banque de données relative à l'activité des transports terrestres et urbains et d'en assurer le suivi.

Elle comprend quatre (4) sous-directions :

- La sous-direction des transports routiers,
- La sous-direction des transports urbains
- La sous-direction de la circulation et de la prévention routières,
- La sous-direction des chemins de fer.

La Direction des Transport de Wilaya : L'activité des transports terrestres au niveau local est prise en charge par la direction des transports de wilaya qui est chargée:

- De veiller à l'application de la réglementation relative à l'activité des transports terrestres,
- De coordonner et de contrôler l'organisation et la mise en œuvre de l'activité des transports terrestres,
- D'élaborer et de mettre à jour le fichier des activités de transport terrestre.
- De délivrer les autorisations d'exploitation de transport terrestre,
- D'animer et d'organiser les travaux des organes chargés des sanctions en matière de transport terrestre,
- De collecter et d'exploiter les statistiques en matière de transport terrestre.

1.2-REGLEMENTATION :

L'Algérie, depuis son indépendance a connu plusieurs textes réglementaires régissant l'aménagement et le transport. Nous n'avons pas ici l'ambition de reprendre et discuter la panoplie des textes réglementaires (lois, décrets et circulaires), mais il nous semble plus judicieux de présenter les contenus des deux principales lois les plus récentes, en l'occurrence la loi sur l'aménagement et au développement durable du territoire et la loi portant orientation et organisation des transports terrestres.

- **La loi n° 01-20 du 11 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire :**

Le développement de toute stratégie d'infrastructure routière et autoroutière s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre « *du schéma national qui établit les principes régissant la localisation des grandes infrastructures de transport, des grands équipements et des services collectifs d'intérêt national. Il intègre les différentes politiques de développement économique et social qui concourent à la mise en œuvre de la politique nationale d'aménagement du territoire.*

Il définit les aires métropolitaines devant faire l'objet d'un schéma directeur d'aménagement... » (Article 10 de la loi n° 01-20).

L'article 22 de ladite loi institue un schéma directeur de transport comprenant les routes et autoroutes, le chemin de fer, les aéroports et les ports.

Cette loi définit (article 26), pour prise en compte par le schéma directeur, les orientations nationales d'aménagement et de développement durable du territoire et qui doivent ainsi de manière concertée :

- Déterminer les conditions de renforcement, de modernisation et de développement des infrastructures de transport,
- Favoriser les actions de désenclavement à l'échelle du territoire national,
- Prévoir les modes de transport adaptés pour les zones sensibles,
- Favoriser des approches multimodales permettant d'améliorer les complémentarités, les performances et la rentabilité des systèmes de transport.

D'autre part, la loi n° 01-20 spécifie en son (article 27) « *Le schéma directeur routier et autoroutier (SDRA) projette, les grands axes du réseau national d'autoroutes et de routes, selon l'objectif de desserte et de désenclavement de tout le territoire.*

Le schéma directeur routier et autoroutier (SDRA) prend en charge les demandes de transport routier et les liaisons terrestres internationales, en favorisant le remodelage de l'occupation du territoire conformément aux dispositions législatives en la matière.

*Il prévoit la modernisation du réseau de transport routier et autoroutier, ainsi que les programmes spécifiques de désenclavement des territoires, dont **en particulier le Sud** ».*

La loi N° 01-20 compte une vingtaine d'**Arrêtés interministériels** fixant les modalités de coordination, le champ d'application et le contenu des schémas directeurs des différents sectaires, ainsi que les règles de procédure qui leur sont applicables. Celui qui intéresse le secteur routier c'est l'**Arrêté interministériel du 9 juillet 2006** fixant la composition et les modalités de fonctionnement de la commission centrale d'élaboration du projet de schéma directeur sectoriel routier et autoroutier.

Le décret exécutif N° 05-443 du 14 novembre 2005 fixant les modalités de coordination, le champ d'application et de contenu des schémas directeurs sectoriels de grandes infrastructures et des services collectifs d'intérêt national :

Ce décret prescrit dans son article N° 9 que l'étude du schéma directeur doit comporter :

- Une analyse prospective générale, élaboré sur la base d'un bilan physique, socio-économique et spatial, d'un diagnostic général du secteur routier et de son évolution, accompagné d'un *recueil cartographique aux échelles appropriées*,
- Les actions à entreprendre à court, moyen et long terme, leur répartition spatiale et / ou territoriale ainsi que les éléments de leurs programmation.
- **La loi n° 01-13 du 07 aout 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres** : Cette loi abroge les dispositions de la loi 88-17 du 10 mai 1988, elle commence par définir les différents types de transport : transport terrestre, transport public, transport pour propre compte et le transport combiné intermodal.

Ce cadre juridique privilégie une politique intégrée et coordonnée des transports terrestres. A la faveur de la mise en œuvre des dispositions suivantes contenues dans la loi :

- Le système des transports terrestres concourt à la mise en œuvre de la politique d'aménagement du territoire, de développement économique et social, de défense du territoire national et **de protection et de sauvegarde de l'environnement**,
- Le système des transports terrestres vise notamment à rendre effective la satisfaction des besoins des citoyens en matière de transport dans les conditions les plus avantageuses pour la collectivité nationale et pour les usagers en terme de sécurité, de disponibilité de moyens de transport, de coût, de prix et de qualité de service,
- Le système de transport terrestre de personnes doit viser le développement prioritaire des transports collectifs,
- Le développement des différents modes de transport terrestre doit tenir compte de la vocation et des avantages relatifs à chacun d'eux pour la collectivité nationale,
- Les investissements d'infrastructures et d'équipements visant la promotion du transport combiné intermodale sont prioritaires,

Les infrastructures et équipements liés au transport de marchandises doivent viser la réduction des ruptures de charges répétitives et des délais d'acheminement, la sécurité des transports et la continuité de la chaîne de transport.

En somme, malgré un arsenal de lois et de textes réglementaires, la planification des transports reste en décalage par rapport à la planification urbaine. Tout compte fait, les lois et les règlements ne sont pas coordonnés sur les actions et le rôle dévolu aux différents acteurs de la planification urbaine et des transports. Lesquels acteurs sont englués dans des logiques de fonctionnement inadaptées. (BAOUNI T., 2010)

La loi 01-13 du 17 août 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres. Cette loi abroge les dispositions de **la loi 88-17 du 10 mai 1988**, elle commence par définir les différents types de transport : transport terrestre, transport public, transport pour propre compte et le transport combiné intermodal.

Enfin, il est important de souligner que malgré la durée importante (14 ans) séparant les deux lois, la loi du 17- 08-2001 n'a pas apporté de grandes modifications sauf quelques rajouts sommaires. (BAOUNI T., 2010)

1.3- CONNAISSANCE, SURVEILLANCE ET ENTRETIEN DU RESEAU ROUTIER.

Des informations fiables et régulières sur la composition du réseau routier, sur l'état structurel et fonctionnel des différentes parties de la route, sont essentielles pour évaluer les besoins techniques et financiers ainsi que l'efficacité des programmes en matière d'entretien, de réhabilitation et de renforcement des routes.

La mise en place d'un système de surveillance et de suivi du réseau routier, dont le rôle est de fournir en permanence de telles informations, est une étape importante dans l'élaboration et le fonctionnement de tout système de gestion. Le rôle principal de ce dernier est de *minimiser les coûts globaux* sur la durée de vie de l'infrastructure routière, par un processus de planification, de programmation et de réalisation des opérations de remise en état du réseau routier.

Les informations requises pour la surveillance du réseau routier sont de nature à permettre :

1. Une meilleure connaissance du réseau routier, en terme d'inventaire des tronçons de route (identification, longueur) et de description des caractéristiques constructives (géométrie et structures) et d'environnement (sol, climat) des différents ouvrages qui composent la route (chaussée, accotement, ouvrages d'assainissement et de drainage, équipement).
2. Un meilleur suivi de l'état des différents ouvrages de la route,
3. Une bonne maîtrise des conditions d'exploitation de la route par la donnée du trafic, des statistiques des accidents de la route, du recensement des points noirs, l'état de la signalisation de la route....

Les responsables du réseau routier pourront ainsi *fonder leurs décisions* d'entretien ou d'amélioration des routes sur des paramètres objectifs, de manière à garantir une meilleure prise en compte *des impératifs techniques, économiques, budgétaires et de développement durable*.

1.3.1- CAUSES DE DEGRADATION DES CHAUSSEES :

Dès sa mise en service, la route commence à se dégrader en surface et en structure. Ces dégradations résultent de l'influence de plusieurs facteurs qui agissent simultanément et de façon interactive. A priori, le trafic routier et les conditions climatiques « précipitations, température » sont les facteurs prépondérants. Mais la nature des matériaux de chaussée et la façon d'exécution des travaux sont forcément des paramètres qui influent sur la tenue des chaussées.

1- Influence du trafic routier:

La chaussée est soumise de la part des véhicules, en particulier des véhicules lourds, à des efforts verticaux se transmettant en profondeur, et à des efforts tangentiels intéressant surtout la couche supérieure de la chaussée. Ces efforts provoquent des contraintes et des déformations sur les couches de la chaussée, qui sont fonction de la rigidité et de l'épaisseur des couches.

a. Efforts verticaux : ils sont dus aux poids des véhicules auxquels s'ajoutent les chocs dynamiques des rebondissements des roues provoqués par les défauts d'unis « planéité de la surface des chaussées ».

Ces efforts se transmettent dans le corps de chaussée puis dans le sol support sur des surfaces de plus en plus grandes, à mesure que l'on s'enfonce. Autrement dit, les couches inférieures reçoivent des niveaux de contraintes et de déformations plus faibles que ceux des couches supérieures. C'est la raison pour laquelle on est plus exigeant en matière de spécification sur la qualité des matériaux et sur les normes d'exécution pour les couches de surface, de base et de fondation.

La résistance de la chaussée à ces efforts de poinçonnement est fonction non seulement de la valeur maximale de ces efforts, mais aussi de leurs fréquences.

Sur la couche de surface, le poids des roues agit par écrasement, dislocation et déplacement des matériaux. Dans les couches inférieures, des déformations permanentes s'établissent avec l'usage de la chaussée, et dès qu'elles ont atteint un certain stade, la répétition des charges verticales amène la ruine partielle ou totale de la chaussée.

b. Efforts tangentiels : ils provoquent ou aggravent les désordres de type arrachement et attrition des matériaux de la couche de surface des chaussées. Ils sont aussi à l'origine des phénomènes de décollement des couches de la chaussée, en particulier de la couche de roulement du reste du corps de la structure de chaussée. Et ceci lorsque les contraintes tangentielles dépassent des valeurs limites (MEAT, 1995).

2- Influence des conditions climatiques :

Les agents atmosphériques qui provoquent ou qui aggravent la dégradation des chaussées sont essentiellement l'eau de pluies et la température.

a. Action de l'eau : l'action de l'eau quand elle atteint les matériaux de corps de chaussée peut être expliqués par l'effet de la variation de la teneur en eau sur des propriétés de résistance et de rigidité de ces matériaux.

Une augmentation de la teneur en eau d'un matériau de chaussée, au-delà de l'optimum correspondant à sa densité optimal, provoque une diminution de sa résistance de cisaillement et de sa rigidité. Cela est l'origine de l'augmentation des déflexions, donc, de *la perte de portance* de la structure de chaussée. (MEAT, 1995).

La variation de la teneur en eau a des causes nombreuses, en particulier :

- Un drainage inexistant ou inefficace, favorisant les infiltrations d'eau à travers les accotements et au travers les fissures de la chaussée.
- La montée des nappes d'eau, à la suite des chutes de pluie saisonnières.

b. Effet de la température : les variations de la température à la surface d'une chaussée provoque les phénomènes de traction et de contraction qui entraînent des fissures.

La chaleur qui ramollit des couches de surface, accélère le vieillissement des produits hydrocarbonés. Le froid amène un gonflement de revêtement.

Le cycle chaleur-froid altère la stabilité des matériaux et rend les surfaces bitumineuses cassantes, et donc, sujettes à la fissuration et à l'effritement.

3- Les malfaçons :

Les malfaçons peuvent avoir pour origine de fautes diverse, commises lors de la conception et de l'exécution des travaux. Au niveau de la conception, un sous-dimensionnement par rapport au trafic et compte tenu du sol support, est propice à l'apparition rapide et à l'évolution accélérée de la dégradation des chaussées. Au niveau de la mise en œuvre, des erreurs graves comme la répartition inadéquate du liant, la contamination des granulats et l'insuffisance de compactage ont les mêmes effets que le sous dimensionnement (MEAT, 1995).

1.3.2- APPARITION ET EVOLUTION DES DEGRADATIONS :

Les principaux facteurs mentionnés ci-dessus conduisent à l'apparition de dégradations à la surface de la chaussée (*voir tableau N°01 ci-dessous*). Ces dégradations peuvent apparaître sous diverses formes et peuvent concerner soit la couche de surface seule, soit les couches inférieures. Dans le premier cas, nous les qualifions de « dégradations de surface » et, dans le deuxième cas, de « dégradations structurelles ». Ce processus de dégradation est présenté sommairement dans ce qui suit :

1. La fissuration : la fissuration (fissure longitudinale, fissure transversale, faïençage) peut se développer soit à partir des surfaces de bon état, soit à partir des surfaces arrachées, sous l'effet du trafic et du vieillissement des matériaux de la chaussée. Quand le volume du trafic est faible, le vieillissement est facteur déterminant quant à l'apparition des fissures. A mesure que le trafic augmente, le nombre cumulé des essieux et la résistance de la chaussée sont des facteurs qui conditionnent la naissance des fissures.

La vitesse de progression des fissures dépend principalement de l'étendu de la surface des premières fissures, sans que ni les charges du trafic ni la résistance de la chaussée n'aient un impact important.

2. Les arrachements : Les arrachements se manifestent par une perte de matériaux de revêtement des chaussées (désenrobage, plumage). D'une manière générale, ce phénomène résulte de l'altération du liant et de la pollution des granulats.

Normalement l'arrachement est limité à la couche supérieure des revêtements en enduits superficiel bicouche, au coulis bitumineux et aux enrobés à froid. L'apparition de ces désordres a pour seule cause les erreurs d'exécution des travaux (pollution des granulats, non-respect des formulations, altération des liants, etc.). En ce qui concerne la vitesse d'évolution des arrachements, elle est conditionnée par le temps et la surface des premiers arrachements. Les arrachements se développent à partir des surfaces en bon état et peuvent se transformer en fissures, mais ils ne peuvent normalement se développer sur des bétons bitumineux (MEAT, 1995).

3. Les déformations : elles prennent naissance généralement dans le corps de la chaussée, nous distinguons :

Les affaissements, les flashes, les bourrelets, l'orniérage et les tôles ondulées.

4. Les remontées : Elles parviennent des couches inférieures et affectent la couche de roulement, sauf le ressuage qui se développe en surface suite à un surdosage en liant hydrocarboné. Nous distinguons : les remontées de boue, les remontées d'eau, les boursoufflures et les remontées de liant (ressuage). (Ministère de l'Équipement, 1994)

Source : (MEAT, 1995)

Famille des dégradations	Nom de la dégradation	Code
Déformations	Affaissement en rive	AFF
	Ornières	ORN
	Flaches	FLA
	Tôles ondulée	TO
Fissurations	Fissures longitudinales	FL
	Fissures transversales	FT
	Faiénçage à mailles fines	FAF
	Faiénçage à mailles larges	FAL
Arrachements	Nids de poule	NP
	Pelade	PEL
	Désenrobage	DES
	Plumage	PLU
	Glaçage	GLA
Remontées et Autres	Epaufrures	EPAU
	Ressuage	RES
	Emploi partiel	EP
	Remontées fines	REM

TABLEAU 1: FAMILLES DES DEGRADATIONS DES REVETEMENT DE LA ROUTE.

NB : Les codes des dégradations sont utilisés notamment en France et adoptés en Algérie.

1.3.3-PRINCIPES DE SURVEILLANCE ET DE GESTION DU RESEAU ROUTIER :

La surveillance du réseau routier consiste en le recueil, l'archivage et l'exploitation périodique d'un ensemble de données routières, de manière à permettre une connaissance parfaite des tronçons routiers et une appréciation rationnelle de l'état des ouvrages routiers.

1- Recueil des données :

Le principe de base de la surveillance est de découper tout le réseau en sections homogènes à l'égard du trafic, de la structure de la route, du sol support et de l'environnement. Ces sections auront une longueur comprise entre 01 et 05 km et qui peut aller jusqu'à 10 km maximum dans les wilayas du Sud.

▪ **La collecte des données permanente ou invariables** : c'est-à-dire les données du réseau qui ne changent qu'exceptionnellement. Il s'agit des données relatives à l'identification des sections homogènes et à la description générale de la route (nom de la route, les abscisses de début et de fin de la section, géométrie de la chaussée, nature et épaisseur du corps de chaussée, nature et portance du sol support...). (Ministère de l'Equipement, 1994)

Tout cela constitue le référentiel de la section en d'autres termes son « squelette », qui ne doit être modifié que dans des cas bien particuliers : changement de tracé, déplacement de bornes, renumérotation, etc.

▪ **Le relevé de dégradation** qui affectent la structure ou qui entravent le bon fonctionnement des principaux ouvrages de la route, qui sont :

La chaussée, Les accotements, Les fossés, Les ouvrages de drainage, Les équipements de sécurité. (MEAT, 1995)

▪ **Les mesures d'auscultation de chaussées**. L'auscultation d'une chaussée consiste en un relevé de son état de dégradation à un instant donné. Elle peut se faire soit visuellement, soit, à l'aide d'appareils de relevé automatique d'image. En général, les deux modes sont nécessaires .quoi que ces dernières années, on assiste à un développement rapide dans le monde d'appareil automatique multifonctions. Ces derniers permettent non seulement de relever les principales dégradations de surface (relevé et traitement d'image), mais aussi de mesurer les caractéristiques profile-métriques de la chaussée. L'auscultation retient à priori trois types de mesures qui sont l'uni longitudinal, la déflexion et l'adhérence.

▪ **Les données sur la circulation portent sur le comptage du trafic routier et sur les statistiques des accidents**. L'observation du trafic routier et de son évolution sur le réseau routier est l'une des conditions essentielles à remplir pour mener une politique des transports qui soit prévoyante.

2- Evaluation de l'état du réseau :

Pour le cas spécifique de l'évaluation de l'état de la chaussée, une première agrégation des indicateurs de dégradations visuelles et des mesures d'auscultation de chaussée détermine deux indices :

- i. Un indice structurel (s) pour caractériser les qualités structurelles de la chaussée, c'est à dire l'adaptation de la structure au trafic.
- ii. Un indice de surface (v) qui caractérise les qualités superficielles de la chaussée en termes d'uni (*caractérise l'ensemble des irrégularités géométriques de la surface d'une chaussée*), de rugosité et de désordres de surface.

Le croisement des deux indices constitue une grille de décision qui fournit des solutions types, exprimées en termes de travaux qui couvrent la gamme des techniques d'entretien pratiquées en Algérie. (MEAT, 1995)

Dans le cas des accotements, leur état est défini par une note fonction de leurs dénivellations par rapport aux bords de chaussées. Cette note comparée à un seuil fixé, déterminera si les accotements nécessitent un entretien. Le type d'entretien est limité soit au nivellement soit au rechargement des accotements.

En ce qui concerne les équipements (panneaux de signalisation, glissières de sécurités...), une échelle à trois valeurs, « bon », « endommagé » et « manquant » permet d'évaluer lors des inspections ces différents éléments qui ont trait à la sécurité de l'utilisateur.

3- Organisation de la surveillance du réseau routier :

En matière d'organisation de la surveillance du réseau routier, le système doit être intégré au sein des structures existantes. L'organisation retenue est de type mixte. Elle se présente comme suit :

- **Au niveau central (Ministère des Travaux Publics) :** la Direction de l'Exploitation et de l'Entretien Routiers au niveau du Ministère prend en charge la planification des moyens de mesures à grand rendement, ainsi que la formation et la coordination nécessaires pour la mise en place et le fonctionnement du système de surveillance.

▪ **Au niveau local (la Direction des Travaux Publics de la Wilaya) :** les activités suivantes incombent aux Service de l'Exploitation et l'Entretien Routiers :

- i. L'archivage des données et leurs exploitation sous forme de schémas itinéraire, de cartes, de traitements statistiques ...
- ii. Les comptages du trafic routier,
- iii. Les statistiques des accidents de la route.

▪ **Au niveau local secondaire (la Subdivision des Travaux Publics de la Daira) :** une équipe est formée, elle est spécialisée dans la surveillance du réseau pour effectuer,

- i. L'inventaire du réseau,
- ii. Le relevé des dégradations.

La circulation de l'information doit se faire dans les deux sens, du bas en haut et inversement. (MEAT, 1995).

1.3.4- METHODOLOGIE DE L'ENTRETIEN ROUTIER :

L'entretien d'un réseau routier nécessite des sommes importantes dont l'utilisation doit être faite de façon rationnelle. Les travaux d'entretien ne doivent pas être entrepris sans une vision globale de l'état du réseau qui permet de définir la nature et la priorité des interventions à réaliser : c'est l'objet de la gestion et de la programmation de l'entretien routier.

La méthodologie adoptée en Algérie par le Ministère des Travaux Publics se résume dans les étapes suivantes (voir de l'organigramme de la **Figure N° 02**).

a) La classification du réseau : est une opération administrative ; elle est fondée sur l'utilité socio-économique des liaisons routières.

Dans la plupart des cas, seul le trafic est pris en considération, il est nécessaire de prendre en compte aussi : la nature de transport assuré et l'âge de la route.

b) Choix des sections à entretenir : tient compte

- L'état général des sections « indicateur d'état »,
- L'âge de la section,
- La catégorie de la section,
- Les objectifs de l'entretien « référence à un niveau de service, et dessertes spécifiques ».

c) Définir les besoins en travaux : pour cela il faut définir les tâches d'entretien à réaliser dans chaque section, les quantités des matériaux nécessaires, les moyens matériels et humains.

d) Choix des stratégies : Le choix de la stratégie exige une étude pour chaque cas particulier en fonction de la nature du problème à résoudre « **Voir Figure N° 03 ci-dessous** ». Il faut aussi faire une étude détaillée des moyens nécessaires à la réalisation des objectifs.

e) Justification des actions proposées : La justification des choix des actions (la stratégie) doit se faire par le biais d'une étude économique sur la base coût-avantage. Ces calculs doivent permettre aux gestionnaires d'apporter des informations fondées dans les négociations des budgets et aussi, dans le dialogue pour la présentation d'une stratégie optimale d'entretien.

f) Evaluation des résultats : après l'application d'une stratégie quelconque, le gestionnaire doit effectuer une évaluation des résultats afin de pouvoir améliorer la programmation future « retour d'expérience ». (Ecole National des Travaux Publics, 1999).

Source : (Ecole National des Travaux Publics, 1999)

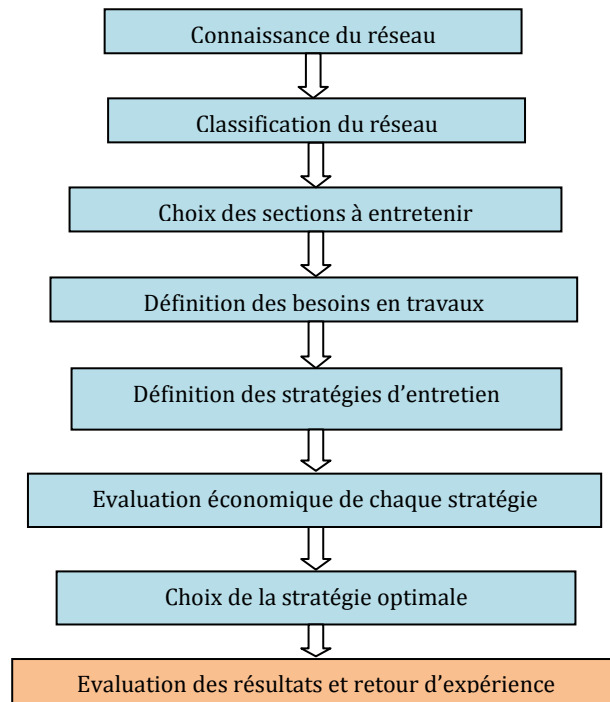


FIGURE 2 : ORGANIGRAMME DE LA PROGRAMMATION DE L'ENTRETIEN ROUTIER.

1.3.5- LES ETAPES DE PREPARATION D'UN PROGRAMME D'ENTRETIEN :

Afin de concevoir un dossier d'entretien et prétendre à avoir un financement, il est indispensable que chaque **Direction des Travaux Publics de Wilaya** doive suivre les étapes montrées dans la **Figure 03**.

Pour qu'une route continue à offrir un niveau de service acceptable de point de vue confort et sécurité, il faut pratiquer sur elle une surveillance continue « Voir paragraphe 1.3.3 », et effectuer les interventions nécessaires pour lui permettre de conserver ses caractéristiques initiales le plus longtemps possible.

Après avoir opté pour une solution technique d'entretien, il vient ensuite les étapes suivantes :

- Evaluation des travaux à réaliser par la détermination des quantités physiques en matériaux et moyens matériels nécessaires pour réaliser les travaux,
- Détermination du coût total de l'opération après avoir fixé le montant,
- Lancement de l'appel d'offres si le montant est accordé.

NB : Si le montant accordé est insuffisant, il faut prévoir soit une réévaluation de l'opération, sinon, il faut prévoir une autre solution technique « par exemple on lance une réhabilitation au lieu de faire un renforcement ».

Source : (Ecole National des Travaux Publics, 1999)

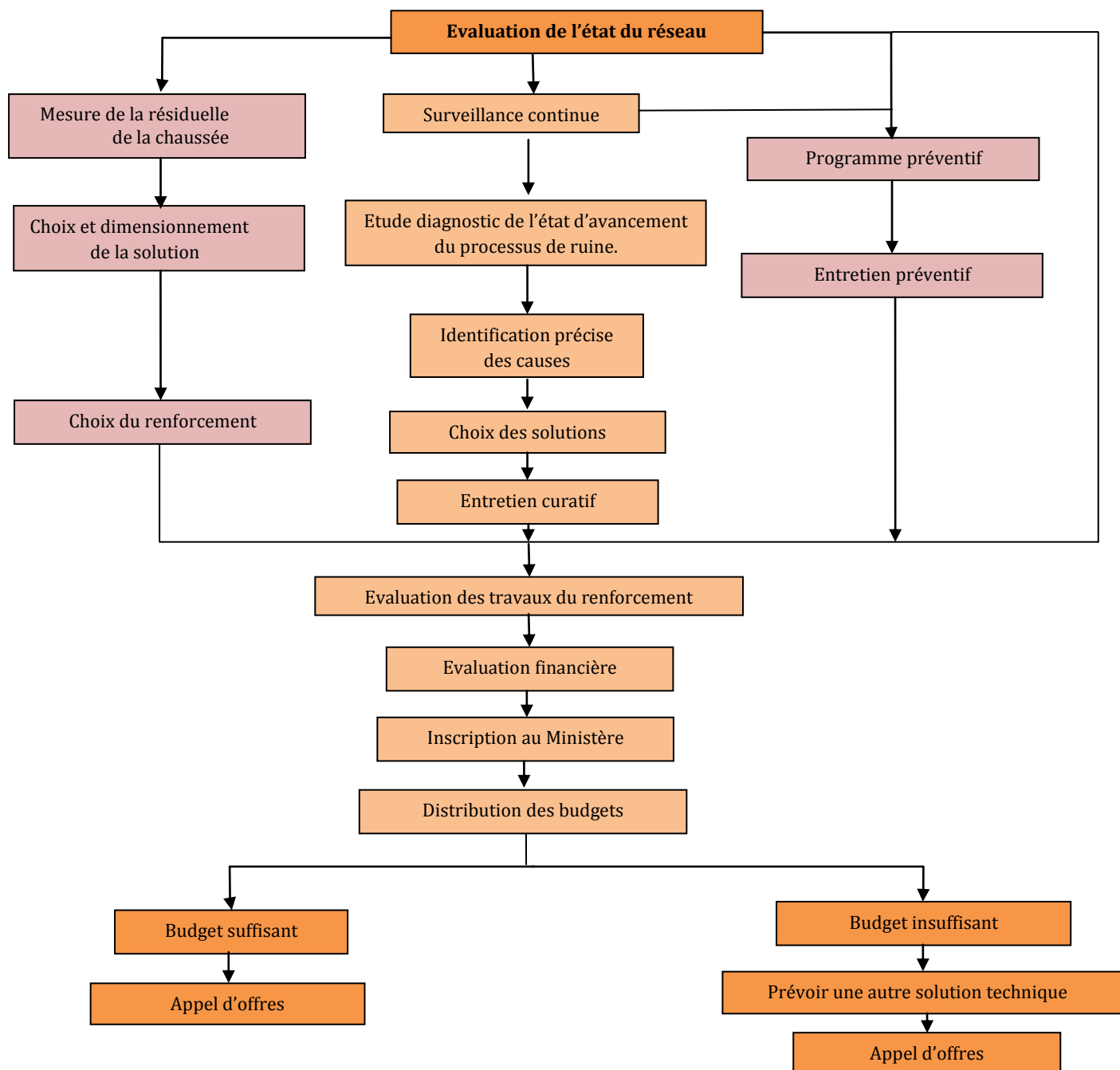


FIGURE 3 : LES ETAPES DE PREPARATION D'UN PROGRAMME D'ENTRETIEN ROUTIER.

CHAPITRE 02 : APERÇU DU RESEAU NATIONAL

2.1- LE RESEAU ROUTIER NATIONAL A L'EPOQUE PRECOLONIALE :

A l'époque précoloniale les flux de personnes et de leurs troupeaux correspondent à trois grands mouvements :

- les échanges entre le Nord et le Sud « l'âchaba » sur quelques centaines de kilomètres. C'est un mouvement à l'échelle régionale qui lie le Tell au Sahara par une vaste transhumance englobant des bêtes et des hommes à la recherche de pâturages.
- les échanges entre les massifs montagneux et la plaine sur quelques dizaines de kilomètres. Ces échanges ont lieu sur la frange Sud des hautes plaines. Les tribus des montagnes écoulent une grande partie de leurs produits dans les marchés de la plaine.
- les échanges transversaux Ouest-Est : Un premier flux est représenté par la caravane du pèlerinage à la Mecque. "Du Maroc où les pèlerins se rassemblent à Taza, la caravane traverse l'Algérie et la Tunisie à la Mecque" (Ghenouchi, 2008).

La carte de la **figure N° 04** représente les itinéraires utilisés par les caravanes au nord de l'Algérie pendant le 10^{ème} siècle.

(Source : revue d'information d'OS 1964).

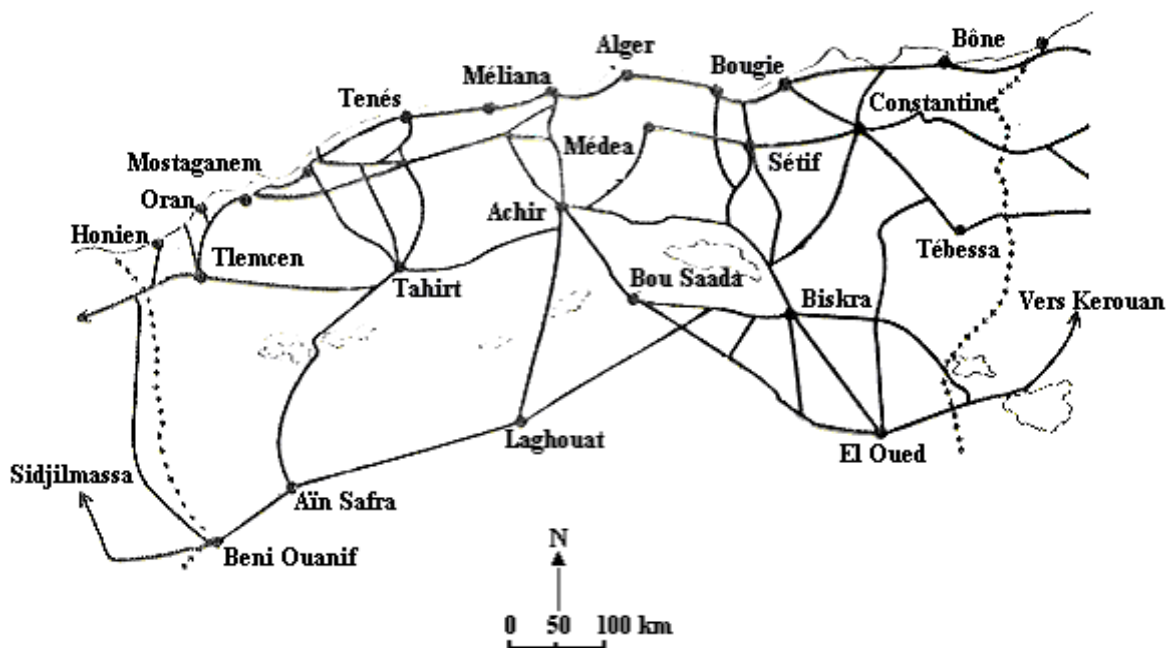


FIGURE 4: LES PRINCIPAUX ITINERAIRES A LA FIN DU 10EME SIECLE AU NORD DE L'ALGERIE.

2.2- LE RESEAU ROUTIER NATIONAL A L'EPOQUE COLONIALE:

Sur la période d'un siècle et tiers de colonisation on a pu relever deux types de conséquences :

- Bouleversement de l'équilibre économique du pays par la dépossesion de la population autochtone de ses terres, et la substitution des populations européennes à la population musulmane sur les terres confisquées.
- Implantation de nouvelles structures économiques capitalistes introduites par et pour la minorité coloniale à côté des structures traditionnelles (Ghenouchi, 2008).
- La politique coloniale consiste à contrôler l'espace en le rendant accessible par l'introduction de deux éléments:
 - Les ports : relais de la métropole et points d'appui de la pénétration,
 - Le chemin de fer : instrument de pénétration et de prélèvement. Il était, en seconde moitié du XIX e siècle, "le plus sûr agent de conquête et le premier instrument de règne". C'est ainsi que l'essentiel des investissements à l'étranger (plus de 70%) des puissances impérialistes a trait à la production primaire (extraction minière et agriculture), et aux infrastructures (ports, chemins de fer et routes).

Source : revue d'information d'OS 1964.

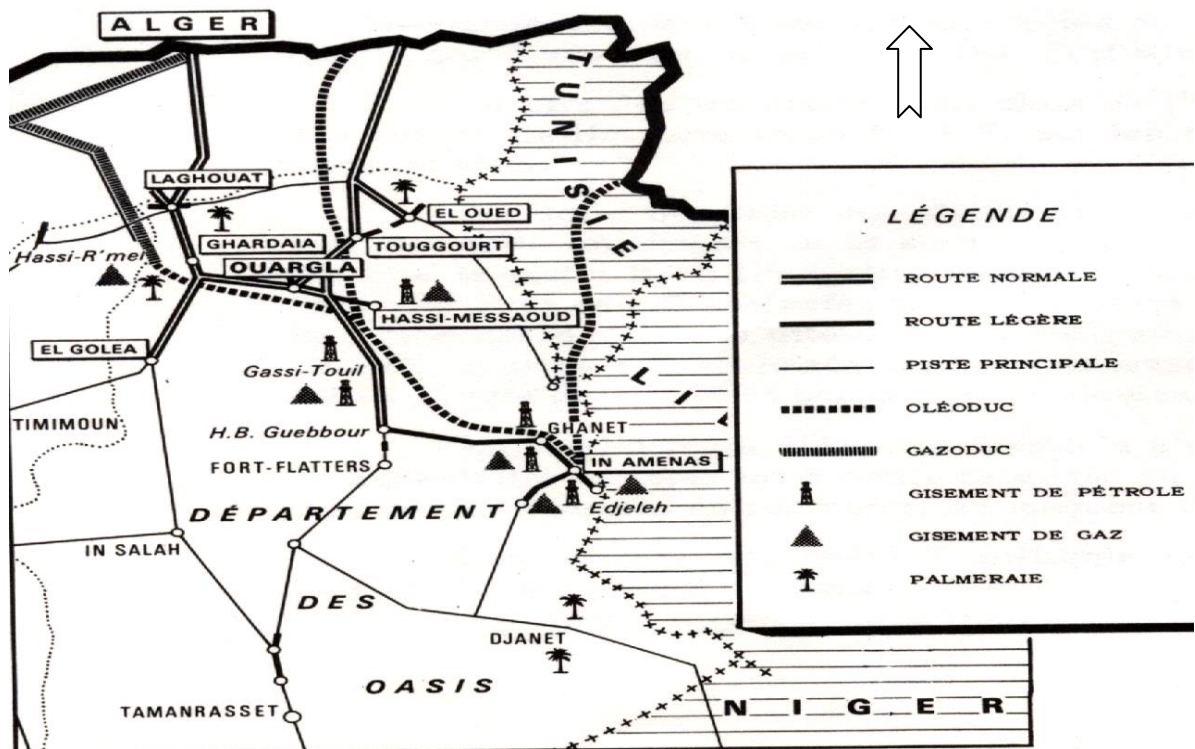


FIGURE 5: LE RESEAU ROUTIER A L'EPOQUE COLONIALE.

La pénétration au Sahara s'est toujours faite par trois axes essentiels, suivant approximativement les « méridiens » Oran-Béchar-Valée de la Saoura-Gao, Alger-Laghouat-Tamanrasset-Zinder, et Philippeville Ouargla –Djanet-Fort Lamy. Ce sont à l'origine des pistes suivies par les caravaniers, et qui ont, petit à petit, été remplacées par des routes modernes, dont le réseau progresse du Nord au Sud, principalement depuis 1958. (TLIDJI et ALTMEYER ,1964)

Les routes du Sud ont été construites à cette époque « l'époque coloniale » d'une façon rapide et sommaire (PONTON, 1963). Le témoignage suivant est très éloquent « *Il est bon de rappeler enfin qu'une expérience malheureuse de route non revêtue a été tenté en 1960 sur 100 km entre Hassi bel Guebbour et Tunfouye, à la demande des responsables financiers, toujours soucieux de réduire les dépenses. Malgré une organisation considérable d'entretien ; cette route a été détruite par le trafic en trois mois, elle a dû être fermée à la circulation et n'a pu être reprise et revêtue qu'en 1961, à la même époque ; la même expérience sur la route Square Bresson-Hassi Messaouden a donné les mêmes résultats.*

Aussi la vieille route d'Alger à Ghardaïa n'a pas supporté ce trafic, il a fallu la reconstruire entièrement. (PONTON, 1963) ».

La finalité de l'administration coloniale était d'acheminer les produits miniers et exploiter au maximum les gisements d'hydrocarbure, et non pas pour désenclaver les régions du sud « **Voir les figures N° 05 et 06** qui présentent un réseau routier construit essentiellement pour l'exploitation des gisements d'hydrocarbures ».

Source : revue d'information de l'OS 1964.

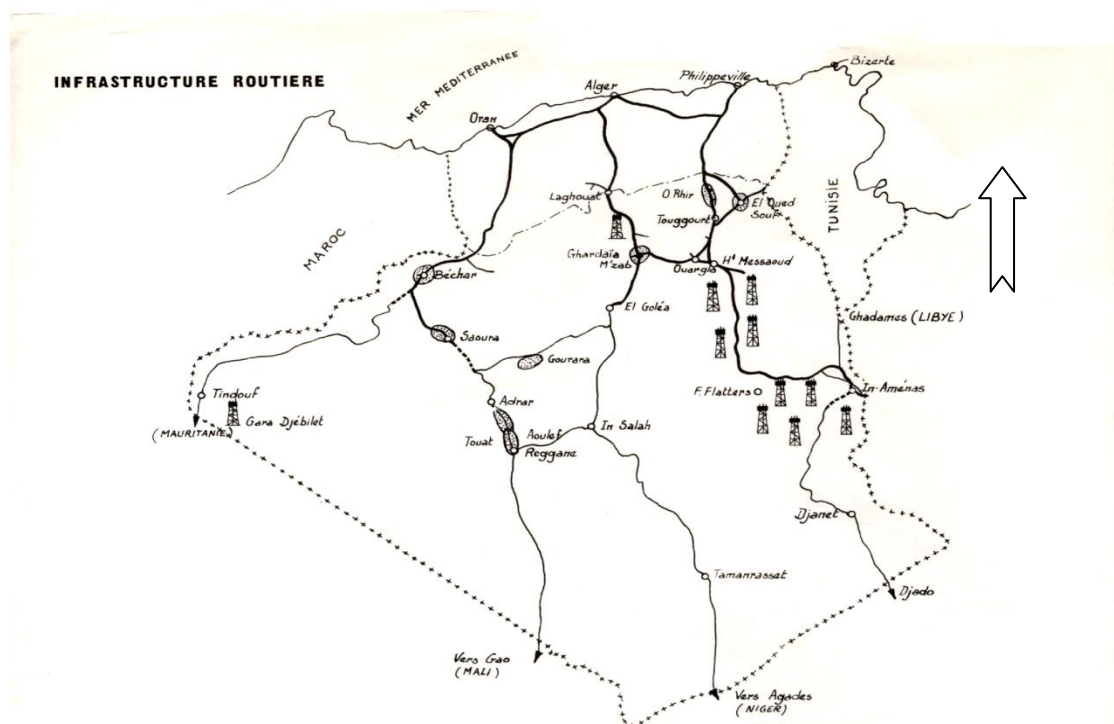


FIGURE 6: ÉTAT DU RESEAU ROUTIER A L'EPOQUE COLONIALE EN ALGERIE.

2.3- ETAT ET CONSISTANCE DU RESEAU ROUTIER DEPUIS L'INDEPENDANCE A CE JOUR :

Le réseau routier de l'Algérie comptait en 1962, toutes natures de routes confondues, 80.000 km de routes et de pistes classées.

Constitué (en 2013) de 114 102 km et 6 285 Ouvrages d'Arts « Voir tableau 2 », le réseau routier assure plus de 90% du volume des échanges, dont le plus important est enregistré sur le réseau économique de base. Cela reflète la prédominance du mode de transport routier par rapport aux autres modes.

Source : élaboré par l'auteur sur la base des données du Ministère des Travaux Publics.

Année	1962	2013	Evolution en %
Routes Nationales « RN »	8 500	29 573	348%
Chemins de Wilayas « CW »	14 400	24 109	202 %
Chemins Communaux « CC »	12 600	60 420	480%
Chemin ruraux	18 700	/	/
Pistes Principales (au Sahara)	12 300	/	/
Pistes Secondaires (au Sahara)	13 300	/	/
Total du Réseau Routier	80 000	114 102	143 %
Ouvrages d'art OA	920	6 285	683%

TABLEAU 2: L'EVOLUTION DU RRN DEPUIS 1962 A 2013.

Le réseau routier national se compose de trois catégories de routes :

- les *Routes Nationales* « RN » gérées par le pouvoir national « Ministère des Travaux Publics »,
- les *Chemins de Wilaya* « CW » dépendant de la tutelle de la Wilaya,
- les *Chemins Communaux* « CC », contrôlés par les communes avec l'assistance technique des DTP (Directions des Travaux Publics) et ses subdivisions au niveau de chaque Daïra.

D'après le **tableau N° 3**, l'évolution du réseau routier au cours des dernières années montre qu'il augmente d'une moyenne proche de **1 000 kms par An**.

Source: Ministère des Travaux Publics.

Année	RN	CW	CC	TOTAL
2005	28 156	23 806	56 340	108 302
2006	28 275	23 926	57 251	109 452
2007	28 655	23 879	57 591	110 125
2008	29 146	23 634	58 481	111 261
2009	29 280	23 771	59 645	112 696
2013	29 573	24 109	60 420	114 102

TABLEAU 3: L'ÉVOLUTION DU RESEAU ROUTIER NATIONAL DE 2005 A 2013.

L'évolution du réseau routier national entre 1970 et 2004 « Voir **tableau N°4** » a enregistré une moyenne annuelle de 1 250 km par année comme l'indique le tableau suivant.

Source: Ministère des Travaux Publics.

Classement administratif	Années								
	1970	1980	1985	1990	1995	2001	2002	2003	2004
Routes Nationales	13960	14000	20515	21750	22521	23397	23991	24221	24436
Chemins de Wilaya	15300	18000	14452	17824	20524	21005	20934	21084	21439
Chemins Communaux	5900	4500	10122	20059	28247	29572	29777	31758	32008
Totaux	35160	36500	45089	59633	71292	73974	74702	77063	77883

TABLEAU 4: ÉVOLUTION DU LINEAIRE DU RESEAU ROUTIER REVETU DE 1970 A 2004.

Source : élaboré par l'auteur sur la base des données du Ministère des Travaux Publics.

		Etat du Réseau Revêtus (km)				
Désignation		Bon	Moyen	Mauvais	Total (km)	Taux (%)
CLASSEMENT ADMINISTRATIF	Routes Nationales	13 768	6 217	4 451	24 436	0,31
	Chemins de Wilaya	7 413	7 852	6 174	21 439	0,28
	Chemins Communaux	10 529	11.516	9.963	3 2008	0,41
	Total	31 710	25 585	20 588	77 883	1,00
	Taux (%)	0,41	0,33	0,26	1,00	

TABLEAU 5: ETAT ET CONSISTANCE DU RESEAU ROUTIER NATIONAL.

Consistance du patrimoine Ouvrages d'Art Routiers :

La réalisation en matière d'ouvrages d'art a connu une évolution très rapide ces 25 dernières années, passant de 2 583 ouvrages recensés en 1990 à 3 756 ouvrages recensés en 2002 pour atteindre un nombre de 6 285 ouvrages recensés en 2013 (voir **tableau N°06**).

La construction d'ouvrages d'art connaît une activité significative à la faveur des programmes initiés pour répondre à des exigences socio-économiques des différentes régions du pays.

Cette évolution est concrétisée grâce aux entreprises spécialisées dans le domaine des ouvrages d'art, maîtrisant les processus de production et la bonne coordination entre les différents intervenants (Maitre de l'Ouvrage, Bureau d'Etude, laboratoires et entreprises).

Source: *Ministère des Travaux Publics.*

CC	CW	RN	Total
1 343	1 609	3 333	6 285
21,4 %	25,6 %	53 %	100%

TABLEAU 6 : REPARTITION DES OUVRAGES D'ART SUR « CC- CW – RN ».

CHAPITRE 03 : PRESENTATION DE LA WILAYA DE LAGHOUAT

Située à plus de 750 mètres d'altitude sur les hauts plateaux, la wilaya de Laghouat est traversée par la chaîne de l'Atlas Saharien avec des sommets qui dépassent les 2 000 mètres ("Djebel Amour" 2 200 mètres). Elle est délimitée : par la Wilaya de Tiaret au Nord, Djelfa à l'Est, El-bayadh à l'Ouest et enfin Ghardaïa au Sud.

De par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, la Wilaya de LAGHOUAT fait partie du groupe des neuf Wilayat pastorales du pays ainsi que des Wilayat du Sud. Elle est issue du découpage de 1974.

Sa superficie est de: **25 052 km²** pour une population estimée au 31/12/2008 à **483 264** habitants soit une densité de: **19,29 Hab. /km²** supérieur à la moyenne nationale qui est de **14,31 Hab. /km²** (RGPH 2008). Les projections effectuées à l'Horizon 2015 donnent une population de : **618 794** habitants.

Le taux d'urbanisation à fin Décembre 2008 est de 58,85 % puisque sur 24 communes, 05 sont considérées comme communes urbaines. Il s'agit de celles de Laghouat, Aflou, Ain Madhi, Hassi R'mel et Ksar El Hirane.

Sur le plan administratif, la Wilaya est composée de 10 Dairates et 24 communes comme on le voit sur **le tableau N° 7**:

Source : monographie, Direction de Programmation et Suivi du Budget 2013.

D A I R A T E	COMMUNES .
LAGHOUAT	Laghouat
KSAR EL HIRANE	Ksar El Hirane - Bennacer Benchohra.
HASSI R'MEL	Hassi R'mel - Hassi Delaa.
AIN MADHI	Ain Madhi - Tadjmout - Kheneg - El Houita - Tadjrouna
AFLOU	Aflou - Sidi Bouzid - Sebgag.
OUED MORRA	Oued Morra - Oued M'Zi.
GUELLET SIDI SAAD	Gueltet Sidi Saad - Beidha - Ain Sidi Ali.
BRIDA	Brida - Taouiala - Hadj Mechri.
SIDI MAKHLOUF	Sidi Makhlouf - El Assafia.
E L GHICHA	El Ghicha.

TABLEAU 7: LES DAIRATES ET LEURS COMMUNES DE LA WILAYA DE LAGHOUAT.

Au plan physique, elle est constituée de deux zones distinctes :

1- La zone de l'Atlas Saharien caractérisée par des altitudes allant de 1 000 à 1 700 m avec des pentes de 12,5 à 25 %. Cette zone est située au Nord-Ouest de la Wilaya (régions d'Aflou et Brida). Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de **47 095 ha**, de nappes alfatières couvrant une superficie de **315 125 ha** ainsi que de pacages et parcours d'une superficie de **1 531 766 ha**. « Source : D.P.S.B 2013»

2- La zone des Hauts Plateaux et de Plateaux Sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1 000 m et des pentes de 0 à 3 %.

Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1 900 000 ha dont une grande partie a été dégradée sous l'effet d'une sécheresse prolongée durant trois décennies (1974-2002).

3.1- LE CLIMAT :

Décollant du relief (voir **Figure N° 07**), le climat est de type continental au Nord-Ouest avec une pluviométrie variant de 300 à 400 mm, des chutes de neige et des gelées blanches, des moyennes de -5 °C l'hiver et de plus de 40 °C l'été.

Dans la région des Hauts Plateaux, le climat est de type saharien aride. La pluviométrie varie entre 150 mm au Centre et 50 mm au Sud. Les hivers sont caractérisés par des gelées blanches et les étés par une forte chaleur accompagnée de vents de sable.

Source : CNTC.

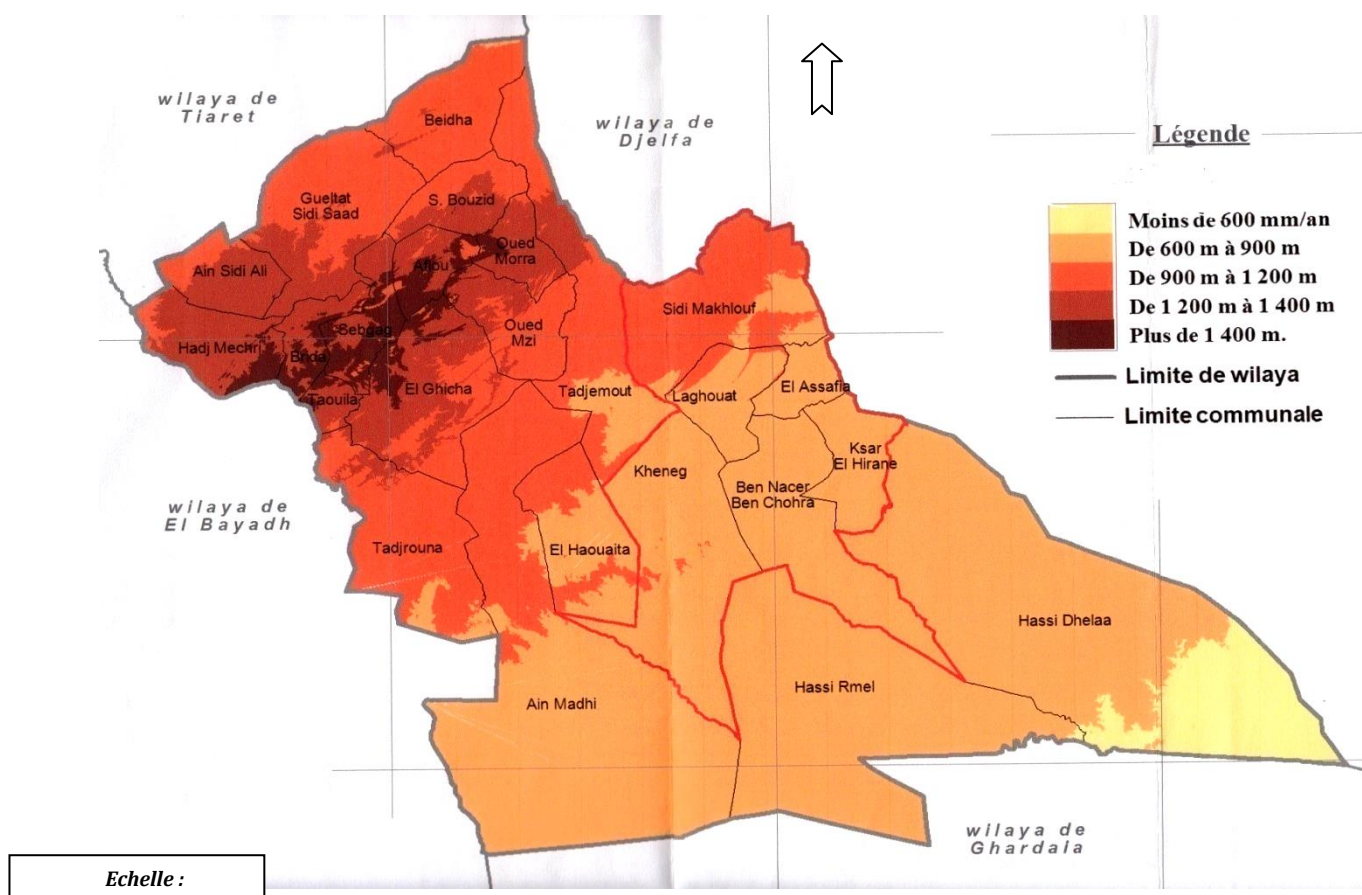


FIGURE 7: RELIEF DE LA WILAYA DE LAGHOUAT.

3.2- HYDROGRAPHIE :

Les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharien. Leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à une forte évaporation.

Les principaux Oued sont : Oued M'Zi, Oued Touil et Oued Medsous. Des ressources hydriques conséquentes souterraines et Superficielles partiellement exploitées.

3.3- PLUVIOMETRIE :

Les précipitations moyennes enregistrées font ressortir une pluviométrie moyenne annuelle de 219,8 mm durant l'année 2008-2009 et 154 mm durant la période 1998-2009.

La carte de précipitation annuelle de la Wilaya de Laghouat « Figure N° 08 » fait ressortir le rôle prépondérant du relief dans la répartition spatiale des précipitations. Au nord et nord-ouest une moyenne de précipitation de 200 à 300 mm est enregistrée contre une moyenne de 100 à 200 mm au centre de la Wilaya. Une nette diminution de la pluviométrie est à signaler à mesure que l'on va vers le sud qui est moins arrosé. Donc les précipitations diminuent sensiblement au sud et sud-est pour tomber à moins de 100 mm.

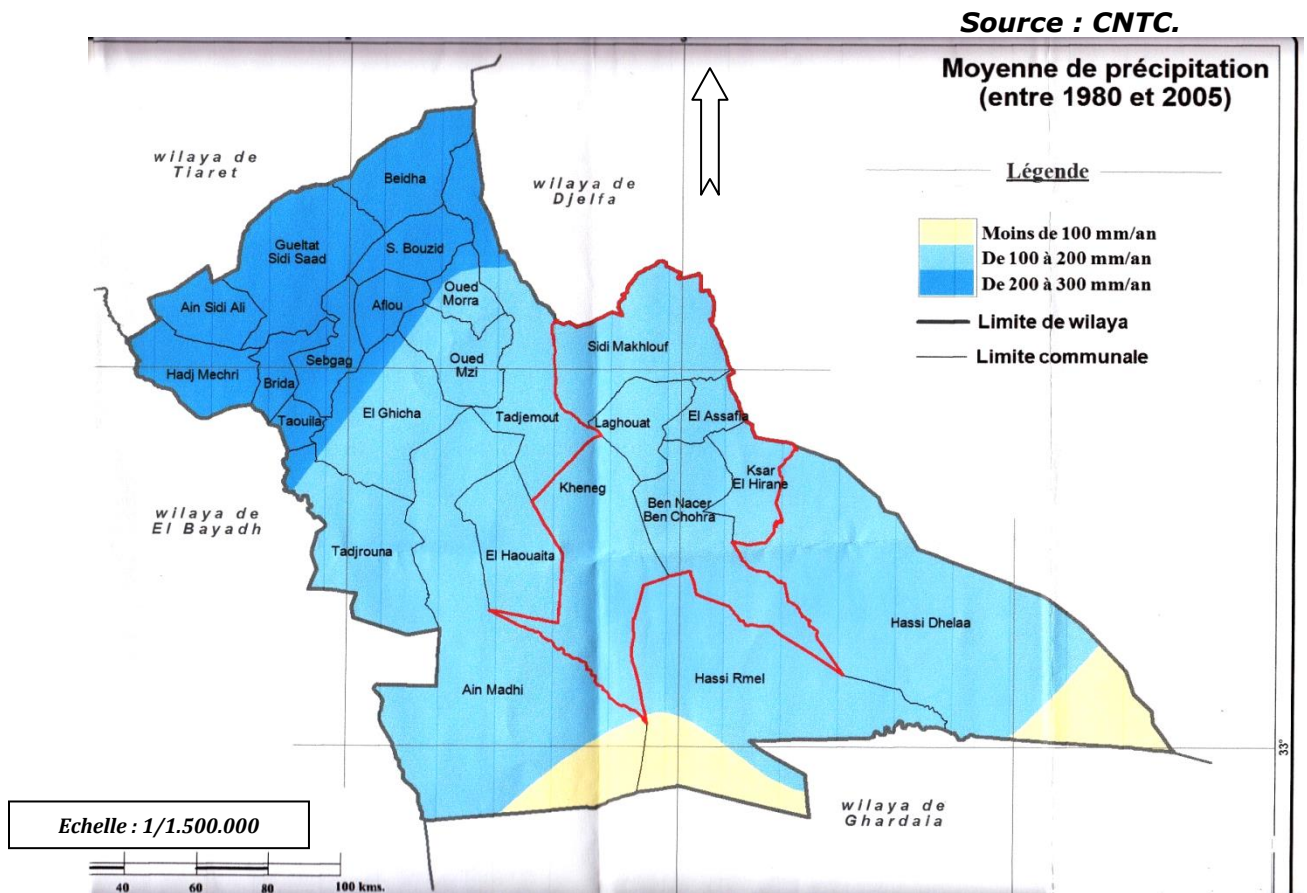


FIGURE 8: CARTE DES PRECIPITATIONS DE LA WILAYA DE LAGHOuat.

CHAPITRE 04 : LE RESEAU ROUTIER DANS LA WILAYA DE LAGHOUAT

4.1- ETAT DU RESEAU

La wilaya de Laghouat dispose d'un RR de 1 310 km répartis comme suit :

- a) 403 km de routes nationales revêtus :
 - RN 01 = 168 km
 - RN 23 = 155 km
 - RN 47 = 44 km
 - RN 01 A = 36 km
- b) 394 km de chemins de wilaya revêtus:
 - CW 31 = 28 km
 - CW 120 = 14 km
 - CW 121 = 80 km
 - CW 122 = 32 km
 - CW 124 = 29 km
 - CW 125 = 15 km
 - CW 126 = 17 km
 - CW 230 = 81 km
 - CW 231 = 61 km
 - CW 232 = 37 km
- c) 513 km de chemins communaux :

L'état du Réseau Routier de la wilaya de Laghouat est représenté dans le tableau suivant:

Source : élaboré par l'auteur sur la base des données de la Direction des Travaux Publics de Laghouat, 2013.

	Désignation	Etat du Réseau Revêtus (km)			Total (km)	Taux (%)
		Bon	Moyen	Mauvais		
CLASSEMENT ADMINISTRATIF	Routes Nationales	314	63	26	403	30,76%
	Chemins de Wilaya	304	41	49	394	30,08%
	Chemins Communaux	278	76	159	513	39,16%
	Total	896	180	234	1 310	100,00%
	Taux (%)	68,40%	13,74%	17,86%	100,00%	

TABLEAU 8: ETAT ET CONSISTANCE DE L'INFRASTRUCTURE ROUTIERE DE LA WILAYA DE LAGHOUAT EN 2011.

Le tableau suivant (N° 9) donne le détail de l'état du réseau routier par commune et par classement administratif (RN, CW et CC).

Source : Direction des Travaux Publics de Laghouat, 2013.

Commune	Routes Nationales			Chemins de Wilaya			Chemins Communaux			TOTAL
	Bon.	Moy.	Mov.	Bon.	Moy.	Mov.	Bon.	Moy.	Mov.	
Laghouat	42	-	-	12	-	-	04	06	-	64
Sidi makhlouf	11	22	-	-	-	-	-	-	-	33
El Assafia	-	-	-	07	-	-	-	06	-	13
Ksar El Hirane	-	-	-	06	-	-	20	08	24	58
B- Benchorha	30	08	-	22	-	-	10	02	10	82
Ain madhi	-	-	-	15	05	06	09	05	-	40
Kheneq	-	-	-	20	04	-	-	-	-	24
El houita	-	-	-	29	-	06	-	-	-	35
Tadjemout	20	18	16	26	-	-	-	-	4	84
Tadjerouna	-	-	-	22	-	-	66	-	-	88
Aflou	43	-	-	-	-	-	-	13	09	65
Sebgag	10	-	-	-	-	-	20	-	-	30
Sidi Bouzid	16	10	-	-	-	-	13	-	-	39
Oued Morra	10	05	03	16	-	-	27	14	-	75
Oued M' zi	-	-	-	-	-	-	5	-	-	5
El Ghicha	-	-	-	32	04	05	09	-	-	50
Hassi R'mel	65	-	07	-	-	-	-	-	-	72
Hassi Delaa	-	-	-	37	-	-	30	-	100	167
Gueltet sidi Saad	39	-	-	30	12	-	-	-	04	85
Ain sidi Ali	-	-	-	14	06	-	-	-	-	20
Beidha	-	-	-	06	-	06	07	-	-	19
Brida	28	-	-	10	-	16	26	-	08	88
Hadj Mechri	-	-	-	-	10	10	20	22	-	62
Taouiala	-	-	-	-	-	-	12	-	-	12
TOTAL WILAYA	314	63	26	304	41	49	278	76	159	1 310

TABLEAU 9: ETAT DE L'INFRASTRUCTURE ROUTIERE PAR COMMUNE AU 31/12/2012.

4.2- L'ETAT DU TRAFIC SUR LE RESEAU ROUTIER DE LA WILLAYA DE LAGHOUAT:

D'après la DTP de Laghouat, les flux de transport sur le réseau routier exprimés en TJMA « Taux Journalier Moyen Annuel », a été établie à l'aide d'un comptage manuel, des facteurs d'ajustement et de redressement, ont été utilisé pour tenir compte, entre autres, des variations journalières et saisonnières, de la relative précision des comptages manuels et des taux d'échantillonnage. Ce comptage pour l'année 2012 a donné les résultats inscrits dans le tableau ci-dessous.

Source : élaboré par l'auteur sur la base des données de la DTP de Laghouat.

Dénomination de la route	PK Début-PK Fin	Trafic Routier V/J	Pourcentage de PL	Longueur en kms.	Classe de trafic	Longueur en kms par type.
RN 01	352-520	8 000	40 %	168	T2	403
RN 23	243-398	5 000	40 %	155	T3	
RN 47	285-329	4 000	30 %	44	T3	
RN 01A	000-036	2 000	30 %	36	T4	
CW 31	000-028	2 200	20 %	28	T4	
CW 120	000-014	1 500	20 %	14	T4	395
CW 121	000-080	500	15 %	80	T5	
CW 122	000-032	400	10 %	32	T5	
CW 124	000-029	300	10 %	29	T5	
CW 125	000-015	100	05 %	15	T5	
CW 126	000-017	250	10 %	17	T5	
CW 230	000-081	500	20 %	81	T5	
CW 231	000-062	700	25 %	62	T5	
CW 232	000-037	200	10 %	37	T5	
TOTAL				798		

TABLEAU 10: TRAFIC ROUTIER SUR LE RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE LAGHOUAT.

La RN1 génère un trafic de l'ordre de 8 000 véhicules en moyenne annuelle journalière et la RN23 un trafic de l'ordre de 5 000 véhicules. Pour les autres axes principaux le trafic varie entre 4 000 et 2 000 véhicules / jour. Une grande partie du réseau supporte un trafic inférieur à 500 véhicules/jour. Si la population est inégalement répartie sur le territoire, elle est présente de façon discontinue, à faible densité. Ce tableau montre que les Routes Nationales sont les plus sollicitées et supportent le pourcentage de trafic poids lourds le plus contraignant de 30 à 40 %.

Les classes de trafic routier sont déterminées d'après des fourchettes de Tjma « Trafic journalier moyen annuel » comme l'indique le tableau ci-dessous.

Source : Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement des Territoires, 1995.

Classe de trafic	Variation Tjma.
T0	Supérieur à 15 000
T1	Entre 10 000 et 15 000
T2	Entre 6 000 et 10 000
T3	Entre 3 000 et 6 000
T4	Entre 1 500 et 3 000
T5	Inférieur à 1 500

TABLEAU 11: LES CLASSES DU TRAFIC ROUTIER EN ALGERIE.

Les indicateurs du Réseau Routier de la Wilaya de Laghouat:

- Le réseau revêtu de la wilaya représente : 92,36% du réseau total.
- Compte tenu de la superficie de la wilaya qui totalise 25,057 km², la densité de ce réseau s'élève à 0,0523 km/km².
- La densité routière rapportée à la population est de 2,43km pour 1000 habitants.
- Le taux de revêtement du réseau routier a atteint, en 2009, 85 % « ce taux est de 50% en Afrique du nord et 30 % sur l'ensemble du continent africain » (MTP. 2009).
- 80 % du réseau routier à une largeur supérieure à 7 m (30% en Afrique du nord et 10 % sur l'ensemble du continent africain) (MTP. 2009).

4.3- LES CONTRAINTES DANS LA GESTION DU RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE LAGHOUAT.

La prise en compte des contraintes de gestion actuelles du réseau routier constitue une condition pour la réussite de n'importe quel *projet de développement d'une nouvelle solution pour une gestion efficace de ce réseau routier*.

Durant notre étude du réseau routier de la Wilaya de *Laghouat*, nous avons pu identifier des contraintes de différentes natures. Ces contraintes ne sont pas les mêmes pour toutes les DTP des Wilayas. Elles sont différentes selon les moyens et le niveau technique et scientifique de l'encadrement de chaque DTP. Concernant la Wilaya de Laghouat, nous avons identifié les contraintes suivantes :

1- Un réseau hétérogène : Le réseau routier de la wilaya de Laghouat est constitué de **1310 kilomètres** de voies. Il représente un peu plus de 0.0523 kilomètre de voie par kilomètre carré de superficie, ce qui est légèrement supérieur à la moyenne national évaluée à 0.0479 kilomètre de voie par kilomètre carré.

Globalement, le réseau routier présente des hétérogénéités de techniques utilisées, de caractéristiques géotechniques différentes, des couches de roulement récentes et d'autres anciennes, des ouvrages d'arts de natures différentes, des intersections aménagées différemment. A titre d'exemple la route nationale N°01 « RN1 » présente les caractéristiques suivantes :

- La partie nord de la Wilaya (du PK 352 au PK 420) renforcée et aménagée récemment (2006 à 2012) en double voies, avec une couche de fondation en grave concassée, une couche de base en grave bitume et une chaussée en béton bitumineux,
- La partie sud (du PK 420 au PK 520) avec son corps de chaussée depuis l'époque coloniale (1953) en une seule voie, avec une couche de fondation et une couche de base en tuf et une chaussée en enrobé à froid.

2- Un réseau routier complexe : La complexité du réseau routier s'exprime en trois aspects : réseau, usagers et exploitation. Géographiquement, un réseau routier est étendu dans l'espace. Il se compose d'un grand nombre de routes, d'intersections de différentes caractéristiques physiques. Il est régulièrement ou aléatoirement influencé par les conditions environnementales et météorologiques : le jour, la nuit, la pluie, la neige, le verglas, le vent, l'ensablement etc.

Puisque il s'étend sur un territoire vaste sur lequel on y trouve les activités humaines qui conditionnent la demande de déplacement, variable dans le temps : pendant la journée, la semaine ou entre les différentes périodes de l'année selon le niveau des activités humaines : tourisme, manifestations, jour de marché etc. De plus, les usagers de la route sont très différents de l'un à l'autre par leurs préférences et leurs comportements de déplacement. La route peut être dégradée par une surcharge, par un accident ou par d'autres facteurs plus ou moins aléatoire.

3- Des acteurs multiples :

Le réseau routier au niveau national fait l'objet de multiples intervenants, ainsi que différents gestionnaires (Communes, Wilaya, DTP, MTP...). De nombreux usagers viaires (véhicules, transports en commun, deux-roues, piétons...).

4- Un patrimoine important à préserver :

Le réseau routier représente un patrimoine d'une grande valeur qu'il est primordiale de le préserver. En plus d'un effort d'investissement initial important dans la construction des routes, des ouvrages d'arts et ses dépendances, des budgets annuels sont nécessaires afin de préserver et renforcer ces infrastructures.

La préservation de ce patrimoine nécessite du gestionnaire la mise en œuvre d'une stratégie de surveillance, de recueillement et de traitement de données, de mise à niveau régulière de la structure des chaussées et de leurs caractéristiques de surface, visant un point d'équilibre entre objectifs d'entretien et moyens financiers disponibles.

5- Des finalités variées :

De multiples finalités recherchées par le gestionnaire du réseau routier :

- Combattre la congestion et assurer la fluidité de la circulation,
- Assurer l'intermodalité en améliorant la synergie et les interfaces entre les différents modes de transport,
- Varier le Réseau, par la construction des différentes variantes des routes suivant le besoin « Routes Nationales, Chemin de Wilaya, Chemins Communaux, Autoroutes, Routes Expresses.... »,
- Améliorer l'état de la chaussée,
- Assurer la sécurité des usagers,
- Assurer un bon état de la structure,
- Faciliter les accès aux différents utilisateurs,
- Respecter La réglementation, les normes de gestion, les normes techniques et environnementales,
- Assurer une planification à court, moyen et long terme,

6- De multiples programmes :

La multitude des programmes poursuivis au niveau de la DTP peut provoquer des confusions et des interactions qui peuvent se répercuter sur la qualité du travail. Parmi ces programmes :

- Programme de construction de nouvelles routes « travaux neufs ».
- Programme entretien et renforcement qui nécessitent des informations détaillées sur la chaussée et son état (données structurelles : géométrie et profil de la chaussée, état du revêtement, etc.) et sur son usage (données fonctionnelles : voies de circulation, type d'utilisation, etc.).
- Programme exhaustif d'exploitation des routes précisant les objectifs, fixant les stratégies à mettre en œuvre et recensant les problèmes qu'il convient de résoudre. Un tel programme permettra de déterminer les ressources nécessaires sur les plans technique, financier et humain.
- Programme surveillance/information en retour (Voir la partie 1.3).
- Programme examen budgétaire et calcul des coûts de revient de chaque tâche des travaux de l'entretien routier.
- Programme évaluation de l'état des infrastructures (Voir la partie 1.3).
- Programme recueil des données en matière de gestion du trafic et d'information routière (informations aux usagers de la route), les données concernent principalement l'utilisation du réseau (données fonctionnelles) et les événements qui ont lieu sur ce réseau (données événementielles : accidents, bouchons, chantiers, etc.).
- Programme examen des finalités et retour d'expérience, et ceci afin de tirer des enseignements des écarts et des erreurs commises lors de la concrétisation des programmes de l'année ou des années précédentes.

7- Des données variées et de multiples sources :

Pour la gestion des Infrastructures routières, la Direction des Travaux Publics fait appel à des données en provenance de sources très diverses, à la fois internes et externes (Wilaya, Direction de Transport, communes...). Elle obtient souvent des données hétérogènes présentées sous divers formats « papier, numérique... » . La DTP fournit également des données à différents niveaux et parties de l'administration (par exemple Ministères, Wilaya, Communes etc.).

Il est donc vital que tout soit mis en œuvre pour assurer que l'ensemble des données « en entrée ou en sortie du système de gestion » sera d'une qualité irréprochable. Ceci à son tour impose que tout le personnel de l'organisation soit bien conscient de l'importance de *la qualité des données* et que soient mises en place des procédures adéquates de contrôle et de validation des données.

Se pose aussi la contrainte de la validité et de la disponibilité des données, et le manque d'organisation de ces données peut être pénalisant lorsqu'il est nécessaire de répondre rapidement à une situation qui l'exige.

4.4- LES ALTERNATIVES

La maîtrise des contraintes de gestion du réseau routier à été toujours un gage de réussite dans la gestion de ce réseau, mais elle nécessite la disponibilité des informations qui faciliteront la décision, lesquelles peuvent avoir des origines, des thèmes et des sources très variées. En plus, il faut centraliser, gérer, distribuer et mobiliser rapidement l'information nécessaire et pertinente.

À ce jour, la méthode utilisée dans la gestion du réseau routier en Algérie est la méthode classique. En effet, pour atteindre un seuil acceptable d'efficacité, la DTP de Laghouat vise principalement les travaux de construction (ingénierie dite **d'équipements fixes**):

- des travaux d'entretien et de réfection de la chaussée visant à garantir une qualité de roulement acceptable;
- des travaux pour l'augmentation de la capacité des routes;
- des panneaux de **signalisation statiques** pour informer les voyageurs;
- des changements à la géométrie des routes, l'aménagement des carrefours et des élargissements des routes pour améliorer la sécurité et augmenter la capacité.

La sollicitation des réseaux routiers est plus intense que jamais et la multiplication des déplacements et des changements dans le mode de transport soulignent la nécessité d'améliorer la gestion et l'exploitation des réseaux routiers existants.

Au cours des deux dernières décennies, un certain nombre de développements entraînant la mise en œuvre de solutions innovatrices (ingénierie dite **de solutions adaptées**) ont été réalisées pour ajouter de la valeur et accroître la durée de vie des ouvrages existants, optimisant ainsi l'infrastructure routière et accroissant l'efficacité de l'exploitation des réseaux routiers. L'exploitant de réseau routier est désormais à même de constater que :

- il est possible d'accroître l'intervalle entre les travaux d'entretien périodique et de réduire la détérioration de la structure de chaussée par des mesures efficaces de contrôle de surcharge et de respect des règlements;
- l'amélioration de la sécurité routière peut être réalisée de façon proactive grâce à des systèmes d'avertissement intelligents (accidents, glace, excès de vitesse, travaux...) et à des systèmes embarqués.
- la diffusion d'informations destinées aux utilisateurs de la route peut être améliorée au moyen de panneaux routiers dynamiques, de la radio, de services Internet, des téléphones cellulaires. Ces outils peuvent aider les usagers de la route à planifier leurs voyages plus efficacement (Association mondiale de la route ,2004)

Face à des données de plus en plus importantes à considérer et à manipuler dans la gestion d'un réseau routier, et à côté de l'obsolescence des outils classiques d'exploitation des données, le SIG se révèle l'un des meilleurs outils de maîtrise d'informations.

Il a la capacité d'ajouter aussi la composante spatiale et de traiter de l'information en tout point du territoire, compétence indispensable à l'action de prise de décision dans le domaine des infrastructures routières.

Force est de constater, pour bien gérer le réseau routier, qu'il est indispensable de disposer d'outils permettant de maîtriser l'ensemble des contraintes. En effet, l'alternative proposée, en l'occurrence le SIG « *dans sa version la plus complète* » présente les caractéristique et qualités suivantes:

a) Un système informatisé dédié à l'entretien des chaussées et des Ouvrages d'Art :

Capitalisées dans un système d'informations routières, les données (numériques, cartographiques, vidéo...) relatives à la définition du patrimoine routier et de son état, sont un préalable indispensable à la bonne gestion des chaussées et ouvrages d'art. Régulièrement mis à jour, ces données constituent un outil incontournable pour communiquer et évaluer les politiques routières.

Le système d'informations routières intègre des modules dédiés aux chaussées et aux ouvrages d'art. Les référentiels communs permettent une exploitation dans le système d'informations géographiques.

Cette capitalisation des connaissances au sein de ce système d'informations routières permet de concevoir et gérer les programmes d'entretien et d'investissement.

b) Évaluation du trafic routier :

La connaissance du trafic circulant sur le réseau routier national s'appuie sur une organisation comprenant :

- Des sites de comptages permanents qui recensent le nombre et le type de véhicules, ainsi que la classe de vitesse ;
- un échantillonnage du réseau routier représentatif qui fait l'objet d'un recensement tournant avec une fréquence de rotation de 1 à 2 ans.

Ces données permettent d'établir une carte annuelle des trafics. Elles constituent l'un des paramètres pour définir les entretiens des chaussées et aussi pour une programmation de futures réalisations.

c) Le suivi de la sécurité routière :

Une base de données recueillant l'ensemble des accidents corporels avec une description sommaire des circonstances est indispensable. Ces données permettent de suivre l'évolution de l'accidentologie et de déclencher des actions de sécurité ciblées et répondant aux caractéristiques des accidents recensés. Cette base de données est aussi utilisée pour le recueil des données de sécurité des opérations de modernisation du réseau comme pour la réalisation de diagnostics dans le cadre de l'exploitation du réseau.

De plus, une procédure spécifique de remontée d'information est mise en place pour les accidents mortels sur le réseau de wilaya et chacun de ces accidents déclenche une visite spécifique des services de la sécurité routière, et ceci, pour la résorption des points noirs accidentogènes.

d) Les enjeux de la protection de l'environnement et du cadre de vie :

Au-delà des données liées à l'infrastructure et au trafic, de nombreuses données sont collectées et viennent enrichir les connaissances dans les domaines comme les nuisances sonores routières ou les polluants dus à la circulation, leur évolution avec la modernisation du parc automobile et leur diffusion tant dans l'air que dans l'eau par un suivi de la qualité des eaux dans les bassins routiers ainsi que l'analyse des boues issues du curage des fossés et bassins.

Conclusion de la partie I :

L'Algérie dispose d'un réseau routier considéré comme le plus dense, le plus large et le mieux entretenu du continent africain. Le taux du réseau revêtu a atteint 85 % en 2009 « ce taux est de 50% en Afrique du nord et 30 % sur l'ensemble du continent africain ». En plus 80 % du réseau routier à une largeur supérieure à 7 m contre 30% en Afrique du nord et 10 % sur l'ensemble du continent africain (MTP. 2009).

A l'indépendance, le pays disposait de 35 500 km de routes revêtues et 920 Ouvrages d'Arts. En 2013 l'Algérie comptait un réseau routier long de 114 102 km et 6 285 Ouvrages d'Arts. Mais des problèmes de gestion reflétés par le mauvais état des routes, notamment les routes communales et des chemins de wilaya dans différentes régions du pays.

Toutefois, en ce qui concerne l'état du réseau routier de la Wilaya de Laghouat, son état de dégradation est moins grave que la moyenne nationale. On a plus de 68% en bonne état contre une moyenne nationale évaluée à seulement 41%.

En vue de contraintes rencontrées dans la gestion de ce réseau routier, on peut dire que le SIG comme outil d'aide à la prise de décision représente un enjeu fort et pertinent. En effet, il ouvre l'opportunité de construire des outils adaptés aux réalités actuelles de transfert et partage d'informations, en plus de la possibilité d'élargissement des partenariats aux collectivités locales et une gestion du réseau routier adaptée aux particularités du sud.

PARTIE II : MISE EN PLACE D'UNE SOLUTION SIG ROUTES.

Chapitre 05 : Rappels sur les solutions SIG

Chapitre 06 : Les outils logiciels

Chapitre 07 : Elaboration d'une solution SIG sous MapInfo

CHAPITRE 05: RAPPELS SUR LES SOLUTIONS SIG.

Introduction :

Sous l'effet de l'accélération des rythmes des activités économiques et sociales, le trafic sur le réseau routier national a augmenté considérablement ces vingt dernières années, causant ainsi des interminables congestions, des dépassements de la capacité des routes, des dégradations prématurées des chaussées, de lancement des chantiers sur des voies livrées à la circulation causant ainsi plus de perturbation de circulation et de congestion.

Les différentes contraintes en plus de la multitude d'acteurs et le nombre impressionnant de facteurs à prendre en compte font de la gestion du réseau routier de la Wilaya de Laghouat un problème de décision complexe.

Les systèmes d'information géographique (SIG) sont ainsi apparus comme un moyen efficace d'analyse et *d'aide à la décision*, et ceci, par le fait d'intégrer et de mettre en relation différentes sources de données par le biais de la référence spatiale.

L'objectif de ce chapitre est d'élaborer un prototype d'un SIG pour la gestion du réseau routier de la Wilaya de Laghouat. En préambule, un tour d'horizon des principales approches SIG et de leurs rôles dans les pratiques de prise de décision, en plus de quelques éléments de définition.

5.1- DEFINITIONS ET TERMINOLOGIES.

Avant de se lancer dans les définitions du SIG, et pour éviter les confusions et les ambiguïtés, nous avons jugé utile de définir les mots : spatial, spatialité et information spatiale.

Spatial : Relatif à l'espace, à la place, à l'étalement (KOUSSA C., 2011).

Spatialité : Ce qui a trait à l'espace et au territoire. La spatialité est la dimension spatiale d'un phénomène, d'un fait déterminé: localisation, rapport à l'espace, effet de proximité... (BAILLY, et al, 2004).

Information spatiale : le mot *information* signifié « renseignement sur quelqu'un, quelque chose » (ROBERT, 2010). Dans le contexte informatique, l'information signifié « élément de connaissance susceptible d'être codé pour être conservé, traité ou communiqué » (LAROUSSE, 2008).

Toutes les définitions partagent le fait qu'une *information spatiale* est relative à une localisation sur le globe terrestre. Les données géographiques, comme toute donnée informatique gérée dans une base de données, sont généralement caractérisées par des données thématiques (nom, description, etc.), mais également par des informations spatiales (localisation, géométrie, relation spatiale, etc.). La structuration de ces données dépend de leur perception, modélisation, représentation, et également du mode ou format de représentation (SERVIGNE, et al, 2006).

1- SIG « Système d'Information Géographique » :

Dans la littérature, il existe de nombreuses définitions d'un SIG, dit aussi *Système d'Information Spatiale* « SIS » ou *Système d'Information à Référence Spatiale* « SIRS ». Mais toutes des définitions parlent de données géo-référencées comme données de base pour tout SIG. Pour résumer, on peut se référer à la définition suivante :

« Un SIG c'est un environnement conçu pour l'analyse et la modélisation de la distribution spatiale des phénomènes. Il se compose d'une base de données géographique (BDG), d'une boîte à outils contenant des procédures d'analyse, de gestion, de saisie et de représentation, ainsi qu'un interface utilisateur » (Collet, 1972).

2- SIG et système informatique :

La relation entre le SIG et l'informatique est fondamentale. En effet, la base du SIG c'est le regroupement des données dans un système informatique. Ce contexte peut donner la définition suivante : *“Un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçu pour permettre: la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation, l'affichage de données à référence spatiale, afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion”*. « Comité Fédéral de Coordination Inter-agences pour la Cartographie Numérique, 1988, USA ».

Auparavant, les territoires et leur environnement étaient appréhendés soit par une représentation géographique traditionnelle à l'aide de plans et de cartes, soit par une approche comptable en constituant et en exploitant des bases de données alphanumériques (automatisées ou non).

L'apport des SIG est *de permettre une vision globale de ces territoires* en proposant, par la mise en œuvre *d'outils qui associent chiffres et cartes, de lier les deux domaines, de les enrichir, de les synthétiser*.

3- SIG comme outil d'aide au stockage de données et d'informations géographiques:

Les données spatiales sont généralement volumineuses et complexes, un SIG doit les stocker et en même temps optimiser leur interrogation. Un SIG peut être défini alors comme *« un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées »* (LAURINI, 1993).

4- SIG comme outil de visualisation de données spatiales:

Dans leur forme de base de données, les données spatiales sont généralement illisibles et difficile à interpréter. Leur transformation en des modèles spatiaux rendus à l'écran facilitera énormément la compréhension de leur contexte spatial ainsi que leur interprétation et leur analyse. Un SIG est représenté généralement sous forme d'un ensemble de *couches superposées* « Voir Figure N°09 ». Chaque couche présente un thème particulier de la zone géographique concernée.

(Source : IRD)

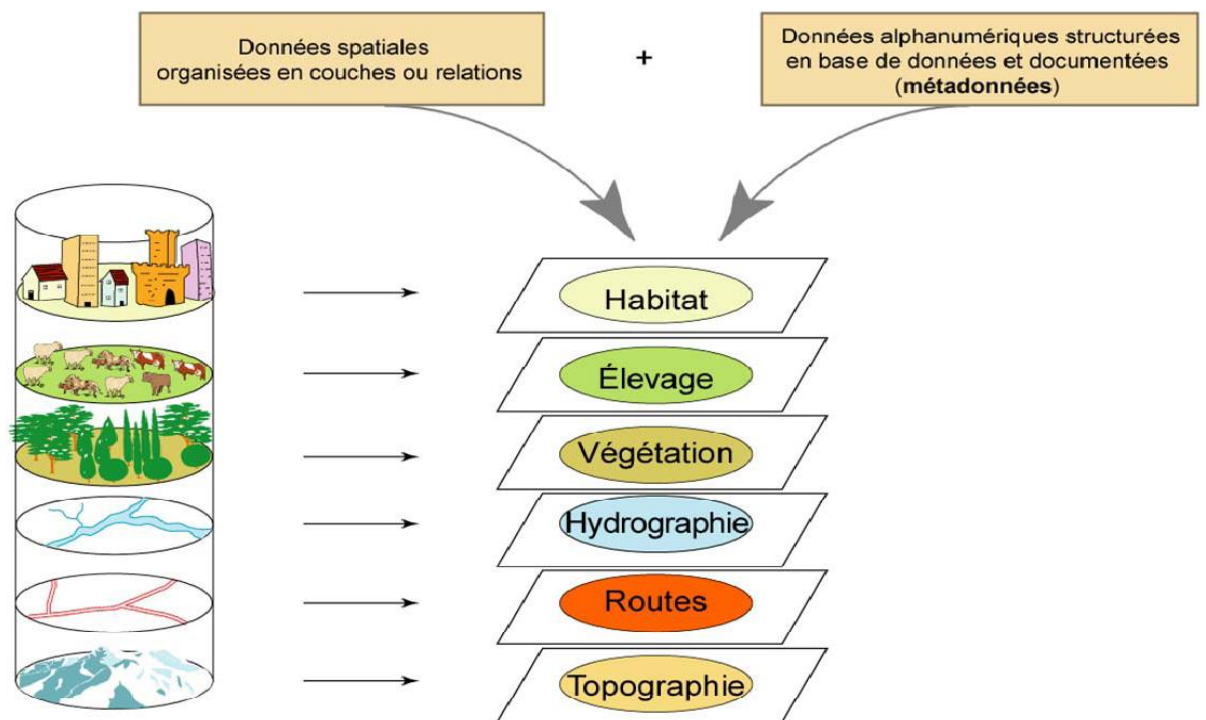


FIGURE 9: EXEMPLE DE SUPERPOSITION DE COUCHES SPATIALES DANS UN SIG.

La superposition des couches facilite l'analyse des données. L'utilisateur a la possibilité de travailler proprement sur chaque couche à part, ensuite, il peut visualiser l'ensemble. Un SIG doit pouvoir offrir une visualisation vectorielle et/ou raster des couches. Cette notion de couches est très importante dans les concepts fondamentaux des SIG. D'une part, elle permet de regrouper des éléments de même nature dans une structure unique pour pouvoir ensuite la manipuler indépendamment des autres données.

Et d'autre part, elle permet de structurer les données de manière à en optimiser la gestion. Dans un SIG, chaque couche a une signification particulière; mais elle composera toujours un élément de base du système.

5- SIG comme outil d'analyse de données spatiales:

L'une des caractéristiques fondamentales et la raison d'être d'un SIG est la capacité à fournir des outils d'analyse de données spatiales sous forme de traitements quantitatifs et/ou qualitatifs « voir **Figure N° 10** qui donne un exemple d'une analyse spatiale ».

L'analyse peut porter sur la distribution d'objets spatiaux dans une zone géographique donnée, les différentes thématiques abordées par le SIG, les propriétés géométriques et topologiques des objets spatiaux, etc. (KOUSSA C., 2011).

Source : ESRI France, 2014

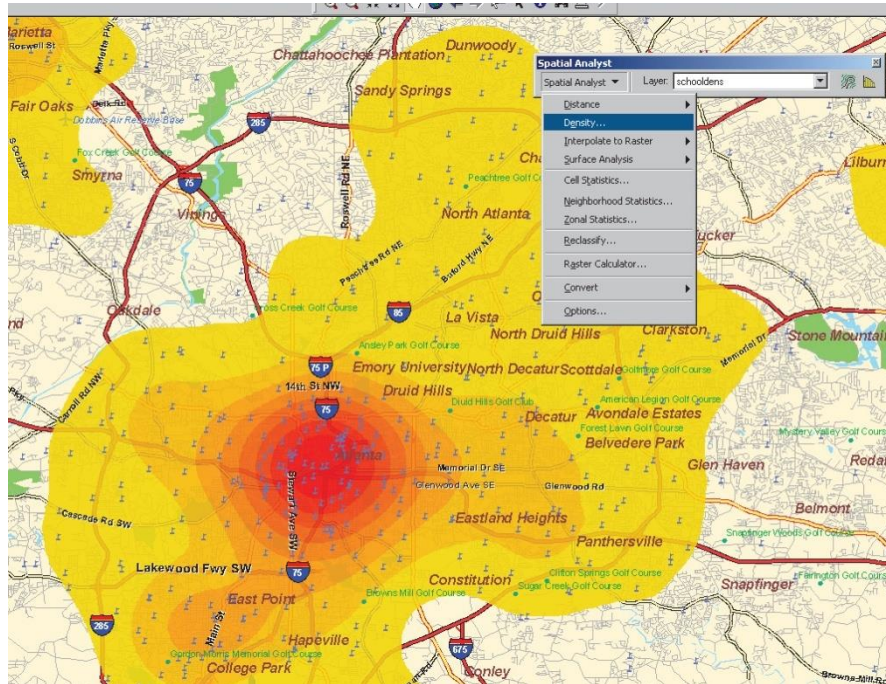


FIGURE 10 : EXEMPLE D'UNE ANALYSE SPATIALE « ANALYSE DE DENSITE ».

6- SIG comme outil d'aide à la décision :

L'analyse des données spatiales dans un SIG engendre souvent des interprétations sur la base desquelles se reposeront des décisions. dans ce cas, un SIG peut être défini comme « *un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision* ». « *Définition de Michel Didier pour le Conseil National de l'Information Géographique, 1990* ».

Cette dernière définition qualifie le SIG comme un outil d'aide à la décision, ce qui veut dire qu'il doit pouvoir donner des réponses aux questions suivantes :

- **Où ?** « Où se trouve tel objet ou tel phénomène spatial ? »

Un SIG possède des données géo-référencées, donc c'est l'outil le mieux qualifié pour répondre à ce genre de question. La réponse donne la distribution ou la répartition des objets et des phénomènes spatiaux dans une zone géographique donnée.

- **Quoi ?** « Que trouve-t-on à tel endroit »

La réponse à cette question donne tous les objets ou phénomènes spatiaux se trouvant dans un endroit donné.

- **Comment ?** « Comment tels objets ou tels phénomènes sont répartis dans l'espace et quel type de relation existe entre eux ? »

C'est une question fondamentale dans l'analyse spatiale qui consiste à donner une réponse concernant la répartition des objets spatiaux dans l'espace et les relations entre eux.

- **Quand ?** « Quand un tel phénomène spatial aura lieu ? »

Elle consiste à faire des prévisions sur les changements qui auraient lieu concernant les objets et phénomènes spatiaux. Elle porte sur l'analyse temporelle des phénomènes et des objets spatiaux.

- **Si ?** « que se passe-t-il si tel phénomène spatial a lieu et quelles conséquences se produiraient sur tels objets spatiaux ? »

Elle permet de faire des simulations et de dégager des hypothèses concernant un scénario spatial et ses conséquences sur des objets spatiaux (KOUSSA C., 2011).

5.2- LES PRINCIPAUX OBJECTIFS POURSUIVIS DANS LA MISE EN ŒUVRE D'UN SIG:

- **l'automatisation de l'administration du territoire**, la localisation des informations, l'extrapolation des évaluations budgétaires, la maîtrise des données par la mise en œuvre de nouveaux comportements fondés sur l'utilisation de l'informatique,
- **la planification spatiale**, l'aménagement du territoire,
- **la maîtrise de produits cartographiques** : Cadastre, Plan d'Occupation du Sol, réseaux routiers et réseaux de transport etc....
- **le contrôle des éléments du domaine public** : voiries, espaces verts, équipements divers,
- **les études** portant sur l'implantation de nouvelles voies,
- **la diffusion** à des tiers de certaines informations.

La mise en place d'un SIG sur un territoire se conçoit **en association avec plusieurs partenaires** : Communes ou Wilayas voisines et différents secteurs qui ont des préoccupations proches ou complémentaires les uns des autres. Cela permet de partager une partie de l'investissement de départ et de mieux tirer parti des compétences localement disponibles. Le SIG devient un **“point de rencontre et d'échanges” pour les différents partenaires**. Les données sont donc le plus souvent constituées dans un contexte public. Elles forment alors **un patrimoine informationnel public** dont la valorisation dépend principalement de l'usage qui en est fait.

Le SIG est constitué par l'ensemble des informations intervenant dans l'organisation du territoire et les outils associés qui en permettent la gestion, la consultation et la restitution multiformes. **Un SIG constitue notamment** :

- Une mémoire du territoire,
- Un outil de traitement et de diffusion des informations localisées,
- Un outil de communication entre les partenaires de la gestion du territoire,
- Un outil d'aide à la prise de décisions.

Un SIG sert aussi à :

- Aider les autorités à planifier et aménager le territoire, en fournissant une image flexible et dynamique du territoire et des contraintes d'aménagement,
- Aider les professionnels dans le diagnostic de dysfonctionnements, l'élaboration de variantes d'aménagement et leur dimensionnement,
- Gérer les limites administratives et les infrastructures.

Dans le domaine des routes, un SIG a les capacités de traiter efficacement des problèmes spécifiques au Réseau Routier, parmi ces problèmes nous pouvons citer les plus courants :

- Traitement de **l'insécurité routière** par la connaissance de l'accidentologie,
- Mesure de l'évolution du RR par **la connaissance des trafics routiers**,
- Gestion du patrimoine (glissières, bornes, marquage, ouvrages d'art...),
- Optimisation du renouvellement des couches de roulement par la connaissance de l'état des chaussées,
- Travaux cartographiques dans le cadre de la veille et du service hivernal et de désensablement (circuits de déneigement et de désensablement, limitations de tonnages et décisions de passage des convois exceptionnelles...).

5.3- LES AVANTAGES D'UN SIG

- Le SIG permet des calculs utiles à la prise de décision. Cela va du calcul simple, la superposition cartographique, au calcul complexe d'analyse spatiale intégrant un grand nombre de paramètres.
- Le SIG améliore le service rendu à l'utilisateur en permettant de lui fournir avec rapidité et fiabilité une information de qualité dont il a besoin. Par exemple, tous les renseignements délivrés par le service d'entretien des routes seront, en principe, à jour et complets,
- Un SIG facilite la réalisation d'étude pour tous les projets ayant une composante géographique. Il permet de multiplier les représentations visuelles et facilite ainsi la prise de décision tout en diminuant les risques d'erreurs,
- Lorsque le SIG est en place, installer une nouvelle solution nécessite un investissement modeste et le retour sur investissement est rapide,
- Un SIG évite d'avoir à refaire plusieurs fois les mêmes levés topographiques. Il évite que des services différents procèdent à des levés sur la même zone et évite les pertes d'information avec le temps en accumulant l'information recueillie sur le terrain,
- Un SIG permet d'abaisser les coûts de production des cartes et des plans. Dans la plupart des directions, les cartes et plans sont établis à la main, avec des délais et des coûts de correction, de mise à jour, de dessin, etc. Le SIG permet de les établir plus rapidement et à moindre frais,
- Un SIG permet aussi d'établir des cartes et des plans que l'on ne pouvait pas réaliser à la main. Grâce à l'informatique, il est possible de réaliser des produits nouveaux qu'il était *impossible de réaliser à la main*.

5.4- LES OBJECTIFS SPECIFIQUES D'UN SIG DE GESTION D'UN RESEAU ROUTIER.

On peut résumer les objectifs du SIG dans le domaine des Travaux Publics comme suit :

5.4.1- LES OBJECTIFS AU NIVEAU CENTRAL :

- Avoir une **approche stratégique** orientée vers la résolution des problèmes,
- Décider au vu de la disponibilité budgétaire et **après des simulations**,
- Mesurer les effets des politiques engagées et les adapter le cas échéant,
- Avoir **une connaissance précise du patrimoine routier et de son état**,
- Evaluation des politiques d'entretien, d'exploitation et de sécurité,
- Maitrise des délais,
- Connaissance du trafic routier et des surcharges,
- Amélioration de **la sécurité de la route**,
- De fournir au décideur l'information dans des délais très courts,
- Vérifier l'analyse faite par les techniciens.

5.4.2- LES OBJECTIFS AU NIVEAU LOCAL (LES DTP) :

- Connaître et gérer le RR,
- Proposer à la centrale des solutions afin d'améliorer le RR,
- Mesurer les effets des décisions pour proposer le cas échéant leur adaptation,
- Programmation et suivi des travaux d'entretien,
- Capitalisation de la connaissance du patrimoine et des moyens de l'entretien,
- Aide à la collecte des données relatives à l'état du réseau,
- Aide à la définition des propositions de travaux d'entretien périodique et au suivi de ces travaux,
- Aide à la planification et au suivi des travaux d'entretien courant.

5.5- LES FONCTIONNALITES DEMANDEES D'UN SIG.

Un système d'information doit permettre que chaque élément du patrimoine soit localisé sur une route ou par rapport à une route. L'information des activités sur un réseau va donc faire appel à des fonctionnalités « de base » communes à tous les éléments et également à des fonctionnalités « métier » spécifiques à chaque type d'élément.

5.5.1- FONCTIONNALITE DE BASE :

Les fonctionnalités suivantes peuvent être utilisées dans tous les domaines de la route :

- Gestion du référentiel de localisation (tracé des routes, bornage...),
- Traitement des données routières : intégration, création, consultation, analyse spatiale et statistiques, production de cartes,
- Echange, conservation et réutilisation des historiques des données,
- Analyse sur l'évolution des données (état des routes, évolution du trafic routier, accidents,...),
- Mises à disposition des données de synthèse,
- Gestion des images de la route,
- Publication des données et de cartes « sur internet ou sur papier ».

5.5.2- FONCTIONNALITES METIERS :

Dans un premier temps, et selon la méthode de travail de la DTP de la Wilaya de Laghouat, dix « métiers » différents sont identifiés. On peut rajouter par la suite d'autres métiers suivant le besoin et d'après la disponibilité des données. Les métiers avec leurs fonctionnalités sont comme suit.

1- Chaussées :

- Collecte périodique des dégradations,
- Intégration des données d'auscultation des chaussées,
- Evaluation de leurs états de dégradation,
- Définition de programme de travaux sur chaussée,
- Planification de travaux.

2- Ouvrages d'art :

- Gestion du patrimoine ouvrages d'art,
- Composition des ouvrages,
- Définition de programmes des travaux,
- Planification et suivi des inspections.

3- Travaux neufs :

- Intégration des données géométriques et géotechniques du projet,
- Définition de programmes et plannings de travaux,
- Evaluation de l'état d'avancement,
- Introduction des plans de recollage.

4- Mesures liées au trafic et au contrôle d'essieux :

- Gestion des stations de comptage et mesure de trafic,
- Gestion des stations de pesage des poids lourds et passage des essieux.

5- Gestion des dépendances:

- Aménagement des abords de routes,
- Talus et accotements,
- Ouvrages de drainage des pluies.

6- Gestion des équipements:

- Signalisation verticale et horizontale,
- Dispositif de sécurité.

7- Sécurité :

- Récupération et analyse de données d'accidents,
- Etude et analyse des points accidentogènes,
- Tableau de bord des accidents,
- Recherche et valorisation des zones d'accumulation d'accidents.

8- Viabilité hivernale et lutte contre l'ensablement des routes:

- Intégration des données des zones d'ensablement et de déneigement,
- Définition de programme d'intervention et les moyens à utiliser.

9- Domaine public :

- Limitation et protection du domaine public routier,
- Gestion du domaine public routier.

10- Moyens matériels disponibles:

- Intégration des données des moyens disponibles,
- Gestion des parcs à matériels de Wilaya, le matériel des maisons cantonnières et le matériel des parcs régionaux.

CHAPITRE 06 : LES OUTILS LOGICIELS

Introduction :

Dans les vingt dernières années, les **SIG** sont passés d'architectures simples et majoritairement propriétaires, de type station de travail, à des architectures plus complexes orientées *Web* et Services. Basée sur l'informatique, **la géomatique** en a simplement suivi les évolutions avec un léger décalage dû à ses spécificités : volume des données, volet graphique...

Un **SIG** répondant à l'état de l'art actuel s'appuie donc sur divers composants logiciels permettant le stockage des données, leur gestion, exploitation et diffusion. Pour la très grande majorité de ces composants d'un SIG, il existe maintenant une offre **propriétaire** et **libre** ou encore « **open source** ». Cependant, la répartition entre les deux gammes pour les composants demeure hétérogène.

6.1- LE MARCHÉ DES SIG : OPEN SOURCE, LIBRES, PROPRIÉTAIRES.

Il convient préalablement de préciser les notions de licence libre et propriétaire.

6.1.1- UNE LICENCE DITE « LIBRE » :

Ce type de licence est un contrat permettant à toute personne morale ou physique d'utiliser, d'étudier, de copier et de modifier l'objet du contrat (logiciel, données...) « *Voir Fig. N°11* ».

Il existe de très nombreux types et sous-types de licences libres en fonction du domaine, de l'objet et des objectifs : **gpl**, **lgpl**, **copyleft** « *le copyright garantit exclusivement les droits de l'auteur, le copyleft s'attarde tout particulièrement aux droits des utilisateurs, et vise à préserver la liberté d'utiliser, d'étudier, de modifier et de diffuser le logiciel et ses versions dérivées* » ...

Un éditeur peut décider de basculer un produit d'une licence propriétaire vers une licence libre. Il doit alors « ouvrir » son produit en donnant par exemple accès aux codes sources dans le cas de logiciels « *Voir Schéma du Fig. N°12* ».

Source: Free Software Foundation "Auteur: René Mériou"

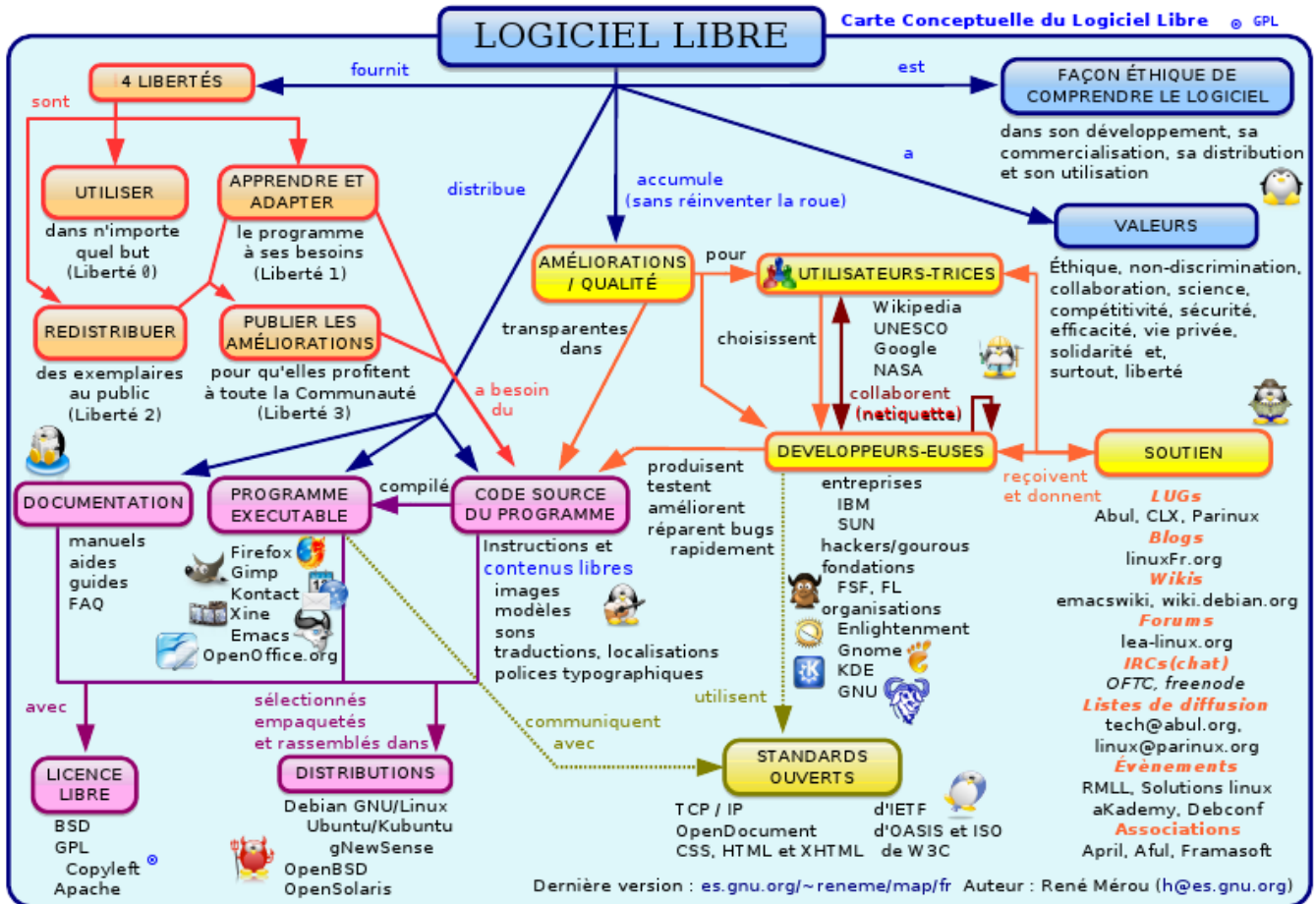


FIGURE 11: CARTE CONCEPTUELLE DU LOGICIEL LIBRE.

6.1.2- UNE LICENCE DE TYPE « PROPRIETAIRE » :

Ce type de licence est un contrat encadrant strictement l'utilisation du produit en limitant voire interdisant ses duplications ou copies par exemple ; elle est le plus souvent payante. Il existe cependant des produits gratuits sous licence propriétaire (par exemple: *3DEM, DIVA-GIS, Google Maps Engine Lite,...*).

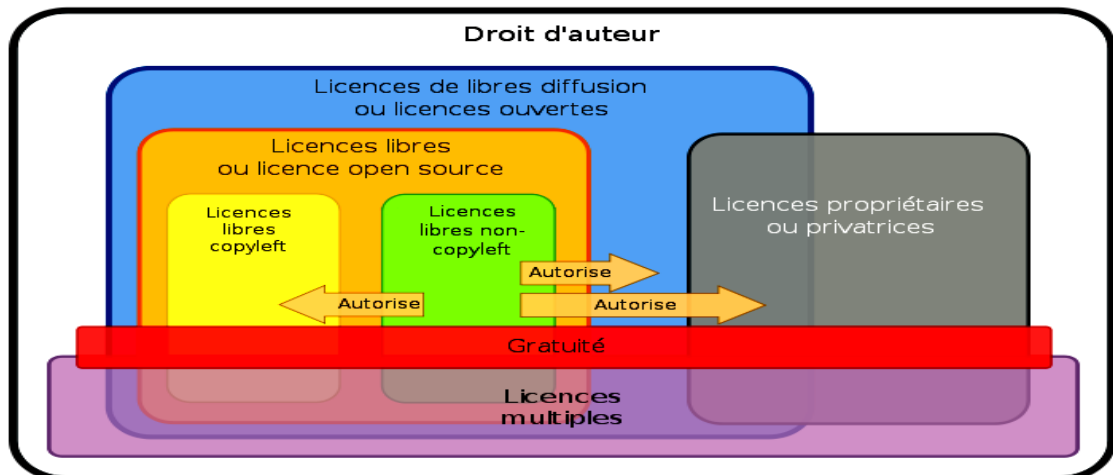


FIGURE 12: SCHEMA DE CLASSIFICATION DES LICENCES D'EXPLOITATION DES ŒUVRES DE L'ESPRIT.

6.2- LES ELEMENTS D'UN SIG :

Très schématiquement, l'architecture d'un SIG moderne s'articule autour de trois types de composants logiciels « Voir **Figure N°13** »:

- 1- Un système de gestion de base de données (*SGBD*),
- 2- *Une solution serveur* permettant la diffusion et l'exploitation des données en mode *web*,
- 3- *Une solution de type bureautique* dédiée à la gestion et traitement des données.

À ce triptyque peut être ajoutée *une solution mobile* de consultation et de mise à jour. Le fonctionnement de ce système nécessite bien évidemment des données et des utilisateurs (*Le Moal, 2011*).

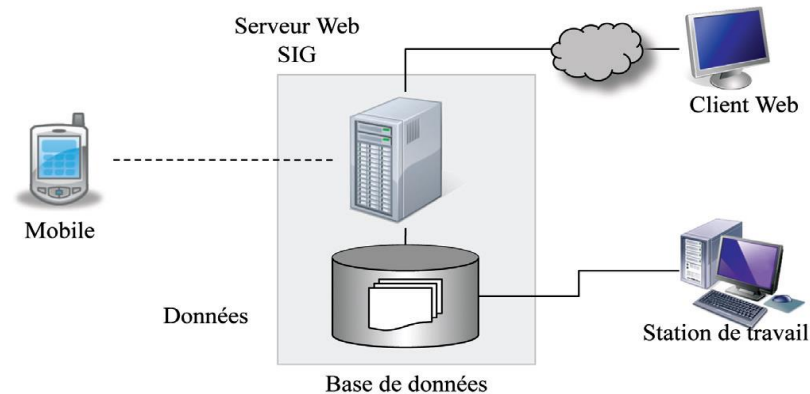


FIGURE 13: SCHEMA DES ELEMENTS D'UN SIG.

6.2.1- LA BASE DE DONNEES RELATIONNELLE (SGBDR)

L'offre en bases de données spatiales relationnelles est maintenant relativement restreinte. Peuvent être cités les principaux systèmes suivants :

- Oracle Locator et Spatial (Oracle),
- PostgreSQL /PostGIS (Refraction / OSGeo),
- SQL Server 2008 (Microsoft),
- MySQL (Oracle/Sun).

Le marché de la base de données relationnelle spatiale se limite quasiment à *Oracle (Locator ou Spatial)* et *PostgreSQL/PostGIS*. Les deux autres systèmes (*SQL Server* et *MySQL*) sont théoriquement présents, mais, en pratique, dans des proportions nettement moins importantes.

La solution propriétaire proposée par Esri (*ArcGIS Server/ArcSDE*) tient une place particulière dans ce paysage. Ce produit est en effet indépendant du SGBDR qui le supporte. *ArcGIS Server* peut ainsi être installé sur *Oracle, PostGIS, SQL Server, Informix, DB2...*

Sur les quatre produits les plus présents actuellement, *PostgreSQL/ PostGIS* s'est imposé comme la solution libre. Les trois autres, dont *MySQL*, acquis par *Sun*, elle-même rachetée par *Oracle*, appartiennent à des éditeurs bien établis. Il est d'ailleurs licite de se poser la question de l'avenir de la fonction géospatiale de *MySQL*, compte tenu de sa concurrence potentielle avec celles d'*Oracle*.

L'utilisation d'*Oracle* s'explique le plus souvent par l'histoire. Une entité déjà équipée d'*Oracle* dispose de compétences en interne et d'une expérience qu'elle souhaite valoriser. Si aucun pré requis technique, historique ou contrainte n'est posée, la solution *PostGreSQL / PostGIS* est le plus souvent proposée en priorité comme outil de stockage de données SIG (c'est, par exemple, le cas à l'IGN).

Devant la confirmation de *PostGreSQL/PostGIS* comme SGBDR libre de référence dans le monde SIG, les intégrateurs et éditeurs ont investi du temps et des développements sur son exploitation. Cet effet boule de neige renforce le poids de ce duo (*Le Moal, 2011*).

6.2.2- BASE DE DONNEES « FICHIER »

La solution *SQL ite* et son module spatial *Spatialite* perce doucement dans le monde des SIG. Complémentaire aux SGBDR *Client/ Serveur*, cette base de données relationnelle fichier, implantée dans de nombreux produits (*Firefox, Skype, MacOS X...*), devient un mode de stockage de données SIG intéressant. Son approche relationnelle permet une structuration de données plus fine et plus « *intelligente* », chose impossible dans de simples fichiers de données « *à plat* » de type SHP, TAB... Ces avantages dans le contexte de la mobilité ou d'échange sont évidents.

Esri propose une offre similaire avec la *GeoDataBase File*. Cette base de données permet le stockage conjoint des données et de valeurs ajoutées (relations, domaines de valeurs, etc.). Dans une démarche d'ouverture, l'éditeur américain a publié l'API version β permettant l'exploitation de la *Géodatabase* fichier en dehors du monde *ArcGIS* (*Le Moal, 2011*).

6.2.3- LE SERVEUR WEB SIG

L'offre dans le domaine des serveurs *web* SIG a très fortement progressé ces dernières années tant du côté propriétaire que libre. Les diverses couches et composants techniques en jeu (moteur *web* et service, bibliothèque...) rendent difficile l'état des lieux.

Tous les grands éditeurs de solutions SIG bureautiques proposent désormais des solutions serveurs associant moteur *web* SIG et son outil de paramétrage. Ces solutions proposent une très haute compatibilité avec leur outil bureautique associé. Se sont également développé des produits *web* SIG libres ou commerciaux indépendants de toute solution bureautique.

Les solutions existantes sont construites sur des composants libres, propriétaires, parfois un mélange des deux. Toutes les combinaisons de composants (serveur d'application, moteur *web*...) sont possibles, allant du tout propriétaire au tout libre. Cependant, pour les strates profondes du système, de nombreuses offres libres et propriétaires s'appuient des composants techniques de serveurs *web* et serveurs d'application issus du libre, tels que *Apache* et *TomCat*. De même, les moteurs *web* SIG du libre (*MapServer*, *GeoServer*) sont utilisés dans de nombreuses offres d'éditeurs (*Le Moal, 2011*).

L'ensemble de ces composants est le plus souvent invisible pour l'utilisateur. Ce dernier jugera son *web* SIG sur des critères de performance, d'ergonomie et de fonctionnalité. L'apport des éditeurs (commerciaux ou libres) porte donc sur leur compétence technique, sur l'assemblage des composants (architecture) et sur les outils de paramétrage, d'administration (frontal administrateur) et d'utilisation du *web* SIG (frontal utilisateur). Et ces derniers sont souvent sous licence propriétaire.

6.3- LA STATION DE TRAVAIL (SIG BUREAUTIQUE)

6.3.1- SIG ET L'OPEN SOURCE :

L'open source dans le SIG est débutée dans les années 1980 avec la création du SIG libre GRASS comme premier outil multi-plate-formes permettant de traiter des données vectorielles et raster. L'open source est très présent dans le monde du SIG que ce soit au niveau de l'outil SIG lui-même (des SIG libres tels que GRASS) ou au niveau des technologies utilisées par le SIG tels que les SGBD, les visionnaires de données spatiales, les serveurs spatiaux, des serveurs Web, etc. Il existe une multitude de SIG libres mis à disposition par des groupes de projets à travers l'OGC, la plupart sont des SIG 2D (*KOUSSA C., 2011*). Le **Tableau N° 12** représente un récapitulatif des caractéristiques techniques des SIG libres les plus connus.

Source : (KOUSSA C., 2011).

SIG	Application	Système d'exploitation	Fonction	Standard (Web service)
GRASS	BD, SIG Local	MacOS X, Windows, GNU/Linux, etc.	Géo-traitement, numérisation, animation, GPS, etc.	WMS, WPS
QGIS	SIG Web, SIG Local	MacOS X, Windows, GNU/Linux, etc.	Géo-visionneur, GPS, Conversion de données, etc.	OGC WMS Client, OGC WMS Server, OGC WFS Server,
DEGREE	SIG Web, SIG Local	Windows, GNU/Linux, etc.	Géo-visionneur, géo-traitement, 3D, etc.	OGC WMS Client, OGC WMS Server, OGC WFS Server, OGC WFS Client,
GeoServer	SIG Web	MacOS X, Windows, GNU/Linux, etc.	Génération de cartes, édition et partage de données utilisées pour la génération de cartes.	OGC WMS Client, OGC WMS Server, OGC WFS Server, OGC WFS Client,
UMN MapServer	SIG Web	MacOS X, Windows, GNU/Linux, etc.	Traitement d'images	OGC WMS Client, OGC WMS Server, OGC WFS Server, OGC WFS Client,

TABLEAU 12 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE QUELQUES SIG LIBRES

Concernant les applications spatiales libres, il existe de nombreux travaux sur le stockage, la visualisation et le traitement de données spatiales. Geo Tools est un ensemble de bibliothèques java libres fournissant des méthodes conformes aux normes pour la manipulation des données géospaciales, comme par exemple l'implémentation des SIG. GeoTools implémente les spécifications l'OGC (KOUSSA C., 2011).

Il existe beaucoup d'autres solutions ; SIG et non SIG, locales et en ligne, permettant de fournir des services spatiaux intéressant tels que g3DGMV (3 Graphical Map Viewer), visionnaire des MNE (Model Numérique d'Elévation) et GLN (Graphes Linéaires Numériques), GeoServer un serveur libre permettant de partager et modifier des données spatiales, une collection de 60 outils pour la manipulation des données géographiques et cartésiennes, **GVSIG** un outil pour la manipulation et la visualisation des données SIG (GML, SHP) ou CAD (DWG, DXF, etc.) ainsi que des BD(PostGIS, Oracle, etc.), JUMP une application pour l'accès au service WMS (Web Mapping Service) et des fichiers GML selon les spécifications de l'OGC, application pour le développement des outils de Web Mapping, **Mapserver** un outil pour la publication des cartes sur internet ainsi que des services Web (WFS, WMS, WCS), etc. (KOUSSA C., 2011). (Voir la liste plus exhaustive des outils spatiaux ainsi que des solutions SIG libres sont expliqué dans les **Annexes VI.1 et VI.2**).

6.3.2- SIG ET LES OUTILS COMMERCIAUX :

Vu leur importance en tant qu'outils d'aide à la décision, les SIG se sont rapidement commercialisés pour proposer des services généraux ou des services personnalisés selon les besoins des clients. Les premiers SIG commerciaux, créés par la société « ESRI », « CARIS » et « M&S Computing », sont apparus au début des années 1980. ESRI s'est rapidement internationalisée, on évoque ESRI Etats-Unis, ESRI France, ESRI Canada qui sur des bases logicielles communes permettent de s'adapter aux spécificités de chaque pays, etc. Au fil du temps, d'autres logiciels SIG sont apparus sur le marché et constituaient des concurrents potentiels aux sociétés historiques précédentes. On peut ainsi citer « MapInfo » actuellement filiale de groupe « Pitney Bowes », « CityGIS » de la société « CityDisc/TIM Software », « Carto WinSTAR » et « Elyx » de la société « STAR-APIC », et récemment des produits SIG d' « Autodesk » tel que « Autodesk GIS software », « AutoCAD Map 3D » ou encore « MapGuide », etc. (KOUSSA C., 2011)

Les produits SIG d'ESRI et de Pitney Bowes (MapInfo) sont les plus répandus au niveau mondial. ESRI propose une gamme de produits ArcGIS, autour du logiciel ArcMap, pour des utilisations diverses. On distingue les SIG bureautiques, SIG serveurs, SIG nomades, SIG pour les développeurs, SIG spécialisés. Un SIG bureautique dit Desktop, identifié, dans les données, des relations et des tendances qui sont moins visibles dans les bases de données sur une carte, de gérer et d'intégrer des données, de réaliser des analyses, de modéliser et d'automatiser des traitements, et d'afficher des résultats sur des cartes.

Les différentes versions des produits d'**ArcGIS** sont ArcInfo, ArcEditor, ArcView « voir l'exemple de la Figure N°14 », ArcReader (visionneur), ArcGIS Explorer (visionneur d'internet), ArcGIS Engine, etc. Les solutions SIG serveur sont capables de transférer des cartes, des modèles et des outils à d'autres utilisateurs de la même organisation, d'une manière qui s'intègre à leur environnement de travail. Le SIG nomade permet aux équipes de terrain de capturer, stocker, mettre à jour, manipuler, analyser et afficher des informations géographiques (KOUSSA C., 2011).

«En effet, la suppression des surfaces orange et rouge, situées dans le fuseau d'étude, met en péril le devenir des exploitations concernées. Le préjudice direct sera certain et important ».

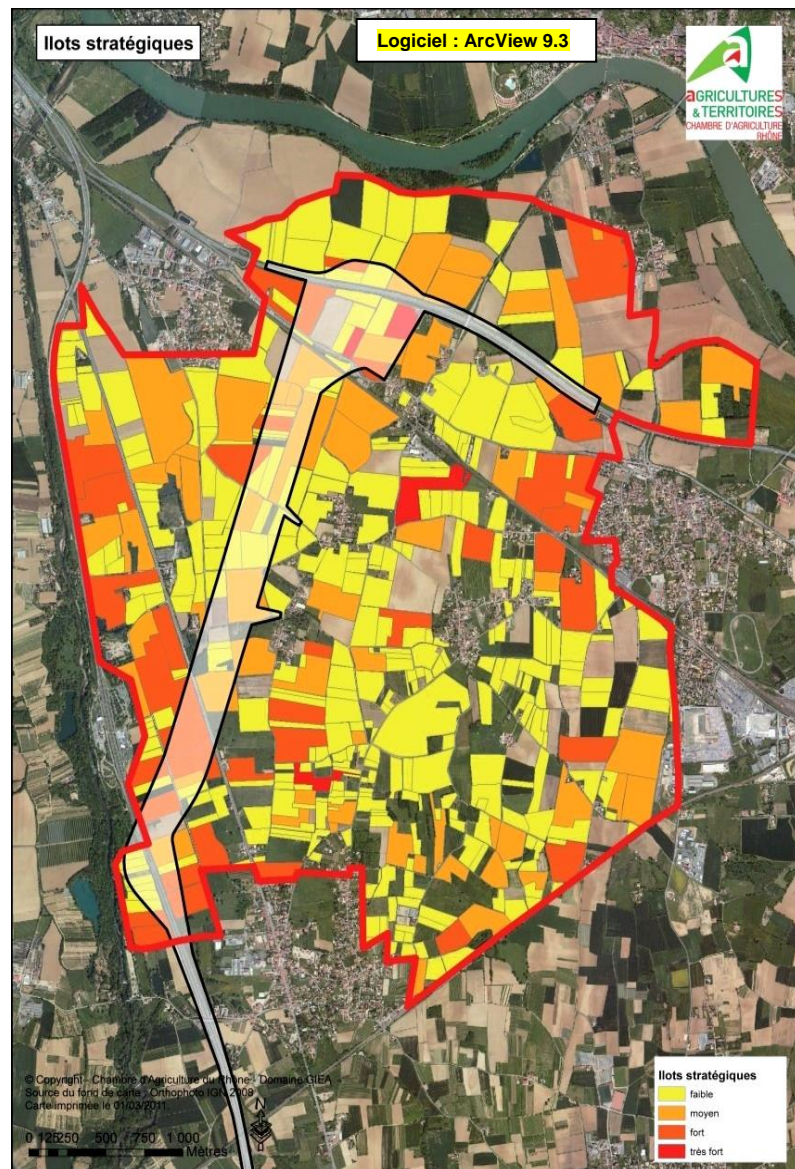


FIGURE 14 : EXEMPLE D'UNE ETUDE D'IMPACT DU PASSAGE D'UNE AUTOROUTE SUR L'AGRICULTURE.

Carto WinSTAR à été conçu pour les utilisateurs experts exigeants des fonctionnalités avancées d'acquisition, de structuration, d'intégration et de maintenance des données vectoriels et matricielles combinées, afin d'élaborer des modèles de données continues complexes et de gérer des applications aux transactions longues cohérentes. Carto WinSTAR est un ensemble d'outils d'administration SIG (droits d'accès, organisation, indexation, etc.), outils de traitement d'images, de géoréférencement, des fonctions SIG, analyse spatiale, études thématiques et statistiques, etc.

Autodesk a lancé dernièrement son produit « Autodesk GIS softwar » fondé autour du produit AutoCAD. Ce produit consiste à utiliser des données CAD « Conception assisté par ordinateur) dans des applications SIG. Il est capable de traiter des données vectorielles 2D et 3D et des données raster. L'application supporte aussi des topologies CAO et SIG qui inclut des nœuds, des arcs et des polygones.

MapInfo :

A cause de son utilisation dans la présente étude, nous allons faire une présentation plus détaillée de ce logiciel.

En effet, MapInfo à été crée pendant les années 1980, est une solution SIG permettant l'édition des cartes au format numérique. « Pitney Bowes MapInfo» PMapInfo propose une gamme de produits et de services dédiés aux problématiques de systèmes d'informations géographiques et des géomarketing décisionnel.

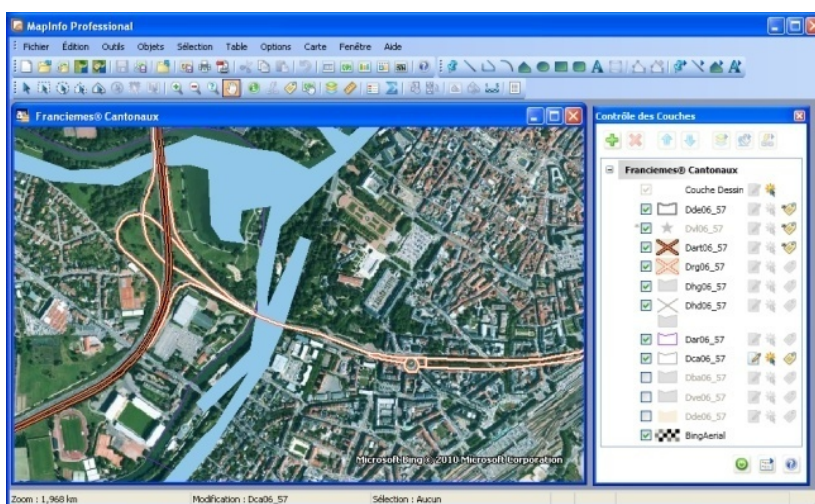


FIGURE 15: EXEMPLE D'UNE ETUDE DE ROUTE PAR MAPINFO PROFESSIONNEL.

Le système de gestion de base de données localisée **MapInfo** créé par **MapInfo Corporation** est un logiciel qui nous donne les moyens d'accéder et d'analyser des données d'intérêt organisationnel par la cartographie « voir l'exemple de la **Figure N°15** ».

MapInfo est un logiciel dédié SIG qui permet l'acquisition, le stockage, la mise à jour, la manipulation, et le traitement et la visualisation des données géographiques. De plus, il permet de faire de la cartographie et de l'analyse spatiale de façon précise en fonction de l'échelle désirée.

La clé d'accès, un dénominateur commun utilisé par MapInfo, c'est la localisation géographique. En utilisant la géographie, nous pouvons mettre en corrélation des données qui proviennent de différentes bases de données dans une seule vue cartographique.

Dans le cadre du progrès de l'informatique, MapInfo a développé une technologie lui permettant de réaliser, sur micro-ordinateur, des opérations jusque-là réservées aux gros systèmes.

MapInfo Professional dispose de trois modes dynamiques de visualisation des données : **carte, tableau et graphique**. Toute modification des données dans l'une de ces vues se répercute immédiatement dans les autres vues.

Les capacités de MapInfo:

- Base de Données Relationnelle intégrée,
- Puissantes fonctions d'analyses thématiques et géographiques,
- Connexion client/ serveur directe et standard à l'ensemble des bases de données distantes supportant ODBC,
- Accès permanent aux données associées aux cartes,
- Accès direct aux données Access,
- Lecture directe des formats dBase, Excel, Access, Lotus 1-2-3 et ASCII délimité.

On retrouve dans la base de données MapInfo les trois types d'objets de type linéaire, ponctuel ou surfacique.

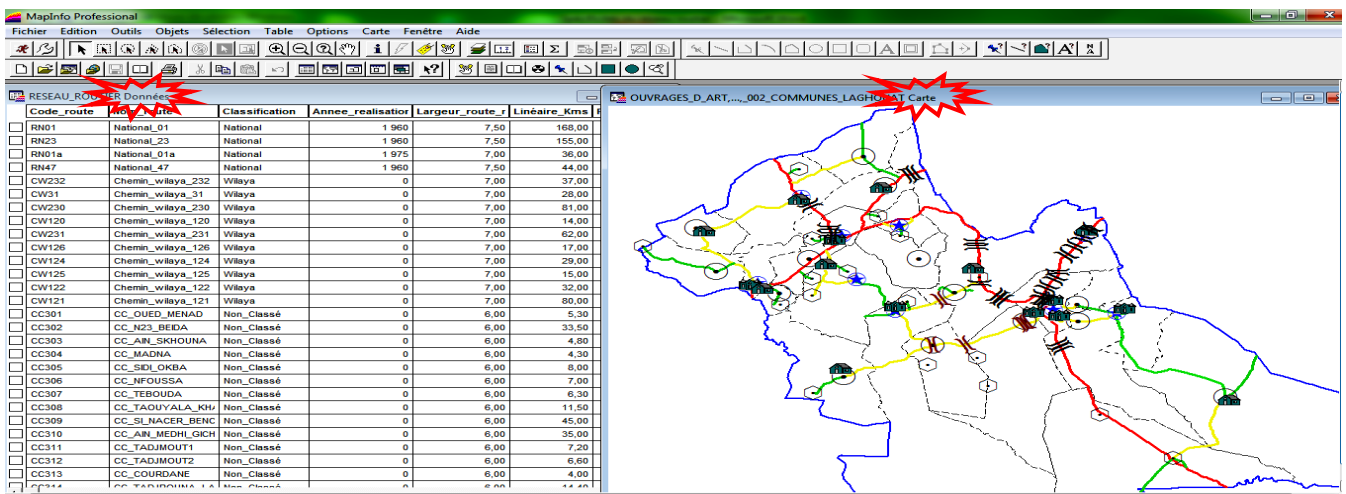


FIGURE 16 : VUES CARTE ET DONNEES DANS MAPINFO.

Le principe directeur de MapInfo c'est que nous avons d'un coté les données géométriques et de l'autre les données attributaires « voir l'exemple de la **Figure N°16** ». Ces données sont stockées sous format numériques et organisées par couches appelées souvent des Tables dans MapInfo.

Principales fonctionnalités de MapInfo :

MapInfo Professional offre la puissance de traitement des bases de données, associée à la puissance de visualisation des cartes, des diagrammes ainsi que des graphiques. Il constitue un outil complet d'analyse et de présentation.

On présente ci-dessous quelques-unes des fonctions offertes par MapInfo Professional :

- Affichage et calage des images raster : Images satellitale, photographie aériennes, plans scannés, photos...
- Export et import de nombreux formats de données cartographiques : à travers le traducteur Universel on peut convertir tout type de fichiers cartographiques depuis ou dans les principaux formats les plus utilisées sur le marché : AutoCAD (DWG/DXF), ESRI (Shape, e00) et Intergraph Microstation Design, DGN MSLinks et également les données issues du logiciel Atlas GIS.
- Accès direct aux principales bases de données distantes : Microsoft Access, Microsoft SQL SERVER, SYBASE 10.X, INFORMIX5, ORACLE 7/8/8i, ...
- Accès à tout type de données attributaires : lecture directe des formats Excel, Access, Lotus1-2-3, dBase et ASCII délimité.
- Vues multiples des données selon quatre angles différents : cartes, vues 3D, tableaux de données et graphiques. La technologie des fenêtres interactives permet d'ouvrir simultanément plusieurs vues des mêmes données et de mettre à jour automatiquement toutes les vues lorsque l'une d'elles est modifiée.
- Fonctions d'analyse géographique : création de zones tampon, sélection d'objets par distance, par polygone, par rectangle ou simplement de façon manuelle, fonction de calcul (somme, moyenne, périmètre, coordonnées, surface...), sectorisation (création de secteur par regroupement des entités géographiques selon un code ou un critère).
- Analyse thématique : analyse thématique simple mono-table, analyse multi-tables (requêtes SQL les plus complexes sur un ou plusieurs fichiers), dégradés de couleurs, symboles proportionnels, secteurs, valeurs individuelles et coloration continue, histogrammes, utilisation d'une bibliothèque de modèles, en enregistrant paramètres et légende pour chaque type d'analyse thématique (choix des couleurs, du nombre de classes, du mode de répartition...).
- Géocodage ; création de points à partir de coordonnées géographiques, positionnement automatique paramétrable à la rue, au code postale...

- Gestion de tout type d'objets : aspects de croisement et épaisseur des polygones (Réseau routier, réseau ferroviaire..), points (localisation de villes, de clients, d'agences), polygones (limites administratives, zones...).

Présentation des cartes de MapInfo :

- Mise en page : Fenêtres de mises en pages permettant de préparer et de contrôler l'impression de documents comportant une ou plusieurs fenêtres, sur une ou plusieurs pages papier, vers des imprimantes différentes si besoin. Possibilité d'agencement des éléments du document produit pour diffuser les résultats de l'analyse.
- Extrait de cartes : Annotation des cartes avec des titres, des commentaires, des symboles, des images....
- Etiquetage automatique ou manuel des objets d'une carte.
- Dédoublage de la fenêtre Carte pour obtenir un "clone" de la présentation produite.
- Utilisation d'un pochoir pour ne visualiser que la portion de carte qui nous intéresse.
- Placement des cartes dans tout logiciel client OLE, comme dans un traitement de texte par exemple, elles peuvent à tout moment y être modifiées.

MapBasic

- C'est un environnement de développement pour MapInfo Professional
- MapBasic est le langage de programmation idéal pour personnaliser une application MapInfo, étendre ses fonctionnalités cartographiques, automatiser des traitements répétitifs ou intégrer MapInfo dans d'autres applications.

Le tableau N° 13 ci-dessous présente une comparaison ainsi qu’une classification des principales solutions SIG « commerciales et libres ». Les SIG commerciaux mentionnés dans ce tableau ne présentent qu’un petit échantillon des produits existants sur le Marché. Ces SIG sont complété par des outils spatiaux répondant aux différents besoins pour le traitement des données spatiales (KOUSSA C., 2011). (Voir la liste plus exhaustive des outils spatiaux ainsi que des solutions SIG libres sont expliqué dans les Annexes VI.1 et VI.2 et une comparaison dans l’annexe VI.3).

Source : (KOUSSA C., 2011).

Nom	Type	Mode	Système	Diffusion	Statut	Auteur
ArcGIS	Suite logiciel	Vecteur/raster	Windows	Commerciale	propriétaire	ESRI
GeoConcept	Suite logiciel	Vecteur	Windows	Commerciale	propriétaire	Géoconcept SA
MapInfo	Suite logiciel	Vecteur	Windows	Commerciale	propriétaire	Acxiom Franc
GeoMedia	Suite logiciel	Vecteur/raster	Windows	Commerciale	propriétaire	Intergraph SA
Star	Suite logiciel	Vecteur	Windows	Commerciale	propriétaire	STAR Informatic
Manifold	Suite logiciel	Vecteur/raster	Windows	Commerciale	propriétaire	Manifold
Savane	Suite logiciel	Vecteur/raster	Windows	Gratuit	propriétaire	IRDM/Souris
Spring	Logiciel	Vecteur/raster	Windows	Gratuit	propriétaire	Brazil’s NISR
Jump	Logiciel	Vecteur/raster	Windows	Gratuit	Libre	Vivid Solution
GRASS	Logiciel	Vecteur/raster	Linux/ Windows	Gratuit	Libre	GRASS Development Team (depuis 1999)
Idrissi	Logiciel	Vecteur/raster	Windows	Commerciale	propriétaire	Clark Lab
Saga	Logiciel	Vecteur/raster	Linux/ Windows	Gratuit	Libre	SAGA User Group e.V
TatukGIS	Outil de développement	Vecteur/raster	Windows	Commerciale	propriétaire	TatukGIS Company
QGIS	Logiciel	Vecteur/raster	Linux/ Windows	Gratuit	Libre	QGIS team
Landserf	Logiciel	Vecteur/raster	Linux/Windows/ Mac/Unix	Gratuit	-	City University, London
Epi	Logiciel	Vecteur	Windows	Gratuit	-	INRA Montpellier et ATEN
FME	Logiciel	-	Windows	Commerciale	-	Geo Task

TABLEAU 13 : COMPARAISON DES PRINCIPALES SOLUTIONS SIG.

6.3.3- LES USAGES POSSIBLES D'UN SIG

Un système d'information géographique s'intéresse aux relations possibles entre entités et territoires. Une entité est assimilable à un objet. Elle sera donc décrite et localisée par des attributs, et des relations avec d'autres entités. On pourra s'intéresser à :

▪ **La gestion** d'un objet en particulier. Ce premier usage permet une forme d'accès à l'objet soit par le système d'information classique, soit par l'interface graphique.

C'est un premier usage possible du SIG, il offre une alternative au système de requête classique. Il offre de plus la représentation cartographique des résultats des requêtes.

▪ **L'évaluation.** Ce mode d'utilisation regroupera les fonctions de recensement, qu'il s'agisse d'un objet spécifique, d'un ensemble d'objets appartenant à une classe d'objets localisés sur un territoire donné.

▪ **La recherche.** Dans ce mode d'utilisation, ce sont les fonctions, d'exploration qui permettront de découvrir des relations entre données seules ou entre données et localisation qui seront mises en œuvre, mais aussi des fonctions de simulation (avec prise en compte d'interaction entre les objets). (BRUNEL H., 2005)

La typologie de quelques logiciels SIG « Voir **Figure N° 17** » met en évidence la place de MapInfo, qui est considéré comme un logiciel orienté vers les fonctions de l'évaluation et de la gestion en général.

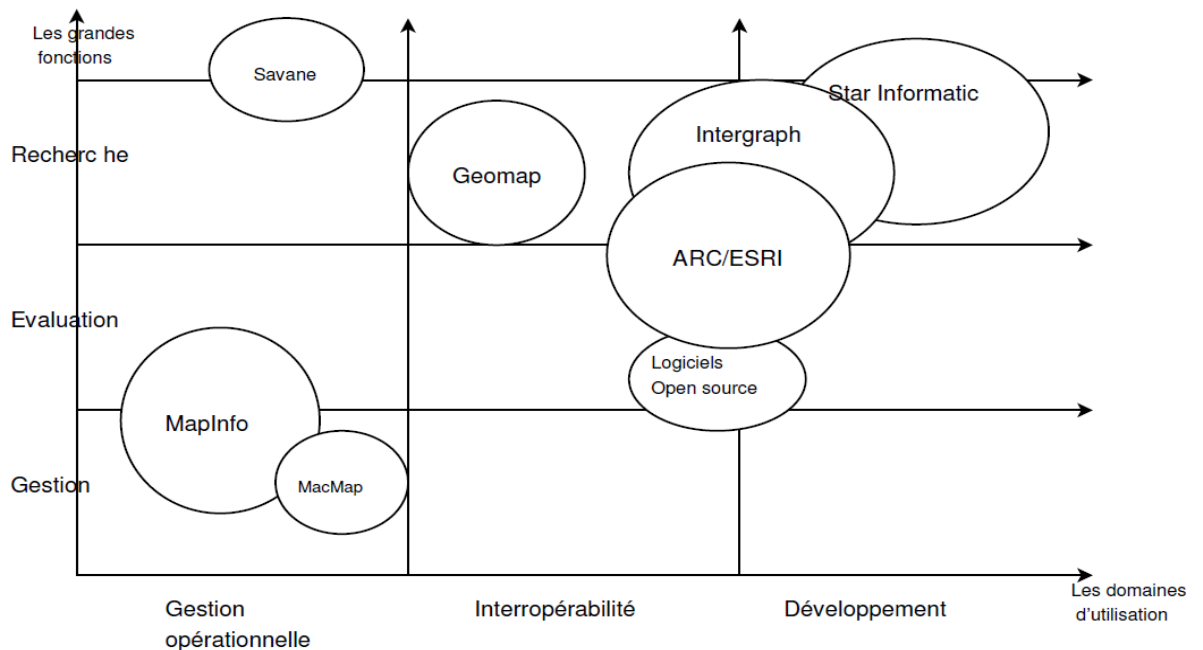


FIGURE 17: CARTOGRAPHIE DES APPLICATIFS.

CHAPITRE 07 : ELABORATION D'UNE SOLUTION SIG SOUS MAPINFO.

Avant de commencer ce chapitre relatif à l'élaboration d'une solution SIG sous MapInfo, il est utile de rappeler sa finalité. Elle consiste à permettre au gestionnaire du RR de maîtriser la connaissance de son patrimoine, de le gérer, de l'entretenir, de l'exploiter et de produire de l'information relative à son usage.

Donc il doit répondre à plusieurs objectifs :

- Un outil d'aide à la décision.
- Un outil de gestion.
- Un outil de travail collaboratif.

Il est aussi important de préciser qu'un choix à été adopté concernant les fonctionnalités de cette solution, en effet, elles doivent rester très simples, abordable et indispensables à son fonctionnement :

- Un outil de saisie des données du réseau routier.
- Un outil de mise à jour de la base de données.
- Un outil de recherche : par type et nom de route, ouvrage, maison cantonnière, communes, daïra, subdivision.
- Un outil d'analyse : par route (classée, revêtue, dégradée), points noirs, projets, état global du réseau routier, travaux de maintenance
- Un outil d'édition et d'impression de la carte du réseau routier ou la base de données.

7.1- LES OBJETS CARTOGRAPHIQUES :

- Les données de type linéaire sont essentiellement les données de structure du réseau routier :
 - Routes Nationales,
 - Chemins de Wilaya,
 - Chemins Communaux,
 - Signalisation Horizontale....Chaque type de structure routière forme une table au format MapInfo.
- Des données routières de type ponctuel :
 - Les Ouvrages d'Art, les points noirs naturels, les Points de Repère, les équipements de la route,
 - Localisation d'évènements ponctuels tels que les ponts, trémie ou autres « ouvrages d'art ».
- Des données nécessaires à la gestion des routes, contenues dans des attributs d'objets de type surfacique :
 - Limites de la Wilaya, et des communes,
 - Surface de la Wilaya et les communes.

7.2- LES DONNEES UTILISEES :

L'étude pour d'élaboration de ce SIG a débuté par une recherche documentaire et informationnelle auprès de tous les services détenant de l'information sur le RR. Les données ainsi collectées sont exploitées de façon à mettre en évidence et vérifier facilement les points afin de mieux cibler les recherches bibliographiques complémentaires à effectuer.

Nous avons utilisé des données de sources diverses, variées et la plupart complémentaires, auprès des principaux acteurs du secteur routiers, tel que : Ministère des Travaux Publics, Direction des Travaux Publics de la Wilaya de Laghouat, Ministère des Transports, Direction des Transports de la Wilaya de Laghouat, Direction de Programmation et Suivi du Budget « ex DPAT », Wilaya de Laghouat, Commune de Laghouat, Centre National des Technologies et du Consulting

Nous avons utilisé de nombreux plans cartographiques et documents de planification pour cette étude, on peut citer : carte du RR de la Wilaya de Laghouat, carte de la protection civile du RR, cartes du CNTC, l'Atlas routier Algérien, SDRA 2004, SNAT 2004,

Le recensement de ces sources a montré qu'il y a un nombre important de cartes à différentes échelles et de différents formats, des données numériques à divers formats et précisions, des tableaux et des chiffres qui nécessitent des vérifications et des analyses croisées à effectuer.

D'où l'intérêt de réaliser l'étude à l'aide d'un SIG.

7.3- LE FOND CARTOGRAPHIQUE ET SYSTEME GEODESIQUE.

Nous avons utilisé comme fond cartographique une carte du réseau routier de la Wilaya de Laghouat, obtenue auprès du Ministère des Travaux Publics (Voir **Figure N° 20**). Géocodée par le choix de quatre à cinq points de calage. Mais avant d'introduire les coordonnées de ces points, il faut introduire le système de projection de la carte. Pour *la wilaya de Laghouat*, le référentiel géographique est l'**Universal Transverse Mercator (WGS84)**, projection UTM **Zone 31** ; Northern Hemisphere (WGS84), ce choix est justifié par le passage du fuseau N°31 par la wilaya de Laghouat comme le montre les **Figures N° 18 et 19**, il est conforme à l'arrêté du 25 février 2003 fixant les systèmes de référence des coordonnées géographiques, planimétriques et altimétriques relatifs au territoire national.

Référence : (Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment, 2010)

Zone	Système géodésique	Ellipsoïde associée	Projection	Méridien origine
Territoire national	Nord Sahara	CLARK 1880	UTM Fuseaux 29, 30, 31 et 32	-9°, -3°, +3°, +9°
	WGS-84	IAG - GRS 80	UTM Fuseaux 29, 30, 31 et 32	-9°, -3°, +3°, +9°

FIGURE 18: SYSTEME DE REFERENCE GEOGRAPHIQUE ET PLANIMETRIQUE.

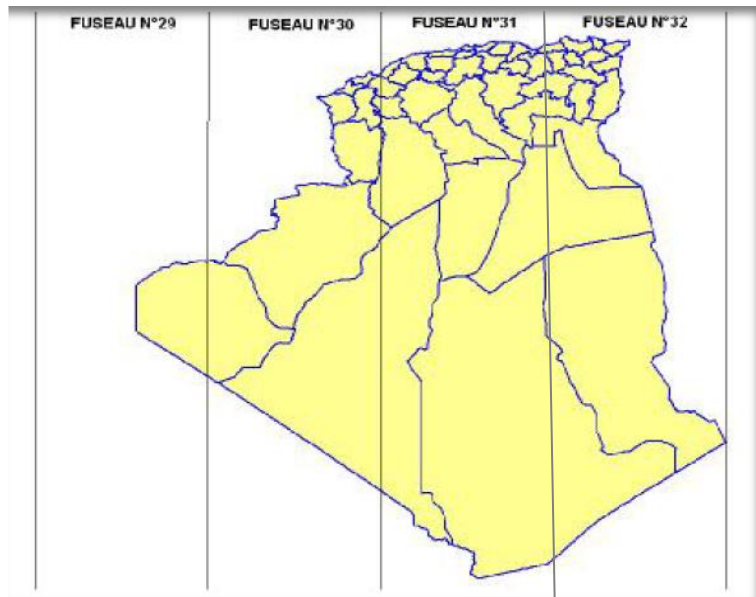


FIGURE 19: PROJECTION UTM.



Source : Atlas Routier de l'Algérie « MTP, 2006 »

FIGURE 20: CARTE UTILISEE COMME FOND CARTOGRAPHIQUE POUR REPRODUIRE LE RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE LAGHOUAT.

7.4- LE REFERENTIEL ROUTIER DU RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE LAGHOUEAT SUR MAPINFO.

Afin de lancer un travail d'élaboration d'un SIG pour la Wilaya de Laghouat, nous avons commencé par l'élaboration des éléments du référentiel routier. Il était nécessaire de réfléchir correctement sur la modélisation de ce référentiel routier, sachant que ce dernier est le socle du SIG. De sa qualité dépend la qualité de l'exploitation du patrimoine routier.

D'après les données disponibles et suivant les besoins de gestion les plus pertinents, nous avons élaboré les éléments de base suivant :

- *Réseau routier (Linéaire),*
- *Signalisation Horizontale (Linéaire),*
- *Ouvrages d'art (ponctuel),*
- *Points noirs naturels (ponctuel),*
- *Communes de Laghouat (surfactive),*
- *Equipements et infrastructures Administratives (ponctuel),*
- *Limites officielles de la Wilaya de Laghouat (Linéaire),*
- *Agglomérations de population (ponctuel).*

Les définitions des éléments constituant ce référentiel, ses attributs (tables) et les cartes obtenues sont développées comme suit :

7.4.1- RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE LAGHOuat

Définition : Le réseau routier de la wilaya de Laghouat est l'ensemble des voies de circulation terrestres permettant le transport par véhicules routiers, et en particulier, les véhicules motorisés (automobiles, motos, autocars, poids lourds...). La route est le terme retenu pour désigner un axe routier identifié par sa dénomination administrative. : Les autoroutes, les routes nationales, les chemins de Wilayas et les Chemins communaux.

Attributs : Code_route, Nom_route, Classification, Année_réalisation, Linéaire_km, Largeur_route_m, Pk_début, Pk_fin, Lieu_début, lieu_fin, Etat_dégradation, Nombre_OA, Nombre_voies, Trafic_routier_Tjma, Classe_trafic, Poucentage_PL, Structure, Nombre_carrefours, Nombre_echangeurs, Géotechnique, Remarque. « Voir la carte de la Figure N°21 et l'Annexe VII.1 : Table du réseau routier de la Wilaya de Laghouat ».

Réseau Routier de la Wilaya de Laghouat.

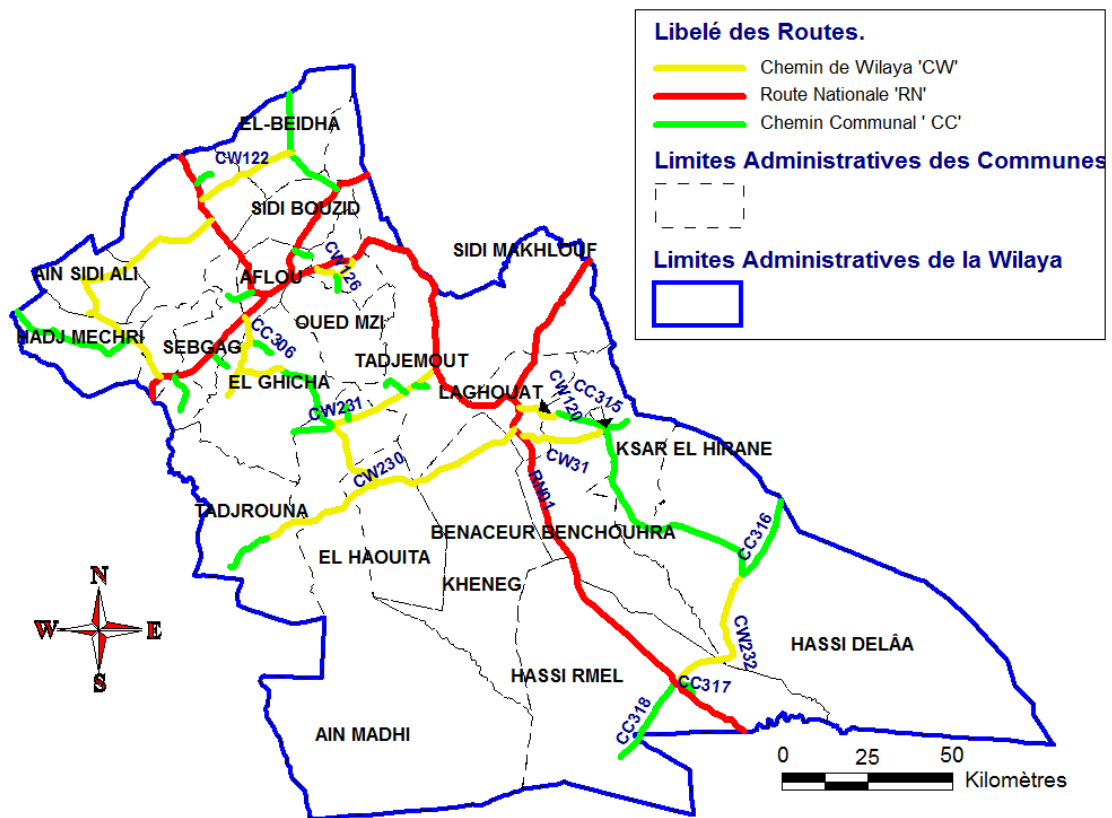


FIGURE 21: CARTE DU RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE LAGHOuat.

7.4.2- SIGNALISATION HORIZONTALE.

Définition : C'est l'ensemble des marques sur chaussées utilisées pour matérialiser les règles d'utilisation des voies ouvertes à la circulation publique. Elle constitue une aide importante à la conduite, en canalisant les flux de circulation, en précisant des règles de prescription, en matérialisant le stationnement et en guidant visuellement l'utilisateur, en particulier la nuit en rase campagne

Attributs : Code_route, Signalisation_axe, Signalisation_rives, date_mise_oeuvre, périodicité_mois, date_programmée, Remarque. « Voir la carte de la **Figure N°22** et l'Annexe VII.2 : Table de la signalisation horizontale sur le Réseau Routier de la Wilaya de Laghouat ».

SIGNALISATION HORIZONTALE DU RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE LAGHOUAT.

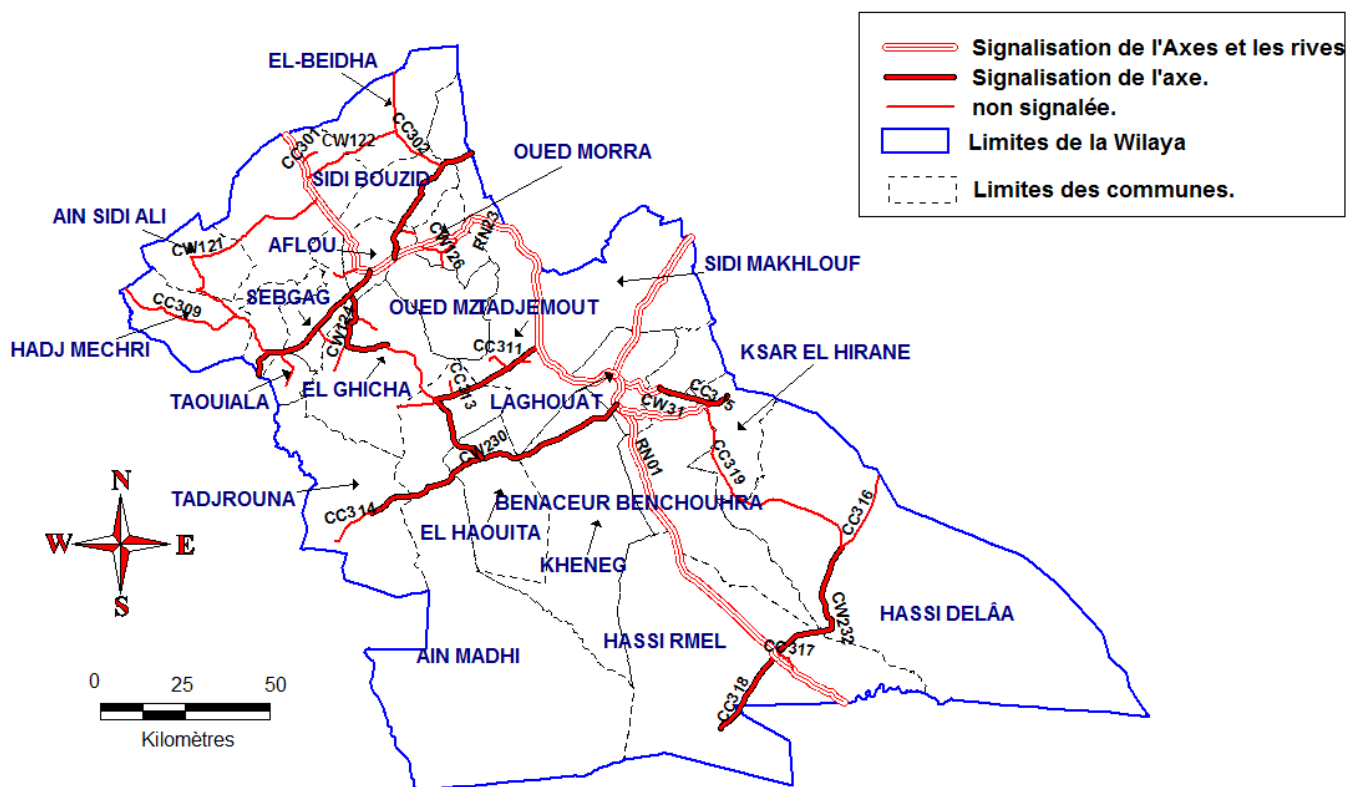


FIGURE 22: CARTE DE LA SIGNALISATION HORIZONTALE SUR LE RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE LAGHOUAT.

7.4.3- OUVRAGES D'ART.

Définition : est une construction de grande importance entraînée par l'établissement d'une voie de communication routière, ferroviaire ou fluviale (ponts, trémie, tunnels) mais également un dispositif de protection contre l'action de la terre ou de l'eau (murs de soutènement, tranchée couverte, digue) et enfin un dispositif de transition entre plusieurs modes de transport (quais et autres ouvrages portuaires).

Attributs : Code_ouvrage, Désignation, Route, PK, Année_de_construction, Entreprise, Fondation, Nature_superstructure, Nature_infrastructure, Longueur_m, Largeur_m, Surface_m2, Largeur_de_trottoir, Etat, Photos, Remarque. « Voir la carte de la **Figure N°23** et l'Annexe VII.3 : Table des ouvrages d'art sur le RR de la Wilaya de Laghouat ».

LES OUVRAGES D'ART SUR LE R.R. DE LA WILAYA DE LAGHOUCAT.

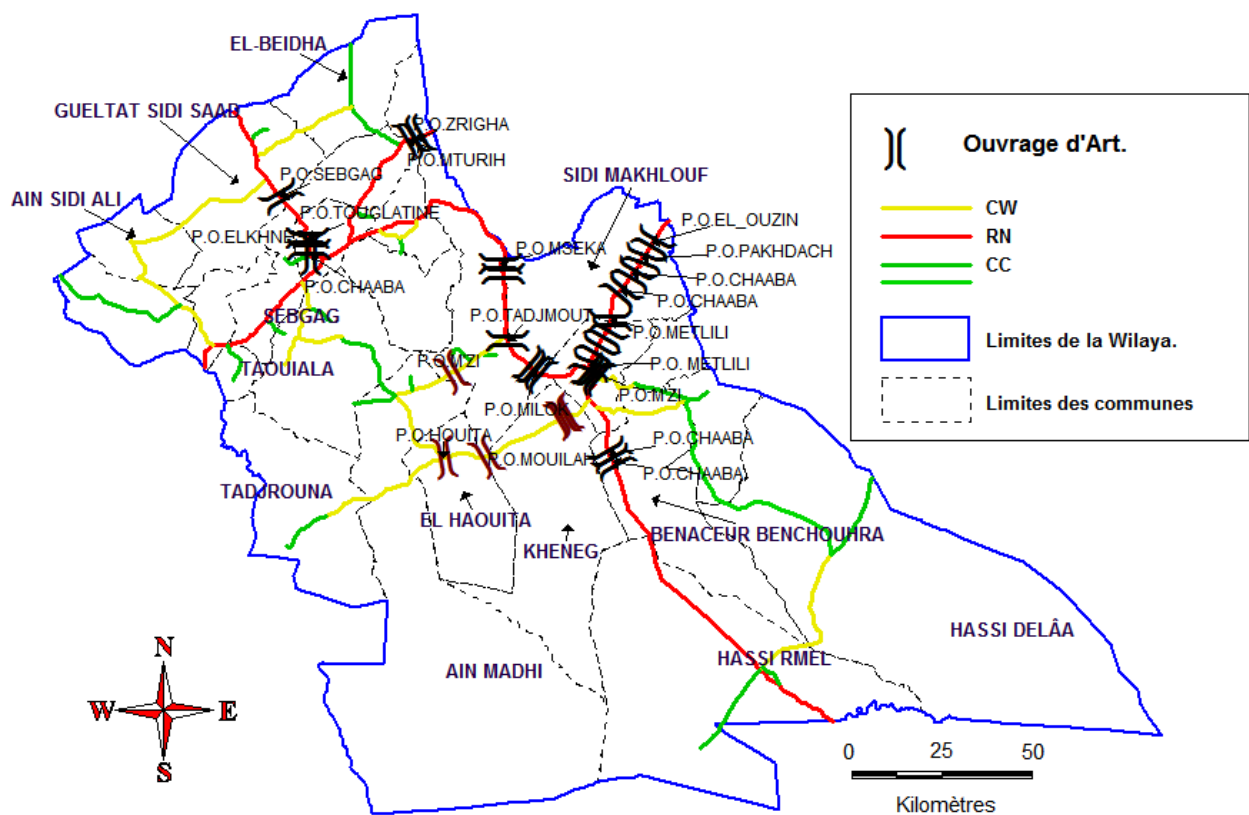


FIGURE 23: CARTE DES OUVRAGES D'ART SUR LE RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE LAGHOUCAT.

7.4.5- COMMUNES DE LAGHOUAT

Définition : La zone géographique délimitée suivant le découpage administratif qui permet de décrire toute entité administrative (les communes de la Wilaya de Laghouat dans ce cas), d'après la loi n° 84-09 du 4 février 1984 relative à l'organisation territoriale du pays modifiée et complétée (JO N° 6 du 07 Février 1984).

Attributs : Code_commune, Code_postal, Nom_commune, Nature, Surface_km², pop1987, pop1998, pop2008, Taux_acc_1998, Taux_acc_2008. « Voir Tableau N° 15 ci-dessous ».

Codification des communes: La Wilaya en Algérie est subdivisée en Dairates, et les Dairates en communes. On a étudié le code postal afin de l'utiliser comme codification mais il s'est avéré qu'il ne répond pas aux besoins de sectorisation. Donc la codification des communes qu'on propose repose sur une logique simple, le code de la Wilaya est le même pour toutes les communes, de même le code de la Daïra est unique pour toutes les communes d'une même Daïra. Un classement par ordre alphabétique des communes de chaque Daïra et la première dans l'ordre prend le code 01, la deuxième 02 et ainsi de suite. Cette codification va nous permettre de faire une sectorisation par Daïra et aussi par Wilaya dans le cas de son application au le territoire national « Voir Tableau N° 14 et l'exemple ci-dessous ».

0	3	0	1	0	1
Code wilaya		Code Daïra		Code Commune	

CODE POUR LA COMMUNE D'AFLOU

D A I R A T E	COMMUNES .	Code Commune	Code postal
LAGHOUAT AFLOU	Laghouat	030000	03000
	Aflou	030101	03400
	Sebgag.	030102	03530
AIN MADHI	Sidi Bouzid	030103	03410
	Ain Madhi	030201	03200
	El Houita	030202	03220
	Kheneg	030203	03230
BRIDA	Tadjmout	030204	03210
	Tadjrouna	030205	03240
	Brida	030301	03500
	Hadj Mechri.	030302	03038
E L GHICHA GUELTET SIDI SAAD	Taouiala	030303	03540
	El Ghicha.	030401	03510
	Gueltet Sidi Saad	030501	03450
	Ain Sidi Ali.	030502	03028
HASSI R'MEL	Beidha	030503	03451
	Hassi R'mel	030601	03300
KSAR EL HIRANE	Hassi Delaa.	030602	03310
	Ksar El Hirane	030701	03100
	Bennacer Benchohra.	030702	03033
OUED MORRA	Oued Morra	030801	03420
	Oued M'Zi.	030802	03430
SIDI MAKHLOUF	Sidi Makhlouf	030901	03110
	El Assafia.	030902	03014

TABLEAU 14 : CODIFICATION DES COMMUNES DE LA WILAYA DE LAGHOUAT.

code_commu	Code_postal	COMMUNE	NATURE	surface_km²	Code_Daira	pop1987	pop1998	pop2008	taux_acc_2008	taux_acc_1998
030000	03000	LAGHOUAT	CHEF-LIEU-WILAYA	489,10	0300	71 611	107 273	144 747	3,04	3,66
030901	03110	SIDI MAKHLOUF	COMMUNE	1 311,25	0309	4 954	8 061	12 292	4,31	4,42
030902	03014	EL ASSAFIA	COMMUNE	266,48	0309	2 103	4 389	5 618	2,50	6,76
030701	03100	KSAR EL HIRANE	COMMUNE	508,63	0307	10 621	14 910	23 841	4,81	3,06
030702	03033	BENACEUR BENCHOHRA	COMMUNE	1 263,86	0307	7 283	7 948	9 621	1,93	0,78
030201	03200	AIN MADHI	COMMUNE	4 250,00	0302	3 942	6 263	8 101	2,61	4,20
030203	03230	KHENEG	COMMUNE	1 713,69	0302	3 521	7 064	10 787	4,32	6,39
030202	03220	EL HAOUITA	COMMUNE	853,56	0302	995	1 290	2 789	8,02	2,34
030204	03210	TADJEMOUT	COMMUNE	1 287,47	0302	6 177	20 321	24 320	1,81	11,17
030205	03240	TADJROUNA	COMMUNE	1 254,29	0302	3 686	3 597	4 306	1,82	-0,22
030101	03400	AFLOU	COMMUNE	303,42	0301	33 976	53 260	102 025	6,72	4,08
030102	03530	SEBGAG	COMMUNE	397,81	0301	3 770	6 107	5 981	-0,21	4,38
030103	03410	SIDI BOUZID	COMMUNE	442,14	0301	3 711	3 864	5 191	3,00	0,36
030801	03420	OUED MORRA	COMMUNE	307,35	0308	3 745	4 748	5 700	1,84	2,13
030802	03430	OUED MZI	COMMUNE	583,16	0308	1 556	1 786	3 129	5,77	1,23
030401	03510	EL GHICHA	COMMUNE	1 148,18	0304	5 163	5 719	6 079	0,61	0,91
030601	03300	HASSI RMEL	COMMUNE	3 092,49	0306	7 590	16 791	22 133	2,80	7,31
030602	03310	HASSI DELAA	COMMUNE	4 676,84	0306	6 724	6 930	11 204	4,92	0,27
030501	03450	GUELTAT SIDI SAAD	COMMUNE	1 184,29	0305	7 926	10 629	12 567	1,69	2,64
030502	03028	AIN SIDI ALI	COMMUNE	448,12	0305	5 837	4 220	10 486	9,53	-2,84
030503	03451	EL-BEIDHA	COMMUNE	722,82	0305	5 317	7 381	8 761	1,73	2,96
030301	03500	BRIDA	COMMUNE	293,14	0303	4 320	5 742	6 395	1,08	2,56
030302	03038	HADJ MECHRI	COMMUNE	623,03	0303	5 677	6 197	6 357	0,26	0,78
030303	03540	TAOUIALA	COMMUNE	140,45	0303	2 183	2 634	3 172	1,88	1,68

TABLEAU 15: TABLE DES COMMUNES DE LA WILAYA DE LAGHOUAT.

7.4.6- EQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES ADMINISTRATIVES

Définition : Il s'agit d'un point de marquage qui s'utilise dans le repérage des lieux des équipements et infrastructures administratives responsables de la construction, la gestion et l'entretien du réseau routier (la DTP, les subdivisions, les maisons cantonnières...).

Attributs : Code_équipement, Appellations, Route, Pk, Année_construction, Superficie_bâtie, Superficie_totale, Pos_X, Pos_Y, Remarque. . « Voir la carte de la Figure N°25 et le Tableau N° 16 ci-dessous».

Equipements et infrastructures de route du RR de la Wilaya de Laghouat.

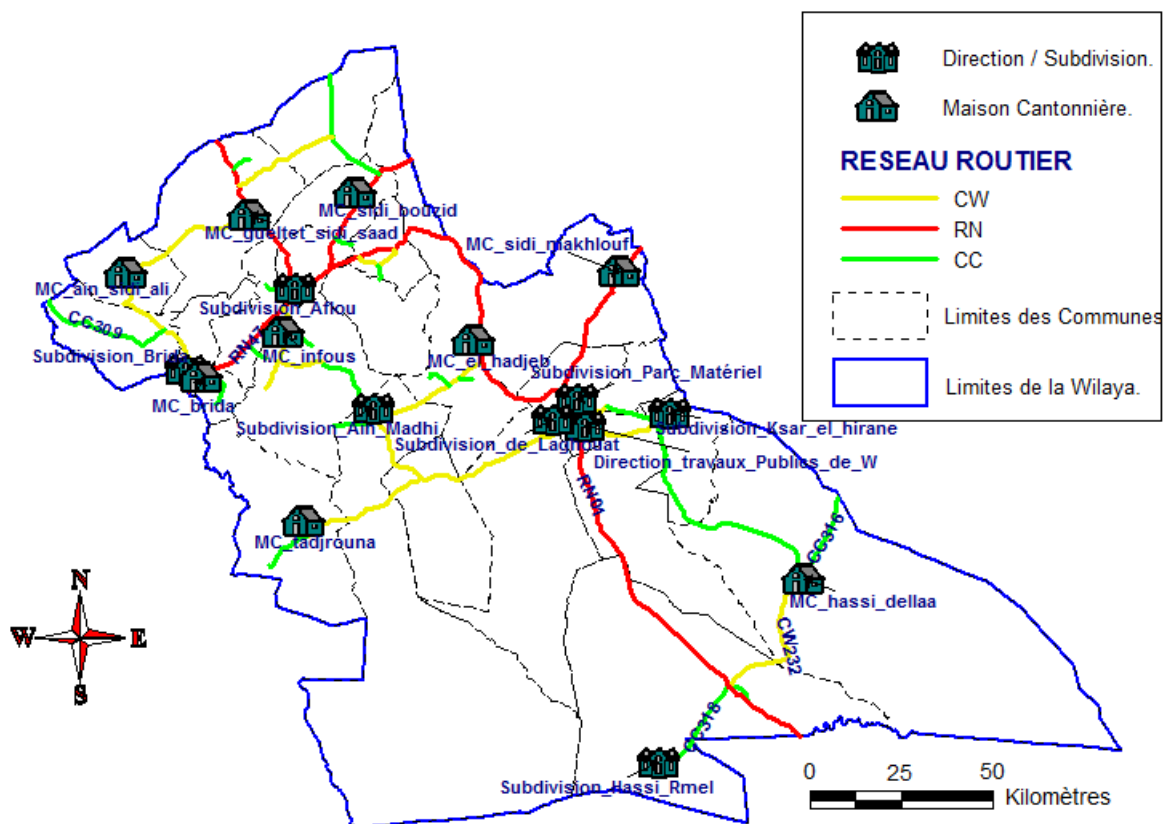


FIGURE 25: CARTE DES EQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES DES ROUTES DE LA WILAYA DE LAGHOuat.

Code_equipement	Appelation	Route	PK	Annee_construct	Superficie_batie	Superficie_totale	Pos_X	Pos_Y	Remarque
MC01	MC_sidi_makhlouf	RN1	360	2 008	200	1 500	0,00	0,00	
MC08	MC_gueltet_sidi_saad	RN23	266	1 996	180	2 000	0,00	0,00	
MC06	MC_brida	RN47	292	2 008	200	2 500	0,00	0,00	
MC05	MC_sidi_bouzid	RN1a	26	1 996	220	2 000	0,00	0,00	
MC02	MC_el_hadjeb	RN23	365	2 008	210	1 800	0,00	0,00	
MC09	MC_tadjrouna	CW230	81	2 008	220	2 000	0,00	0,00	
MC03	MC_hassi_dellaa	CW232	37	1 995	200	2 000	0,00	0,00	
MC04	MC_infous	CW124	8	2 008	150	1 800	0,00	0,00	
MC07	MC_ain_sidi_ali	CW121	42	1 996	200	1 500	0,00	0,00	
SUB01	Subdivision_Parc_Matériel	RN1	0	1 999	240	2 800	0,00	0,00	
DTP	Direction_travaux_Publics_de_W	RN1	0	1 986	450	5 000	0,00	0,00	
SUB02	Subdivision_Ksar_el_hirane	CW31	28	2 008	200	2 000	0,00	0,00	
SUB03	Subdivision_Ain_Madhi	CW231	0	1 996	220	1 800	0,00	0,00	
SUB04	Subdivision_Aflou	RN23	0	1 986	150	1 500	0,00	0,00	
SUB05	Subdivision_Brida	RN47	0	1 996	160	1 700	0,00	0,00	
SUB06	Subdivision_Hassi_Rmel	CC_RNI_Hassi	27	1 995	200	2 200	0,00	0,00	
SUB07	Subdivision_de_Laghouat	RN1	0	1 986	250	3 500	0,00	0,00	

TABLEAU 16 : TABLE DES EQUIPEMENTS ET DES INFRASTRUCTURES DE ROUTE.

7.4.7- LIMITES OFFICIELLES DE LA WILAYA DE LAGHOUAT

Définition : La zone géographique délimitée suivant le découpage administratif qui permet de décrire toute entité administrative (la Wilaya de Laghouat dans ce cas), d'après la loi n° 84-09 du 4 février 1984 relative à l'organisation territoriale du pays modifiée et complétée (JO N° 6 du 07 Février 1984).

Attributs : Wilaya, Code, pop_1987, pop_1998, pop_masc, pop_fem, Taux_accr, Surface, pop_2011, densité_2011, pop_estimée_2015. « Voir la Figure N° 26 ».

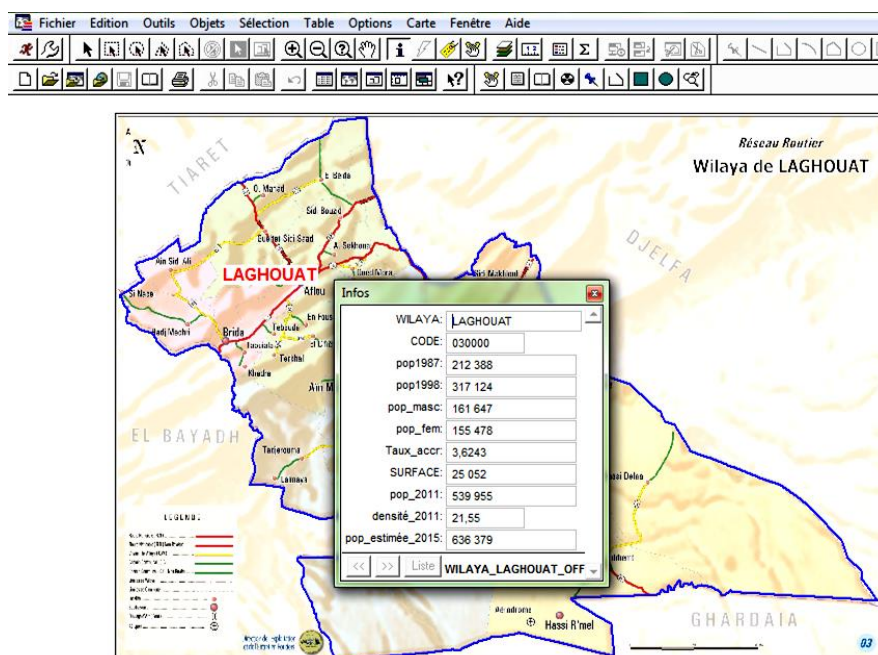


FIGURE 26: LIMITES OFFICIELLES ET INFORMATIONS SUR LA WILAYA DE LAGHOUAT.

7.4.8- AGGLOMERATION

Définition : cette information indique si une section de route traverse ou borde une agglomération. Les limites d'agglomération sont matérialisées par les panneaux d'entrée et de sortie d'agglomération.

Attributs : Nom_agglomération, Nature, code_agglomération, importance_agglomération. « Voir la Figure N° 27 et l'Annexe VII.5 : Table des agglomérations de la Wilaya de Laghouat ».

AGGLOMERATIONS DE LA WILAYA DE LAGHOuat.

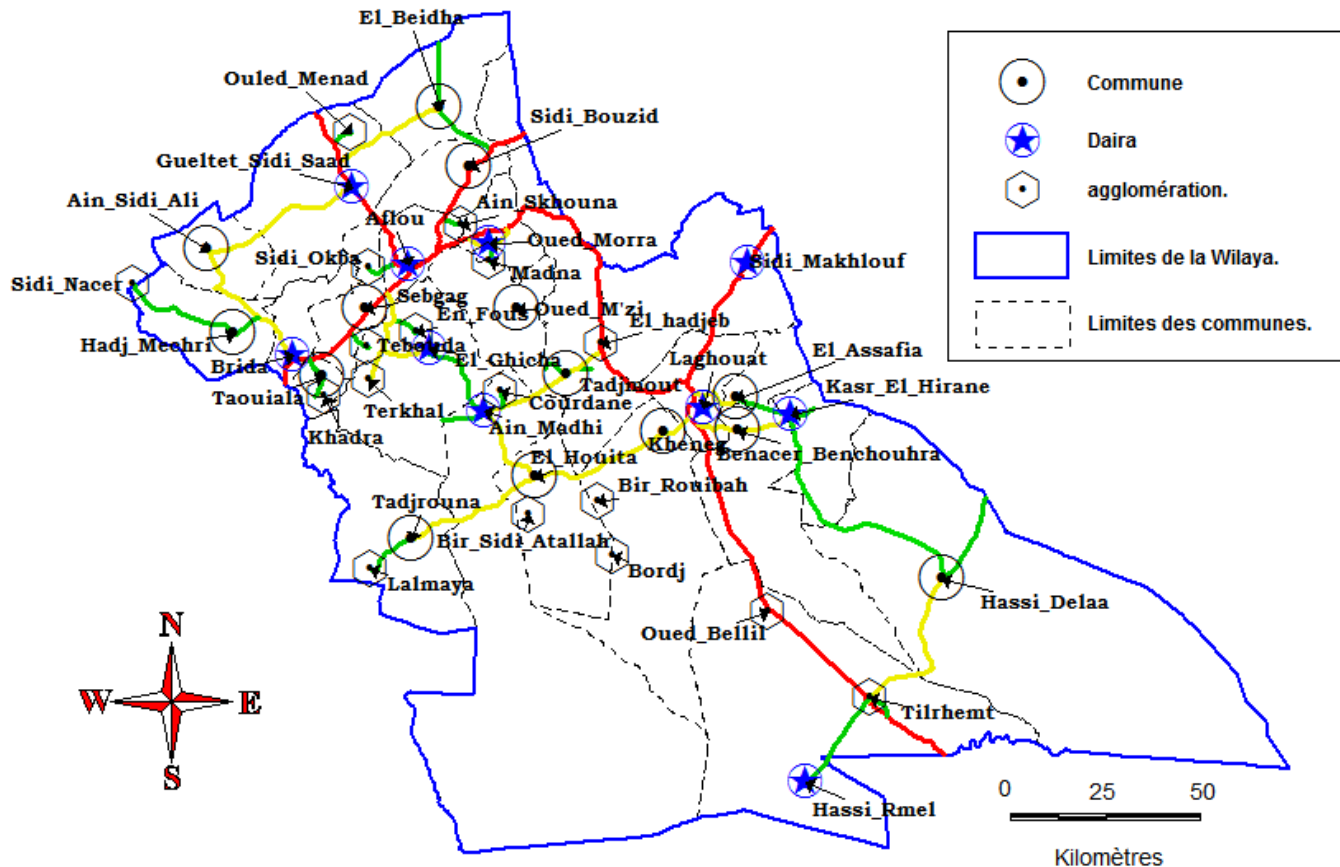


FIGURE 27: CARTE DES AGGLOMERATIONS LA WILAYA DE LAGHOuat.

Conclusion de la partie II :

Le secteur des travaux publics de la Wilaya de Laghouat dispose d'un volume énorme d'informations. Les supports sont de diverses natures: des feuilles de calcul, des cartes papier, des rapports, des tableaux. Des informations sur les routes, les ouvrages d'art, les points noirs, les équipements et matériel de travaux sur les routes. Presque toutes ces informations se rapportent dans une certaine mesure à une *position géographique* comme un code de route, une localisation d'un ouvrage d'art, des coordonnées d'une maison cantonnière, d'une subdivision, d'un point noir....

La cartographie informatique peut nous aider à trier toutes ces informations et, grâce aux éléments géographiques contenus dans ces données, à afficher les résultats sur une carte. Nous pourrions ainsi dégager rapidement et facilement des modèles et des relations des informations disponibles sans avoir à parcourir toute notre base de données.

La valeur ajoutée d'un SIG est tirée essentiellement de sa vocation à faire fonctionner simultanément plusieurs types de données « des données géographiques et alphanumérique notamment » dans un contexte spatial et d'en tirer des interprétations, des relations, des tendances et des conclusions. Un SIG peut donc révéler de nouvelles informations importantes et pertinentes pouvant aider à la prise de décision ou renforcer un choix.

PARTIE III: EXPLOITATION DE LA SOLUTION.

Chapitre 08 : Le SIG comme outil d'analyse spatiale.

Chapitre 09 : Le SIG comme outil de représentation cartographique.

Notre thème de travail consiste à réaliser une solution SIG pour la gestion du réseau routier de la wilaya de Laghouat. Nous avons discuté dans les chapitres précédents la nécessité et la faisabilité d'une telle solution. Nous avons également réalisé un Système d'Informations sur les Transports par routes en utilisant le logiciel commercial MapInfo dans sa version 8.

Dans cette partie nous montrons comment il est possible d'exploiter cette solution :

- **Le chapitre 8** est consacré aux opérations d'analyse spatiale, en particulier : la sélection directe d'objets, la sélection par objectifs ou contraintes, la mise à jour de données attributaires, la sectorisation ...
- **Le chapitre 9** est consacré aux opérations de représentation cartographique.

CHAPITRE 08: LE SIG COMME OUTIL D'ANALYSE SPATIALE.

Introduction :

Par ses capacités et ses fonctions multiples, MapInfo permet de mettre en évidence, de manipuler et d'analyser des informations pour l'élaboration, la discussion et la prise de décision dans la gestion du réseau routier.

MapInfo ne se contente pas d'afficher des données brutes, c'est également un outil puissant pour faire l'analyse de l'information géographique. Les applications de MapInfo au domaine routier permettent l'élaboration de diagnostics et d'analyses, sélection et agrégation par classement et l'obtention de l'information complète.

L'utilisation des données dans la résolution des problèmes variés valorisera d'avantage un système d'information. Les principales possibilités offertes par la mise à disposition de renseignements géométriques et de renseignements sémantiques concernent la mise en relation mutuelle *d'objets localisés* ayant certaines propriétés.

Les différentes relations que l'on peut mettre en œuvre concernent la proximité (trouver les objets proches d'un autre), la topologie (objets jointifs, inclus, partiellement inclus, exclus...) ou la forme (taille, type...). Comme les objets possèdent aussi des attributs traduisant des propriétés autres que géométriques, les analyses faites dans les systèmes d'information classiques, c'est à dire sans utiliser de fonction géométrique, peuvent être réalisées. Il est ensuite naturel d'utiliser une combinaison entre les propriétés géométriques et les propriétés sémantiques afin de réaliser une analyse complète.

Il est ainsi possible de rechercher les objets ayant certaines propriétés situés dans une zone donnée ou à une distance maximale d'un lieu fixé. Les informations supplémentaires amenées par les propriétés géométriques sont utilisées pour effectuer des traitements complexes qui affinent des analyses et qui accélèrent leur mise à disposition, car elles peuvent souvent être réalisées avec un seul outil.

Ce chapitre, tout en faisant découvrir les capacités d'analyse, de présentation et de visualisation du SIG bureautique MapInfo Professional, montre une partie des possibilités de l'exploitation de la solution SIG réalisée dans le cadre du présent travail.

8.1- REQUETE ATTRIBUTAIRE SIMPLE :

Une requête est une interrogation de la BOG en vue de sélectionner des objets ou une partie des objets, vérifiant des conditions particulières, des critères particuliers.

La construction d'une requête nécessite de répondre aux deux questions fondamentales :

- Quels sont les objets recherchés ? Plus concrètement, de quelles catégories sont les objets recherchés ? (Tables, Layers...);
- Quelles sont les critères de sélection ? (Sur informations attributaires ou informations géométriques).

A travers la requête simple, le gestionnaire du Réseau Routier peut connaître, localiser, visualiser et lister par exemple les routes ou tronçons routiers à travers la Wilaya de Laghouat qui présentent *un état de dégradation avancé*. Sur la **Figure N° 28** nous constatons que les tronçons du CW125 et les CC301, CC302, CC306, CC309, CC311, CC313, CC315, CC317 sont dégradés. Il peut aussi affiner le critère de sélection (ou d'extraction de l'information) en ajoutant de nouvelles conditions de recherche.

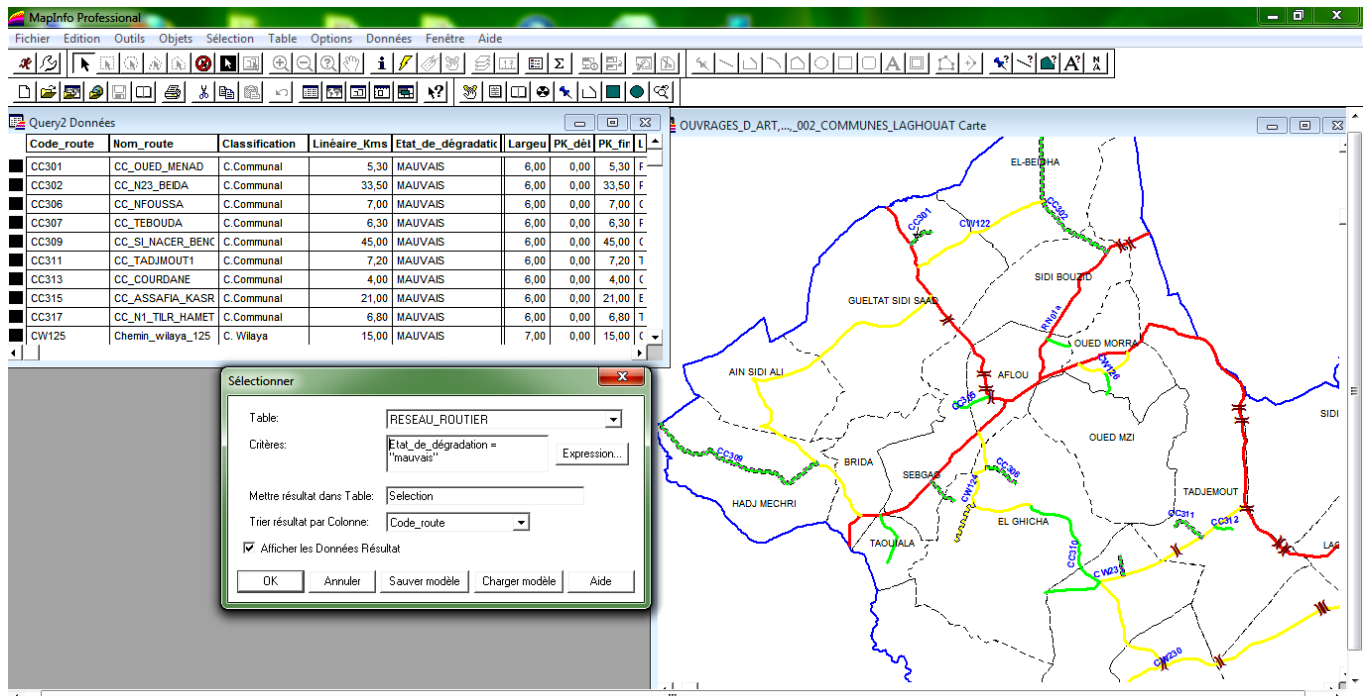


FIGURE 28 : REQUETE POUR SELECTIONNER LES ROUTES DEGRADEES « EN MAUVAIS ETAT ».

A travers cette requête, on peut connaître et visualiser les routes les plus dégradées. C'est une information importante qui nous permet de prévoir un budget de renforcement ou de rénovation des routes les plus importantes parmi les routes sélectionnées.

Il est également possible de visualiser et lister les routes qui ont une largeur déterminée, afin de choisir par exemple le trajet d'un convoi exceptionnel.

Par exemple, une requête simple nous permet de lister et visualiser sur la carte de la Wilaya de Laghouat les routes qui ont une largeur au moins égale à 7m comme cela est montré sur la **Figure N° 29**.

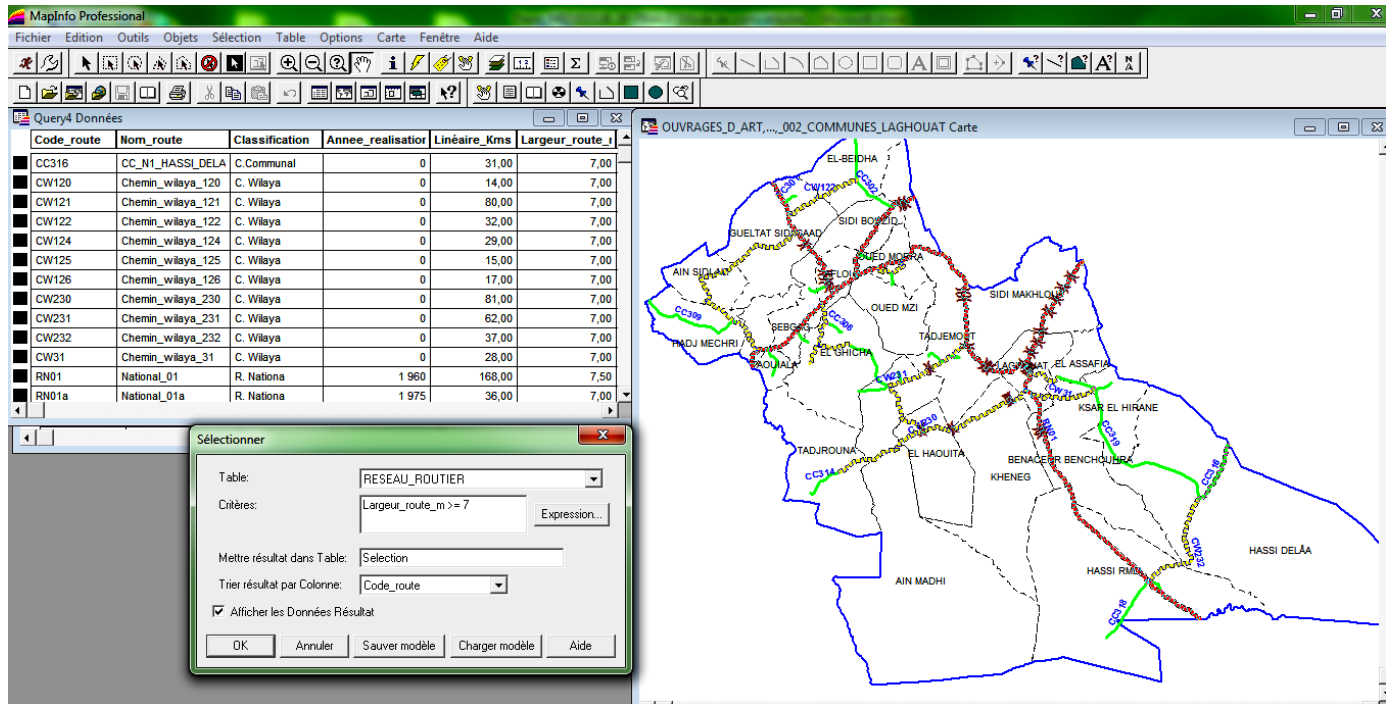


FIGURE 29 : SELECTION DES ROUTES QUI ONT UNE LARGEUR AU MOINS EGALE A 7M.

Comme indiqué sur la carte et sur le tableau, les routes qui ont une largeur supérieure ou égale à 7 m sont les routes nationales et quelques Chemins de Wilaya en plus d'un Chemin Communal « CC316 ». D'après la carte, on peut dire que les routes structurantes ont une largeur au moins égale à 7m. Les autres apparaissent comme des routes de désenclavement.

8.2- REQUETE ATTRIBUTAIRE COMPLEXE :

8.2.1- REQUETE MONO-TABLE :

Une sélection mono-table permet, en fonction de critères définis, de faire une sélection d'enregistrement sur une table.

Il est ainsi possible de visualiser les routes les plus sollicitées, par exemple celles qui ont un trafic routier supérieur à 1500 véhicules par jour à travers la Wilaya de Laghouat comme le montre la **Figure N° 30**. C'est une information d'une grande importance qui peut révéler : le réseau structurant, le réseau de référence, le réseau qui à tendance à être saturé, qui connaîtra une congestion, qui nécessitera un élargissement, une rénovation, un renforcement ou qui à tendance se dégrader rapidement....

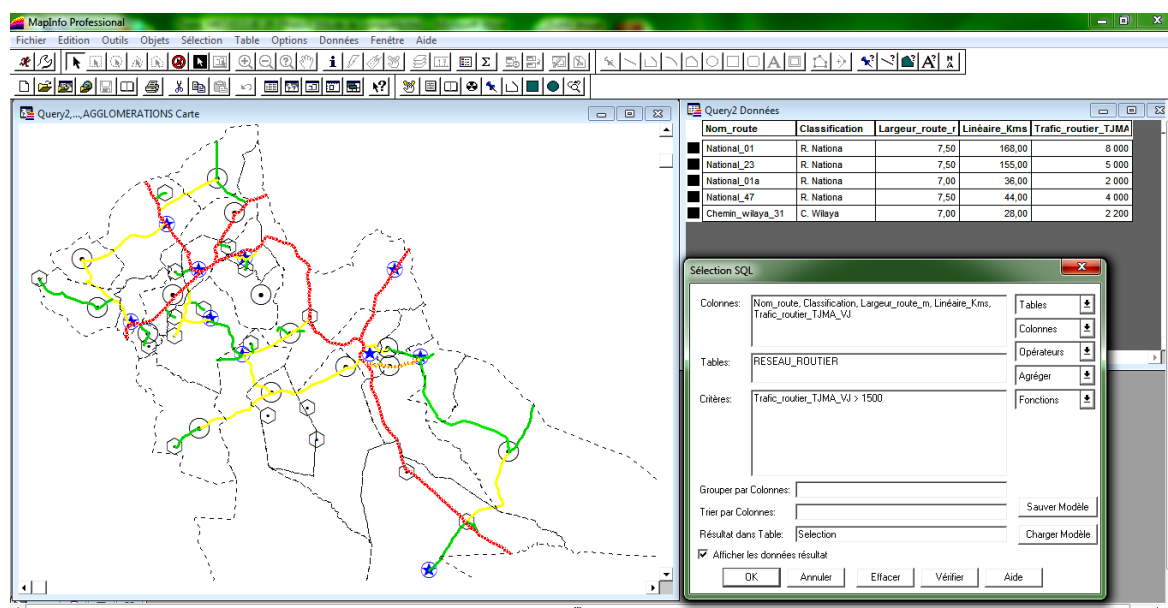


FIGURE 30 : LES ROUTES QUI ONT UN TRAFIC ROUTIER SUPERIEUR A 1500 V/J A TRAVERS LA WILAYA DE LAGHOuat.

La **Figure N° 31**, obtenue à partir d'une requête SQL, montre les routes d'une longueur supérieure ou égale à 40 kms.

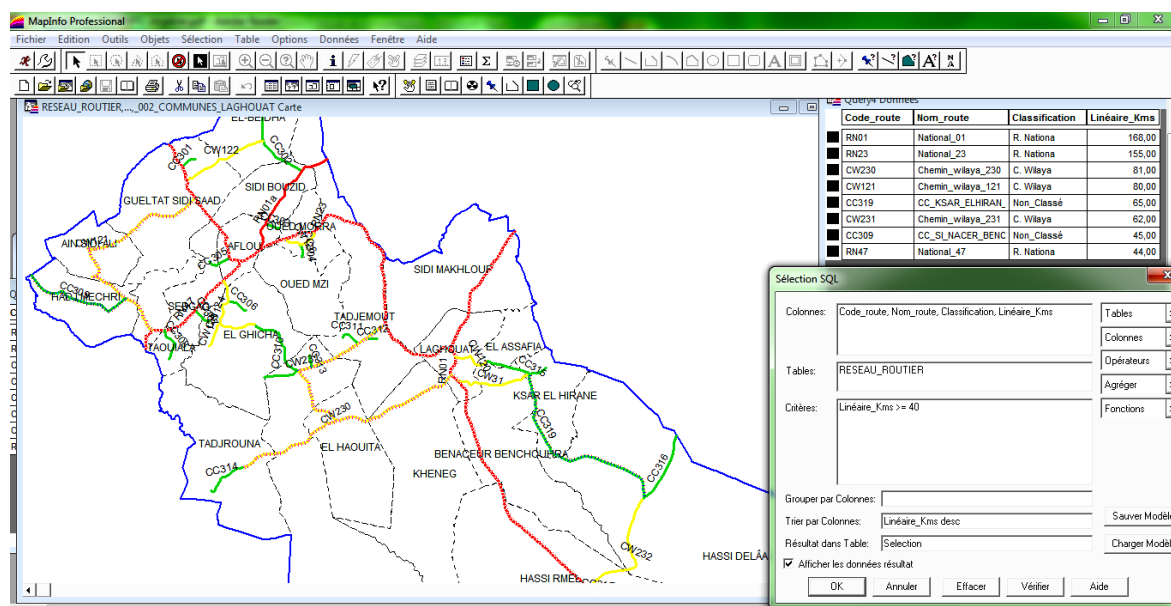


FIGURE 31 : LES ROUTES DE LA WILAYA DE LAGHOUAT QUI ONT AU MOINS 40 KM DE LONGUEUR.

A travers cette requête, nous pouvons connaître et visualiser les routes les plus longues de la Wilaya. C'est une information importante qui peut révéler: les routes budgétivores de la Wilaya, les routes stratégiques et qui demandent à être reclassées « comme RN ou CW au lieu de les classer comme CC ». Nous pouvons affiner l'analyse par une autre requête afin de connaître l'Etat des routes qui ont au moins 40 km...

La requête suivante montre la sélection des objets par l'utilisation d'une requête SQL :

Objectif : Il s'agit dans cette application de connaître et visualiser les communes de la Daïra de TADJMOUT qui à un code Daïra 0302, avec la réalisation d'une requête SQL mono-table.

Données : Nous utilisons la table « Communes_Laghouat » pour cet exemple.

Aucune des colonnes de la table «Communes_Laghouat» ne contient le **code de Daïra**. Nous allons faire la sélection à partir des quatre premiers chiffres des **codes communaux** avec la fonction « Left\$ () », dans la zone « Fonctions ». Syntaxe : Left\$ (champs, nombre de caractères).

Résultat obtenu : Paysage institutionnel de la Daïra de TADJMOUT sélectionné en rouge « Voir la **Figure N° 32** ».

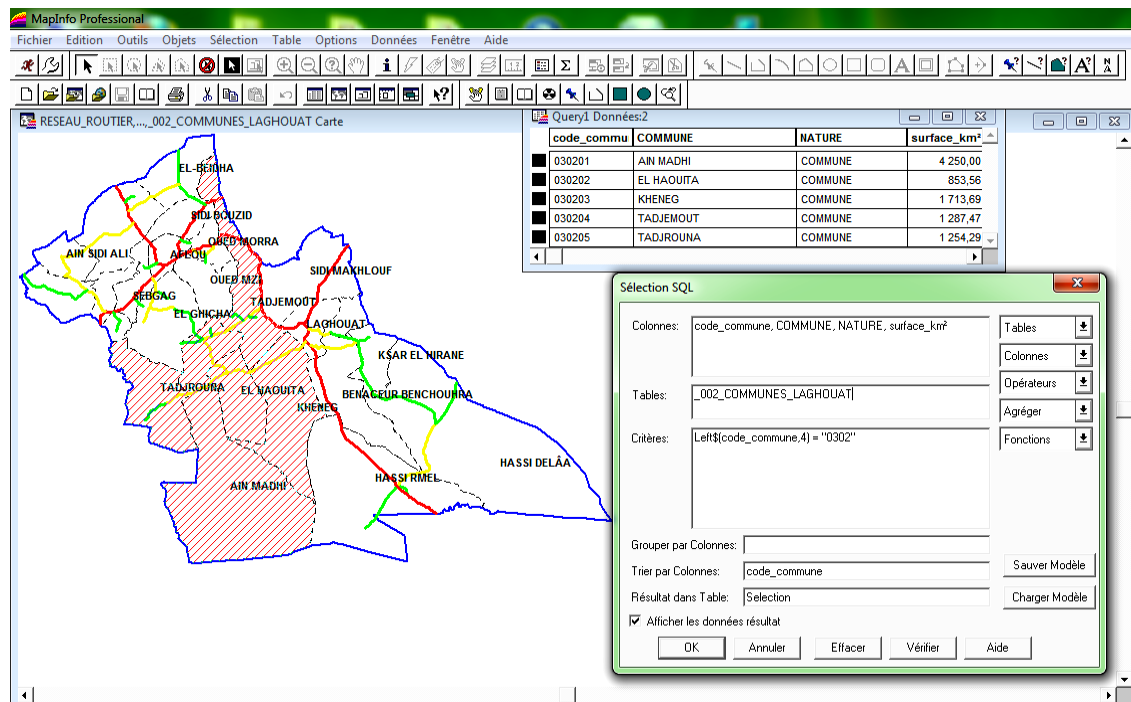


FIGURE 32: REQUETE POUR VISUALISER LES COMMUNES DE LA DAÏRA DE TADJEMOUT.

8.2.2- REQUETE ATTRIBUTAIRE MULTI-TABLES :

Une sélection multi-tables est réalisée suivant le même principe qu'une sélection mono-table.

Le type d'analyse est un peu plus complexe avec une jointure alphanumérique ou géographique pour réaliser des sélections sur plusieurs tables.

La requête attributaire complexe « ou jointure de table » autorise une sélection sur plusieurs tables et sur un ou plusieurs des attributs d'une table. En fonction des critères de sélection nous déterminons le mode de sélection. Dans la fenêtre critères, nous pouvons définir des expressions constituées par des attributs, des opérateurs et des fonctions de calculs.

Objectif : Il s'agit dans cette application de connaître et visualiser les communes de la Wilaya de Laghouat qui contiennent des Ouvrages d'Arts (OA).

Données : nous avons utilisé les tables « Communes_Laghouat, Ouvrages_d'Art » pour cette application.

Nous allons faire la sélection avec la fonction « Contains », dans la zone « Fonctions ».

Résultat obtenu : les communes contenant des OA sélectionnées en rouge avec la table de données sous forme de liste des objets de la table graphique « Voir la **Figure N° 33** ».

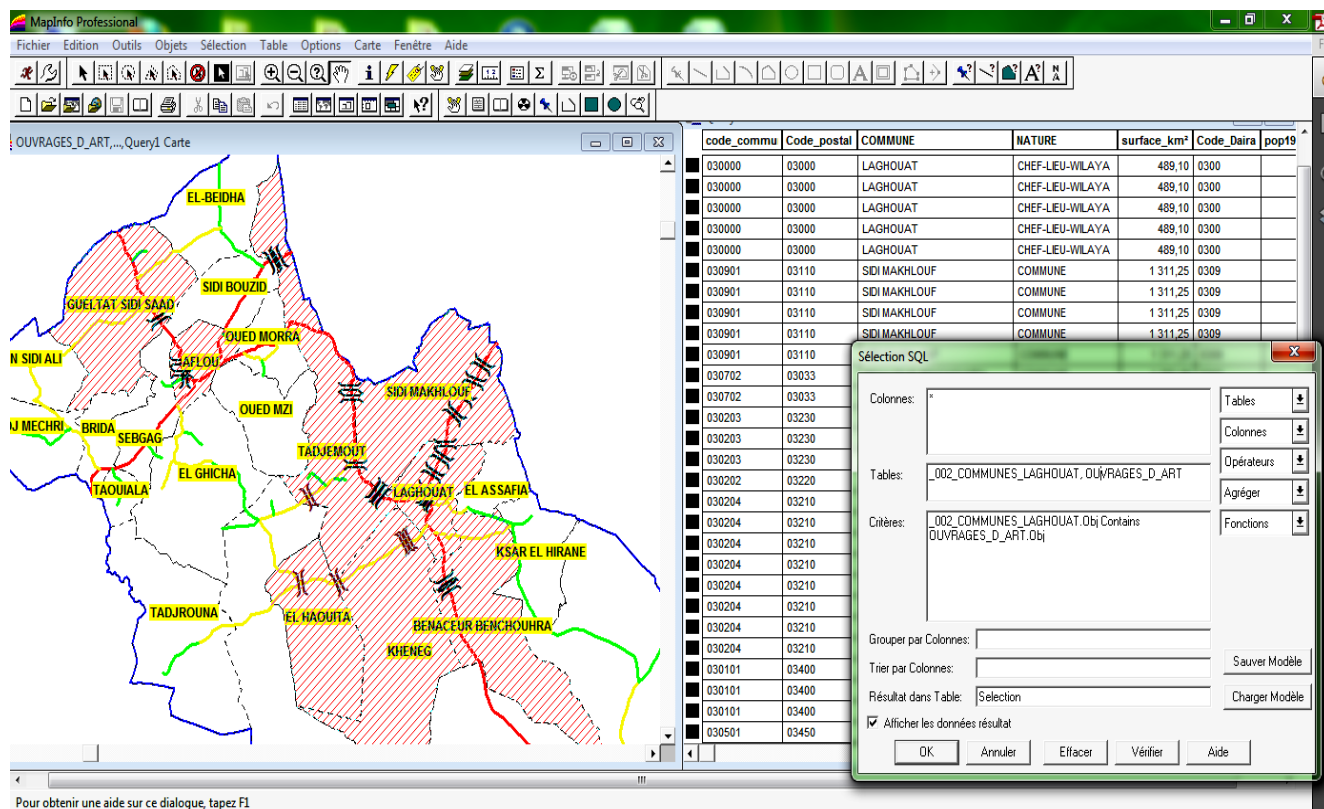


FIGURE 33: LES COMMUNES QUI ONT DES OUVRAGES D'ARTS SUR LEURS RR.

8.2.3- SECTORISATION-FUSION.

1- Réalisation d'une sectorisation sur les Dairates de Laghouat.

Notre solution permet de regrouper des objets graphiques ayant au moins un champ commun en secteurs. Avec la fonction de sectorisation, nous pouvons définir de nouveaux secteurs ou modifier des secteurs existants, tout en effectuant instantanément des calculs sur les données associées à des fins d'analyse et de prise de décision.

Donc la sectorisation est une méthode nous permettant d'affecter des « objets » à des « groupes d'objets ». C'est une analyse par valeur individuelle interactive.

Par l'utilisation du code communal proposé au tableau N°14, nous allons réaliser une sectorisation de la carte « Communes_Laghouat » afin de reconstituer le découpage des dairates et les informations associées initialement au découpage communal de façon agrégée (population, superficie, taux de croissance...)

Nous commençons par la modification de la table « Communes_Laghouat » en rajoutant un champ « code_daira », qui sera renseigné à partir le code de chaque commune « Voir la Figure N° 34 ».

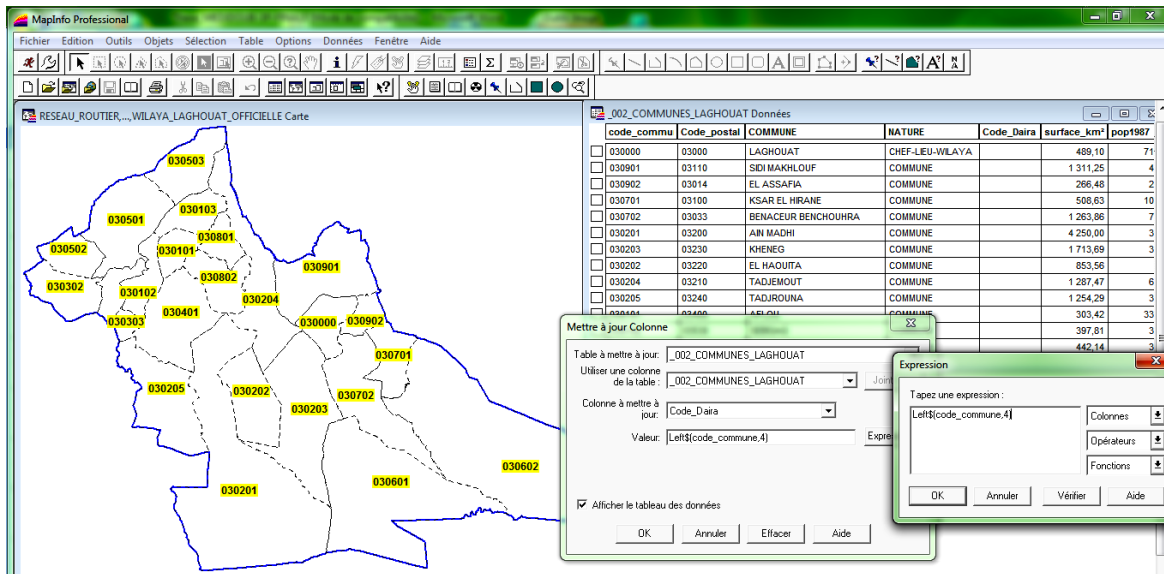


FIGURE 34 : CREATION D'UN CODE DAIRA A PARTIR DU CODE_COMMUNE.

Nous mettons à jour la colonne « Code_daira », en gardant les quatre premiers chiffres de chaque code communal « Voir la *Figure N° 35* ». Ce Code_daira va nous permettre par la suite d'effectuer des sectorisations et des sectorisations-fusions.

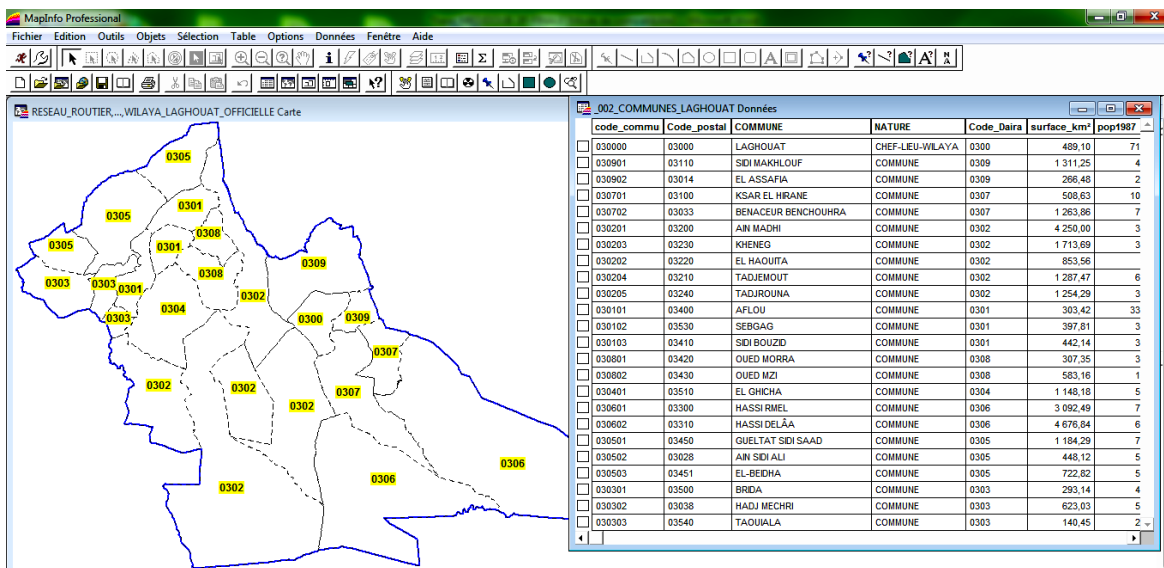


FIGURE 35 : MISE A JOUR D'UN CODE DAIRA A PARTIR DU CODE_COMMUNE.

Par la sectorisation de la table Communes_Laghouat et l'utilisation du Code_daira comme champ de secteur, nous obtiendrons des secteurs représentés en couleur, sous la forme d'une analyse par valeur individuelle « Voir la *Figure N° 36* ».

La table « Secteurs Données » indique pour chaque enregistrement (les Dairates) le nom, le nombre d'objets (polygones) le constituant, et les informations statistiques demandées (ici, sommes et pourcentages des populations en 2008 et superficies).

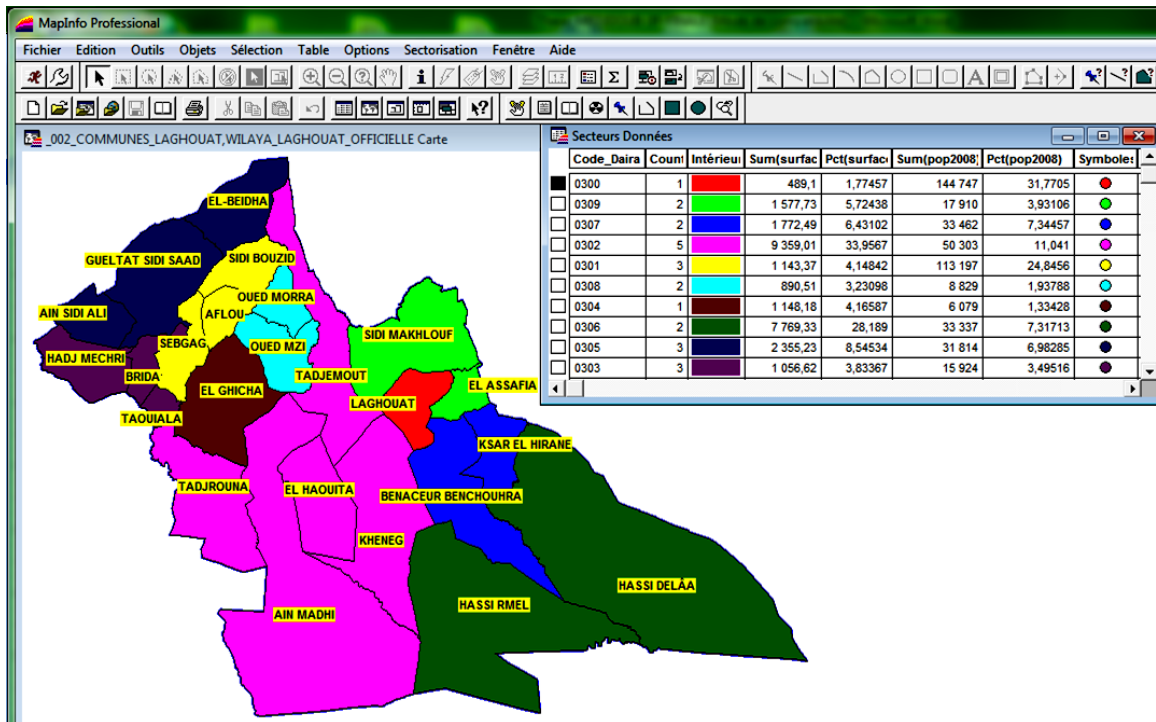


FIGURE 36: SECTORISATION DE LA WILAYA DE LAGHOUAT PAR L'UTILISATION DU CODE_DAIRA.

2- Affectation d'objets à un secteur cible :

Objectif : Nous allons affecter les communes des Dairas de la Couronne (correspondant aux codes de Dairates 0309, 0307, 0302) à la Daïra de Laghouat, afin d'avoir les informations statistiques prenant en compte l'ensemble de la Dira de Laghouat et les Dairates périphériques, la zone dense de la région de Laghouat.

Données : Nous utilisons la table « Communes_Laghouat ».

Résultat obtenu : Les communes des Dairates 0309, 0307, 0302 ont été affectées à la Daïra de Laghouat comme l'indique la zone sélectionnée « Voir la **Figure N° 37** ».

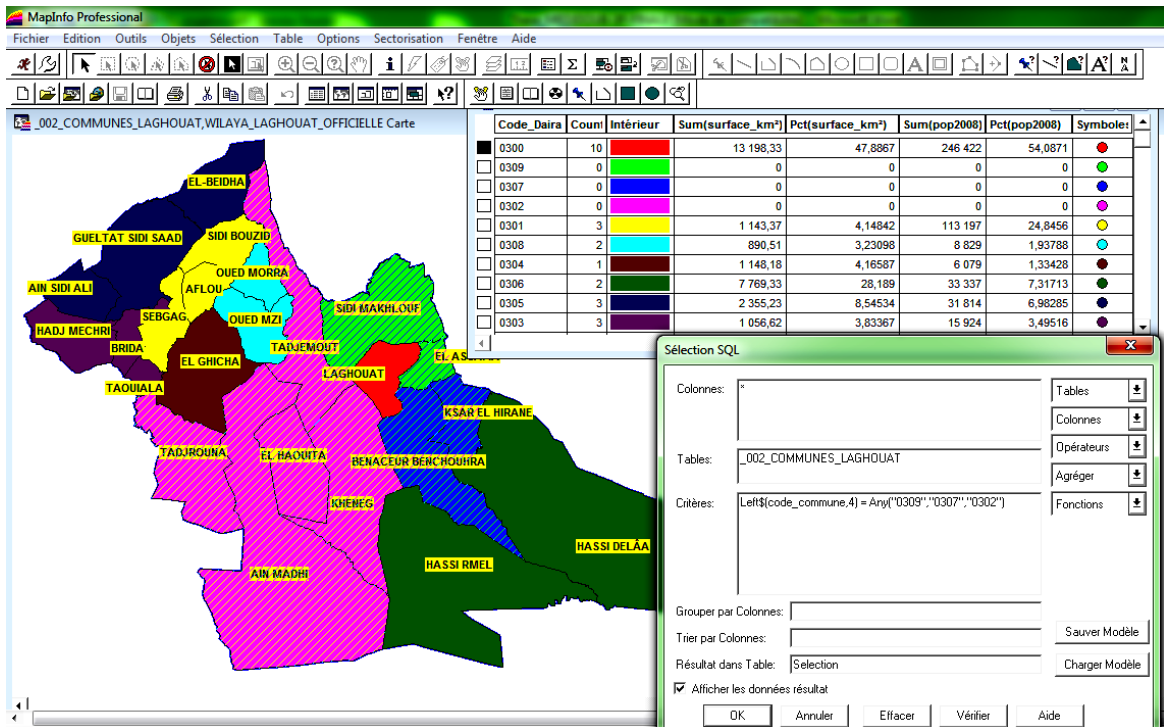


FIGURE 37: AFFECTATION D'OBJETS DES COMMUNES DES DAIRATES 0309, 0307, 0302 A LA DAÏRA DE LAGHOUAT.

Cette requête nous permet d'avoir les informations statistiques prenant en compte l'ensemble de la commune de Laghouat et la Couronne, la zone dense de la Wilaya. Nous pouvons avoir les données consolidés de l'ensemble de la zone afin d'étudier par exemple un projet global la concernant.

8.3- ANALYSE THEMATIQUE :

L'analyse thématique permet de visualiser de manière graphique les données attributaires (un ou plusieurs champs) liées aux objets de la carte.

1- Analyse thématique par classe :

Nous allons réaliser une représentation de la densité de population des Communes, à partir des données issues du Recensement Général de la Population.

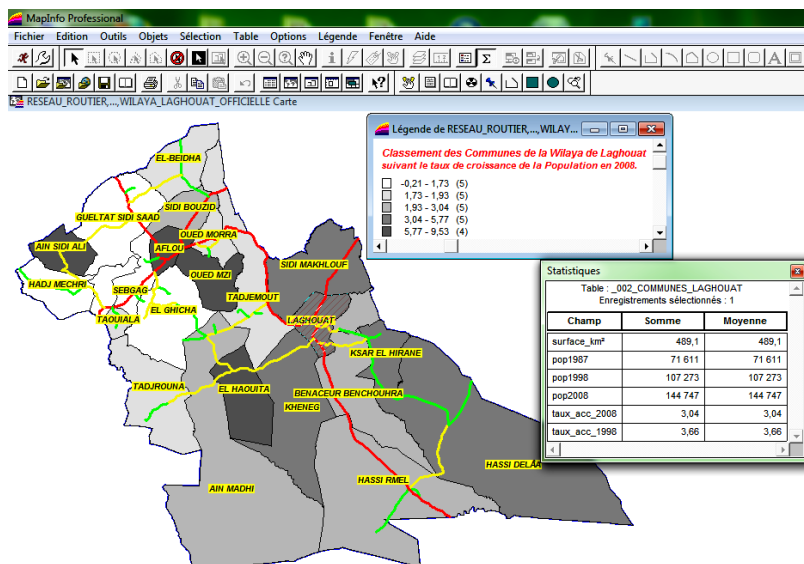


FIGURE 38: CLASSEMENT DES COMMUNES DE LA WILAYA DE LAGHOUAT SUIVANT LE TAUX DE CROISSANCE DE LA POPULATION EN 2008.

Cette analyse thématique nous révèle le classement des communes de Laghouat suivant le taux de croissance de la population « Voir la **Figure N° 38** ». Ce qui est important dans la visualisation de la carte c'est qu'on peut voir les zones qui ont un taux fort et celles qui ont un taux faible « ou même négatif ». On peut se demander pourquoi la zone Nord-Ouest a un taux faible à l'exception de la commune de Ain Sidi Ali qui à un taux fort ? S'agit-il d'une zone d'attraction ou d'un problème d'enclavement ? A partir de cette carte on peut mettre en évidence un problème qui n'était pas aussi visible et d'approfondir l'analyse par d'autres facteurs déterminants « Problème de postes de travail, absence d'opportunités... ».

8.4- IMPORTATION DE DONNEES :

L'opération d'importation de données attributaires permet de réaliser les mises à jour à partir de données externes stockées sous de multiples formats : texte, Excel, Access. Il est alors nécessaire de spécifier une jointure entre la table à mettre à jour et la table externe.

La réalisation d'une jointure à partir d'un champ commun « dans ce cas c'est le *Code_Commune* », nous permettra par la suite de réaliser des analyses sur la table « Communes de Laghouat » *augmentée* des données importées. **Les Figures 39 à 42** montrent les différentes étapes de réalisation :

- ouverture du fichier externe Excel
- conversion du fichier Excel au format MapInfo
- définition de la jointure
- Importation / jointure des données et augmentation de la table Communes_Laghouat.
- Visualisation des données de la table augmentée, validation de l'ensemble et vérification du travail effectué en comparant les deux enregistrements des tables d'origine et de destination.

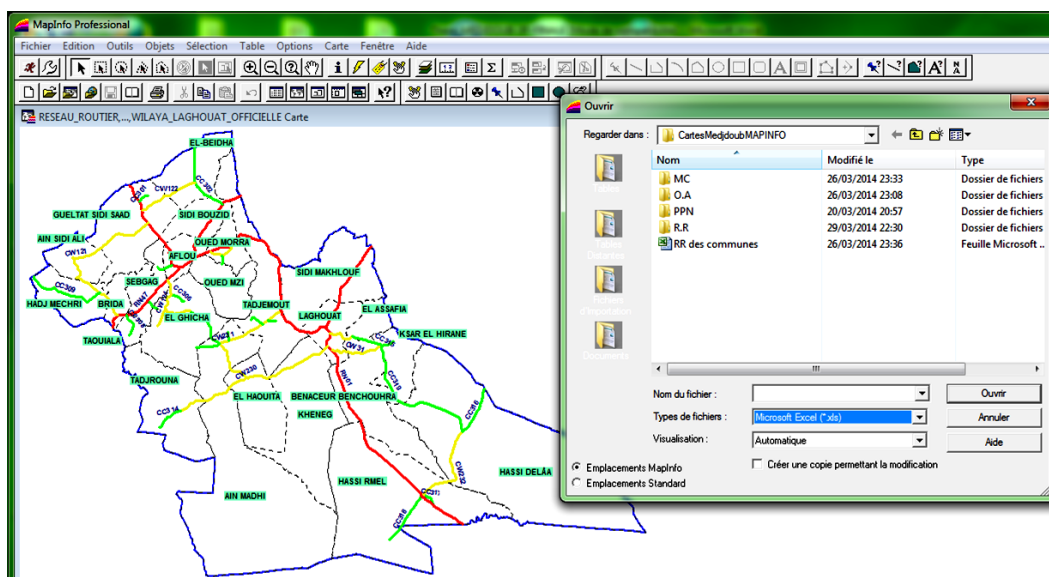


FIGURE 39: OUVRIR UN FICHIER EXCEL ET CONVERSION AU FORMAT MAPINFO.

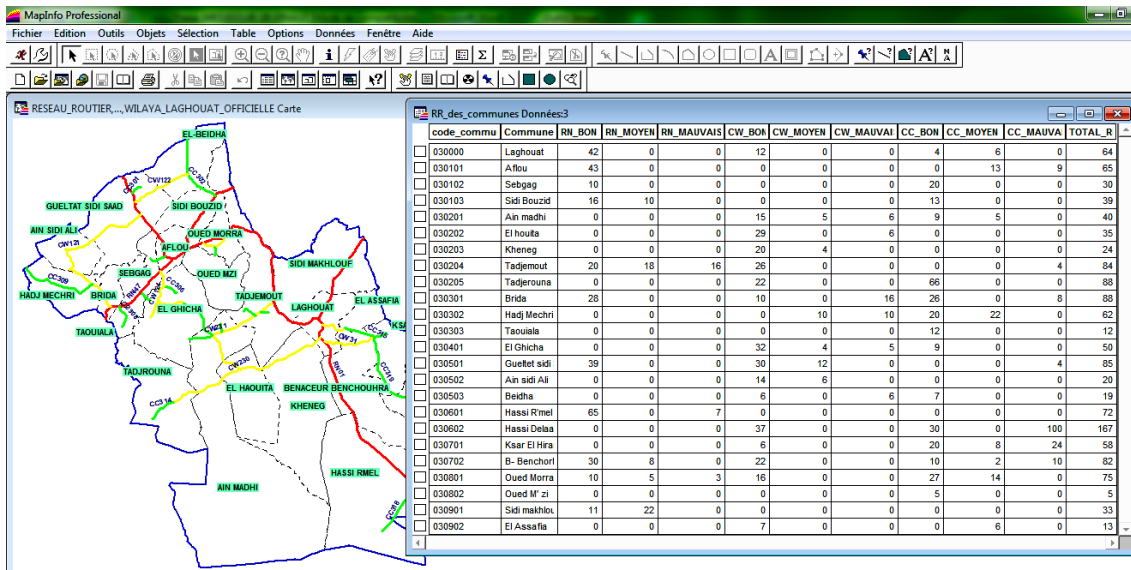


FIGURE 40: CONVERTIR LA TABLE EXCEL AU FORMAT MAPINFO.

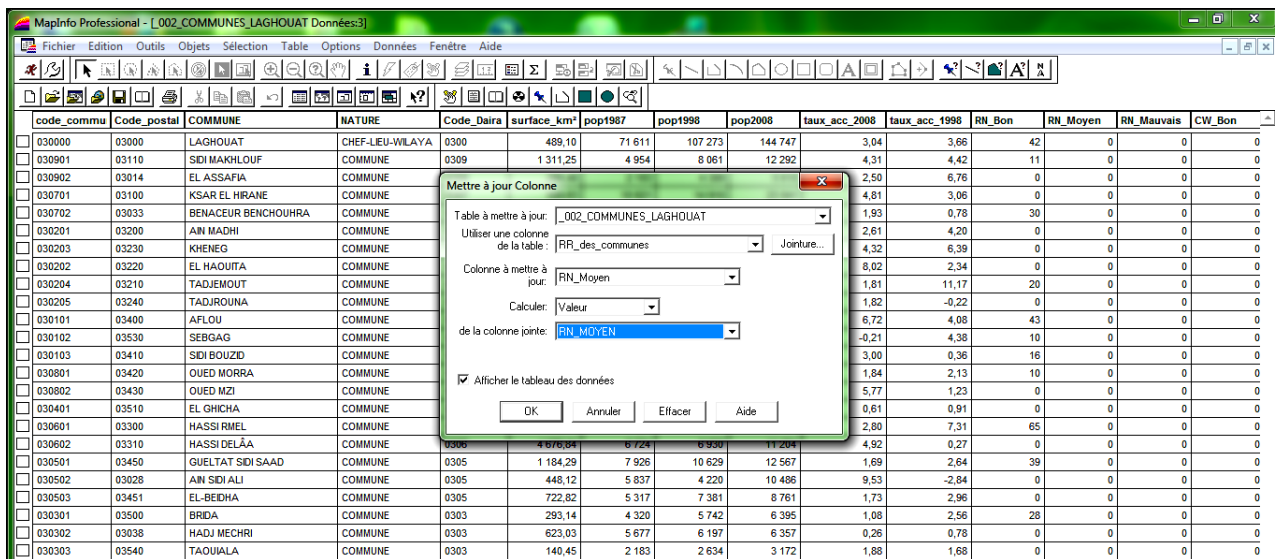


FIGURE 41: IMPORTATION / JOINTURE DES DONNEES ET AUGMENTATION DE LA TABLE COMMUNES_LAGHOUAT.

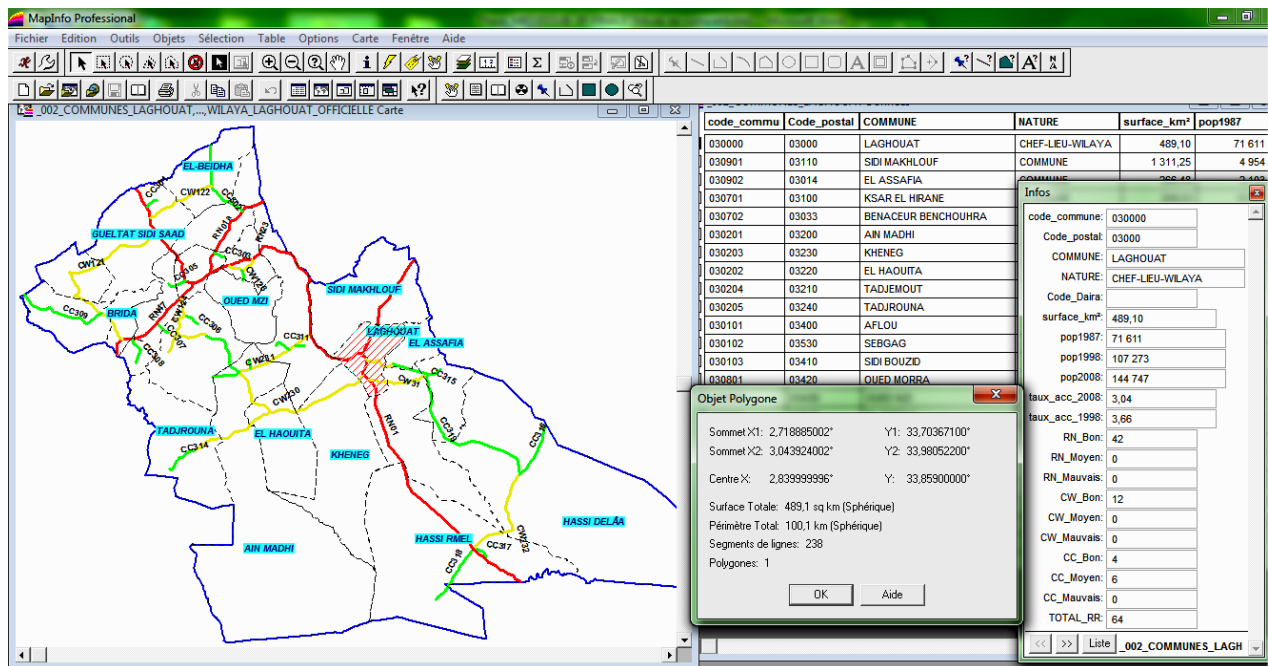


FIGURE 42: VISUALISATION DES DONNEES, INFORMATIONS AUGMENTEES ET COORDONNEES DE LA COMMUNE DE LAGHOUCAT.

8.5- VISUALISER L'INFORMATION SUR LES OBJETS GRAPHIQUES:

Pour visualiser les données associées à nos objets graphiques il suffit de sélectionner et cliquer sur l'objet et faire dérouler pour voir le contenu de l'information. **Les Figures 43 à 51** montrent successivement :

- la visualisation des données de la commune de Laghouat disponibles sur notre base (figure 43).
- Visualisation des données et une photographie d'un objet graphique « Pont » (figure 44).
- Visualisation des données et un plan d'un objet graphique « Pont » (Figure 45).
- Requête pour sélectionner et lister les ouvrages en « Bon Etat » disponibles sur notre base (Figure 46).
- Requête pour sélectionner et lister les ouvrages en « Mauvais Etat » (Figure 47).
- Requête pour sélectionner et lister les ouvrages qui ont une infrastructure en « Maçonnerie » (Figure 48).
- Connaitre les informations d'un objet géographique «Un point noir » (Figure 49).
- Connaitre les informations d'un objet géographique «Une maison cantonnière » disponibles sur notre base (Figure 50).
- Visualisation tridimensionnelle du Réseau Routier de la Wilaya de LAGHOUAT (Figure 51).

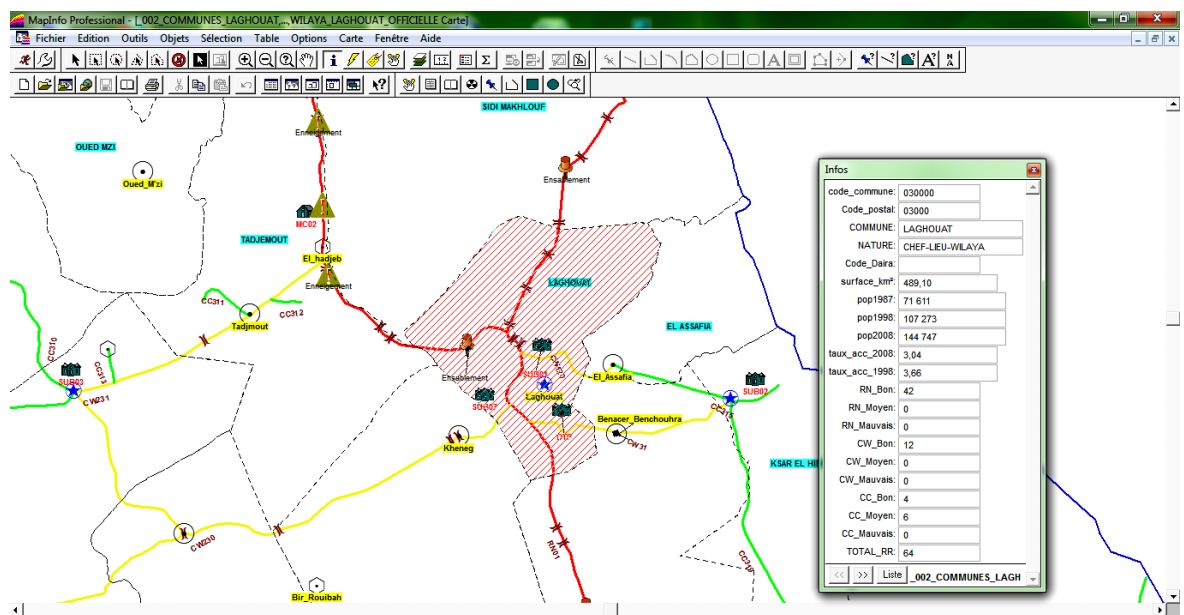


FIGURE 43: VISUALISATION DES INFORMATIONS DE LA COMMUNE DE LAGHOUAT.

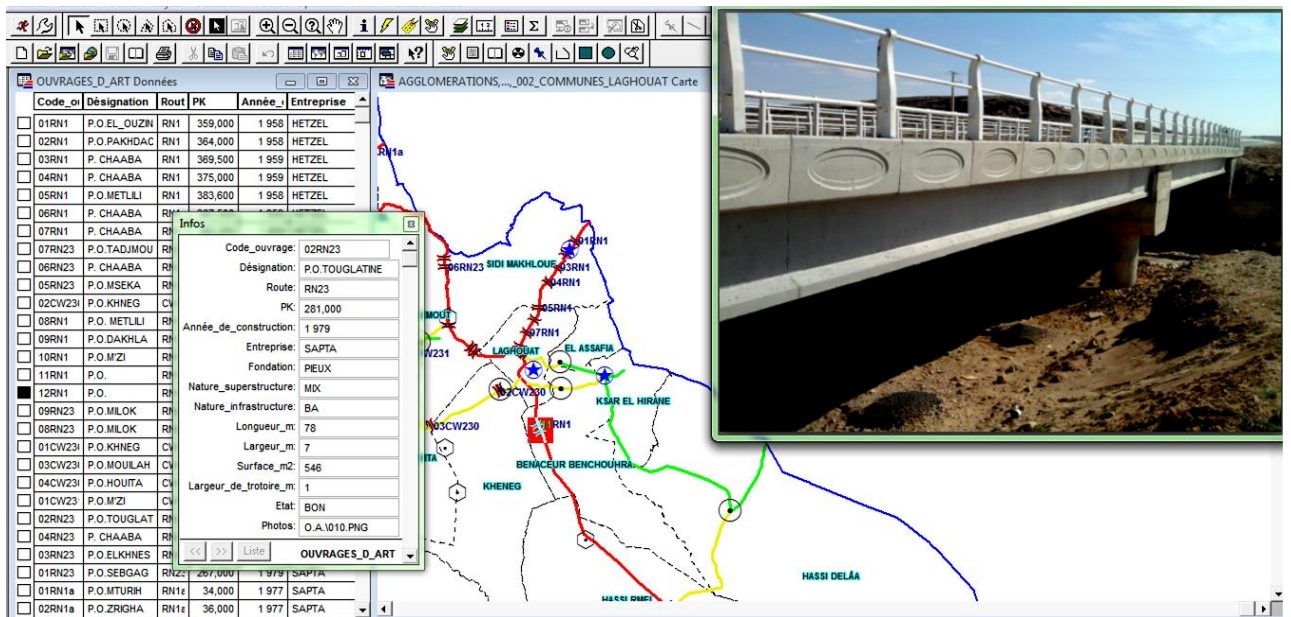


FIGURE 44: VISUALISATION DES DONNEES ET UNE PHOTOGRAPHIE D'UN OBJET GRAPHIQUE « PONT ».

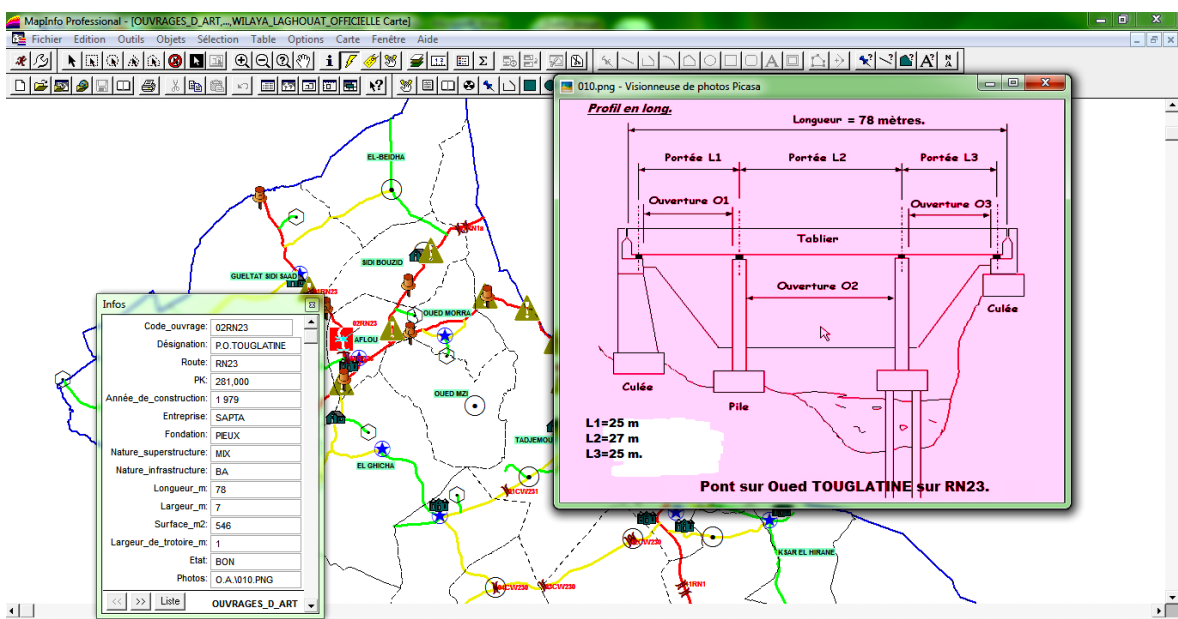


FIGURE 45: VISUALISATION DES DONNEES ET UN PLAN D'UN OBJET GRAPHIQUE « PONT ».

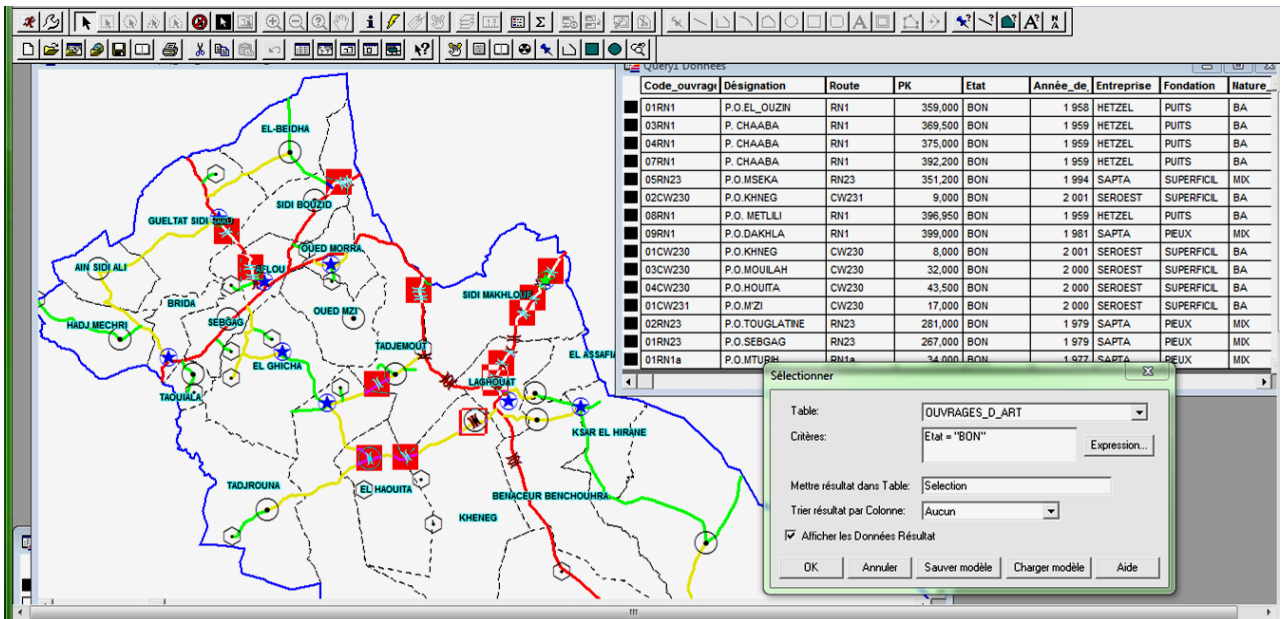


FIGURE 46: REQUETE POUR SELECTIONNER ET LISTER LES OUVRAGES EN « BON ETAT ».

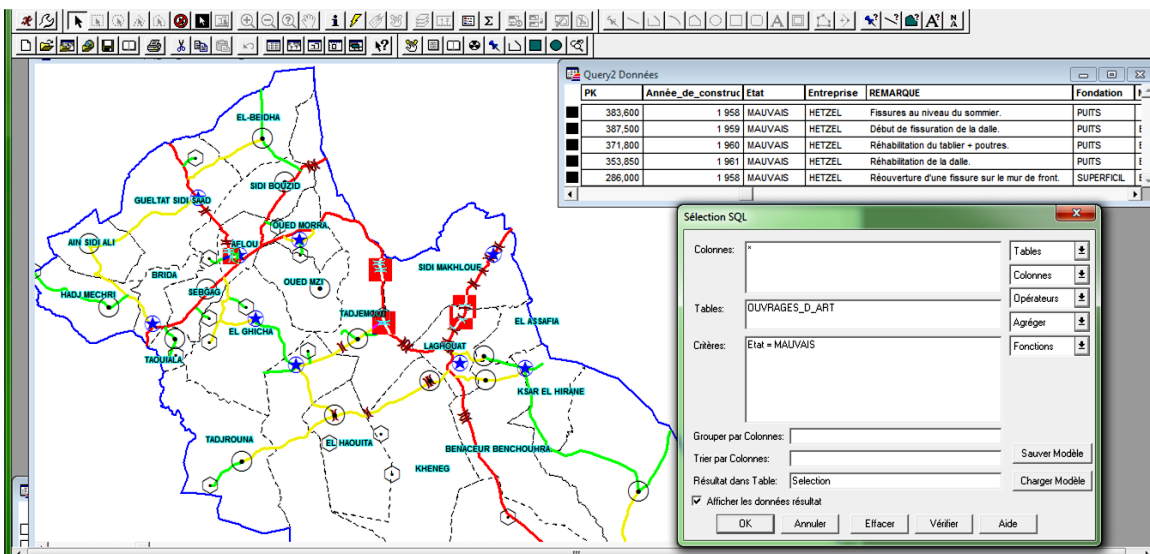


FIGURE 47: REQUETE POUR SELECTIONNER ET LISTER LES OUVRAGES EN «MAUVAIS ETAT ».

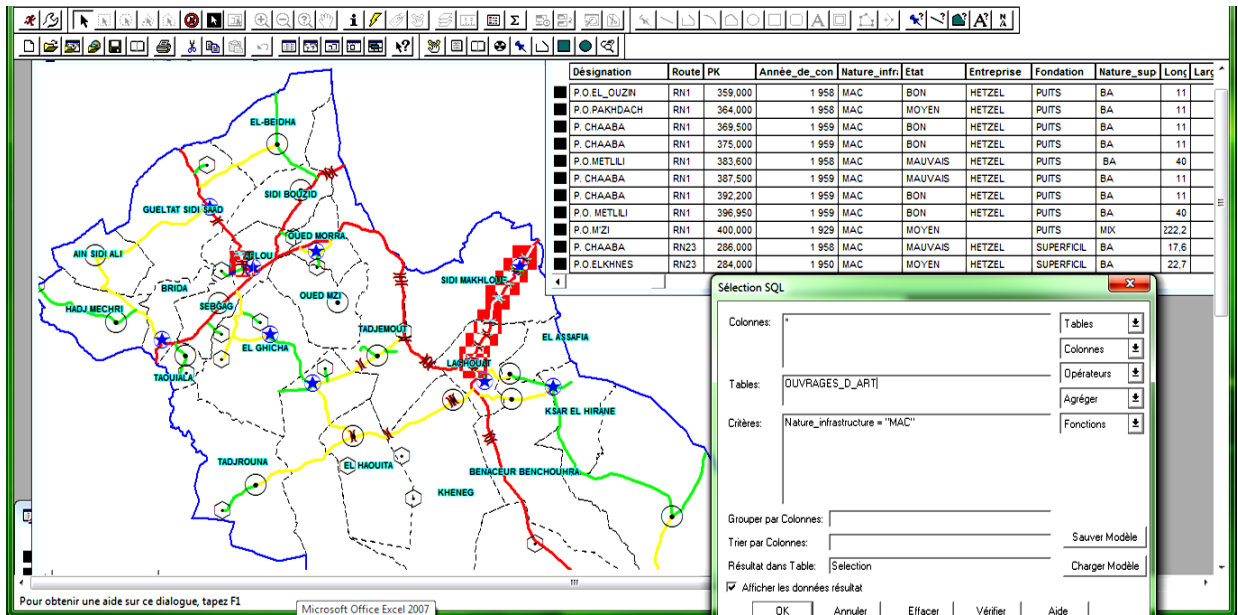


FIGURE 48: REQUETE POUR SELECTIONNER ET LISTER LES OUVRAGES QUI ONT UNE INFRASTRUCTURE EN « MAÇONNERIE ».

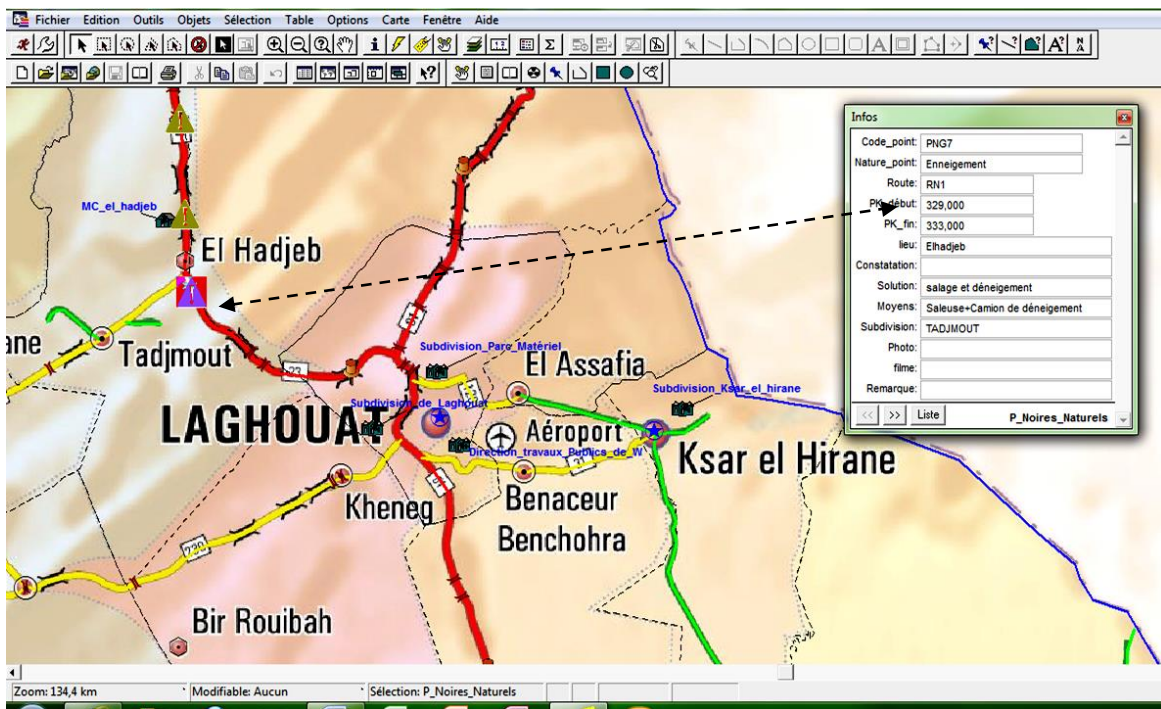


FIGURE 49: CONNAITRE LES INFORMATIONS D'UN OBJET GEOGRAPHIQUE «UN POINT NOIR ».

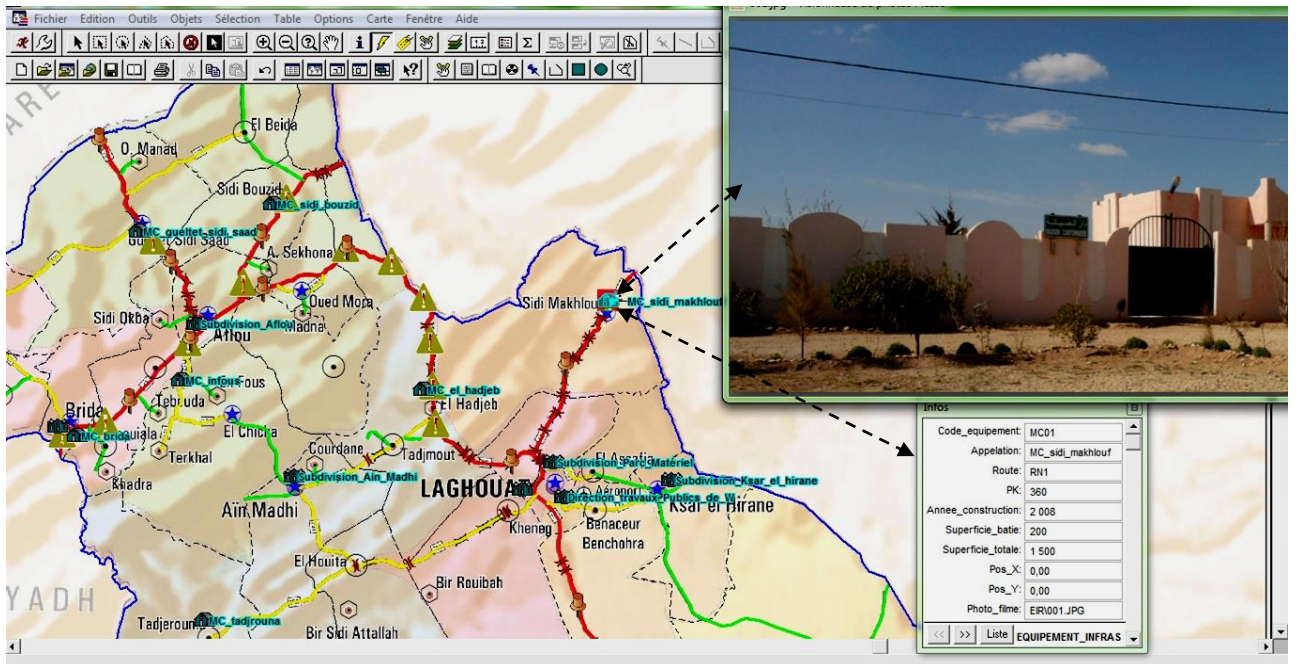


FIGURE 50: CONNAITRE LES INFORMATIONS D'UN OBJET GEOGRAPHIQUE «UNE MAISON CANTONNIERE».

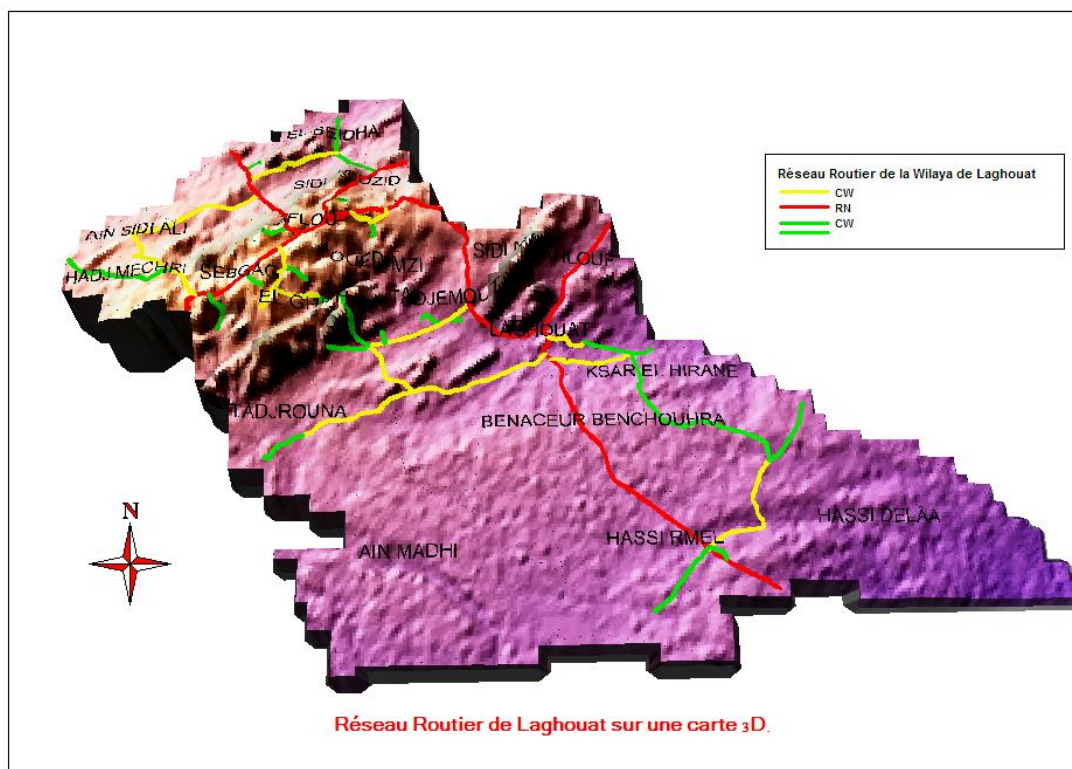


FIGURE 51 : VISUALISATION TRIDIMENSIONNELLE DU RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE LAGHOUAT.

CHAPITRE 09 : LE SIG COMME OUTIL DE REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE.

9.1- L'IMPORTANCE DES CARTES :

Les cartes ont une place toute particulière dans le processus de représentation de résultats grâce à leur facilité de lecture et leur propriété de synthèse ; tous les logiciels dédiés SIG permettent ce mode de représentation de manière plus ou moins "bonne" selon le logiciel ; il nous faut tout de même noter ici que les logiciels SIG ne sont pas des logiciels de cartographie.

La mise en évidence de certains phénomènes, la comparaison de différentes époques, la simulation d'hypothèses sont quelques-uns des avantages importants des cartes produites par un SIG.

Nous présentons dans ce qui suit quelques exemples de cartes produites à partir de la *Base d'Objets Géographiques* construite.

9.2- CARTE DE L'ÉVOLUTION DE LA POPULATION :

Objectif : Réalisation d'une cartographie du nombre et de l'évolution de la population des différentes communes de la Wilaya de Laghouat (entre 1987 et 2008) en s'appuyant sur les données des années 1987, 1998 et 2008.

Données : Nous utilisons la table « Communes_Laghouat » pour cette application.

Résultat obtenu : le fond de la carte exprime les classes de valeurs permettant de connaître le nombre de la population des communes à travers diverses nuances de rouge au blanc. Le plus foncé représentant le nombre de population le plus élevé, tandis que le plus pâle représente les communes dont la population est la moins nombreuse.

L'analyse met en évidence aussi, sous forme d'histogrammes, la population totale de chaque commune. Nous avons fait en sorte que les histogrammes soient « présentables » en jouant sur leur hauteur et leur couleur. La population en 1987 sera affichée en rouge, en 1998 en vert et en 2008 en bleu.

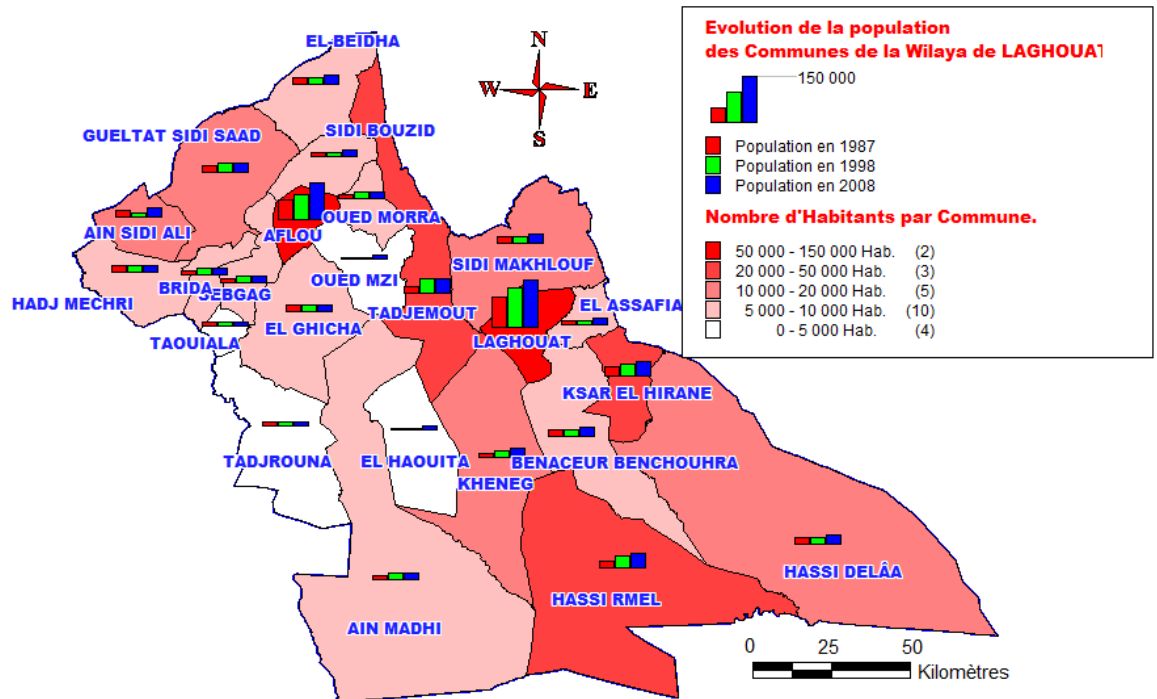


FIGURE 52: CARTE REPRESENTANT L'ÉVOLUTION DE LA POPULATION DES COMMUNES DE LAGHOUAT.

Cette carte montre qu'il y a deux grands pôles dans la Wilaya (communes de Laghouat et Aflou) et la majorité des communes (14) ont une population faible (moins de 10 000 habitants), et que la partie Ouest est la moins peuplée que le reste de la Wilaya. L'évolution de la population est plus marquée dans les grandes communes et faible dans les petites (Hadj Mechri, Taouiala, Tadjrouna...), en plus il y a une commune qui a enregistré une régression dans la population entre 1987 et 1998 qui est Aïn Sidi Ali (peut être due à l'exode rural).

9.3- CARTE DE LA DENSITE DU TRAFIC ROUTIER :

Objectif : Réalisation d'une cartographie de la densité du trafic routier sur la totalité du réseau routier de la wilaya de Laghouat.

Données : Nous avons utilisé les tables « Communes_Laghouat, Réseau-Routier » pour cette application.

Résultat obtenu : la variation d'épaisseur des routes indique *la densité du trafic* sur chaque axe routier. En effet, les différentes fourchettes ont été déterminées conformément aux classes de trafic routier Tjma « Trafic journalier moyen annuel » (*Voir le tableau N°11 page 47*).

A travers cette représentation « Voir la *Figure N° 53* », on peut connaître et visualiser les routes les plus sollicitées qui sont RN1, RN23 et RN47 « Classe T2 avec un Tjma de 6000 à 10000 véhicule/ jours ». Cette information peut révéler : le réseau structurant, le réseau de référence, le réseau qui à tendance à être saturé, qui connaît ou connaîtra une congestion, qui nécessitera un dédoublement, un élargissement, une rénovation, un renforcement. Qui à tendance se dégrader rapidement et qui nécessite une surveillance fréquente

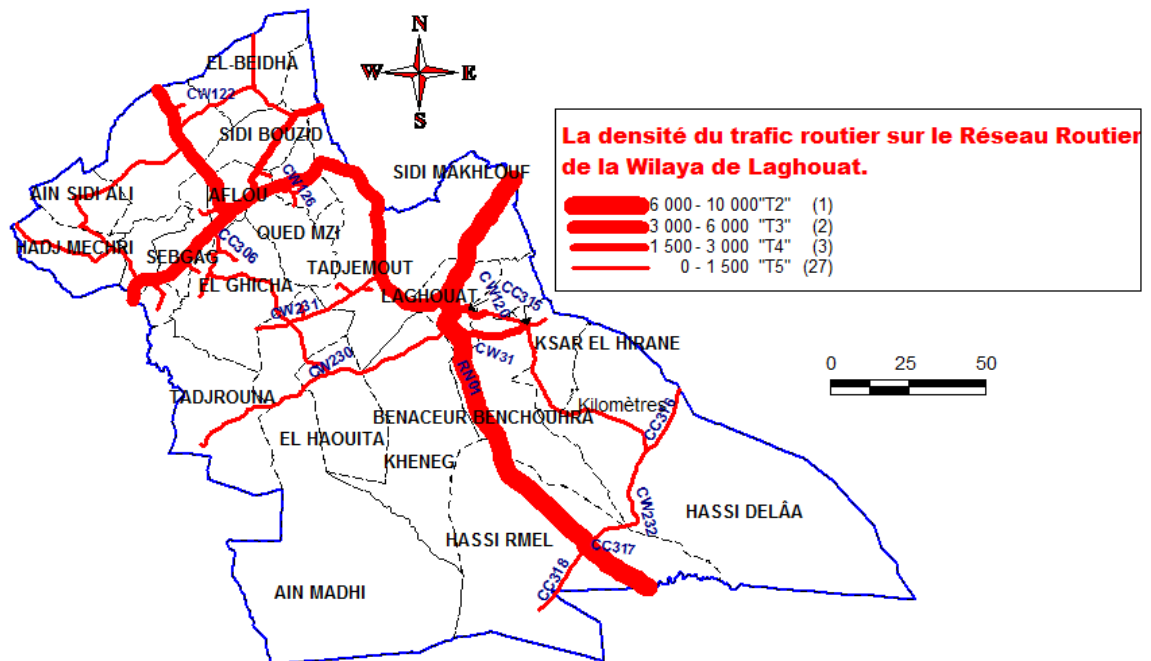


FIGURE 53 : CARTE REPRESENTANT LA DENSITE DU TRAFIC ROUTIER SUR LE RR DE WILAYA DE LAGHOuat.

9.4- CARTE DE LA COMPOSITION DU RR DES COMMUNES DE LA WILAYA:

Objectif : Réalisation d'une cartographie représentant la composition du réseau routier de chaque commune de la Wilaya de Laghouat.

Données : Nous avons utilisé les tables « Communes_Laghouat, Réseau-Routier » pour cette application.

Résultat obtenu : Les diagrammes à secteurs ("camemberts") nous permettent d'examiner simultanément plusieurs variables qui sont dans ce cas les RN, CW, CC. Ces diagrammes à secteurs nous permettent également de comparer la part de chaque nature de route par rapport au total; en plus de la taille de l'ensemble des routes pour chaque commune « suivant le diamètre du camembert ».

On voit bien sur la carte de la **Figure 54** qu'il ya des communes qui ne possèdent que des CC « EL-Haouita, Kheneg, Ain sidi Ali », et d'autres qui ne possèdent que les CC et CW. La visualisation de cette carte nous donne une idée claire sur la répartition du réseau routier par nature de route et par conséquent, la répartition du budget suivant la nature et le pourcentage de chaque nature de route « le Budget communal pour l'entretien des CC, le budget de Wilaya pour les CW et enfin le budget de l'Etat pour les RN ».

Composition du Réseau Routier de la Wilaya de Laghouat par Commune.

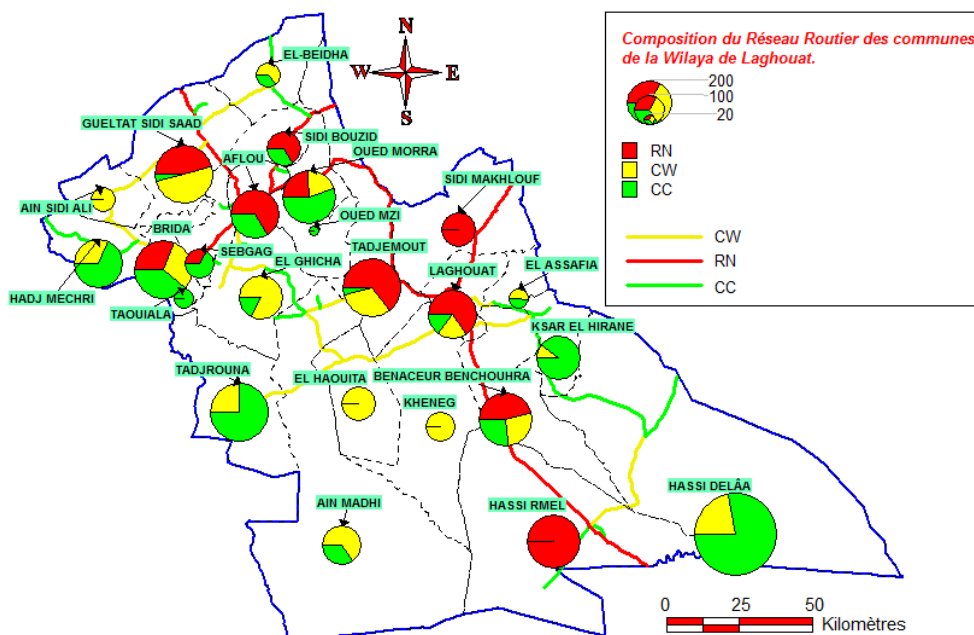


FIGURE 54: CARTE REPRESENTANT LA COMPOSITION DU RR DES COMMUNES DE LAGHOUBAT.

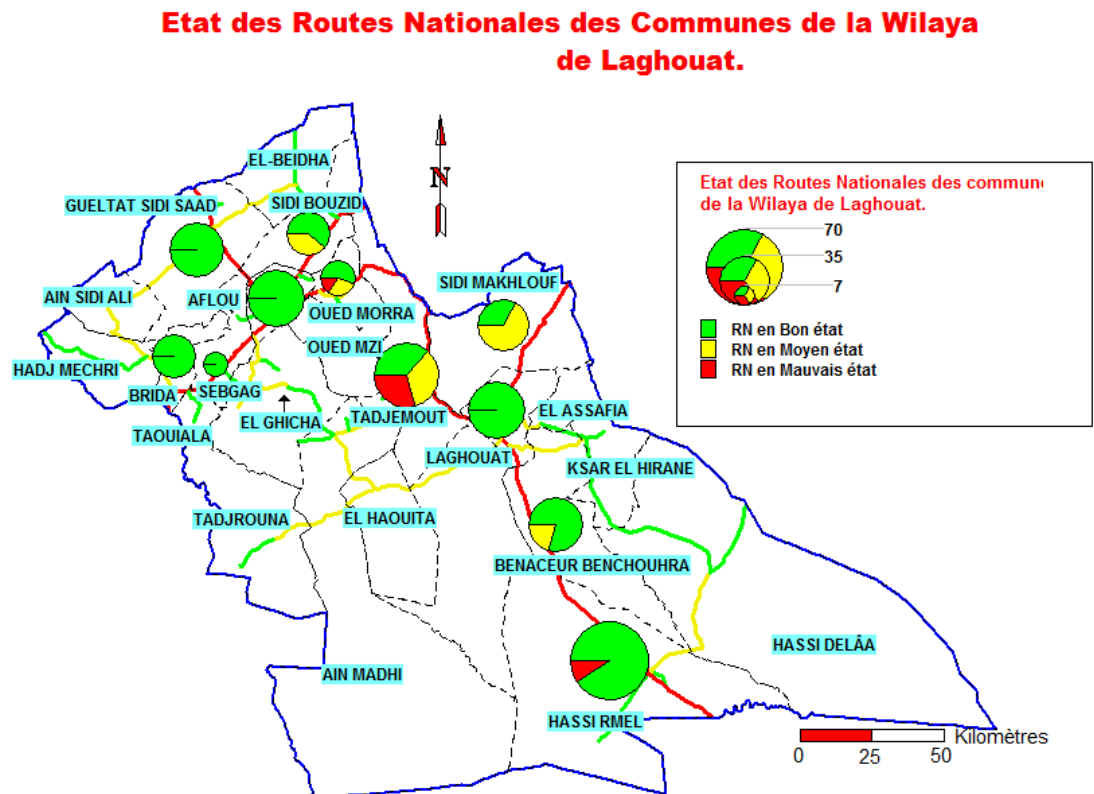
9.5- CARTE DE L'ETAT DE DEGRADATION DES ROUTES NATIONALES PAR COMMUNE.

Objectif : Réalisation d'une cartographie représentant l'état de dégradation des RN de chaque commune de la Wilaya de Laghouat.

Données : Nous avons utilisé les tables « Communes_Laghouat, Réseau-Routier » pour cette application.

Résultat obtenu : Les diagrammes à secteurs ("camemberts") sur la carte de la **Figure N° 55** nous révèle l'état de dégradation du RN « en bonne état, moyen ou mauvais ». On peut remarquer qu'il ya seulement 11 des 24 communes que compte la Wilaya de Laghouat qui ont des RN. La majorité de ces RN sont en bon état. Seulement les communes de « Tadjmout, Hassi R'mel et Oued Morra » ont un petit pourcentage de RN en mauvais état.

La visualisation de cette carte nous donne une idée claire de **la grandeur et l'état** des RN de chaque commune.



9.6- CARTE DE L'ETAT DE DEGRADATION DES CW PAR COMMUNE.

Objectif : Réalisation d'une cartographie représentant l'état de dégradation des CW de chaque commune de la Wilaya de Laghouat.

Données : Nous avons utilisé les tables « Communes_Laghouat, Réseau-Routier » pour cette application.

Résultat obtenu : Les diagrammes à secteurs ("camemberts") sur la carte de la **Figure N° 56** nous révèle l'état de dégradation du CW. On peut remarquer qu'il ya 17 des 24 communes que compte la Wilaya de Laghouat qui ont des CW. Une majorité de ces CW est en bon état. La commune de **Hadj Mechri** a le réseau le plus dégradé avec une moitié en mauvais état et l'autre moitié en état moyen. La commune de **Brida** a les 2/3 en mauvais état et le 1/3 en bon état.

La visualisation de cette carte nous donne une idée claire de **la grandeur et l'état** des CW de chaque commune.

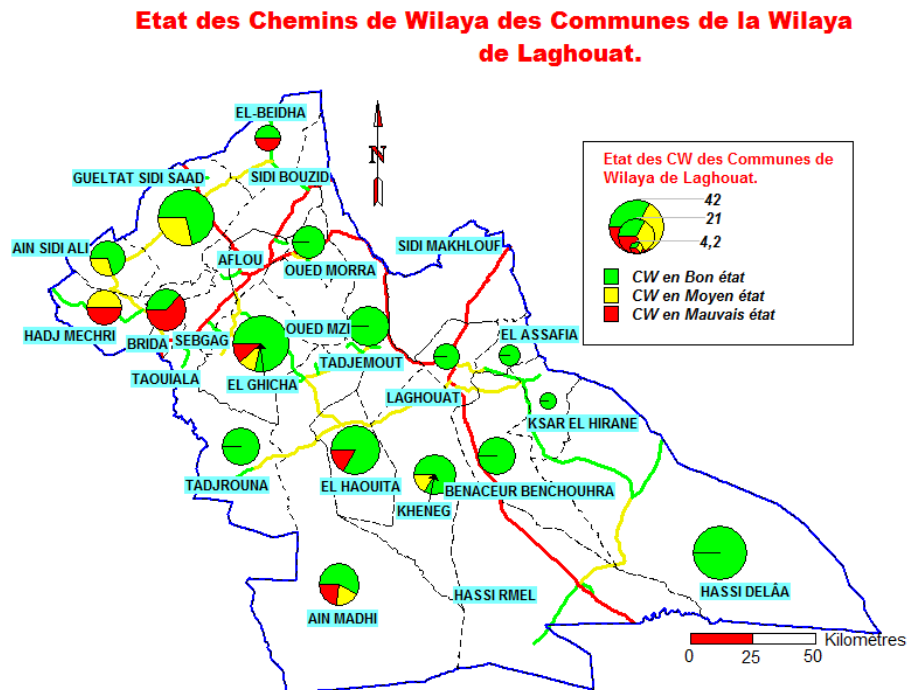


FIGURE 56: CARTE REPRESENTANT L'ETAT DES CW DES COMMUNES DE LAGHOuat.

Conclusion de la partie III :

Le SIG est un outil de connaissance « objective » du réseau routier. Les analyses extraites, cartographiques et alphanumériques, permettent une connaissance exhaustive ou synthétique d'une question. Il améliore la prise de décision, et permet une évaluation constante des politiques publiques.

Un SIG nous permet de disposer d'informations numériques fiables, cohérentes et actualisables. Nous donne la possibilité de centraliser les données métiers à des fins de connaissance et d'analyse et de les sécuriser.

Une solution SIG est essentiellement basée, et donc conditionnée, sur :

- I. une structure adéquate de la BOG, cœur de la solution, et
- II. un contenu, c'est-à-dire les informations introduites, stockées et utilisées dans toutes les analyses ultérieures. La mauvaise qualité (précision géographique approximative, données non actualisées, manque de fiabilité,...) et le manque de disponibilité des données pertinentes sont deux handicaps majeurs rencontrés lors du développement du SIG.

L'élaboration d'un SIG passe donc par une phase d'acquisition de données longue, coûteuse, fastidieuse et constituant un des points les plus lourds de la mise en œuvre du SIG.

L'élaboration de documents cartographiques permet de visualiser la distribution spatiale d'un phénomène, ainsi que de combiner et de synthétiser plusieurs types d'information.

Exploiter au mieux l'outil SIG pour synthétiser les connaissances, avoir une meilleure vision globale et planifier les actions nécessite cependant de rassembler les données, qui sont souvent hétérogènes et réparties au sein d'organisations multiples.

La dimension géographique de l'information est un formidable gisement de décision et de compréhension. La carte est aussi un important outil de communication.

Nous pouvons transformer le tableau de données en carte. Cette carte peut être travaillée pour révéler et communiquer des tendances jusque-là invisibles. La carte révèle la dimension géographique de l'information. Elle exploite au mieux les formidables capacités d'analyse visuelles de notre cerveau.

Toutefois, le plus souvent, ce n'est pas l'information brute qui nous intéresse mais une superposition plus élaborée : croisement de données présentes dans plusieurs couches, recherche limitée à certains critères etc. Ce sont ces aspects d'interrogation avancée d'un SIG qui sont les plus intéressants.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.

Conclusion générale.

Le premier objectif de ce travail était d'évaluer l'état des lieux du Réseau Routier National et le contexte de son évolution.

Afin de connaître le contexte d'évolution du réseau routier national, nous avons commencé par rassembler une importante quantité de données issues de différents secteurs, notamment les Travaux Publics, les transports et la direction de planification. Nous avons ensuite analysé la situation du réseau routier national depuis l'époque précoloniale à nos jours. Ceci nous amène à conclure que l'Algérie possède un réseau routier considéré comme le plus dense et le mieux entretenu du continent africain et que le bilan des réalisations en matière d'infrastructures routières fait ressortir nombre d'avancées importantes.

Mais nous enregistrons cependant des problèmes de gestion reflétés par le mauvais état surtout des *routes communales* et *des chemins de wilaya* sur l'ensemble du territoire national. Toutefois, l'état du réseau routier de la *Wilaya de Laghouat* est meilleur que la moyenne nationale.

Le second objectif consiste à décrire et analyser l'état des lieux de gestion du réseau routier à l'échelon local « la wilaya de Laghouat », puis à cerner les différentes contraintes rencontrées et enfin à proposer des alternatives fiables et pertinentes au mode conventionnel de gestion.

Le secteur des travaux publics de la Wilaya de Laghouat dispose d'une Banque de Donnée variée sur son réseau routier et ses dépendances. Les supports utilisés sont des feuilles de calcul, des cartes papier, des rapports de différentes nature, des tableaux d'information sur les tronçons de routes. Notamment des données qui concernent les routes, les ouvrages d'art, les points noirs, les équipements et matériel de travaux Toutes ces informations sont stockées sur papier et sur support informatique sous forme de fichiers Excel et Word.

Nous avons remarqué que presque toutes ces informations se rapportent dans une certaine mesure à une position géographique. On estime ainsi que **80 à 90% des données** en utilisation contiennent une information de type géographique, comme un code de route, une situation d'un ouvrage d'art, l'emplacement d'une maison cantonnière, la localisation d'une subdivision, les coordonnées d'un point noir....

La collecte de ces informations est obtenue par la surveillance du réseau routier, les informations requises sont de nature à permettre : une meilleure connaissance du réseau routier, en terme d'inventaire des routes, de description des caractéristiques constructives et d'environnement des différents ouvrages qui composent la route (chaussée, accotement, ouvrages d'assainissement et de drainage, équipements de la route...).

L'objectif principal de la surveillance du réseau routier c'est de permettre au gestionnaire d'accomplir un suivi régulier de l'état des différents ouvrages de la route. Une bonne maîtrise des conditions d'exploitation du réseau routier par les données du trafic, des statistiques des accidents de la route, le recensement des points noirs, l'état de la signalisation de la route....

A partir de ces connaissances, le responsable du secteur, à priori, a la possibilité de **fonder ses décisions** sur des paramètres objectifs, de manière à garantir une meilleure prise en compte des impératifs techniques, économiques, budgétaires et de **développement durable**.

Mais en réalité (sur le terrain) le gestionnaire rencontre diverses contraintes qui entravent le bon déroulement du « processus » de la prise de décision. En effet, durant notre étude du réseau routier de la Wilaya de **Laghouat**, nous avons pu identifier, dans le cadre de la gestion actuelle, des contraintes et des difficultés de différentes natures. Parmi elles : Un réseau vaste et hétérogène, des acteurs et des intervenants multiples, un patrimoine important et d'une grande valeur à préserver en plus d'un effort d'investissement initial important, des finalités variées (combattre la congestion, améliorer l'état de la chaussée, assurer la sécurité des usagers, respecter la réglementation, les normes de gestion, les normes techniques et environnementales ...). En plus le gestionnaire rencontre des contraintes d'insuffisance de budget, la multitude des programmes poursuivis qui peuvent provoquer des confusions et des interactions....

Force est de constater, pour bien gérer le réseau routier, qu'il est indispensable de disposer d'outils permettant de maîtriser l'ensemble des contraintes. En effet, **un Système d'Information Géographique (SIG)** « dans sa version la plus complète » présente les caractéristiques et qualités convenables. Il ouvre l'opportunité de construire des outils adaptés aux réalités actuelles de transfert et partage d'informations, et une gestion du réseau routier adaptée aux particularités de chaque région. Il a la capacité d'ajouter aussi la composante spatiale et de traiter de l'information en tout point du territoire, **compétence indispensable à l'action de prise de décision** dans le domaine des infrastructures routières.

La cartographie informatique peut nous aider à trier toutes ces informations et, grâce aux éléments géographiques contenus dans ces données, à afficher les résultats sur une carte. Nous pourrions ainsi dégager rapidement et facilement des relations de la masse d'informations sans avoir à parcourir toute notre base de données.

Le troisième objectif ambitionne à l'élaboration d'un prototype de SIG pour la gestion du Réseau Routier de la Wilaya de Laghouat, ce prototype offre les potentialités de structuration, de visualisation et d'analyse de l'information. Il sera considéré comme un outil d'aide à la décision.

Le SIG est devenu une nécessité aujourd'hui, la pérennité et l'avenir du réseau routier nécessite un SIG. Ce dernier crée des avantages indéniables et en même temps son absence est un facteur de limitation dans la gestion efficace du réseau routier.

L'élaboration d'un SIG pour le réseau routier de la wilaya de Laghouat a nécessité la collecte des données nécessaires. Après filtrage, analyse et exploitation des données obtenues, nous avons réalisé une base d'objets géographiques construites avec les tables suivantes :

- Une table des limites de la Wilaya ;
- Une table des limites des communes de la Wilaya ;
- Une table du réseau routier de la Wilaya ;
- Une table de la signalisation Horizontale ;
- Une table des points noirs naturelles ;
- Une table des ouvrages d'art ;
- Une table des équipements administratifs de la route ;
- Une table des Agglomérations de la Wilaya ;

Cette base donne une connaissance « objective » du réseau routier et permet de d'effectuer des analyses pertinentes à partir d'une connaissance exhaustive du contexte pour une question ou un problème particulier.

L'analyse spatiale nous permet de faire un traitement des données par l'utilisation de requêtes spatiales. Ces dernières sont des opérations qui consistent à interroger la totalité ou une partie d'une table ou de la combinaison de plusieurs tables.

Il est également possible de réaliser des analyses thématiques pour mettre en évidence un ou plusieurs phénomènes.

L'expérience a montré que la réussite d'un projet SIG dépend, pour une bonne part, de facteurs non techniques tels que l'analyse des besoins, la disponibilité des données, la méthodologie de mise en place. Aussi sa pérennité nécessite un personnel formé et permanent, un fonctionnement quotidien, une adaptation à l'organisation des services et l'élaboration d'un scénario d'évolution.

Cependant, pour arriver à maîtriser un SIG, il faut investir dans les ressources humaines et matérielles. Un SIG n'est pas un objectif en soi mais un moyen pour soutenir les activités et les fonctions du secteur, donc pour ne pas devenir un outil stérile il doit évoluer suivant les besoins et au service de la stratégie du secteur concerné, et non pas à cause des évolutions informatiques et technologiques.

On peut qualifier les SIG d'outils incontournables, voire les plus appropriés, pour la gestion et l'analyse des données qui peuvent être géo-référencées. Ces outils connaissent, jours après jours, des progrès considérables en termes de fonctionnalités, de capacités et flexibilité. L'adoption de tels outils dans la gestion des réseaux routiers dépend essentiellement des attentes et des besoins des gestionnaires de ces infrastructures.

Comme le SIG est un domaine multidisciplinaire, et vu la diversité des tâches que nous devons accomplir afin d'élaborer notre prototype, notre travail ne peut constituer alors qu'un *premier noyau* sur lequel pourront être fondés d'autres travaux. De ce fait, plusieurs perspectives sont ouvertes pour son enrichissement et son amélioration.

Perspectives :

Ce *travail révèle de nombreuses perspectives qui mériteraient d'être exploitées* dans le cadre d'autres travaux et qui vont compléter le présent travail. Parmi les principales perspectives identifiées au cours de notre travail, mentionnons:

- La mise au point d'une étude de traitement de l'insécurité routière par la connaissance de l'accidentologie. Cette étude nécessite la collecte, la structuration et l'analyse des données dans un SIG afin de mettre à jour un tableau de bord des accidents. Ce SIG donne la possibilité d'identifier les relations et les tendances et apporter des solutions aux problèmes de la sécurité routière. Ce qui permettra la reconnaissance et l'évaluation des zones d'accumulation d'accidents, requalification des traverses d'agglomération, création de giratoires, réaménagement des points noirs...etc.

- Une étude des perspectives de développement d'un réseau ferroviaire national avec sa ligne projeté qui traverse la wilaya de Laghouat. Cette ligne juxtaposera la RN1 de la limite Nord à la limite sud de la Wilaya. Une étude de la concurrence route-rail s'impose sur fond de plusieurs scénarios possibles :

- Une ligne de transport de marchandises seulement,
- Une ligne de transport de voyageurs et de marchandises,

Cette étude doit prendre en considération aussi les impacts de l'introduction du rail sur la mobilité des citoyens, des impacts sur l'état et la vitesse de dégradation des routes et une comparaison de l'impact sur l'environnement des deux variantes, avec et sans rail.

- La mise au point d'une étude d'identification et d'évaluation de l'impact stratégique des ouvrages d'art de la Wilaya de Laghouat, et ceci, par le recensement des ouvrages dans un système informatisé « SIG ». Ce travail nécessite d'abord une stratégie de gestion ensuite la collecte des données de types administratif et économique, et des données-structurelles, techniques, de localisation, enfin des données type photos, plans, documents, cartes, etc.

Un SIG offre un formalisme de description et de classification des ouvrages d'art qui doit être constamment actualisé pour mieux répondre aux besoins des gestionnaires de patrimoine et prendre en compte l'indice fonctionnel ou stratégique qui exprime l'impact socio-économique des ouvrages pour la collectivité.

Toutes ces pistes et perspectives font appel à des connaissances variées qui témoignent bien de l'angle pluridisciplinaire nécessaire pour aborder ces sujets, et évidemment le recours aux différentes technologies de l'information apparaît incontournable.

LISTE DES FIGURES.

Figure 1: Organigramme de la D.E.E.R.....	16
Figure 2 : Organigramme de la programmation de l'entretien routier.	33
Figure 3 : Les étapes de préparation d'un programme d'entretien routier.....	34
Figure 4: Les principaux itinéraires à la fin du 10ème Siècle au Nord de L'Algérie.	35
Figure 5: Le Réseau Routier à l'époque coloniale.	36
Figure 6: Etat du réseau routier à l'époque coloniale en Algérie.	37
Figure 7: Relief de la Wilaya de Laghouat.....	42
Figure 8: Carte des précipitations de la Wilaya de Laghouat.	43
Figure 9: Exemple de superposition de couches spatiales dans un SIG.....	60
Figure 10 : Exemple d'une analyse spatiale « Analyse de densité ».....	61
Figure 11: Carte conceptuelle du logiciel Libre.	70
Figure 12: Schéma de classification des licences d'exploitation des œuvres de l'esprit.	71
Figure 13: Schéma des éléments d'un SIG.	72
Figure 14 : Exemple d'une étude d'impact du passage d'une autoroute sur l'agriculture.....	77
Figure 15: Exemple d'une étude de route par MapInfo Professionnel.....	78
Figure 16 : Vues Carte et Données dans MapInfo.....	79
Figure 17: Cartographie des applicatifs.	83
Figure 18: Système de référence géographique et planimétrique.	86
Figure 19: Projection UTM.	87
Figure 20: Carte utilisée comme fond cartographique pour reproduire le réseau routier de la Wilaya de Laghouat.	87
Figure 21: Carte du Réseau Routier de la wilaya de Laghouat.	89
Figure 22: Carte de la signalisation horizontale sur le Réseau Routier de la wilaya de Laghouat.	90
Figure 23: Carte des ouvrages d'art sur le réseau routier de la wilaya de Laghouat.	91
Figure 24: Carte des points noirs naturels sur le réseau routier de la wilaya de Laghouat.	92
Figure 25: Carte des équipements et infrastructures des routes de la wilaya de Laghouat.	95
Figure 26: Limites officielles et informations sur la Wilaya de Laghouat.	96
Figure 27: Carte des agglomérations la wilaya de Laghouat.	97
Figure 28 : Requête pour sélectionner les routes dégradées « en mauvais état ».	102
Figure 29 : Sélection des routes qui ont une largeur au moins égale à 7m.	103
Figure 30 : Les routes qui ont un trafic routier supérieur à 1500 V/J à travers la Wilaya de Laghouat.	104
Figure 31 : Les routes de la wilaya de Laghouat qui ont au moins 40 km de longueur.....	105
Figure 32: Requête pour visualiser les communes de la Daïra de Tadjmout.	106
Figure 33: Les communes qui ont des Ouvrages d'Arts sur leurs RR.	107
Figure 34 : Création d'un code Daïra à partir du Code_Commune.....	108
Figure 35 : mise à jour d'un Code_daïra à partir du Code_Commune.....	108
Figure 36: Sectorisation de la Wilaya de Laghouat par l'utilisation du Code_daïra.....	109
Figure 37: Affectation d'objets des communes des dairates 0309, 0307, 0302 à la Daïra de Laghouat. ..	110

Figure 38: Classement des communes de la Wilaya de Laghouat suivant le taux de croissance de la population en 2008.	111
Figure 39: Ouvrir un fichier Excel et conversion au format MapInfo.	112
Figure 40: Convertir la table Excel au format MapInfo.	113
Figure 41: Importation / jointure des données et augmentation de la table Communes_Laghouat.	113
Figure 42: Visualisation des données, informations augmentées et Coordonnées de la commune de Laghouat.	114
Figure 43: Visualisation des informations de la Commune de Laghouat.	115
Figure 44: Visualisation des données et une photographie d'un objet graphique « Pont ».	116
Figure 45: Visualisation des données et un plan d'un objet graphique « Pont ».	116
Figure 46: Requête pour sélectionner et lister les ouvrages en « Bon Etat ».	117
Figure 47: Requête pour sélectionner et lister les ouvrages en « Mauvais Etat ».	117
Figure 48: Requête pour sélectionner et lister les ouvrages qui ont une infrastructure en « Maçonnerie ».	118
Figure 49: Connaître les informations d'un objet géographique « Un point noir ».	118
Figure 50: Connaître les informations d'un objet géographique « Une maison cantonnière ».	119
Figure 51 : Visualisation tridimensionnelle du Réseau Routier de la Wilaya de LAGHOUAT.	119
Figure 52: Carte représentant l'évolution de la population des communes de Laghouat.	121
Figure 53 : Carte représentant la densité du trafic routier sur le RR de Wilaya de Laghouat.	122
Figure 54: Carte représentant la composition du RR des communes de Laghouat.	123
Figure 55: Carte représentant l'état des RN des communes de Laghouat.	124
Figure 56: Carte représentant l'état des CW des communes de Laghouat.	125

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Familles des dégradations des revêtement de la route.....	28
Tableau 2: L'évolution du RRN depuis 1962 à 2013.	38
Tableau 3: L'évolution du Réseau Routier National de 2005 à 2013.	39
Tableau 4: Evolution du linéaire du Réseau Routier revêtu de 1970 à 2004.....	39
Tableau 5: Etat et consistance du Réseau Routier National.	40
Tableau 6 : Répartition des Ouvrages d'Art sur « CC- CW – RN ».	40
Tableau 7: Les Dairates et leurs Communes de la Wilaya de Laghouat.....	41
Tableau 8: Etat et consistance de l'infrastructure routière de la Wilaya de Laghouat en 2011.	44
Tableau 9: Etat de l'infrastructure routière par commune au 31/12/2012.	45
Tableau 10: Trafic routier sur le Réseau Routier de la Wilaya de Laghouat.	46
Tableau 11: Les classes du Trafic Routier en Algérie.....	47
Tableau 12 : Caractéristiques techniques de quelques SIG Libres	75
Tableau 13 : Comparaison des principales solutions SIG.	82
Tableau 14 : Codification des communes de la Wilaya de Laghouat.....	94
Tableau 15: Table des Communes de la Wilaya de Laghouat.	94
Tableau 16 : Table des Equipements et des Infrastructures de Route.....	96

BIBLIOGRAPHIE GENERALE

ABDELLAOUI A., 1985(a). The fundamental problems for the energy balance study by satellite imagery; Proc. ISLSCP Conférence, Roma (Italy); 2-6 déc.

ABDELLAOUI A., 1985(b). Modélisation de la relation température de l'air – température de surface en vue de l'extension spatiale des modèles d'analyse des paramètres de surface.

ABDELLAOUI A., 1986. Détermination des variations spatio temporelles du bilan énergétique au sol par télédétection visible et infra rouge. Thèse de doctorat ès sciences physiques et chimiques ; Université Louis Pasteur Strasbourg.

ABDELLAOUI A., 2009 .Potentialité de l'imagerie satellitale moyenne résolution pour le suivi du transport de sable en milieu oasien ; Séminaire international « Dynamiques des Paysages et Télédétection : Aspects Environnementaux et Développement Durable », Manouba, Tunisie, 9-11 Juin 2009.

ABDELLAOUI A., Benblidia N., Ileana G. Patru, Ielenicz M., et Ozer A., 2007. La technique de clonage de pixels pour l'analyse de phénomènes de faible étendue par image satellitale : application aux mouvements de terrain sur la vallée de la Prahova (Roumanie) ; Revue Télédétection ; Vol. 6, n°3 ; pp 233-246.

ABDELLAOUI A., Benkouider F., Benblidia N., et Bensaid A., 2008. Dynamique paysagère en milieu oasien ; cas de la ville de Laghouat (Algérie) ; Les XIèmes Journées Scientifiques du Réseau Télédétection de l'AUF ; Télédétection et gestion de l'environnement ; Antananarivo (Madagascar) ; 3-7 novembre 2008.

ABDELLAOUI A., Ileana G. Patru, Ielenicz M., et Ozer A., 2005. Opportunité de l'utilisation satellitale moyenne résolution dans le cas de faible étendue ; cas des volcans de boue. Revista de Géomorphologie ; Vol. 7 / 2005 ; pp 141-150.

ABDELLAOUI A., Ozer A, Ileana G. Patru., et Ielenicz M., 2004. Imagerie satellitale et suivi du risque naturel en Roumanie : glissement de terrain sur la vallée de Prahova ; Revista de Géomorphologie ; Vol. 6 / 2004 ; pp 53-59.

ABDELLAOUI A., VISAN L. ET PATRU-STUPARIU E-G., 2010. Étude de la viabilité des paysages par analyse de grille dans la région Sous Carpatique de la Vallée de Prahova (Roumanie); Revista de géomorphologie ; vol. 12,2010 ; pp 81-90.

ALAWAD H., 2010. De l'aménagement numérique des territoires à l'intégration du Web dans l'analyse géographique Nouvelles méthodes et perspectives pour les Systèmes d'Information Géographiques (SIG), la cartographie et la télédétection. Thèse de Doctorat sous la direction de Loïc GRASLAND, Université D'Avignon et des pays de Vaucluse.

BAAR F., ANDRÉ P., 1995. Objectifs d'aménagement, cartes thématiques et système d'informations géographiques Application en Algérie ; forêt méditerranéennes T. XVI, n° 4, octobre 1995; pp 465-477.

BACHARI HOUMA F., 2009. Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire, thèse de Doctorat, sous la direction d'ABDELLAOUI A., Université du VAL DE MARNE, PARIS XII, France.

BAILLY A. et al. , 2004. Concepts de la géographie humaine. 5ème éd, 336 pages, Armand Colin, 2004.

BAOUNI T., 2010. Les dysfonctionnements de la Planification urbaine et des transports urbains dans les villes Algériennes, article scientifique, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme (EPAU) d'Alger.

BASLY L., 2000. Télédétection pour la qualité de l'air en milieu urbain. Thèse, Université de Nice- Sophia Antipolis.

BASTIEN I., 2012. Outil de prise de décision en développement durable pour les municipalités du QUÉBEC; thèse de maîtrise en environnement; sous la direction de Carole Villeneuve, Université de Sherbrooke.

BAYOUDH M., 2012. Investissement en infrastructure publique et croissance en Tunisie, une analyse en équilibre générale calculable ; thèse pour l'obtention du grade de Ph.D.; sous la direction de COCKBURN John, Université de Laval QUÉBEC.

BENAISSA M.L., BOUGHEDAOU M., JOUMARD R., 2009. Evaluation de l'intermodalité du transport régional et son impact sur l'environnement à l'est d'Alger, Colloque international Environnement et transports dans des contextes différents, Ghardaïa, Algérie, 16-18 fév. 2009. Actes, ENP ed., Alger, p. 143-152.

BENDOUDA M., BERRACHED N.D., 2009. Conception d'un système d'information géographique pour la gestion du réseau routier urbain, journées d'animation scientifiques (JAS09) de l'AUF Alger Novembre 2009, Laboratoire de recherche en systèmes intelligents, USTO, ORAN.

BENKOUIDER F., ABDELLAOUI A. HAMAMI L., 2007. Le réseau routier : un indicateur de la dynamique urbaine. Cas de la ville de Laghouat (Algérie), XIèmes Journées Scientifiques du Réseau Télédétection de l'AUF, Université Amar Téliidji, Laghouat, Algérie.

BENSAID A., 2006. SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans la zone aride : le cas de la wilaya de NAËMA (ALGÉRIE) ; thèse de doctorat ; sous la direction de DUMOLARD Pierre et REMAOUN Khadîdja, Thèse préparée au sein du laboratoire SEIGAD, institut de Géographie Alpine, UJF et dans le laboratoire Espace Géographique et Aménagement du Territoire, université Es-Senia.

BOUCHON S., 2011. L'identification des infrastructures critiques : réflexion à partir de l'exemple européen. Thèse, Université Paris Nanterre La Défense.

BOURGET E., 2011. Télédétection et Atlas de paysages : approche multiscalaire des paysages en Bretagne. Thèse de Doctorat sous la direction de Laurence Le Dû-Blayo, Université de Renne 2.

- BRETEAU V., 2011.** Manifestations spatiales de la congestion et localisation des emplois et des ménages. Thèse, Université PARIS-EST.
- BRUNEL H., 2005.** Etat de l'art des systèmes d'information géographique, Université d'Orléans ; I.U.T. de Bourges ; département de Génie Civil.
- BRUNEL H., 2008.** Cours de route, Université d'Orléans ; I.U.T. de Bourges ; département de Génie Civil.
- BUCHER B., 2012.** L'aide à l'accès à l'information géographique, un environnement de conception coopérative d'utilisations de données géographiques, thèse de doctorat ; sous la direction de BOUILLE François; Université Paris 6.
- BUISSON C., LESORT J-B., 2010.** Comprendre le trafic routier Méthodes et calculs, Certu, Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer, Éditions du Certu.
- BUOGO, A. et CHEVALLIER, J.-J., 1995.** Spatial Information Systems and Information Integration. Computers Environment and Urban Systems, 19 (3) : 161-170.
- CANDILLIER C., 2006.** Méthodes d'Extraction de Connaissances à partir de Données (ECD) appliquées aux Systèmes d'Information Géographiques (SIG) ; thèse de doctorat ; sous la direction de Noureddine MOUADDIB ; Université de NANTES ; N° ED 366-262.
- CARLES O. et Al., 2006.** Entrepôt de données complexes pour le trafic routier ; note N° 39 ; CNRS- LAMSADE, Université Paris-Dauphine, Place du Maréchal De Lattre de Tassigny.
- CARLES O. ET ESPI S., 1999.** Système de génération automatique de bases de données pour la simulation de situations de conduite fondée sur l'interaction de ses différents acteurs; Actes de la Conférence « simulation de conduite » ; Paris (France) ; 7 juillet 1999 ; pp 87-103.
- CENTRE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES INTEGREES DU BATIMENT, 2010.** Guide de normalisation de la représentation graphique en matière d'urbanisme ; Fascicule de la codification cartographique ; Direction Générale de l'Architecture et de l'Urbanisme ; ISBN : 978-9961-845-44-8 ;
- CERTU, 1998.** L'enquête ménages déplacements "méthode standard" ; Notes méthodologiques et annexes ; Lyon ; CERTU.
- CETE Nord-Picardie, Lille Métropole, 2007.** Enquête déplacements 2006 : Territoire de Lille Métropole ; Lille ; CETE Nord-Picardie ; Lille Métropole.
- CHEN Y., 1993.** Utilisation conjointe d'un modèle de génération-Distribution et des comptages des circulations pour la reconstitution d'une matrice de trafic routier Origine-Destination ; thèse de doctorat ; sous la direction de DOBIAS Georges; Ecole Nationale des Ponts et Chaussées ; NS 19795 (T1) (5).
- CHÉTELAT J., 2005.** Eléments méthodologique de diagnostic paysager utilisant les systèmes d'information géographique, thèse de doctorat ; sous la direction de F. Golay et F. Kienast, Lausanne : École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Thèse N° 2961.

CHEYLAN J., 2003. Systèmes d'information, acteurs et territoires. CNRS-UMR Espace et CIRAD-TERA, TA 60/15, 34398 Montpellier Cedex 5. Actes du colloque, 27-31 mai 2002, Garoua, Cameroun.

Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT), 2003. Transports urbains durables, la mise en œuvre des politiques. Examens nationaux. Le Service des Publications de l'OCDE.

CONTY C., 2004. Système d'information géographique et sécurité : une application pour le RATP ; thèse de doctorat ; sous la direction de PUMAIN Denise; Université Paris I PANTHEON-SORBONNE ; U.F.R. de Géographie.

COTE G., WAAUB J., 2000. L'évaluation des impacts d'un projet routier : l'utilité de l'aide multicritère à la décision. Cahiers de géographie du Québec, vol. 44, n° 121, 2000, p. 43-64.

CRUZ C., 2011. Le transport pour compte propre, un transport routier comme un autre ? Pratiques et territoires en France depuis la déréglementation. Thèse, université de Cergy-Pontoise.

DEBIZET G., 2004. Déplacements urbains de personnes : de la planification des transports à la gestion durable de la mobilité ; Mutations d'une expertise ; Thèse de doctorat ; Université Paris 1 Panthéon Sorbonne.

DESGAGNÉ E., 2010. Conception et développement d'un SIG 3D dans une approche de service WEB, Exemple d'une application en modélisation géologique ; mémoire pour l'obtention du grade de maître ès Sciences; sous la direction de POULIOT Jacynthe, Université de Laval, QUÉBEC.

DESJARDIN L., (2008). L'Apprentissage d'une nouvelle territorialisation des grands projets routiers au Ministère des transports du QUÉBEC ; thèse de doctorat ; université de Montréal sous la direction d'Offner JM (Latts, ENPC) et Gariépy M. (Montréal).

DESJARDINS M. C., 2007. Les possibilités et les limites de l'« Analyse de cycle de vie » pour un droit de l'environnement plus cohérent et plus efficace, mémoire pour l'obtention du grade de maître ès Sciences; sous la direction de LAVALEE Sophie, Université de Laval QUÉBEC.

DITCHI N. et Al., 2005. Cartographie numérique, données routières, SIG et map-matching, CETE Méditerranée,

EL GAROUANI A. et Al., 2011. Apport de la Télédétection et du SIG pour le suivi spatio-temporel de l'occupation du sol et de l'érosion nette dans le bassin de l'Oued Tlata (Maroc) ; Actes des JSIRAUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007.

EL MORJANI Z. ET al., 2003. Contribution d'un système d'information à référence spatiale à la sélection de sites potentiels de stockage de déchets ménagers et industriels en région semi-aride (Souss, Maroc), Published in SIG : Actes de la Conférence Francophone ESRI, 1-29, 2003.

Ecole National des Travaux Publics, 1999. Gestion du réseau routier ; formation continue en Juillet 1999 ; sous la direction de KARA Benchohra ; ENTP ; Sidi Garidi ; Kouba ; Alger.

FÉRÉ C., 1993. Concilier accès à la mobilité pour tous et mobilité durable : La prise en compte des inégalités d'accès à la mobilité dans les politiques urbaines de l'agglomération lyonnaise; thèse de doctorat ; sous la direction de Franck SCHERRER; Université Lumière Lyon 2.

FRADJIA L., 2009. Evaluation du renforcement des capacités en évaluation environnementale en Algérie, mémoire présenté comme exigence partielle de maîtrise en géographie, Université du Québec à Montréal, CANADA.

GADDAS F., 2001. Proposition d'une méthode de cartographie des pedopaysages, application à la « moyenne vallée du Rhône ». Thèse, INA P-G. PARIS-GRIGNON.

GHENOUCHI A., 2008. Réseaux de transport et organisation spatiale dans le Nord-est Algérien (Cas des réseaux ferroviaire et routier) ; mémoire de doctorat ; sous la direction de Mohamed-El Hadi Larouk, Université Mentouri Constantine.

GOIX S., 2012. Origine et impact des pollutions liées aux activités minières sur l'environnement (eau-sol-atmosphère) et la santé, cas de Oruro (Bolivie) ; thèse de doctorat ; sous la direction de PRISCIA Oliva et GARDON Jacques; Université de Toulouse-Toulouse III.

GUILLOT LEHEIS S., 2011. La ville et sa rocade. Un projet d'infrastructure au risque du temps long, le cas de Marseille. Thèse, Université Paris Est.

HOANG T., 2005. Tronçon autoroutier : une méthodologie de modélisation environnementale et économique pour différents scénarios de construction et d'entretien, thèse de doctorat, sous la direction de JULLIEN Agnès, N° ED 0367-202, Université de Nantes.

IAAT, 2003. Cahier méthodologique sur la mise en œuvre d'un SIG, territoire numérique, Institut Atlantique d'Aménagement des Territoires.

IMBERDIS L., 2006. Participation à la réalisation d'un projet SIG : Mise en place et paramétrage d'une nouvelle application métier dédiée à la gestion d'un réseau routier ; rapport de stage de mastère SIG et gestion de l'espace ; Responsable du stage LATOUILLE M. O. Université Jean Monnet.

KAVEH H. F., 2010. Apport de l'interférométrie radar (DinSAR et PSI) pour l'étude des effets de la sécheresse géotechnique. Applications à l'Est de la région Île-de-France. Thèse, l'Université Paris Est Marne-la-Vallée.

KOUSSA C., 2011. Implantation d'un système d'information géographique 3D sur Internet pour la gestion des modèles urbains. Thèse de doctorat sous la direction de M. Pierre GRUSSENMEYER, Université DE Strasbourg.

LACHANCE-BERNARD N., 2008. Modélisation des couts généralisés des déplacements en transport privé et public ; automatisation des spécifications de paramètres pour la géo-simulation ; mémoire pour l'obtention du grade de maître; sous la direction de THERIAULT Marius ; Université de Laval QUÉBEC.

LATOURE P., LE FLOC'H J., 2001. Géomarketing : principes ; méthodes et applications, Editions d'organisations.

LE MOAL M., 2011. SIG libre ou commercial? Présentation et réflexions. Revue Géomatique Expert, N° 80, Mai -Juin 2011, p. 36-39.

LENORMAND A., 2002. Prévion dans les modèles cointégrés avec rupture : application à la demande de transports terrestres de marchandises et de voyageurs. Thèse de Doctorat sous la direction de Jean-Pierre LAFFARGUE et Philippe JOLIVALDT, Université Paris I – PANTHÉON- SORBONNE.

Léon Gómez N., 2010. Attractivité et identité: liens et enjeux dans la construction d'une métropole : Le cas de Mexico (1977 - 2007) à travers trois exemples de projets d'aménagement ; Thèse de Doctorat sous la direction de Patrizia Ingallina et Jean-Pierre Orfeuill ; Université de Paris –Est.

MA Tai-Yu, 2007. Modèle dynamique de transport basé sur les activités. Thèse, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

MESSAOUI M., 2011. Développement d'un outil d'aide à la gestion des capacités des équipements BSS en MapBasic sous le SIG MapInfo, Projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Licence Appliquée en Sciences et Techniques de l'Information et de Communications (LASTIC), sous la direction de MISSAOUI Fahmi ; Université Virtuelle de Tunis,

MICHEL P., 2001. L'étude d'impact sur l'environnement : Objectifs, Cadre réglementaire, Conduite de l'évaluation, BCEOM, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Mise en page et impression : CARACTÈRE.

Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement des Territoires, Direction de L'Exploitation et de l'Entretien Routiers, 1995. Guide de l'Entretien Routier.

Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et du Tourisme, Ministère de l'Économie et des Finances, 1997. Transports urbains et calcul économique ; Paris.

Ministère des Travaux Publics, 1918. Routes nationales : Recensement de la circulation en 1913; Paris ; Ministère des travaux publics.

Ministère des Travaux Publics, 2005. Schéma Directeur Routier et Autoroutier 2005-2025 ; Alger ; Ministère des travaux publics.

Ministère des Travaux Publics, 2009. Démarche et programmes du secteur des travaux publics - *Rapport de synthèse* -, Bilan 2005-2009 ; Programme 2010-2014.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des Évaluations Environnementales, 2010. Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de route.

NGUYEN T., 2010. Conception et application d'un modèle de l'information routière et ses effets sur le trafic. Thèse de Doctorat sous la direction de Fabien LEURENT, Université de Paris –Est.

NGUYEN Thai-Phu, 2010. Conception et application d'un modèle de l'information routière et ses effets sur le trafic. Thèse, Université Paris Est.

NOIZET H., 2005. Méthodologie des SIG appliqués à l'histoire urbaine, article, *Le Médiéviste et l'ordinateur*, n°44, Les systèmes d'information géographique, printemps 2005.

Organisation de Coopération et de Développement Économique, 2011. Indicateurs de performance pour le secteur routier Résumé des essais sur le terrain de transport. Recherche en matière de transport routier et intermodal. LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16 IMPRIMÉ EN France (77 2001 02 2 P) ISBN 92-64-28680-2 – n° 51906 2001.

PONTON A., 1964. La route Saharienne d'In Aménas, *Revue d'information de l'organisme Saharien* N°07 –Février –Mars 1964.

QUIRION-BLAIS O., TREPANIER M., LANGEVIN A., 2012. Viabilité hivernale des réseaux routiers : prise en compte des contraintes opérationnelles dans la confection des circuits de déneigement. Polytechnique Montréal, département de mathématiques et génie industriel, Montréal (Québec) Canada. Et le Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT).

RAHAM D., 2001. Les structures spatiales de l'Est algérien Les maillages territoriaux, urbains et routiers, thèse de doctorat ; sous la direction de BOUKHMIS A.; Université Mentouri-Constantine.

RAPINEL S., 2012. Contribution de la télédétection à l'évaluation des fonctions des zones humides ; De l'observation à la modélisation prospective : de l'observation à la modélisation prospective. Thèse de Doctorat sous la direction de Laurence Hubert-Moye, Université Renne 2.

REID G., 2011. Le SIG participatif comme outil de transformation des représentations territoriales des citoyens, Le cas d'un quartier de la périphérie de Dakar ; mémoire pour l'obtention du grade de maître ès Sciences; sous la direction de JOERIN Florent, Université de Laval, QUÉBEC.

République et Canton de Neuchâtel, Département de la gestion du territoire, Service de la protection de l'environnement, 2000. Etudes d'impact sur l'environnement : Guide méthodologique. Biol conseils s.a. Neuchâtel (textes). Adequa, La Chaux-de-Fonds (graphisme).

ROJAS RUEDA S. J., 2012. Utilisation des SIG et des réseaux multimodaux pour la promotion des mobilités douces, exemple d'application ; ville de Saint-Denis ; Rapport de stage de master 2, Université Paris 8.

SAMMER G., 1997. Quelle politique dans les transports garantit une mobilité durable (sécurité routière, environnement) ?, Quels changements pour les transports au siècle prochain ?, 14^{ème} symposium international sur la théorie et la pratique dans l'économie des transports, CEMT, Innsbruck, 21-23 octobre 1997.

SERVINE S., et al, 2006. Fondement des bases de données spatiales. ISBN 2-7462-1378-8. Lavoisier, 2006.

SETRA, 2000. Schéma directeur du système d'information routier, Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes, Centre de la Sécurité et des Techniques Routières 46, avenue Aristide Briand – BP 100 – 92225 Bagneux Cedex – France.

SETRA, 2007. Guide d'identification et de localisation sur le réseau routier national. Guide Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements ; 46, avenue Aristide Briand – BP 100 – 92225 Bagneux Cedex – France.

SETRA, 2010. Guide technique, identification et localisation sur le réseau routier national non concédé, Edition Sétra, Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements, 92225 Bagneux Cedex – France.

SMAILI S., 2012. Modélisation et commande d'un système de trafic multimodal ; thèse de doctorat ; sous la direction de Saïd MAMMAR; Université de d'Evry Val d'Essonne.

ST-AUBIN B., 2011. Vers le développement d'un système interactif et collaboratif de réalité augmentée géospatiale pour des applications en désigne urbain ; mémoire pour l'obtention du grade de maître ès Sciences; sous la direction de MOSTAFABI Mir Abolfazl; Université de Laval QUÉBEC.

SULFACE A., 2011. Simulation du trafic routier et communication inter-véhicules ; mémoire pour l'obtention du grade de maître ès Sciences; sous la direction de CHAIB-DRAA Brahim; Université de Laval QUÉBEC.

TARDY D., 2009. Infrastructure et développement durable des territoires : un autre regard- une nouvelle vision, Conseil économique social et environnemental ; France, Année 2009. - N° 23 NOR : C.E.S. X09000123V.

TILLE M., 2001. Choix des variantes d'infrastructures routières : méthode multicritères ; thèse de doctorat présentée sous la direction de Dumont A-G à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne ; Lausanne, EPFL ; thèse n° 2294.

TLIDJI, ALTMAYER, 1964. Le transport et la distribution du courrier au Sahara, Revue d'information de l'organisme Saharien N°07 –Février –Mars 1964.

TYROYANNE H., 1990. Economie industrielle et organisation des marchés de transport publics routier pour marchandises ; thèse de doctorat ; sous la direction de QUINET Emile ; Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

VOLPE S., 2007. Analyse des impacts opérationnels et financiers d'un aménagement écosystémique dans la région de la Côte Nord, le cas de l'île René-Levasseur ; mémoire pour l'obtention du grade de maître ès Sciences; sous la direction de LEBEL Luc; Université de Laval QUÉBEC.

WALD L., 2003. Cartographie de la pollution atmosphérique en milieu urbain à l'aide de données multi-sources. Thèse, Université Paris 7 – Denis Diderot.

YANNIS G., 1993. Système d'information et stratégie dans les transports, le cas de transport Express ; thèse de doctorat ; sous la direction de FRYBOURG Michel; Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

ZEMBRI-MARY G., 1999. Maillage autoroutier et territoire. Permanences et mutations du modèle de développement du réseau autoroutier français; thèse de doctorat ; sous la direction de M. Jean-Marc OFFNER, Directeur de recherches, INRETS; Ecole Nationale des Ponts et Chaussées; TH 99-575.

ZIMBARDO P., 2008. Modélisation d'un système d'information dans le cadre de projets de coopération géo-territoriale ; thèse de doctorat ; sous la direction de QUONIAM Luc ; Université du Sud Toulon Var (version 1- 8 mars 2010).

TEXTES LEGISLATIFS ET REGLEMENTAIRES

- **Loi n° 01-13** du 07 aout 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres.
- **Loi n° 01-14 du** 19 aout 2001 relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière.
- **Loi n° 04-16 du** 10 novembre 2004 modifiant et complétant la loi n° **01-14 du** 19 aout 2001 relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière.
- **Loi n° 09-07 du** 11 octobre 2009 portant approbation de l'ordonnance n° 09-03 du 22 juillet 2009 modifiant et complétant la loi n° 01-14 du 19 aout 2001 relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière.
- **Loi n° 11-09 du** 05 Juin 2011 modifiant et complétant la loi n° **01-13** du 07 aout 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres.
- **Loi n° 01-20** du 11 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire.
- **Loi n° 06-06** du 21 Moharram 1427 correspondant au 20 février 2006 portant loi d'orientation de la ville.
- **Loi n° 02-08** relative aux conditions de création des villes nouvelles et de leur aménagement.
- **Loi n° 02-02** relative à la protection et à la valorisation du littoral.

- **Loi n° 04-20 du 25 décembre 2004** relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, p.13. J.O.R.A.N° 84 DU 29/12/2004.
- **Loi n° 03-10** du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, p. 6. J.O.R.A N° 43 du 20/07/2003.
- **Arrêté interministériel du 14 février 2009** portant organisation et fonctionnement des services, des subdivisions territoriales et fonctionnelles des directions des travaux publics de wilayas.
- **Arrêté du 09 Août 1997** fixant les conditions et modalités d'élaboration des plans de transports terrestres de voyageurs. JO N°75/97 Page 32.
- **Décret exécutif n° 05-250** du 10 juillet 2005, l'AGA est un établissement public à caractère industriel et commerciale.
- **Décret exécutif n° 05-443** du 14 novembre 2005 fixant les modalités de coordination, le champ d'application et de contenu des schémas directeurs sectoriels de grandes infrastructures et des services collectifs d'intérêt national.
- **Décret exécutif n° 2000-327** fixe les attributions du MTP.
- **Décret exécutif n° 2006-138** du 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle, p. 11. J.O.R.A. N° 24 DU 16/04/2006.
- **Décret exécutif n° 89-165** du 29 août 1989 fixant les attributions du Ministre des Transports.

- **Décret exécutif n° 10-98** du 18 mars 2010 portant organisation de L'administration centrale du ministère des transports.
- **Décret exécutif n° 11-292** du 18 Aout 2011 modifiant et complétant le décret exécutif n° 10-98 du 18 mars 2010 portant organisation de L'administration centrale du ministère des transports.
- **Arrête interministériel du 07 septembre 2011** portant organisation de L'administration centrale du ministère des transports en bureaux.
- **Décret exécutif n° 90-381** du 24 novembre 1990 portant organisation et fonctionnement des directions des transports de wilaya.
- **Décret exécutif n° 90-78** du 27 février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement, p. 318. J.O.R.A. N° 10 DU 07/03/1990.
- **Décret exécutif n° 97-240** du 30 juin 1997 L'Organisme National de Contrôle technique des travaux publics (CTTP).
- **Décret exécutif n°05-249** du 10 Juillet 2005 portant réaménagement de son statut, l'Agence Nationale des Autoroutes (ANA).
- **Décret n° 81-385** du 26 décembre 1981 déterminant les compétences et les attributions de la commune et de la wilaya dans le secteur des infrastructures de base, p. 1332. J.O.N° 52 du 29/12/1981.
- **Arrêté du 26 Avril 1997** portant approbation du règlement type d'exploitation de services de transport public routier de voyageurs. JO N° 60/97 Page 19.
- **Arrêté interministériel du 30 Mai 1991** relatif aux services de la direction des transports de Wilaya.
- **Décret exécutif n° 11-376 du 12 novembre 2011** modifiant et complétant le décret exécutif n° 04-381 du 15 Chaoual 1425 correspondant au 28 novembre 2004 fixant les règles de la circulation routière.
- **Décret exécutif n° 12-109** du 6 mars 2012 fixant l'organisation, le fonctionnement et les missions de l'autorité organisatrice des transports urbains.
- **Arrêté interministériel du 9 juillet 2006** fixant la composition et les modalités de fonctionnement de la commission centrale d'élaboration du projet de schéma directeur sectoriel routier et autoroutier.

LISTE DES ACRONYMES ET DES ABREVIATIONS

Avec quelques définitions.

- **AGA:** L'Algérienne de Gestion des Autoroutes
- **ANA:** Agence Nationale des Autoroutes
- **BD:** Banque de Données
- **BOG :**
- **CC:** Chemin Communal
- **CNTC :** Centre National des Technologies et du Consulting
- **CTTP:** Organisme National de Contrôle Technique des Travaux Publics
- **CW:** Chemin Wilaya
- **DEER :** Direction de l'Exploitation et de l'Entretien routiers
- **DPSB :** Direction de Programmation et Suivi du Budget « ex DPAT ».
- **DTP:** Direction des Travaux Publics
- **ENT:** Etude Nationale des Transports
- **GPS :** Global positioning system : système de positionnement par satellite. *« système de satellites et d'équipements de réception permettant de calculer la position de trois dimensions (x, y et z) sur le globe. Le système GPS est utilisé dans la navigation, la cartographie, le SIG et l'arpentage ».*
- **GTMO :** le Groupe des Ministres des Transports de Méditerranée Occidentale
- **MNT :** Modèle Numérique de Terrain *« représentation de valeurs d'altitudes continues sur une surface topographique à l'aide d'un tableau de valeurs Z référencées par rapport à un datum commun. Il est généralement utilisé pour représenter le relief d'un terrain ».*
- **NTIC :** Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication
- **PIB :** Produit Intérieur Brut
- **PL:** Poids Lourd
- **RGPH :** Recensement Général de la Population
- **RN:** Route Nationale
- **RR:** Réseau Routier

- **RRN** : Réseau Routier National
- **SD** : Schéma Directeur
- **SDRA**: Schéma Directeur Routier et Autoroutier
- **SDRN**: Schéma Directeur Routier National
- **SGBD** : Système de Gestion de Bases de Données « *ex : ACCESS, SYBASE, ORACLE...* »
- **SQL** : Structured Query Language « *syntaxe permettant de définir et de manipuler des données d'une base de données relationnelles. Développé par IBM dans les années 70, le langage SQL est devenu une norme industrielle pour les langages d'interrogation dans la plupart des systèmes de gestion de bases de données relationnelles* ».
- **SIG** : Système d'Information Géographique « *Système informatique de matériels, logiciels, données et workflows permettant de collecter, stocker, analyser et diffuser des informations aux quatre coins du globe. Un SIG est un système avec lequel les utilisateurs interagissent pour intégrer, analyser et visualiser les données géographiques, identifier les relations, les schémas et les tendances et apporter des solutions aux problèmes. Chaque SIG représente généralement des informations sur les cartes sous la forme de couches de données utilisées pour l'analyse et la visualisation* ».
- **SGBD** : Système de Gestion de Bases de Données « *ensemble de programmes informatiques organisant les informations contenues dans une base de données selon une structure conceptuelle et fournissant des outils destinés à la saisie, la vérification, le stockage, la modification et la récupération des données* ».
- **SIR**: Système d'Information de Réseaux
- **SIRS**: Système d'Information à Référence Spatiale
- **SIS** : Système d'Information Spatiale
- **SIT**: Système d'Information du Territoire
- **SNAT**: Schéma National d'Aménagement des Territoires
- **SRAT**: Schéma Régional d'Aménagement des Territoires
- **TIC** : Technologies de l'Information et de la Communication
- **Tjma**: Trafic (Automobile) journalier moyen annuel
- **TMC**: Taux Moyen Annuel de Croissance.

ANNEXES.

Annexe VI (1): liste des Logiciels libres « Liste non exhaustive » :

- **GeoServer** : GeoServer est un serveur open source écrit en Java qui permet aux utilisateurs de partager et modifier des données géospatiales
- **GeoTools** : un toolkit développé en Java qui implémente les spécifications de Open Geospatial Consortium ;
- **GMT** : multiplate-forme, puissant mais à l'apprentissage délicat car fonctionnant tout en lignes de commandes ;
- **GRASS GIS** : aussi connu pour avoir été le plus gros projet géomatique Open Source. Il regroupe des fonctionnalités raster (en particulier des modules classiques de traitement et d'analyse d'images de télédétection) ainsi que des fonctionnalités vecteurs (rappelons que GRASS est un SIG à base topologique). Disponible pour Linux, Mac OS X, Unix et Windows ;
- **gvSIG** : une application SIG libre développée en Java permettant d'accéder à des données en fichiers SIG (GML, SHP) ou CAD (DWG, DXF, DGN), à des bases de données spatiales (PostGIS, MySQL, Oracle) ou serveur (WMS, WCS, WFS, Catalogue ou Gazzeteet), pour Linux, Windows et Mac OS X, et dont l'interface utilisateur est en français et treize autres langues ;
- **JUMP** : est une application Java permettant l'exploitation de services WMS ou de fichiers de données GML conformes aux recommandations de l'Open Geospatial Consortium ;
- **MapServer** : logiciel de publication de carte sur Internet. Il peut être utilisé pour réaliser des applications Web, mais également pour publier des services Web conformes aux recommandations de l'Open Geospatial Consortium (WMS, WFS, WCS) ;
- **MapGuide** : serveur cartographique, récemment offert à la communauté OpenSource par Autodesk ;
- **MapWindow GIS** : SIG extensible, utilisable à partir d'ActiveX sous Windows ;
- **OpenLayers** : permet d'intégrer des cartes dynamiques dans des sites web à l'aide d'une bibliothèque de JavaScript. On peut alors insérer -avec des connaissances rudimentaire en JavaScript- des outils pour gérer la carte dynamique (gestion de couche, etc.);
- **Openmap** : permet de développer des applets à intégrer dans des sites web basés sur les Javabeans ;
- **OrbisGIS** : OrbisGIS est capable d'afficher, de manipuler et de créer des données spatiales vecteur et raster. Il est complètement fait en Java et, pour ça, est multiplateforme ;
- **PostGIS** : extension pour la base de données PostGreSQL qui permet de faire des requêtes spatiales ;
- **QGIS** : logiciel de cartographie basé sur la bibliothèque Qt. Il est disponible sous Linux (KDE), Mac OS X, ou Windows. Entre autres choses, il permet la visualisation "à la volée" des couches de données comme des shapefiles ainsi que leur modification. Il permet notamment l'élaboration de fichiers destinés à être publiés sur MapServer. Il présente une ergonomie aboutie qui le rend très simple à utiliser ;
- **SAGA GIS** : logiciel SIG sous GPL pour Windows et Linux ;
- **µDIG (user-friendly Desktop GIS)** : logiciel SIG développé en Java, utilisé pour le développement d'applications tierces ;
- **Virtual Terrain Project** : logiciel SIG 3D ;
- **Webmap SIG Libre!** : logiciel SIG basé sur le Framework Symfony et la bibliothèque JavaScript OpenLayers sous GPL. Il s'agit d'une application Web permettant de situer des centres d'intérêt. L'application est modifiable, adaptable aux différents serveurs, extensible et internationalisée, donc disponible en plusieurs langues, actuellement français et anglais.

Annexe VI (2): liste des logiciels propriétaires :

1- Gratuits « liste non exhaustive » :

- **3DEM** : éditeur de modèles numériques de terrains (MNT) bitmap pour Windows 32 bits très simple d'emploi ;
- **Accu Globe Desktop 2007** :
- **dlgv32 Pro** : version gratuite et limitée de Global Mapper pour MS Windows 32 ou 64 bits, Mac OS (en utilisant Virtual PC) et Linux (en utilisant Wine). Conçu comme un visualiseur de MNT : la majeure partie des fonctionnalités de Global Mapper sont présentes, mais il est limité entre autres à l'ouverture de quatre fichiers à la fois et par l'impossibilité de sauvegarder la carte ;
- **DIVA-GIS** : logiciel capable d'éditer les fichiers shapefiles qui offre aussi des outils d'analyses statistiques et géospatiales pour la caractérisation des attributs numériques de la base de données associée aux objets contenus dans les shapefiles. Windows ;
- Google Earth : version gratuite à installer sur un PC ou un MAC. En 2011, Google annonce que Google Earth a été installé plus de 1 milliard de fois ;
- **Google Maps Engine Lite** : version gratuite de SIG Cloud sortie en 2013 ;
- **Land Serf** : développé en Java, multiplate-forme ;
- **MICRODEM** : logiciel développé par un professeur de l'Académie navale d'Annapolis, Windows 32 bits ;
- **KOSMO** : caractérisé par son Interface conviviale et la possibilité d'accès à multiple formats de données: vectoriel (Shapefile, GML, KML, DWG, DXF), bases de données (PostGIS, PostgreSQL, Oracle) et raster (BMP, GIF, JPEG, PNG).
- **ILWIS (Integrated Land and Water Information System)**: est un logiciels SIG /télé-détection qui supporte les 2 formats raster et vecteur.il a certains modules très puissant d'analyse des données raster avec une haute précision ainsi qu'une variété d'outils très pratique.

2- Commerciaux« liste non exhaustive » :

- **Active 3D** : d'Archimen Pro logiciel orienté base de données interactive avec viewer IFC et import auto des données IFC ;
- **Aigle Technologies de Business Geografic** : générateur d'applications SIG full web, Solutions métiers packagées, Géo-Décisionnel avec GeoQlik pour QlikView, GeoBI pour Business Objects et Aigle Maps pour Google Maps ;
- **AncMap/AncWeb** : sont des applicatifs de gestion de réseau d'assainissement non collectif multi-communal localisé géographiquement ;
- **AquaMap** : est un applicatif de gestion d'Adduction en Eau Potable AEP localisé géographiquement ;
- **ArcGIS (ArcInfo, ArcView, ArcEditor ...)** : d'Esri - précurseur du SIG ;
- **BricsCAD+intelliMAP** : est un logiciel offrant tout un ensemble d'outils SIG (création/modification/édition, requêtes, imports/exports, ...) dans un environnement de dessin au format DWG. ;
- **AutoCAD Map 3D** : d'Autodesk ;
- **Bentley GIS** : de Bentley Systems, un SIG complet pour les infrastructures ;
- **CadaMap/CadaWeb** : sont des logiciels qui permettent de consulter l'ensemble des données constituant la base cadastrale (plans cadastraux et fichiers fonciers), de manière simple ou par requêtes ;
- **cadwork GEP-SIT** : de Cadwork informatique ;
- **CARIS GIS** : de CARIS ;

(Suite des logiciels commerciaux)

- **CartoPocket – cartographie** : de terrain sur Pocket PC dans l'environnement Windows mobile pour le système MapInfo (www.georm.fr) ;
- **Cart@jour**: logiciel métier spécialisé dans l'eau l'assainissement collectif et non collectif ;
- **DynMAP** : est un serveur de cartographie en ligne (Intranet, Internet) permettant de partager l'Information géoréférencée entre services, partenaires ou à destination du grand public ;
- **Elyx** : de ISpatial (suite logicielle) ;
- **EpMap** : est un logiciel pour créer et personnaliser la gestion d'un parc d'éclairage public multi-communal ;
- **EvMap** : est un outil cartographique destiné aux gestionnaires d'espaces verts et des communes ;
- **FME** : de Safe Software : logiciel de traitement de données spatiales ;
- **Géoclip** : d'EMC3 ;
- **Geocoder** : de OPTI-TIME SA : Logiciel de géocodage ;
- **GeoConcept** : de GeoConcept SA, un SIG européen permettant la création, la gestion et l'analyse des données géographiques ;
- **GeographiX.NET (GeoUrba.Net, GeoInfo.Net, GeoCim.Net)** : d'Info TP, SIG métier adapté aux collectivités locales ;
- **GeoMedia (GeoMedia, GeoMedia Professional, GeoMedia WebMap, GeoMedia Grid...)**: d'Intergraph ;
- **GeoMap GIS** : de GEOMAP. Solution qui repose sur la technologie objet GEOMAP ;
- **GEOSIGWEB**: solutions SIG métiers Full Web ;
- **Global Mapper** : un outil d'analyse et de traitement de données SIG ;
- **GoMap** : de Géomap GIS Amérique ;
- **Google Earth Enterprise** : version professionnelle de Google Earth à installer sur un serveur de données interne d'une entreprise ;
- **Google Earth Enterprise Portable Server** : version professionnelle nomade de Google Earth Enterprise à installer sur un appareil mobile (PC, Mac, disque dur, clé usb, smartphone, tablette...) ;
- **Google Earth Pro** : version professionnelle de Google Earth à installer sur un PC ou un MAC. En 2011, Google annonce que Google Earth a été installé plus de 1 milliard de fois ;
- **Google Maps Engine Pro** : version du SIG Cloud personnel de Google sortie en novembre 2013 ;
- **Google Maps Engine Plateforme** : solution professionnelle du SIG Cloud entreprise supportant des quantités très importantes de données géographiques ;
- **IDRISI** : (Clark Labs, de l'Université Clark) : logiciel SIG, principalement basé sur le mode raster (image) ;
- **ILOG JViews** : composants Java 2D de chez ILOG ;
- **intelliMAP** : est un applicatif BricsCAD (noyau graphique de dessin fonctionnant au format DWG) offrant tout un ensemble d'outils SIG (création/modification/édition, requêtes, imports/exports, ...) dans un environnement de dessin au format DWG ;
- **Intr@geo**: de Geosphere
- **MacMap SIG multilingue** : pour Mac OS X édité par Carte Blanche Conseil, permettant la création et l'exploitation intégrant une représentation des éléments géographiques (point, axe, surface...) ;
- **Manifold GIS System**: de manifold .net ;

(Suite des logiciels commerciaux)

- **MapInfo Professional, Spectrum Spatial, MapXtreme, Engage-3D, Encom Discover** : de Pitney Bowes Software (PBS), leader mondial SIG et Géomarketing ;
- **MobiAnalyst** : logiciel d'analyse et d'aide à la décision pour répondre aux enjeux de mobilité durable des personnes par MobiGIS ;
- **Netagis Maps** : une solution SIG permettant de publier des cartes sur internet ;
- **NETGEO** : distribué par GiSmartware - gestion des réseaux (eau, télécom)
- **NumériCad** : SIG cadastral et fiscal complet de J.C. Etudes ;
- **Oracle Spatial** : stockage d'informations géographiques et requêtes spatiales ;
- **Oxygis** : collection de logiciels SIG (cartographie et gestion de ressources diverses et variées) ;
- **OziExplorer** : logiciel de cartographie GPS (shareware) ;
- **Spatial Information System (SIS)** : de Cadcorp, distribué en France par Geomod ;
- **Smallworld Core Spatial Technology** : de GE Power Systems - SIG complètement orienté objet - produit anglais ;
- **SMARTGEO** : distribué par GiSmartware - gestion des patrimoines des Villes Intelligentes
- **Spaceys GIS 3D** ;
- **TatukGIS de TatukGIS Company** : SIG d'origine polonaise disponible en version Editor payante et en version Viewer gratuit avec accès à une multitude de formats du marché SIG et DAO ;
- **TopStation de JSInfo** : logiciel de SIG orienté métier à destination des géomètres-topographes ;
- **TnTMips de MicroImages** : produit aux fonctions vecteur (topologiques), CAD et raster ;
- **UrbaMap/UrbaWeb** : sont des logiciels de gestion des dossiers ADS (Application du Droit des Sols) multi-communales permettant la saisie, la consultation, et les recherches des dossiers ;
- **Creamap-visiocarte** : logiciels SIG et applications métiers destinés aux collectivités locales, avec publication full-WEB. Édité par Mesotech Ingénierie
- **VirtualGeo** : société spécialisée dans les SIG, qui propose un SDK permettant de développer des applications cartographiques 2D/3D sur le web ou dans des applications « desktop », ainsi que VirtualGeo Studio, une application qui permettant de créer des projets cartographiques 2D/3D en fusionnant des jeux de données en local ou à distance
- **ViSit Anywhere**: Solution SIG Métiers en mode déconnecté par Géotech répondant aux besoins des exploitants de réseaux (eau, assainissement, électricité, éclairage public...) aussi bien au bureau que sur le terrain.

Annexe VI (3): Tableau de comparaison des logiciels.

SOLUTION	QUANTUM GIS	GVSig	Openjump	UDig
Installation Pré-requis	Système: Windows, Mac, Linux	Système: Windows, Mac, Linux	Système: Windows, Mac, Linux	W-M-L
Commentaire	Installation simple par fichier exécutable	Installation simple par fichier exécutable	Installation simple par fichier exécutable	Simple exe
Formats Vecteur supportés	shape, mif/mid, tab, gml, txt	shp, dgn v7, dxf, dwg 2000	jump GML, GML, WNT, SHP, Mif/Mid, Géoconcept	gml, Shapefile
Formats Raster supportés	Liste importante	ecw, tiff, geotiff, jpg, png, gif, mrsid, img, jpeg2000, bmp	TIF, PNG, Geotiff, ECW	TIF, JPEG, PNG, GIF
Connexions SGBD supportées	PostgreSQL, PostGIS	PostgreSQL, PostGIS, MySQL, Oracle	PostGIS, Oracle	PostGIS, DB2, Oracle, MySQL
Connexions aux services de cartographie en ligne supportées	WMS, WFS par un plugin (lecture seule)	WMS, WFS, WCS EN COURS	WMS, WFS, SLD	WMS, WFS (lecture, écriture)
Outils d'édition de données vectorielles	Oui (+ outil de snapping et topologie très simple)	pas de numérisation.	Oui	Oui (+ outil de snapping)
Export au format image	Oui	Oui	Oui	Oui, PNG, TIFF, GIF
Export au format PDF	Oui	Oui	Oui	Oui
Langue du logiciel	Français	Français	français	Français
Documentation (langue et qualité)	Anglais, Français, Workshop en français	Espagnol, Anglais	Anglais	Anglais
Activité de la communauté	Développement de plugins en python, documentation, workshop			
Langage de programmation	C++ / Plug-in Python	Jython, Java, Groovy	Java, Shell	Java/Eclipse
Remarques	Possibilités de mise en page limitées. Peut être utilisé comme bibliothèque Python pour développer des applications SIG	Bonnes possibilités de mise en page. Le géoréférencement n'est pas possible. extensions d'analyse spatiales	Très complet et robuste en édition de shapefile. Le géoréférencement n'est pas possible. Les projections ne sont pas nombreuses, les projections Lambert font défaut.	
Version mobile	Oui	Oui	Non	Non

Annexe VII (1): Table du Réseau Routier (RR) de la Wilaya de Laghouat.

Code_ouv	Désignation	Route	PK	Année_de_con	Entreprise	Fondation	Nature_sup	Nature_inf	Longueur	Largueur	Surface	Largueur_de_trc	Etat	REMARQUE
01RN1	P.O.EL_OUZIN	RN1	359,000	1958	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	1,5	BON	
02RN1	P.O.PAKHDACH	RN1	364,000	1958	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	1,5	BON	
03RN1	P.O.CHAABA	RN1	369,500	1959	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	1	BON	
04RN1	P.O.CHAABA	RN1	375,000	1959	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	2	BON	
05RN1	P.O.METLLI	RN1	383,600	1958	HETZEL	PUITS	BA	MAC	40	7	280	1	BON	Fissures au niveau du sommet
06RN1	P.O.CHAABA	RN1	387,500	1959	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	1,2	BON	Début de fissuration de la dalle
07RN1	P.O.CHAABA	RN1	392,200	1959	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	2	BON	
07RN23	P.O.TADJMOU	RN23	371,800	1960	HETZEL	PUITS	BA	B	40	7	280	1	BON	Réhabilitation du tablier + pourtr
06RN23	P.O.CHAABA	RN23	353,850	1961	HETZEL	PUITS	BA	B	11	7	77	2	BON	Réhabilitation de la dalle.
05RN23	P.O.MSEKA	RN23	351,200	1994	SAPTA	SUPERFICIL	MX	BA	30	7	210	207	BON	
02CW230	P.O.KHNEG	CW231	9,000	2001	SEROEST	SUPERFICIL	BA	BA	25	7	225	1	BON	
06RN1	P.O.METLLI	RN1	396,950	1959	HETZEL	PUITS	BA	MAC	40	7	280	1	BON	Fissures sur le mur de front.
06RN1	P.O.DAKHLA	RN1	399,000	1981	SAPTA	PEUX	MX	BA	18	8	144	1	BON	
10RN1	P.O.MZI	RN1	400,000	1929		PUITS	MX	MAC	222,2	7	1 555,4	1	MOYEN	Elargissement par sapta en 19'
11RN1	P.O.CHAABA	RN1	435,000	20 012	SEROEST	PUITS	BA	BA	120	9	1 080	1,5	NOUVEA	
12RN1	P.O.CHAABA	RN1	435,000	20 012	SAPTA	PUITS	BA	BA	120	9	1 080	1,5	NOUVEA	
06RN23	P.O.MILOK	RN23	383,700	1960	HETZEL	PUITS	BA	B	22,5	7	157,5	1	BON	Réhabilitation du tablier + pourtr
06RN23	P.O.MILOK	RN23	381,300	1960	HETZEL	PUITS	BA	BA	11	7	77	1	BON	
01CW230	P.O.KHNEG	CW230	8,000	2 001	SEROEST	SUPERFICIL	BA	BA	20	7	180	1	BON	
03CW230	P.O.MOUILAH	CW230	32,000	2 000	SEROEST	SUPERFICIL	BA	BA	25	7	225	1	BON	
04CW230	P.O.HOUIFA	CW230	43,500	2 000	SEROEST	SUPERFICIL	BA	BA	20	7	180	1	BON	
01CW231	P.O.MZI	CW230	17,000	2 000	SEROEST	SUPERFICIL	BA	BA	285	8	2 850	1	BON	
02RN23	P.O.TOUGLATH	RN23	281,000	1979	SAPTA	PEUX	MX	BA	78	7	546	1	BON	
04RN23	P.O.CHAABA	RN23	286,000	1958	HETZEL	SUPERFICIL	BA	MAC	17,6	8	140,8	1	MOYEN	Réouverture d'une fissure sur
03RN23	P.O.ELKHINES	RN23	284,000	1950	HETZEL	SUPERFICIL	BA	MAC	22,7	8	181,6	1	BON	
01RN23	P.O.SERGAG	RN23	267,000	1979	SAPTA	PEUX	MX	BA	148,32	7	1 038,24	1	BON	
01RN1a	P.O.MTURIH	RN1a	34,000	1977	SAPTA	PEUX	MX	MET	54	9	486	1	BON	
02RN1a	P.O.ZRIGHA	RN1a	36,000	1977	SAPTA	PEUX	MX	MET	72	9	648	1	BON	

Annexe VII (2): Table de la signalisation horizontale sur le R.R. de la Wilaya de Laghouat.

CODE_ROUTE	SIGNALISATION_A)	SIGNALISATION_RIV	DATE_MISE_OEUV	Entreprise_Réalis	PERIODICITE_MOI	DATE_PROGRAM	Remarque
CW232	OUI	NON	01/09/2012	STAR ROUTE	12	01/09/2013	
CW31	OUI	OUI	01/09/2012	STAR ROUTE	12	01/09/2013	
CW230	OUI	NON	01/09/2012	STAR ROUTE	12	01/09/2013	
CW120	OUI	OUI	31/12/2012	ENPS	12	31/12/2013	
CW231	OUI	NON	31/12/2012	ENPS	12	31/12/2013	
CW126	NON	NON	01/09/2012	STEERA	12	01/09/2013	
CW124	OUI	NON	01/09/2012	STEERA	12	01/09/2013	
CW125	NON	NON	01/09/2012	STEERA	12	01/09/2013	
CW122	NON	NON	31/12/2012	ENPS	12	31/12/2013	
CW121	NON	NON	31/12/2012	ENPS	12	31/12/2013	
CC301	NON	NON			18		
CC302	NON	NON			18		
CC303	NON	NON			18		
CC304	NON	NON			18		
CC305	NON	NON			18		
CC306	NON	NON			18		
CC307	NON	NON			18		
CC308	NON	NON			18		
CC309	NON	NON			18		
CC310	NON	NON			18		
CC311	NON	NON			18		
CC312	NON	NON			18		
CC313	NON	NON			18		
CC314	NON	NON			18		
CC315	OUI	NON	01/06/2012	SPSRS	18	01/06/2013	
CC316	NON	NON			18		
CC317	NON	NON			18		
CC318	OUI	NON	01/06/2012	SPSRS	18	01/06/2013	
CC319	NON	NON			18		

Annexe VII (3): Table des Ouvrages d'Art sur le R.R. de la Wilaya de Laghouat.

Code_ouvrage	Designation	Route	PK	Année_de_co	Entreprise	Fondation	Mature_sup	Mature_inf	Longueur	Largeur	Surface	Largeur_de_tri	Etat	Photos	REMARQUE
01RN1	P.O.EL_OUZIN	RN1	359,000	1958	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	1,5	BON	O.A.001.JPG	
02RN1	P.O.PAKHDACH	RN1	364,000	1958	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	1,5	MOYEN	O.A.002.JPG	
03RN1	P. CHAABA	RN1	369,500	1959	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	1	BON	O.A.003.JPG	
04RN1	P. CHAABA	RN1	375,000	1959	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	2	BON		
05RN1	P.O.METLLI	RN1	383,600	1958	HETZEL	PUITS	BA	MAC	40	7	280	1	MAUVAIS		Fissures au niveau du sommet.
06RN1	P. CHAABA	RN1	387,500	1959	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	1,2	MAUVAIS		Début de fissuration de la dalle.
07RN1	P. CHAABA	RN1	392,200	1959	HETZEL	PUITS	BA	MAC	11	8	88	2	BON		
07RN23	P.O.TADJIMOUT	RN23	371,600	1960	HETZEL	PUITS	BA	B	40	7	280	1	MAUVAIS		Réhabilitation du tablier + poutres
06RN23	P. CHAABA	RN23	353,650	1961	HETZEL	PUITS	BA	B	11	7	77	2	MAUVAIS		Réhabilitation de la dalle.
05RN23	P.O.MSEKA	RN23	351,200	1994	SAPTA	SUPERFICIL	MIX	BA	30	7	210	207	BON		
02CW230	P.O.KHNEG	CW231	9,000	2001	SEROEST	SUPERFICIL	BA	BA	25	7	225	1	BON		
08RN1	P.O.METLLI	RN1	396,950	1959	HETZEL	PUITS	BA	MAC	40	7	280	1	BON	O.A.004.JPG	Fissures sur le mur de front.
09RN1	P.O.DAKHLA	RN1	399,000	1981	SAPTA	PEUX	MIX	BA	18	8	144	1	BON	O.A.005.JPG	
10RN1	P.O.MZI	RN1	400,000	1929		PUITS	MIX	MAC	222,2	7	1555,4	1	MOYEN	O.A.006.JPG	Elargissement par sapta en 1977
11RN1	P.O.	RN1	435,000	2012	SEROEST	PUITS	BA	BA	120	9	1080	1,5	NOUVEAU	O.A.007.JPG	
12RN1	P.O.	RN1	435,000	2012	SAPTA	PUITS	BA	BA	120	9	1080	1,5	NOUVEAU	O.A.008.JPG	
09RN23	P.O.MLOK	RN23	383,700	1960	HETZEL	PUITS	BA	B	22,5	7	157,5	1	MOYEN		Réhabilitation du tablier + poutres
08RN23	P.O.MLOK	RN23	381,300	1960	HETZEL	PUITS	BA	BA	11	7	77	1	MOYEN		
01CW230	P.O.KHNEG	CW230	8,000	2001	SEROEST	SUPERFICIL	BA	BA	20	7	180	1	BON		
03CW230	P.O.MOULAH	CW230	32,000	2000	SEROEST	SUPERFICIL	BA	BA	25	7	225	1	BON		
04CW230	P.O.HOUITA	CW230	43,500	2000	SEROEST	SUPERFICIL	BA	BA	20	7	180	1	BON		
01CW231	P.O.MZI	CW230	17,000	2000	SEROEST	SUPERFICIL	BA	BA	285	8	2850	1	BON		
02RN23	P.O.TOUGLATINE	RN23	281,000	1979	SAPTA	PEUX	MIX	BA	78	7	546	1	BON	O.A.010.PNG	
04RN23	P. CHAABA	RN23	286,000	1958	HETZEL	SUPERFICIL	BA	MAC	17,6	8	140,8	1	MAUVAIS		Réouverture d'une fissure sur le
03RN23	P.O.ELKHINES	RN23	284,000	1950	HETZEL	SUPERFICIL	BA	MAC	22,7	8	181,6	1	MOYEN		
01RN23	P.O.SEBGAG	RN23	267,000	1979	SAPTA	PEUX	MIX	BA	148,32	7	038,24	1	BON		
01RN1a	P.O.MTURH	RN1a	34,000	1977	SAPTA	PEUX	MIX	MET	54	9	486	1	BON		
02RN1a	P.O.ZROCHA	RN1a	36,000	1977	SAPTA	PEUX	MIX	MET	72	9	648	1	MOYEN		

Annexe VII (4): Table des points Noires Naturels sur le R.R. de la Wilaya de Laghouat.

Code_point	Nature_point	Route	PK_début	PK_fin	lieu	Constatation	Solution	Moyens	Subdivision	Photo	filme	Remarque
PNG1	Enneigement	RN1	265,000	270,000	Guellet_sifj_s		salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	GUELLET SIDI SAAD	D:\photos\IDSCF\153.J		
PNG2	Enneigement	RN1	278,000	287,000			salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	TADJIMOUT			
PNG3	Enneigement	RN1	288,000	297,000			salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	TADJIMOUT			
PNG4	Enneigement	RN1	298,000	307,000			salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	TADJIMOUT			
PNG5	Enneigement	RN1	308,000	317,000			salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	TADJIMOUT			
PNG6	Enneigement	RN1	318,000	328,000	Ethadieb		salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	TADJIMOUT			
PNG7	Enneigement	RN1	329,000	333,000	Ethadieb		salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	TADJIMOUT			
PNG8	Enneigement	RN1a	0,000	8,000			salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	AFOU			
PNG9	Enneigement	RN1a	23,000	28,000			salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	SIDI BOUZID			
PNG10	Enneigement	RN47	285,000	294,000	Brida		salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	BRIDA			
PNG11	Enneigement	RN47	295,000	304,000	Brida		salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	SEBGAG			
PNG12	Enneigement	RN47	320,000	329,000			salage et déneigement	Saleuse-Camion de déneigement	AFOU			
PNS1	Ensablement	RN1	372,000	381,000			Désensablement	Camion de désensablement	SIDI MAKHLOUF			
PNS2	Ensablement	RN1	435,000	435,000			Désensablement	Camion de désensablement	BENACER BENCHOUJ			
PNS3	Ensablement	RN23	243,000	245,000	Hessyane_db		Désensablement	Camion de désensablement +Ch	GUELLET SIDI SAAD			
PNS4	Ensablement	RN23	271,000	278,000	Guellet_sifj_s		Désensablement	Camion de désensablement	SIDI BOUZID			
PNS5	Ensablement	RN23	304,000	306,000			Désensablement	Camion de désensablement	OUED MORA			
PNS6	Ensablement	RN23	324,000	328,000			Désensablement	Camion de désensablement	TADJIMOUT			
PNS7	Ensablement	RN23	390,000	395,000			Désensablement	Camion de désensablement	LAGHOUAT			
PNS8	Ensablement	RN1a	12,000	19,000			Désensablement	Camion de désensablement+cht	SIDI BOUZID			
PNS9	Ensablement	RN47	304,000	305,000			Désensablement	Camion de désensablement	AFOU			
PNS10	Ensablement	RN47	322,000	325,000			Désensablement	Camion de désensablement	SEBGAG			

Annexe VII (5): Table des agglomérations de la Wilaya de Laghouat.

Norm_agglomératioi	Nature	Code_agglomérati	Importance_Aggloma
Benacer_Benchouhra	Commune	03033	4
Hassi_Delaa	Commune	03310	3
El_Houïta	Commune	03220	5
Tadjmout	Commune	03210	2
Kheneg	Commune	03230	3
Tadjrouna	Commune	03240	5
Sidi_Bouزيد	Commune	03410	4
El_Beidha	Commune	03451	4
Ain_Sidi_Ali	Commune	03028	3
Taouiala	Commune	03540	5
Hadj_Mechri	Commune	03038	4
El_Assafia	Commune	03014	4
Kasr_El_Hirane	Chef_Lieu_de_Daira	03100	2
Sidi_Makhlouf	Chef_Lieu_de_Daira	03110	3
Laghouat	Chef_Lieu_de_Wilaya	03000	1
Ain_Madhi	Chef_Lieu_de_Daira	03200	4
Oued_Morra	Chef_Lieu_de_Daira	03420	4
Aflou	Chef_Lieu_de_Daira	03400	1
El_Ghicha	Chef_Lieu_de_Daira	03510	4
Gueltet_Sidi_Saad	Chef_Lieu_de_Daira	03450	3
Brida	Chef_Lieu_de_Daira	03500	4
Hassi_Rmel	Chef_Lieu_de_Daira	03300	2
Bir_Rouibah	Localité	03047	5
Bordj	Localité	03032	5
Bir_Sidi_Atallah	Localité	03048	5
Oued_Bellil	Localité	03008	5
Tilrhemt	Localité	03004	5
Lalmaya	Localité	03042	5
El_hadjeb	Localité	03007	5
Courdane	Localité	03012	5
Madna	Localité	03039	5
Ain_Skhouna	Localité	03030	5
Sidi_Okba	Localité	03049	5