

4.720.1107.EX.1

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Université SAAD
Dahleb Blida

Institut d'Architecture et d'Urbanisme

Option : Architecture Ville et Territoire

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme
de Master en Architecture.

La géomatique : une réponse pour la gestion des problématiques urbaines

Par

Nadia CHIKIROU

Porteur du Master :

Mme BOUGHERIRA HADJI Quenza

Encadré par :

Mme SERRADJ Fella

Université de Blida : Mars 2018

Résumé

La question du devenir urbain et sa gestion, la protection de l'environnement, le développement de l'économie sont au centre de plusieurs programmes de recherche en rapport avec les pays en développement.

Aujourd'hui les villes des pays en développement (dont l'Algérie) souffrent des dysfonctionnements dus à une croissance démographique très importante et renforcé par une urbanisation rapide. En effet, ce phénomène a généré de multiples problèmes de gestion malgré la mise en œuvre d'outils de planification et d'Aménagement mis à disposition des acteurs urbains dans la décennie 1990 visant à stabiliser et à maîtriser les différentes actions d'extensions comme les ZHUN et les lotissements périphériques instauré dans le cadre de l'urgence depuis les années 1970. Cette transition urbaine rapide, mal maîtrisée et encore inachevée engendre de nombreux dysfonctionnements auxquels la gestion urbaine actuelle ne fait que partiellement face et favorisant la spéculation foncière.

Aujourd'hui les instruments classiques, de la gestion urbaine, PDAU, POSEtc. sont devenues obsolètes, inapproprié et peu utilisés par la rapidité de la croissance urbaine et la multiplication des occupations informelles du territoire, et la réalité des actions entreprises dans le cadre de la gestion de nos villes sont réalisées dans un contexte rarement prospective, elle se limite à résoudre les problèmes prioritaires. De plus, dans les localisations les plus complexes, les administrateurs vont jusqu'à démissionner de certains quartiers. Généralement, dans la pratique en aménagement et en gestion de nombreuses décisions sont prise sans faire appel aux données cartographiques actualisées et par conséquent à référence spatiale.

En effet, entre croissance démographique galopante, la déficience de la pertinence des technologiques de l'information dans le contexte du développement pour améliorer et garantir l'efficacité de la gestion du territoire urbain par les différents acteurs, cette situation se répercute directement sur le territoire, par l'apparition d'une multitude de problèmes environnementaux à savoir : Expansion spatiale non-maîtrisée du tissu urbain, habitat

précaire, mauvaise gestion des déchets, dégradation de l'environnement urbain, etc. Ainsi, nos villes sont dans une situation de crise entre une gestion complexe, un manque de compétence des différents acteurs (personnel qualifié), de savoirs faire en matière d'instruments de référence et une bonne stratégie de communication et de coordination entre les acteurs.

Pour faire face à cette complexité, de nos jours, différents dispositifs sont mis en œuvre pour améliorer l'efficacité de la gestion territoriale (Géomatique, SIG, iconographie, système de monitoring et les cartes mentales ...ETC).

Cependant, à l'heure où la révolution des technologies de l'information et de la communication ouvre de nouvelle perspective et devient indispensable en l'absence de cartographie actualisée ou de statistiques rares ou peu fiables, notamment dans de nombreux pays en développement, ils permettent d'appréhender la complexité des processus de gestion urbaine.

Aussi, les systèmes d'informations géographiques permettent de constituer des bases de données sur le territoire, utiles pour l'identification des problèmes, recherche de solutions, limiter les risques. Ils ont pour objectifs de mettre à la disposition des acteurs les moyens nécessaires pour assurer une meilleure coordination et prise de décision.

Seulement, les SIG dans les organismes institutionnels et leurs prises en main par les acteurs du développement et de la gestion urbaine en Algérie demeure difficile à maîtriser et peu répandus.

Partant des potentialités offertes par les systèmes d'informations géographiques, à travers ce travail de recherche, l'enjeu repose avant toute chose à montrer les intérêts et les implications de l'outil SIG dont sa mise en œuvre permet de s'engager dans le processus de la gouvernance urbaine.

Mots clés : Gestion urbaine, géomatique, SIG et iconographie

À Mohamed et Salsabil

À ma mère

Remerciements

Tout d'abord, merci à vous Mme BOUGHERIRA HADJI Quenza pour m'avoir donné la chance et l'occasion d'intégrer votre atelier, Architecture, Ville et Territoire « ARVITER » afin d'élaborer ce travail, ce qui m'a permis d'approfondir mon niveau intellectuel et d'acquérir une première expérience dans la cadre de la recherche par l'exploration de la documentation.

Je remercie très chaleureusement mon encadreur Mme SERRADJ Fella sans qui ce travail de recherche en Master n'aurait pas existé. C'est, en fait grâce à ces encouragements si j'ai pu reprendre mes études après un parcours professionnel et de longues années de travail laborieuses dans des entreprises Algérienne ; elle seule savait combien ce travail de recherche compter pour moi. Aussi, je lui exprime ma profonde gratitude de m'avoir proposé une thématique qui s'inscrit dans le cadre de ses Recherches Doctorales qu'elle a piloté avec beaucoup d'attention, ce qui a permis de susciter ma curiosité sur des réflexions d'actualité.

Merci à vous Mr Ahmed CHAOUCH Nabil pour votre disponibilité et vos précieux conseils.

Toute ma reconnaissance aussi à l'Institut d'Architecture et d'Urbanisme de l'Université SAAD DAHLEB de BLIDA de m'avoir accueillie au sein de son Institution.

A cette occasion, mes remerciements vont à ma sœur Nawal, son Mari Hakim et mes deux adorables neveux Raouf et Ilyes de m'avoir soutenu durant une période difficile.

Sans oublier mes sœurs, Djamila et Hayat, mes nièces, Kawter, Hind et Zahra pour leurs générosités et leurs gentillesse.

Table des matières

Introduction :

1. Problématique.....	11
2. Hypothèses.....	12
3. Approche méthodologique.....	15

Chapitre 1 : Développement durable : Concepts et dispositifs pour la gestion de la ville

1.1 Aperçu des politiques publiques urbaines.....	17
1.1.1 : 1974 -1985 : Création d'un urbanisme de masse	18
1.1.2 : 1985 -1990 : Augmentation du désordre urbain.....	18
1.1.3 : 1990 -2000 : Des Changements dans la politique spatiale.....	19
1.2 Développement durable : un référentiel pour les outils et les Actions urbaines depuis le XXIème siècle	
1.2.1 : Origine et définition du concept du développement durable.....	21
1.2.2 : Nouveaux outils pour l'action urbaine.....	22
1.2.3 : Les objectifs de la politique de la ville.....	25
1.3 Qu'en est-il pour la gestion urbaine en Algérie ?	
1.3.1 : Définition de la gestion urbaine.....	27
1.3.2 : Réalités de la gestion urbaine.....	28

Chapitre 2 : La géomatique en tant que système d'information pour la gestion des territoires

2.1 Origine et définitions de la discipline.....	30
2.1.1 : Définitions	30
2.1.2: Rapport entre la géométrie et la géomatique.....	32
2.1.3 : Vers une géométrie numérisée : La géomatique.....	33
2.2 La géomatique au service de la gestion des Territoire urbains	
2.2.1 : Nouvelles technologies de l'information et de la communication.....	35
2.2.2 : Contraintes et potentialités de mise en œuvre.....	36
2.2.3 : Les technologies de la géomatique	37

2.2.4	: Outil Spatial pour la Cartographie du Territoire Algérien	38
2.2.4.1	: De l'image à l'ortho-image.....	39
2.2.4.2	: Mise en œuvre d'une Infrastructure Nationale de Données Géographiques « INDG » en Algérie.....	42
2.3	Les concepts de base des systèmes d'information géographique « SIG »	
2.3.1	Définition du SIG : Qu'est-ce –que le SIG ?.....	43
2.3.2	Constitution et contenu des bases de données.....	47
2.3.3	Cadre théorique de la modélisation d'un SIG.....	49
2.3.4	Comment fonctionne un SIG ?.....	52

Chapitre 3 : Les SIG dans le cadre de la gouvernance et la gestion du risque urbain : Etude de cas

3.1	Exemple de mise en œuvre des SIG dans le contexte urbain Algérien.....	55
3.1.1.	Contribution d'outil spatial pour la gestion urbaine dans les villes Algériennes.....	56
3.1.1.1	Cartographie de la dynamique urbaine de la ville d'Oran à l'aide des données satellitales ALSAT-2.....	57
3.1.1.2	L'outil spatial et SIG pour l'optimisation de la gestion des déchets urbains : cas de la région d'Ora.....	63
3.1.1.3	SIG relatif à l'identification et le recensement du potentiel patrimonial archéologique et historique de l'Algérie d'el Mechouar (W. Tlemcen).....	69
3.2	Exemple de l'application du SIG dans la gestion du risque sismique de Quito en Equateur.....	71
3.2.1	: Méthodologie adopté pour le scenario de Quito : éléments de prise de décision dans une base de données numérique	

Chapitre 4 : Construction d'un SIG pour la lecture de l'étalement urbain : cas d'étude, ville de Constantine

4.1	: Organisation de la base de données historique et son exploitation à l'aide d'un SIG.....	77
4.1.1.	L'intégration des documents anciens dans le SIG.....	77
4.1.1.1	: Caler une image raster sur S.I.G	78
4.1.2	: Le logiciel de base utilisé dans le SIG	78
4.1.3	: Le Georéférencement d'une base de données.....	79

4.1.3.1 Les types de projections.....	79
4.2 : Convergences entre la morphologie urbaine et les systèmes d'information géographique.....	79
4.2.1 : L'approche adoptée en histoire.....	79
4.2.2 : Le traitement de l'information par un outil S.I.G.....	81
4.2.3 : La représentation spatiale des formes urbaines	81
4.2.4 : Le SIG comme outil d'analyse et de gestion.....	82
4.3 : Evolutions et transformations du paysage urbain de la Médina de Constantine à travers l'histoire	
4.3.1 : La géographie du site.....	82
4.3.2 : Aperçu historique de la ville.....	83
4.3.2.1 L'Oppidum entre l'oued et l'escarpement.....	83
4.3.3. Constantine à travers les civilisations antiques	85
4.3.4 : L'occupation romaine.....	86
4.3.5 : L'époque turque.....	86
4.3.6 : Epoque de la colonisation française (1830-1962).....	87
4.3.7: Période après 1962.....	87

Conclusion

Bibliographie

Tables des figures

Annexes

Introduction

Depuis le début des années 2001, la planification en Algérie s'appuie dorénavant sur les principes de développement durable. Ce dernier est conforté par un dispositif législatif dont, la loi relative à l'aménagement et au développement durable du territoire promulguée en 2001, la loi de 2003 relative à la préservation de l'environnement dans le cadre du développement durable et celle de 2006 portant loi orientation de la ville, celle-ci est réaffirmée par le schéma national d'aménagement du territoire. Dans ce contexte, le SNAT¹ 2030, préconise la mise en œuvre d'une stratégie de villes durables dans le cadre de son projet territorial. « *L'enjeu essentiel est de rétablir la ville dans sa dimension fonctionnelle et de réunir les conditions favorables pour l'amorcer vers une ville durable* ». SNAT 2010

Néanmoins, la question de la situation difficile dans laquelle se trouvent les villes algériennes se pose toujours, elle est largement déployée et débattu à travers des travaux scientifiques, des séminaires et des communications ainsi que des thèses de recherches... etc. K. BACHAR² (2016) souligne que :

- *Ces villes apparaissent plus comme une concentration humaine, issue d'une croissance spatiale caractérisé surtout par le logement, (...), que comme un système urbain structuré basé sur une stratégie de développement cohérent.*
- *Les mutations économiques et les réformes législatives successives, en particulier celles relatives aux ressources foncières sont la source de nombreux contentieux, qui compliquent la situation.*

¹ SNAT :Schéma National d'Aménagement du territoire à l'horizon 2030, institué par la loi n° 01-20 du 12/12/2001 relative à l'aménagement et au Développement Durable du territoire, approuvé par la loi n° 10-02 du 29 juin 2010 « JO n°61, octobre 2010 »

² K. BECHAR (2016) : Thèse Doctorale « L'intégration des dimensions environnementale et sociale dans les pratiques urbaines en Algérie : Enjeux et Perspectives »

- *La situation difficile des villes est l'aboutissement d'une politique différée, puis exagérément volontariste, de création accélérée de logements, financés par l'Etat, afin d'aider au développement des emplois dans les services et l'industrie.*
- *Les différentes réalisations ayant donné lieu à toute une gamme de dysfonctionnements, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des espaces urbanisés et la non maîtrise du foncier est un problème majeur de l'aménagement en Algérie, qui a entraîné des contentieux juridiques ayant provoqué de nombreux blocages.*
- *L'extension des territoires urbains, hérités en grande partie de la période coloniale³, s'est faite sous l'impulsion de la pression démographique, en plusieurs étapes depuis 1962, année de l'indépendance du pays.*

Le rapide survol de ce constat relève que la ville en Algérie souffre des dysfonctionnements dus, à l'accroissement démographique rapide durant ces dernières décennies, 95% de cette croissance s'opèrent dans les villes (ONS 2008) ; d'une urbanisation rapide pour satisfaire la croissance des besoins en termes d'infrastructures, équipements et services urbains par l'épuisement du foncier urbain et de gaspillage des terres agricoles ce qui a engendré la non maîtrise de la croissance spatiale qui a généré des phénomènes assez complexes liés à la planification des villes, circulation et transport, dégradations de l'environnement et gestion urbaine ; de décalages entre les plans d'urbanisme et la réalité sur le terrain malgré l'existence d'une panoplie d'outils législatifs et réglementaires, et l'adoption de nouveaux instruments d'urbanisme en l'occurrence les Plans Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme « PDAU » et les Plans d'Occupation des Sols « POS » ; « *L'urbanisme mis en œuvre à travers les PDAU et POS visait essentiellement une programmation quantitative des besoins et leur localisation spatiale en termes de disponibilités foncières. De grands programmes ont été ainsi réalisés et dans la plupart des cas ont multiplié sensiblement la taille des agglomérations se traduisant par des extensions urbaines anarchiques, des périmètres urbains surdimensionnés allant au détriment des terrains agricoles, un programme*

³ En 1962, les centres urbains ont connu l'afflux des populations rurales, suite au départ massif des colons

d'équipements qui n'a pas suivi, des infrastructures inexistantes, enfin une incohérence urbaine⁴ ».

Ainsi, nous assistons à un vrai désordre au niveau des constructions caractérisées aussi par une généralisation de l'urbain informel concentrée dans les zones périphériques suite à l'extension spatiale des villes qui ont connu une évolution accélérée et incontrôlée, ainsi confirmé par le SNAT 2010 « *Ayant connu une croissance urbaine exceptionnelle en raison de leur croit naturel et de l'apport de l'exode rural, les villes concentrent actuellement 70% de la population totale ; (...) qui a pour conséquence l'étalement démesuré du tissu urbain, le développement de la périurbanisation, la formation d'un tissu urbain débridé et composite et l'induction de déséquilibres intra et interurbains préoccupants. Cette **transition urbaine** rapide, mal maîtrisée et encore inachevée engendre de nombreux dysfonctionnements auxquels la gestion urbaine actuelle ne fait que partiellement face⁵ ».*

A cela s'ajoute des enjeux liés à l'environnement et au développement durable et de l'exposition à la vulnérabilité aux risques majeurs et de la bonne gouvernance, devenue, ces dernières décennies, un dispositif impératif pour une gestion urbaine durable et efficiente, comme le note un appel à communication « *En l'absence d'une approche cohérente, il n'est pas possible de s'attaquer aux problèmes de de la **gestion urbaine**(...)sans pour autant placer la question de la bonne **gouvernance** au cœur des démarches d'aménagement et de développement pour une meilleure efficacité des actions visant la gestion de l'espace urbain pour une meilleure qualité environnementale.....»⁶. De ce fait, ce concept est devenu une stratégie incontournable de toute politique de développement.*

⁴ Ministre de l'Habitat et de l'Urbanisme lors d'une interview Revue « Vies de villes » n° 02, Juin 2011. Cité par K. BECHAR (2016)

⁵ SNAT 2010 .PAT N°18(Programme d'action territorial N°18)

⁶ Appel à contribution pour le Séminaire international "Gestion urbaine et gouvernance locale" les 05-06 Décembre 2017, organisé par l'institut de Gestion des Techniques Urbaines (GTU) de l'université de Msila (Algérie).

1. Problématique

La problématique de la ville et de plus en plus complexe face aux changements accélérés multiples ; explosion démographique, urbanisation accélérée et surtout prise de conscience environnementale...etc. E.B.AZZAG (2014) confirme cette situation par « *l'étalement urbain anarchique, bidonvilisation, dégradation* »⁷. Cet état de fait rend la gestion urbaine encore plus complexe pour tous les acteurs urbains, et qui engendre un enjeu imminent qui exige une nouvelle vision d'avenir et une stratégie inédite pour l'amélioration de la gestion urbaine et appelle à la modernisation des outils de gestion et de la planification urbaine afin de mieux suivre l'évolution urbaine dans sa dimension spatiale et temporelle, car la maîtrise de cette croissance urbaine est indispensable, elle conditionne la qualité de vie et le développement économique.

Pour faire face à cette complexité , de nos jours différents outils et dispositifs sont mis en œuvre pour améliorer l'efficacité de la gestion territoriale (Géomatique, SIG, iconographie, système de monitoring⁸ et les cartes mentales ...ETC).

⁷ « Politique de la ville en Algérie, actions engagées et avenir ». Séminaire AViTeM /Alger ,1-6 juin 2014

⁸ Selon REPETTI (2004) les nouvelles méthodes souples et durables de gestion territoriale adaptée aux situations de crise, (inspirée des techniques du management économique) s'appuient, sur des outils de management territorial parmi lesquels :

- Monitoring : ou observation permanente du territoire
- Controlling : ou conduite globale, prospective et axée sur les objectifs dans le circuit des dispositifs de planification, de mise en œuvre, de contrôle et de réorientation

Ces techniques (système d'aide à la décision pour la gestion urbaine) de suivi permanent du territoire et d'évaluation de la distance aux objectifs fixés, nécessitent une base d'information qui permette de guider les acteurs dans un processus ouvert de décision. La recherche fournit différentes solutions à cette question, principalement sous forme d'indicateurs et d'observatoires, qui établit une image synthétique du territoire. Par conséquent, le monitoring repose sur le suivi du territoire par un ensemble pertinent d'indicateurs.

Cependant et toujours selon REPETTI (2004) « *Un observatoire (ou tableau de bord) est un instrument de structuration et de communication d'un ensemble d'indicateurs. Intégré à des bases de données ou SIG, il propose une image synthétique et communicative du territoire, favorisant la formulation d'un diagnostic* »

Aussi et selon EWA.B. AZZAG (2015) « *Le monitoring est un ensemble de technique de surveillance périodique qui permet d'observer, d'analyser et de contrôler le processus d'évolution d'une situation donnée ou de qualité ciblée* ». MEDITER-Méditerranée et Territoire. « *Gouvernance des métropoles méditerranéennes : quels modèles, quels outils ?* » Journée d'étude à Marseille.

Seulement, les méthodes classiques de collecte des données statistique et d'informations géographiques, s'avèrent désuets car l'information fine de l'état des lieux, sa compréhension, et la définition des problématiques urbaines comme celles des risques naturels et autres auxquels les villes sont souvent confrontées, constituent des enjeux fondamentaux pour la pérennité de ces dernières.

A cet effet, est-il possible de mettre en place un système d'outils géomatiques servant dans la gestion de nos villes notamment celles à risque ? Que peuvent réellement apporter de tels outils aux pouvoirs publics concernés par la gouvernance de nos villes ? Comment ces moyens peuvent-ils faciliter la compréhension, pronostiquer les risques et anticiper les changements et les évolutions en s'appuyant sur l'usage des systèmes informatiques modernes (SIG, cartographie, géographie etc.) ? Autant de questions auxquelles nous avons essayé de répondre, à travers une méthodologie d'approche définie ci-après, mettant en revue le cheminement choisi.

2. Hypothèses de recherche

La problématique mise en place nous mène à exposer deux hypothèses principales qui guideront notre recherche :

- Hypothèse 1 :de la pertinence de l'information à référence spatiale

La technologique de l'information est en plein essor dans la pratique en aménagement et en gestion. Elle ouvre de nouvelles perspectives et devient indispensable en l'absence de cartographie actualisée ou de statistiques rares ou peu fiables, notamment dans de nombreux pays en développement. Par conséquent, la disponibilité de l'information géographique actualisée est la base de toute définition du territoire et recouvre des aspects multidimensionnels pour assurer une gestion cohérente de l'espace. La connaissance exhaustive et fiable du territoire va ainsi renforcer la perspicacité des décisions prises et consolidera l'efficacité des actions entreprises dans le contexte de la gestion des agglomérations.

- Hypothèse 2 :de l'aide à la décision en matière de gestion

La représentation du territoire urbain est un moyen d'accès à la décision d'agir des plus efficaces, notamment par rapport à deux situations de problématique urbaine, à savoir :

- Croissance démesurée, générant des problèmes de gestion
- Vulnérabilité, comme par exemple vis-à-vis des risques sismiques

Ces deux aspects que rencontre la ville impose de nouveaux outils. Un SIG va ainsi constituer une possibilité de représentation, un support d'aide à la décision pour les acteurs de la gestion urbaine.

Or ,comme le révèle SEDJARI (1999) cité par ARSENAULT(2005) « *La civilisation de demain sera totalement urbaine et fondée sur de nouveaux référentiels qui s'appuient essentiellement sur le savoir et la technologie* ⁹ ». De ce fait, les technologies de l'information et de la communication s'imposent de plus en plus pour faire face à l'appréhension des problématiques de développement. Pour ce faire, la **géomatique**¹⁰ offre des possibilités incontournables en matière de gestion des données à référence spatiale, d'analyse et de représentation de l'information géographique. Cependant, à travers l'émergence de la géomatique, les SIG¹¹ s'avèrent nécessaire et présentent des atouts pour la connaissance de l'étendue par des approches géographique numériques en vue de la construction et la modélisation SIG. L'objectif est de se doter d'outil de spatialisation de l'information géographique numérique qui doit jouer un rôle prépondérant d'analyse spatio-temporelle de visualisation de différentes simulations et scénarios possibles, donc de puissants outils d'aide à la décision, particulièrement dans la gestion de l'espace d'une manière générale.

⁹Sedjari Ali, « *Le devenir de la ville* » Edition L'harmmattan, 1999, p.9 cité par Cheryl Arsenault, « *Problématique du développement des villes méditerranéennes du Sud* » 2005, Texte de 19 p.

¹⁰ Voir chapitre 2

¹¹ Voir 2.1 (Les concepts de base des systèmes d'information géographique « SIG »)

A ce titre, la complexité de la gestion territoriale a conduit les gestionnaires du territoire à recourir aux nouveaux systèmes d'information pour mieux gérer le contexte urbain. En outre, la révolution de la technologie de l'information est en pleine effervescence et constitue à bien des égards un tournant majeur dans l'évolution de beaucoup de pratiques.

Le développement rapide que connaît la technologie informatique et spatiale fait rapprocher de plus en plus l'information aux utilisateurs. La diffusion des SIG sur Internet, facilite l'accès à ce type d'information et ne peut que conduire à de grandes mutations de l'information géographique qui va passer d'une logique d'économie à une dimension de grande consommation. Ainsi, et à titre d'exemple le SIG multi-usage (SIGMU) diffusé sur Internet va permettre aux utilisateurs de mieux gérer l'espace urbain et ouvrir de nouvelles perspectives.

Des lors, la géomatique nous a amenée à prendre conscience de l'importance des outils logiciels et les atouts opérationnels offerts par le traitement des images satellitales combiné à l'usage du SIG dans l'approche et l'analyse des milieux urbains, de la complexité de la ville et de son intégration dans le territoire, des possibilités dans l'édification d'un projet de territoire...etc. D'où cette nouvelle manière d'œuvrer a généré notre intérêt pour les problématiques liées au processus de représentation face aux enjeux de cette dualité entre gestion urbaine et SIG.

Aussitôt, les défis actuels c'est la représentation iconographique qui semble augmentée sous toutes leurs formes grâce à des ordinateurs et des logiciels de plus en plus puissants.

Aujourd'hui, la représentation iconographique¹² des phénomènes territoriaux constitue une méthode favorisée de compréhension des structures et des dynamiques spatiales. De ce fait elle constitue un outil heuristique largement utilisé par les chercheurs.

¹² L'iconologie est la « science des images ». Ce concept a été introduit par Cesare Ripa : « *Iconologia*, » 1593. La notion iconographique est associée au concept d'iconologie. Ces deux termes sont subtils. Au xx siècle, on leur assigne des notions distinctes. L'iconologie est définie comme étant « cette branche de l'histoire de l'art qui se rapporte au sujet ou à la signification des œuvres d'art, par opposition à leur forme ». E. Panofsky 1939 « Essais d'iconologie. Les thèmes humanistes dans l'art de la Renaissance ». Cité par Audrey RIEBER. Art, histoire et signification « Un essai d'épistémologie d'histoire de l'art autour de l'iconologie d'Erwin Panofsky

Le recours aux images constitue un enjeu majeur dans le cadre de la représentation graphique des territoires. Son apport répond notamment à des besoins de visualisation qui nécessitent le recours à la réduction d'échelle afin d'annexer toutes les informations, afin de construire une représentation cadrée et simplifiée du territoire. Ce constat appelle à une réflexion méthodique sur l'adéquation d'une image à l'objectif recherché

3. Méthodologie de la recherche

Ainsi, la démarche adoptée va être fondée sur l'état :

- Tout d'abord, dans le premier chapitre, il s'agit de mettre en relief les préoccupations liées à la décadence de la gestion de nos villes et à l'incapacité de prendre en charge les enjeux environnementaux et du développement urbain durable en Algérie en procédant par la détermination d'un état des lieux non exhaustif des politiques urbaines élaborées et adoptées à ce jour par les pouvoirs publics soutenu à travers la mise en œuvre des actions et de réflexions.
- Dans le deuxième chapitre, nous insisterons sur des notions essentielles concernant les outils servants dans la gestion de la ville et qui s'inscrivent dans les impératifs de la bonne gouvernance pour apprécier la faisabilité et la pertinence de l'approche proposée, d'où l'exploration de la pensée des Technologies de l'Information, un domaine qui nous interpelle particulièrement par l'exploration de la dimension géomatique, dans ces aspects historique, origine, caractéristiques ...etc. Ceci nous permettra de comprendre à travers l'aspect théorique, l'importance et l'exploitation d'images Aériennes et Satellitaires, les SIG pour la cartographie et l'analyse géographique, les outils logiciels de traitement. Nous en montrerons par la suite

L'iconographie dans sa forme simple, peut être définie comme étant « une branche de l'histoire de l'art qui étudie l'identification, la description et l'interprétation du contenu des images » Ou en d'autres termes « L'iconologie désigne une **méthode** d'interprétation des thèmes picturaux que l'iconographie se contente de décrire et de classer.

l'apport et la contribution des SIG dans des domaines d'application très variés, étayés par des exemples concrets et fera l'objet du troisième chapitre.

- Enfin, le quatre et dernier chapitre de cette recherche est consacré à la construction d'un SIG dans le cadre de la gestion urbaine à travers une lecture de l'étalement urbain de la ville de Constantine motivant le développement d'un SIG historique.

Cependant, pour tenter d'atteindre les objectifs visés, une étape de recherches bibliographiques de références et d'exploration était nécessaire. Nous nous sommes concentrés sur les éléments clés de notre recherche à savoir : géomatique, SIG, ...ETC. Ces concepts sont utilisés comme instruments d'analyse et de représentation au service de la gestion et de la gouvernance urbaine.

Néanmoins, afin de se pencher sur l'aspect de la pratique liée au SIG en Algérie, la collecte des informations s'est avérée difficile pour retrouver des exemples de projets déjà réalisés en matière de mise en œuvre et modélisation des SIG en Algérie.

Aussi, une application effective SIG, même simplifiée aurait permis de renforcer la démarche adoptée par l'utilisation des images satellitaires ALSAT 2A. Seulement, les différents acteurs « organismes public » parmi eux les producteurs nationaux de l'information géographique se sont montrés réticents pour nous transmettre les renseignements nécessaires à l'élaboration de ce travail. Ces administrations pouvaient être une source d'informations utiles et fiables pour consolider notre problématique.

Chapitre 1/ Développement durable : Concepts et dispositifs pour la gestion de la ville

L'émergence du concept de développement durable vers la décennie 90, exige une nouvelle vision quant à la gestion territoriale. A ce titre les projets sont examinés selon leur influence sur l'environnement, sur la société sur les générations futures. REPETTI (2004)¹³

1.1 : Aperçu des politiques publiques urbaines.

« L'un des signaux des dysfonctionnements (...) était (...) l'impuissance des outils consécutifs de planification urbaine à gérer le développement spatial accéléré(...) ». E.B. Azzag (2007) ¹⁴.

De plus et dans le cadre de sa thèse, K. BECHAR (2016) conclut ce qui suit « *La croissance urbaine et démographique a généré des dysfonctionnements importants dans les villes, qui sont aujourd'hui en proie à de multiples problèmes de **gestion** (...), alors que les orientations politiques et les réformes législatives successives menées depuis l'indépendance ont fortement influencées le processus d'urbanisation. »*

La question de la gestion de la ville en Algérie est devenue une préoccupation majeure pour tous les acteurs concernés. Cependant, la démarche que nous avons adoptée pour élaborer ce chapitre, relève d'une approche abordée à travers certains documents et travaux de recherches que nous avons consultés, qui consiste à présenter l'évolution des instruments de planification spatiale dans le cadre du processus d'urbanisation, ceci afin de mettre en relief l'impact de ces instruments sur le fonctionnement de nos villes ce qui a généré leurs gestions difficiles.

De ce fait, les politiques consécutives adoptées ont fortement influencé le processus d'urbanisation et ont favorisés une consommation importante des ressources foncières.

¹³REPETTI (2004) : Thèse Doctorale « Un concept de monitoring participatif au service des villes en développement. Approche méthodologique et réalisation d'un observatoire urbain »

¹⁴ E.B. Azzag (2007). « Alger, le territoire invente son avenir »

1.1.1 : 1974 -1985 : Création d'un urbanisme de masse

La politique d'urbanisation menée durant les périodes 1974 et 1985 a entraîné une extension urbaine périphérique très importante. Le PUD « Plans d'Urbanisme Directeurs » et les PUP « Plans d'Urbanisme Provisoires », ont été introduits à la faveur de la promulgation de l'Ordonnance sur les réserves foncières communales, en 1974. Celle-ci visait à satisfaire les besoins fonciers de la commune et à constituer des réserves foncières communales par des terrains de toute nature publique ou privée destinés à être inclus dans les périmètres d'urbanisation prévus dans le cadre des P.U.D. ou des P.U.P. Elles sont à l'origine d'une forme d'urbanisme de masse dominé par la création :

- Des Z.H.U.N. (Zones d'Habitat Urbain Nouvelles) qui sont programmées dans la quasi-totalité des villes algériennes créant ainsi d'immenses cités et dominant les périphéries des anciens centres, représentant un nouveau mode d'urbanisation, créant des espaces anonymes, mal intégrés aux tissus existants, avec une typologie d'habitat socio-collectif.
- L'habitat, individuel sous forme de lotissements sociaux, réservés à l'auto-construction et faisant parti des opérations d'urbanisme que l'état a initié dans le cadre de l'urgence qui ont permis à une grande partie de la population d'accéder à la propriété foncière.

Cette politique d'urgence, s'est intéressée à la quantité plutôt qu'à la qualité ce qui a produit un espace urbain hors norme.

1.1.2 : 1985 -1990 : Augmentation du désordre urbain

Entre 1985 et 1990, la crise économique (chute du prix des hydrocarbures) a engendré une grande anarchie et une dégradation du tissu urbain appuyé par les changements politique et législatifs de 1990 reconnaissant la propriété privée et abrogeant l'ordonnance de 1974. On assiste à un mouvement de constructions spontanées et illicites dans le tissu urbain et à sa périphérie immédiate, ainsi qu'à une prolifération de bidonvilles qui ont eu pour conséquence une augmentation du désordre urbain. K. BECHAR (2016) estime que

« La décennie 1990 qui fut marquée par des changements politico-législatifs et une importante crise économique-sécuritaire ayant eu pour conséquence une augmentation du désordre urbain caractérisé par une généralisation de l'urbain informel ».

1.1.3 : 1990 -2000 : Des changements dans la politique spatiale

Cependant, des changements considérables interviennent dans la politique spatiale entre 1990 et 2000. Nous citerons trois lois importantes, Concernant l'urbanisation :

1. La loi n°90-25, du 18/11/1990, portant orientation foncière, qui engage une profonde réforme sur le foncier puisqu'elle met fin au monopole de la commune sur les transactions foncières,
2. La loi n°90-29, du 01/12/1990, relative à l'aménagement et l'urbanisme. Les Plans Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme « PDAU » et les Plans d'Occupation des Sols « POS », ainsi que les différents permis de lotir, construire et démolir. Les PDAU et POS, établis sous la responsabilité des élus locaux, opposables aux tiers, ont pour objectif de préciser les orientations et d'aménagements et de planification du territoire communal et de définir les actions et les règles qui concernent l'utilisation du sol et les zones non constructibles et trouvent l'appui à leur réalisation dans une nouvelle politique foncière « Loi n°90-30 du 01/12/1990 »

En plus ces instruments permettent, la réorganisation de l'espace et la maîtrise du développement anarchique et la consommation désordonnée des terrains par le biais d'une gestion mieux adaptée et affectation rationnelle du patrimoine foncier.

3. La Loi n°90-30 du 01/12/1990 portant loi domaniale définissant les domaines publics et privés de l'Etat, la wilaya et la commune, qui ouvre la voie à l'abrogation des dispositifs des réserves foncières et à la reconnaissance des droits de propriétés privées, qui prennent des formes complexes et entraînent de nombreux contentieux.

Toutefois, en dépit de toutes ces lois instaurées en faveur d'une urbanisation harmonieuse et contrôler, la mise en œuvre des instruments d'urbanisme s'avère difficile, elle est différée entre autre par :

- La lenteur des procédures d'approbation, et pose de nombreux problèmes aux gestionnaires en raison de la complexification de l'espace urbain.
- Le non-respect du plan directeur par la Direction de l'Urbanisme de wilaya
- Le déphasage entre les études d'aménagement et d'urbanisme et leur mise en œuvre ce qui génère un déphasage par rapport au rythme réel de la dynamique urbaine.
- La formule des « coopératives immobilières » qui permettait à des citoyens de devenir « coopérateurs » pour construire leur ensemble d'habitat individuel. Ceci va entraîner une densification du tissu urbain par la prise de possession de tout terrain libre urbanisable acquit auprès de l'agence foncière locale pour être organisé «coopérative ». Par la suite les propriétaires avaient la liberté de construire ou de revendre la parcelle de terrain à des prix très avantageux, alimentant ainsi la spéculation foncière...etc.

Et enfin, comme le relève E. B. AZZAG (2007) « *Les problèmes s'aggravent par la démission de l'administration urbaine devant la menace terroriste et la prolifération de l'urbanisation spontanée, le parc de logements se dégrade suite au manque d'entretien, le patrimoine périclité, les infrastructures de voirie sont saturées et le système de réseaux d'assainissement et d'approvisionnement en eau et en énergie s'essouffle* ».

Seulement, ce désordre urbain aurait pu être évité par la mise en place d'un système de gestion du phénomène urbaine approprié, pour les acteurs de la ville et les aménageurs.

Néanmoins, le début des années 2000 est marqué par l'amélioration de la situation sécuritaire et financière et la notion de développement durable devient l'un des référentiels essentiels des nouvelles orientations politiques et du cadre législatif.

1.2 : Développement durable : un référentiel pour les outils et les actions urbains depuis le XXIème siècle.

1.2.1 : Origine et définition du concept du développement durable

Depuis 2001, la référence au développement durable fait partie intégrante des nouvelles orientations politiques nationales et du cadre législatif en Algérie. Dès lors, l'approche de développement durable est présente dans tous les discours scientifiques et politiques et également dans tous les textes juridiques au niveau international.

Le concept moderne de développement durable trouve son origine dans les signaux alarmants de la planète. Parmi ces signaux, l'**étalement urbain**¹⁵ anarchique, l'augmentation continue de la consommation d'énergie et de la production des déchets ont une influence négative sur les milieux naturels et la biodiversité. Cependant K. Bechar (2016) note que « *c'est la recherche de la maîtrise de l'étalement urbain qui domine les discours, « urban sprawl » ou suburbanisation étant l'un des éléments clé du débat concernant les problèmes urbains et environnementaux* ».

Par ailleurs, le concept de développement durable a pris naissance en 1972 pendant la conférence de Stockholm qui met en garde la communauté internationale sur les signes de l'épuisement des ressources naturelles. En 1987, un rapport intitulé : "Our common future" (Notre avenir à tous) a été soumis à l'Assemblée générale des Nations Unies par Madame Gro Harlem Brundtland, présidente de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, ce rapport introduit la notion de développement durable ainsi défini « *Le développement durable, répond aux besoins du présent sans compromettre les capacités des générations futures de répondre aux leurs* ». Toutefois, c'est la Conférence des Nations unies sur l'Environnement et le Développement qui investit entièrement le concept de développement durable au Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992. En présence de

¹⁵ Ce syndrome de l'étalement urbain est défini par la destruction du paysage par les infrastructures urbaines planifiées. REPETTI (2004)

plusieurs associations, collectivités locales et d'acteurs du développement et de la protection de l'environnement, 173 Etats, dont l'Algérie, se sont engagés et signent un programme d'actions pour le XXIème siècle. Il est défini par un agenda de vingt-sept principes (l'Agenda 21), reposant sur un concept à trois dimensions : « préserver les ressources et la protection de l'environnement, garantir la croissance et l'efficacité économique et assurer l'équité sociale », en se basant sur le 4ème pilier du développement durable qui est la gouvernance. Donc, le développement durable c'est formellement introduit dans la sphère politique mondiale.

1.2.2 : Nouveaux outils pour l'action urbaine.

Pour être au même diapason avec les institutions internationales, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE)¹⁶ a été créé en l'an 2000 ,avec pour mission de mener une nouvelle politique de préservation de l'environnement dans toutes ses composantes. A ce titre, plusieurs rapports sur l'environnement ont été établis par le MATE Algérien, en partenariat avec les organismes internationaux (PNUE, PNUD. etc.). Parmi ces rapports :

- Le RNE 1 établit durant l'année 2000
- Le RNE 2 établit en 2003. Celui-ci dénonce de graves problèmes environnementaux. Cependant, concernant l'urbanisation, cette dernière stipule : « *L'utilisations spatiale du territoire en Algérie s'est faite au cours des dernières décennies par référence à des textes réglementaires et législatifs, à travers des politiques, des périodes et des modèles de développement économique et social qui n'ont facilité ni l'application de ces textes ni l'épanouissement d'une urbanisation harmonieuse* »¹⁷.

En effet, ces dits Rapports Nationaux sur l'Etat et l'environnement RNE de l'Algérie, ont permis la mise en place d'une Stratégie Nationale de l'Environnement « SNE », suivi par la

¹⁶ Décret n°2000/257 du 26 août 2000

¹⁷ Cité par K. Bechar (2016) : thèse de Doctorat « L'intégration des dimensions environnementale et sociale dans les pratiques urbaines en Algérie : Enjeux et Perspectives »

mise en œuvre du « PNAE-DD », Plan National d'Action pour l'Environnement et le Développement Durable.

Le PNAE-DD a été élaboré avec la contribution de la Commission Européenne à travers son programme ECLIFE et du programme METAP administré par la Banque Mondiale, en 2002, dans une perspective décennale (2002-2012). Dès lors l'Etat Algérien commence à instaurer une politique publique en accordant une place prépondérante aux aspects sociaux et environnementaux.

Le PNAE-DD constitue désormais le cadre stratégique de l'intégration des préoccupations environnementales dans les politiques sectorielles de développement, au sein des différents départements ministériels. Dès lors, le PNAE-DD a ouvert la voie à la promulgation d'un cadre législatif et réglementaire, avec des lois, dites de deuxième génération, ayant pour cadre le Développement Durable ; Il s'agit notamment celles relatives à l'aménagement du territoire (2001), à la protection de l'environnement (2003) et à la ville (2006) :

- La Loi n° 01-20 du 12/12/2001 relative à l'aménagement et au Développement Durable du territoire, qui définit les orientations et les instruments d'aménagement du territoire, de nature à garantir un développement harmonieux et durable de l'espace national.
- La Loi n°03-10 du 19/07/2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du Développement Durable, qui a pour objectifs entre autre, de fixer les principes fondamentaux et les règles de gestion de l'environnement, et de promouvoir un développement national durable en améliorant les conditions de vie et en œuvrant à garantir un cadre de vie sain.
- La Loi n°06-06 du 20/02/2006¹⁸ portant loi d'orientation de la ville et qui vise à définir la politique de la ville dans le cadre de la politique de l'aménagement du

¹⁸ « Première loi consacré à la ville » affirmé par E. B. AZZAG lors du séminaire en juin 2014 « *la ville au cœur de l'aménagement du territoire en Algérie* »

territoire et du développement durable ; elle est conçue et élaborée suivant un processus concerté et coordonné, elle est mise en œuvre dans le cadre de la déconcentration, de la décentralisation et de la gestion de proximité. Cette loi comporte plusieurs volets :

- Volet urbain : elle a pour objectifs, entre autre, la maîtrise de la croissance urbaine, la correction des déséquilibres urbains, la restructuration, la réhabilitation et la modernisation du tissu urbain pour le rendre fonctionnel.
- Volet social : elle vise, entre autre, la lutte contre la dégradation de la vie dans les quartiers, la promotion et la préservation de l'hygiène et de la santé publique.
- Volet de la gestion urbaine : elle a pour objectif de promouvoir la bonne gouvernance par, entre autre, la réaffirmation de la responsabilité des pouvoirs publics et la participation du mouvement associatif et des citoyens dans la gestion de leur ville.

Ainsi le concept du développement durable est aujourd'hui présent dans les textes législatifs et les politiques publiques en Algérie et notamment dans celle de la ville dès la promulgation de la loi d'orientation de la ville en 2006. E. B. AZZAG (2007) souligne que , « *La démarche de développement durable, introduite par des outils législatifs depuis le début de la décennie actuelle, impose progressivement une autre vision de la planification spatiale : en traitant la ville comme un ensemble vivant avec ses volets social, économique, environnemental et urbain, elle ne se limite plus uniquement à la conception de répartition des fonctions urbaines, du mode d'occupation du sol et de délimitation des secteurs des extensions, mais commence à envisager le développement urbain comme une association holistique des domaines dont la prise en charge relève d'une démarche systémique* »¹⁹.

¹⁹ E.B. Azzag (2007). « Alger, le territoire invente son avenir »

1.2.3 : Les objectifs de la politique de la ville

Les objectifs et les orientations de la politique de la ville ont été réaffirmés par le SNAT 2030. Ce dispositif est aujourd'hui l'instrument qui traduit et met en forme les orientations stratégiques de développement durable du territoire dont la plus importante est le rééquilibrage territorial, avec la déconcentration de la bande nord, au profit des hauts-plateaux et du sud. Il constitue aussi le cadre de référence de l'action publique, en vertu de son article 2 portant approbation du SNAT, y compris urbaines, pour les (20) vingt prochaines années

Cependant, la politique de la ville instituée par la loi 06-06 du 20 février 2006 portant loi d'orientation de la ville, dont l'objet principal est de fixer les dispositions particulières visant à définir les éléments de la politique de la ville dans le cadre de la politique de l'aménagement du territoire et du développement durable. Cette loi explicite la politique de la ville à travers 29 articles. La politique de la ville est définie à l'article 14 comme suit :

- Arrêtant une stratégie tout en fixant les priorités pour le développement durable de la ville
- Réunissant les conditions de concertation et de débat entre les différents intervenants dans la politique de la ville ;
- Arrêtant les normes et les indicateurs urbains ainsi que les éléments d'encadrement, d'évaluation et de correction des programmes et actions arrêtés ;
- Trouvant des solutions pour la réhabilitation de la ville, la requalification de ses ensembles immobiliers et la restructuration des zones urbaines sensibles ;
- Concevant et en mettant en œuvre des politiques de sensibilisation et d'information destinées aux citoyens ;
- **Mettant en place les instruments d'intervention et d'aide à la prise de décision pour la promotion de la ville ;**

- Favorisant le partenariat entre l'Etat, les collectivités territoriales et les opérateurs économiques et sociaux pour la mise en œuvre des programmes de la politique de la ville
- Veillant à la cohérence des instruments liés à la politique de la ville et en assurant le contrôle et l'évaluation de sa mise en œuvre.

Cependant le SNAT 2030 propose en plus des objectifs, une stratégie et un programme d'action dans le cadre du PAT 18²⁰.

Objectif

- Mettre en place une ville algérienne qualitative, compétitive, attractive et durable capable de répondre aux besoins de ses habitants et aux mutations productives ainsi que de contribuer à une véritable culture et identité urbaine

Stratégie

- Promouvoir une Ville durable ;
- Assurer la qualité et le renouvellement de la forme urbaine ;
- Adapter la ville aux exigences des activités économiques ;
- Préserver et valoriser l'écosystème urbain ;
- Mettre la ville « hors risques » ;
- **Maîtriser la gestion urbaine ;**
- Lutter contre les exclusions et les marginalisations et mettre à niveau les « Zones Urbaines à Handicaps » (Z.U.H).

²⁰ Le SNAT, sur la base de six grands enjeux, a dégagé quatre lignes directrices et vingt Programmes d'Action Territoriale (PAT n°18 : **Le renouvellement urbain et la politique de la ville** fait partie de la ligne directrice n°04 « Réalise l'équité territoriale »

Programme d'action

- La rénovation urbaine,
- Le rattrapage et l'intégration des zones urbaines à handicaps,
- La réforme de la gestion et du management urbains.

Donc nous constatons qu'il existe bien une politique de la ville aux objectifs définis par la loi, et confirmés par le SNAT avec un programme d'action.

Cependant et compte tenu de la situation dégradante dans laquelle se trouve nos ville, K.BECHAR (2016) dénote que « *les décisions relatives à la **gestion** et à l'édification de la ville demeurent confrontées à un état des lieux et une réalité urbaine particulièrement complexes, alors que l'important dispositif législatif relatif à l'urbanisation et au cadre bâti, mis en place depuis 1990, et renforcé par la promulgation des lois cadre des années 2000, ayant pour référence le développement durable, peine à être appliqué sur le terrain* »

De même K. BECHAR (2016), précise que « *Malgré une politique de la ville aux objectifs définis par la loi, et confirmés par le SNAT, le décalage entre les objectifs affichés et les réalités urbaines demeure* ».

Finalement, il est vrai que plusieurs lois ont été promulgué et mise dans le cadre d'une approche de développement durable en Algérie, durant les vingt dernières années, cependant, pour atteindre les objectifs visés par ces lois, nous avons besoin d'informations en quantité et qualité afin de constituer des bases de données fiables pour la modélisation des outils de gestion urbaine pour l'aide à la prise de décision.

1.3 : Qu'en est-il pour la gestion urbaine en Algérie ?

1.3.1 Définition de la gestion urbaine

Le concept de la gestion urbaine est large. Néanmoins l'idée traditionnelle se distingue par une bonne planification d'une ville accomplie par des acteurs institutionnels suite à un mandat, afin de prendre des décisions, pour piloter le développement.

Cependant, la gestion d'une collectivité urbaine regroupe cinq défis « *assurer des bases économiques, construire des infrastructures, améliorer la qualité de vie, assurer l'intégration sociale, garantir les bonnes conditions de gouvernement.* »²¹

De ce fait la question de la gestion quotidienne des villes s'applique, à l'entretien des dynamiques existantes au sein de la ville, par le contrôle de l'**étalement urbain**, l'enlèvement des déchets, l'entretien des espaces publics, engager des opérations de rénovation urbaine, la gestion du stationnement...etc., mais encore à la planification de stratégies, sur la base d'un diagnostic de l'état actuel. Quant aux enjeux de la gestion urbaine durable, leurs modes se caractérisent par la réduction des consommations d'eau et d'énergie, favoriser le recyclage des déchets, engager des travaux de rénovation ...etc. Inévitablement, leur déficit entraîne une dégradation rapide de l'environnement, des bâtiments et des espaces urbains ce qui réduit leur durabilité.

1.3.2 Réalités de la gestion urbaine

La réalité des actions entreprises dans le cadre de la gestion de nos villes sont réalisées dans un contexte rarement prospective, elle se limite à résoudre les problèmes prioritaires. De plus, dans les localisations les plus complexes, les administrateurs vont jusqu'à démissionner de certains quartiers. Généralement, dans la pratique en aménagement et en gestion de nombreuses décisions sont prises sans faire appel aux données cartographiques actualisées et par conséquent à référence spatiale.

Cependant, dans le cadre de la Thèse de K.BECHAR(2016), il ressort ce qui suit de la réalité et la prise en charge des enjeux environnementaux et du développement urbain durable en Algérie : « *l'action publique urbaine, (...), ne semble pas transformée, le souci de s'inscrire dans un nouveau mode de production des aménagements urbains et du cadre bâti (...), maîtrise de l'étalement urbain, typologie et qualité de l'habitat, prise en charge et*

²¹BORJA et CASTELLS (1997) cité par A. REPETTI (2004) : Thèse Doctorale « Un concept de monitoring participatif au service des villes en développement. Approche méthodologique et réalisation d'un observatoire urbain »

*préservation de la verdure urbaine, etc. (...) , les pouvoirs publics peinent à sortir des circuits déjà tracés en matière de production urbaine, l'exemple le plus significatif étant celui de la production de logements, de manière massive et extensive, alors qu'il s'agit de la base du cadre de vie des populations et le terrain essentiel d'application de **la gestion urbaine** ».*

De ce fait et selon REPETTI (2004), la découverte du syndrome *urbain et péri-urbain* a permis de constater la grande complexité des problèmes d'urbanisation liées à la croissance des villes, leurs **gestions** et de la recherche de solution et a notamment mis en exergue la nécessité de proposer des outils intégrés pour l'atténuer.

A ce titre, dans le chapitre qui suit, nous traiterons des technologies de l'information, de la puissance et de la pertinence de ces instruments pour mettre en œuvre une modélisation pour répondre à la gestion des problématiques urbaines pour l'aide à la décision.

Chapitre 2/ La géomatique en tant que système d'information pour la gestion des territoires

2.1 : Origine et définitions de la discipline

Qu'est-ce que, la géomatique ? Ce terme « géomatique » au attribut énigmatique, va nous convier à découvrir les enjeux et les défis de cet Univers.

Ce chapitre est consacré à la compréhension de la dimension géomatique .Avant tout, on présentera quelques définitions , en s'appuyant notamment sur quelques sites, ceci nous permettra de constater comment ce mot clé est intercepté dans le moteur de Google Earth afin de concéder à cette nouvelle discipline une définition, puis on étalera l'histoire et la genèse de la géomatique ensuite on tentera d'en proposer une définition intelligente produite par certains auteurs et chercheurs et enfin on mentionnera ses applications.

2.1.1 : Définitions

1. *Est la combinaison syntaxique de deux mots : Géographie et Informatique. Elle a été déterminée pour regrouper de façon cohérente l'ensemble des **connaissances** et **technologies** nécessaires à la production et au traitement des données numériques décrivant le territoire, ses ressources ou tout autre objet ou phénomène ayant une position géographique*
2. *Est la contraction des termes "géographie" et "informatique". Il s'agit d'un ensemble de **technologies** permettant de **modéliser**, de **représenter** et d'**analyser** le territoire pour en faire des représentations virtuelles : géolocalisation, imagerie spatiale, bases de données, systèmes d'information et SIG (Système d'information géographique), systèmes décisionnels, technologies du Web*
3. *Est une **discipline** regroupant les pratiques, **méthodes** et **technologies** qui permettent de **collecter**, **analyser** et **diffuser** des données géographiques. L'objectif final de la*

*géomatique est la représentation spatiale des données récoltées pour **identifier, représenter et démontrer** les résultats d'analyses statistiques.*

4. *Est un **domaine** qui fait appel aux **sciences**, aux **technologies** de mesure de la terre ainsi qu'aux **technologies** de l'information pour faciliter l'**acquisition**, le **traitement** et la **diffusion** des données sur le territoire (aussi appelées "données spatiales", données géospatiales" ou "données géographiques") ». Centre de recherche en géomatique de l'université Laval -CRG-, Québec.*
5. *Regroupe l'ensemble des **outils** et **méthodes** permettant d'**acquérir**, de **représenter**, d'**analyser** et d'**intégrer** des données géographiques. La géomatique consiste donc en au moins trois activités distinctes : **collecte**, **traitement** et **diffusion** des données géographiques.*

Les définitions énumérées ci-dessus sont diversifiées. En quoi ces définitions diffèrent-elles ? Afin de mieux distinguer l'opportunité de cette « discipline », d'abord nous avons jugé utile d'identifier et repérer les lexiques reproduits dans les définitions et aller chercher dans l'histoire les fondements techniques du terme géomatique, sa trajectoire, ainsi que l'étymologie du terme géomatique nous permettra de retrouver sa création et ses origines.

Selon L. POLIDORI (2008) «*la géographie s'efforce notamment de déchiffrer ces écritures que la nature et la société ont tracées à la surface de la Terre (comme la frontière États-Unis Mexique ou la déforestation amazonienne parfaitement visibles sur des images de satellites), mais avant de pouvoir lire et comprendre ces écritures il a fallu doter la surface de la Terre d'une géométrie (qui permet de se repérer) et même d'une topologie (qui permet de définir entre les objets géographiques des relations comme l'inclusion ou l'adjacence). Le socle sur lequel la géomatique est construite, c'est donc la géométrie, ...*»²².

²² « Les origines et les principes de la géomatique ». Revue XYZ • N° 114 – 1er trimestre 2008

2.1.2: Rapport entre la géométrie et la géomatique

« La géométrie est la science des propriétés de l'étendue (...). Ce mot est formé de deux mots grecs, γη ou γαία, terre, et μετρία, mesure ; et cette étymologie semble nous indiquer ce qui a donné naissance à la géométrie : imparfaite et obscure dans son origine comme toutes les autres sciences, elle a commencé par une espèce de tâtonnement, par des mesures et des opérations grossières, et s'est élevée peu à peu à ce degré d'exactitude et de sublimité où nous la voyons »²³. Aussi, « La Géométrie est une science qui a pour objet la mesure de l'étendue »²⁴.

Nous retenons de cette définition, « mesure » et « terre », d'où la géométrie, signifie « la science de la mesure de la Terre ou de l'étendue ». La géométrie, discipline dominante chez les Grecs, est en plein essor au VI^{ème} siècle av. J.C. La forme et la dimension d'un objet sont des éléments fondamentaux pour sa représentation et son édification.

Les géomètres de l'antiquité sont parvenus à mener des raisonnements scientifiques concluant avec l'aide de la géométrie et par les moyens techniques dont ils disposaient. C'est l'observation du ciel qui a permis de se localiser d'abord par la mesure des latitudes maîtrisée dès l'Antiquité au moyen d'un gnomon, puis des longitudes à partir du XVIII^{ème} siècle. Et ce sont des astronomes de l'Egypte antique qui ont dimensionné notre planète, par la fameuse méthode utilisée par Eratosthène pour calculer la circonférence terrestre et par le modèle géocentrique du monde de Ptolémée et d'Aristote qui s'est imposé pendant près de 14 siècles, jusqu'à la fin du Moyen Age avec la révolution copernicienne.

Au XX^{ème} siècle le développement de l'informatique, avec l'apparition des micro ordinateurs dans les années 80-90, le développement d'outils à savoir la DAO et CAO dans

²³ Définition, extraite de la grande Encyclopédie de Diderot- D'Alembert cité par J.P. FRIEDELMEYER

²⁴ Legendre la 1^{ère} édition de ses *Éléments de Géométrie* (1817) Cité par J.P. FRIEDELMEYER « La géométrie : histoire et épistémologie »

les années 80, ont favorises la création d'une géométrie numérique, par des actions de langage de programmation, des capacités graphiques. C'est cette géométrie numérique qui a permis le développement des logiciels de dessin technique et de système d'information géographique. Les progrès de la géométrie généralement très ancienne, avec le développement de l'informatique a stimulé la naissance de la géomatique d'aujourd'hui qui doit beaucoup au progrès qu'a connu l'astronomie, sans laquelle comme le dit L. POLIDORI, « *la géographie serait restée locale et descriptive, et la terre serait plate* ». L'arrivée de l'informatique marque l'aube de la géomatique.

2.1.3: Vers une géométrie numérisée : La géomatique

Etymologiquement, le mot est formé du préfixe géo : la Terre, ou diminutif de géographie et du suffixe matique, dérivant de l'informatique. Si le terme « géo-graphie » évoqué dans certaines définitions ci-dessus, s'avère s'imposer ceux de :

- « Géo -désie », science de la détermination de la taille et de la forme de la Terre – la mesure de la Terre, émerge aussi d'après le Professeur G. Béné Bertin.²⁵
- « Géo-metrie » science des propriétés de l'étendue-la mesure de la Terre, peut se proposer aussi, « pourquoi pas ». « *Nous mettrons en évidence une sorte de généralisation polémique qui fait passer la raison du pourquoi au pourquoi pas* ». Gaston Bachelard (1934).

De ce fait, historiquement le terme « géomatique » est proposé à la fin des années 1960 par le scientifique français Bernard Dubuisson, un géomètre et photogrammètre. C'est au Québec que le mot géomatique a été adopté et a pris toute sa signification au début des années 1980, particulièrement à l'Université de Laval, pour se propager au Canada et aux Etats Unis. Il réintègrera la France dans les années 90. Qu'en est-il en Algérie ?

²⁵ Université de Sherbrooke (Québec, Canada) cité par J. P. BORD (2015) « Qu'est-ce que la Géomatique ? »

Méconnue du grand public, il convient de constater que ce terme est un néologisme, datant de la fin du XX siècle. La géomatique, est pourtant de plus en plus présente dans plusieurs de nos activités quotidiennes. Elle se situe à la croisée de plusieurs domaines et fait appel à des disciplines comme la topométrie, la cartographie, la géodésie, la photogrammétrie, la télédétection et l'informatique. Le caractère singulier de la géomatique réside dans la manière de mettre ces outils en corrélation, aux possibilités extraordinaires de traitement associées à l'informatique.

Par ailleurs, pour certains auteurs, la synergie entre la géographie et l'informatique n'est pas suffisante pour définir la géomatique. Pour compléter cette partie épistémologique, une définition est proposée, tout en sachant que toute définition est problématique et évolutive.

Ainsi, en 1993 l'Office de la langue française du Québec adopte le terme géomatique comme « *une discipline ayant pour objet la gestion des données à référence spatiale par l'intégration des sciences et technologies reliées à leur acquisition, leur stockage, leur traitement et leur diffusion* »²⁶. Si l'on retient, la définition de M. Bergeron (1992), celui-ci n'évoque point le contexte disciplinaire géographique. En plus, M. Bergeron (1992) intègre à la suite de cette définition les disciplines suivantes : mathématiques, physique, informatique, topométrie, cartographie, géodésie, photogrammétrie et la télédétection.

Seulement, et à titre d'exemple T. JOLIVEAU (2004) reconstruit la définition de M. Bergeron (1992) de la manière suivante : « *Une discipline ayant pour objet la gestion des données à référence spatiale par l'intégration au moyens de l'informatiques des savoirs et des technologies reliées à leur acquisition, leur stockage, leur traitement et leur diffusion et principalement : topométrie, cartographie, la géodésie, la photogrammétrie et la télédétection.* ». Parcours 5 de son HDR²⁷.

²⁶ Marcel Bergeron (1992), Vocabulaire de la géomatique

²⁷ HDR : Habilitation à Diriger des recherches. Parcours 5 : « Question de géomatique en géographie. Essai d'analyse de la situation française »

A cette occasion T. JOLIVEAU (2004) propose la définition subséquente « *La géomatique, est la constitution progressive d'un champ de pratiques et de savoirs à partir de la prise de conscience progressive que des formes distinctes d'information convergent vers une structure numérique commune. Plus la numérisation des technologies de l'information à référence spatiale avance, plus aisée devient la connexion entre les différentes applications et métiers liés à cette information* ». Parcours 5 de son HDR.

De ce fait, toutes ces définitions, ne sont que des déclinaisons ajustées à partir de la définition de base donnée par M. Bergeron (1992). Nous estimons qu'on accorde beaucoup d'intérêt à cette nouvelle discipline. Ainsi, la géomatique consiste à au moins trois fonctions certaines : collecte, traitement et diffusion des données géographiques.

2.2: La géomatique au service de la gestion des Territoires urbains

2.2.1 : Nouvelles technologies de l'information et de la communication

Depuis quelques années, l'arrivée des systèmes informatique a permis l'efficacité du travail grâce au stockage de l'information dans des bases de données dans toutes les institutions publiques ou privés. Ainsi avec l'avènement de l'informatique et le développement des outils logiciels, le traitement de l'information géographique a subi un bouleversement conséquent. C'est d'abord le processus de la production cartographique qui s'est automatisé, en passant de la méthode traditionnelle du dessin sur table au dessin assisté par ordinateur. Nous assistons aussi au développement des globes virtuels dans les années 2000.

Un bouleversement capital apparaît vers les années 2004-2005 par le lancement de Google Earth avec l'utilisation des réseaux de communication via internet permettent d'échanger différents types d'informations à distance, en temps réel ou différé. Aussi, nous assistons à l'essor des technologies géonumériques pour le grand public, notamment Google Maps et Street...etc. Également, cette période correspond à l'accroissement considérable de la quantité d'information géographique disponible et à sa diffusion via internet par la mise en

ligne du Géoportail, ceci à favoriser la démocratisation de l'information géographique et à la généralisation de son utilisation sans oublier la mise à disposition du GPS²⁸ depuis 1996 pour les civils

Finalement, ces *nouvelles technologies de l'information et de la communication* (NTIC) dont la géomatique, sont un ensemble d'outils et de techniques résultant de la combinaison des télécommunications, de l'informatique et de l'audiovisuel, avec la numérisation de l'information comme dénominateur commun (REPETTI 2004).

La géomatique apparaît donc comme étant l'étape suivante de l'informatisation des organismes spécialisés puisqu'elle vient parfaire les outils informatiques mis en place en permettant une gestion intégrée des bases de données géographiques. Sa fonction sollicite malgré cela une réflexion particulière, compte tenu de son caractère nouveau.

2.2.2 : Contraintes et potentialités de mise en œuvre

Le grand nombre d'informations reliées au territoire rend difficile la gestion et la planification des territoires urbains de nos villes. Cette situation nous conduit à repenser et à réorganiser la manière d'œuvrer en modernisant les approches et les outils de gestion. Les potentialités de ses outils nous permettent une modélisation spatiale (description formalisée du comportement systémique) et de simulation²⁹ (son immersion dans le temps) pour la gestion des territoires urbains et contribue à faciliter la compréhension des problématiques pour une meilleure intervention et prise de décision et améliore les opérations des divers domaines d'activités en permettant l'intégration et l'analyse de toute l'information à référence spatiale.

Cette nouvelle forme d'intelligence urbaine est une véritable opportunité pour les villes en crise qui subissent constamment des interventions et un développement aléatoire et anarchique. Sur ce dernier point, objet de notre problématique, l'apport de la géomatique est plus que nécessaires, eu égard aux contraintes et à la complexité de la situation liée à la gestion de nos villes.

²⁸ GPS : Systèmes de positionnement global.

²⁹ Cas de la modélisation du scénario de Quito que nous verrons dans le chapitre 3

Seulement, la puissance de ces instruments, dépend de la qualité de leur utilisation. Selon REPETTI (2004), entre potentialités pour la gestion urbaine et conséquences négatives ou inattendues de certaines mises en œuvre, la question n'est cependant pas de savoir si les systèmes d'information peuvent être bénéfiques à la ville, mais de savoir comment les utiliser au mieux pour répondre aux besoins des gestionnaires et des espérances citoyennes pour le développement. Aussi, une attention particulière doit être portée aux contraintes de mise en œuvre de ces instruments, d'une part techniques (coût, accessibilité et définition des besoins), d'autre part méthodologiques, nécessitant une adéquation aux conditions locales, une participation réelle dans un but de gouvernance urbaine.

2.2.3 : Les technologies de la géomatiques

Les disciplines et les technologies géomatiques, sont la télédétection, la topométrie, la géodésie, la photogrammétrie, la cartographie et l'informatique. La géomatique fournit donc non seulement les moyens d'acquisition de données numériques localisées (télédétection, photogrammétrie et géodésie), mais aussi les outils de gestion, d'analyse et de représentation de l'information géographique les **SIG**.

Cependant, l'évolution de ces technologies liées au progrès qu'a connu l'informatique a permis des possibilités de représentations. Dans le domaine de l'urbanisme les modes de restitution numérique en 3D par la photogrammétrie représentent un atout considérable, surtout pour la compréhension des tissus historique.

Toutefois, retracer l'histoire de la photogrammétrie (utilisée la première fois par Aimé Laussedat, en 1849) c'est évoquer le créateur de la photographie aérienne. Aussi l'invention revient à Félix TOURNACHON dit Nadar qui en 1858, fait, depuis la nacelle d'un ballon captif à l'hydrogène, les premiers essais de Photographie aérienne. En pratique, il faut attendre l'entre-deux-guerres pour que la photographie aérienne se développe, avec le développement de l'aviation et plus récemment du satellite.

Aujourd'hui, les satellites d'observation sont devenus indispensables et vitales pour la surveillance de l'environnement, la cartographie, la gestion des risques et des infrastructures,

des ressources terrestres, l'observation des océans et des glaces, et aussi du changement climatique...etc. Les satellites sont devenus sans frontières.

A ce titre, l'Algérie et dans le cadre du programme spatial national (PSN) horizon 2020, l'Agence Spatiale Algérienne (ASAL) a lancé deux satellites d'observation de la terre à haute résolution spatiale en l'occurrence ALSAT-2A³⁰ et ALSAT-2B³¹ dont la résolution spatiale est de 2.5m en panchromatique et 10m en multi-spectrale afin de répondre aux besoins des utilisateurs nationaux institutionnels, en imagerie spatiale et en données de télédétection dans le but de disposer d'une cartographie nationale précise et actualisée.

2.2.4 : Outil Spatial pour la Cartographie du Territoire Algérien : Imagerie ALSAT

L'imagerie satellitaire représente un grand rôle dans les différents secteurs d'activités socio-économique. Cette stratégie à haute résolution spatiale (2,5 m) Alsat-2A en 2010 et Alsat-2B en 2016, fait de l'imagerie spatiale une grande source informationnelle pour la révision cartographique en Algérie. Ils contribuent, de par leurs richesses spectrales et leurs résolutions spatiales, à améliorer les études dans le domaine de l'étalement urbaine, gestion de déchets, inventaires ...etc.

Zone géographique	Total 2016	Total 2010 - 2016
ALGERIE	4311	26 314
AFRIQUE (hors Alg.)	714	9360
EUROPE	161	819
ASIE + Australie+ Antarctique	449	1867
AMERIQUES	473	1932
TOTAL GENERAL	6108	40 292

65% des images Alsat-2A reçues par la Cellule Imagerie pendant la période 2010-2016 couvrent le territoire National Algérien. Les images satellitaires sont reçues et emmagasiner dans la Base de Données au niveau de la Cellule Imagerie de l'ASAL. La cellule représente le noyau de tous les travaux entrepris sur l'imagerie

Figure 1 : Répartition des images ALSAT 2A par continent
Source : ALSAT utilisateurs (2017)

³⁰ Le satellite Alsat-2A a été mis en orbite le 12 juillet 2010, depuis le site de lancement de Sriharikota (Inde) par le lanceur Indien PSLV-C15, à une altitude nominale de 680 Km avec une inclinaison orbitale de 98.2°.

³¹Le satellite Alsat-2B a été lancé le 26 septembre 2016 depuis le site indien de Sriharikota.

ALSAT depuis l'acquisition, l'exploitation, le contrôle et la commercialisation, pour assurer une diffusion rapide de produits images de qualité. Désormais, l'utilisation de cette source de données est plus que nécessaire vu **le coût élevé des produits spatiaux étrangers.**

Cependant, avant l'exploitation des images satellitaires à haute résolution spatiale ALSAT à des fins cartographiques ou pour l'intégration dans les systèmes d'information géographiques (SIG), un volet très important doit être pris en charge : le modèle géométrique et l'évaluation de sa qualité pour la révision cartographique

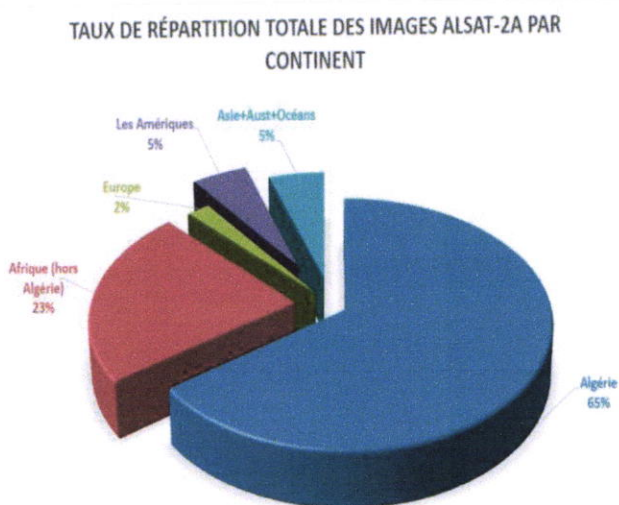


Figure 2 : Taux de répartition totale des images ALSAT 2A par continent
Source : ALSAT utilisateurs (2017)

2.2.4.1 : De l'image à l'ortho-image

Ainsi, l'image spatiale en elle-même n'est pas exploitable directement dans un but de mesure à cause des différentes altérations causées par le capteur lui-même, le vecteur, la trajectoire du rayon lumineux et l'objet pris en image (mouvement du satellite, géométrie de l'imageur, topographie du terrain et autres phénomènes causés par la propagation de la lumière).

Afin de modéliser correctement ces distorsions et les corriger, des prétraitements de l'image de niveau 1A ou 2A doit être utilisée.

- **Niveau 1A** : le produit image de niveau 1A est destiné à la réalisation d'orthoimages (cartographie de base, cadastre...). Il est calibré sur le plan radiométrique, et est

fourni dans un format standard (Geotif) géoréférencé avec des coordonnées géographiques (longitudes et latitudes) dans le système géodésique international WGS 84.

- **Niveau 2A :** Le produit image de niveau 2A est destiné aux projets thématiques (aménagement, environnement, étude urbaine, ...). En plus des prétraitements du niveau 1A, le produit image de niveau 2A dispose d'un modèle géométrique corrigé (distorsion du plan focal, attitude et position satellite, inclinaison orbitale...). Il s'agit d'un produit géoréférencé, prêt à être intégré dans les Systèmes d'Information Géographique (SIG) dans un format standard (Geotif, projection cartographique « Universal Transverse Mercator / UTM », système géodésique international WGS84).

Ainsi, un ensemble de traitements doit se faire afin de rendre l'image exploitable. Une image orthorectifiée est une image géocodée de précision cartographique. L'image ainsi obtenue est appelée orthoimage (ou orthophotographie)

L'orthoimage reste un fond incontournable dans un SIG, elle est superposable avec les différentes couches d'informations spatiales de type vecteur et une assise pour toute vectorisation.

En définitive, la banque de données utilisées dans le cadre de la modélisation d'un **SIG** est d'une grande importance est prédisposées à une série d'opérations de prétraitements ceci pour mettre à la disposition des utilisateurs des fonds cartographiques récent avec suffisamment de données pour pouvoir les exploiter facilement pour une problématique thématiques liées au territoire.

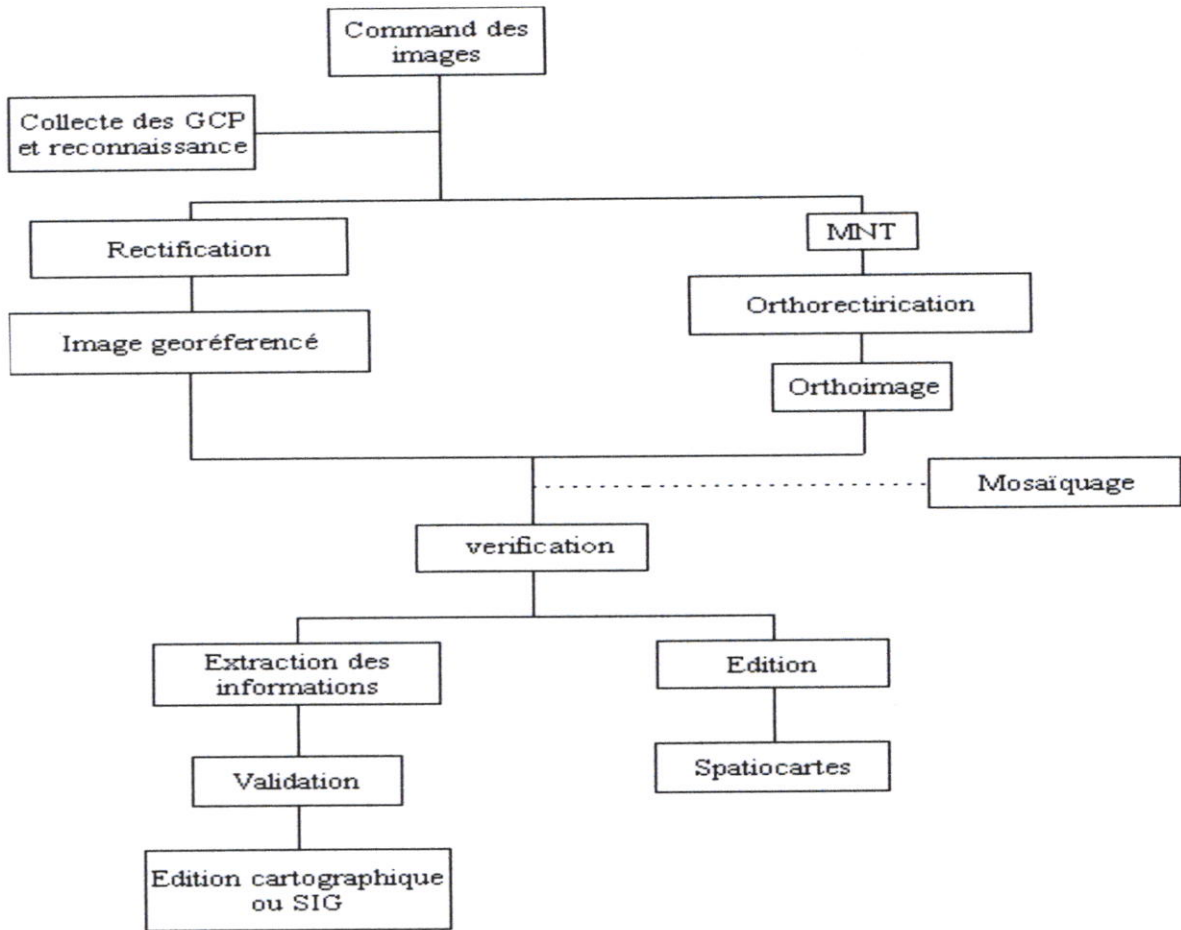


Figure 3 : Organigramme de la cartographie par image satellitaire

Source : ALSAT utilisateurs (2017)

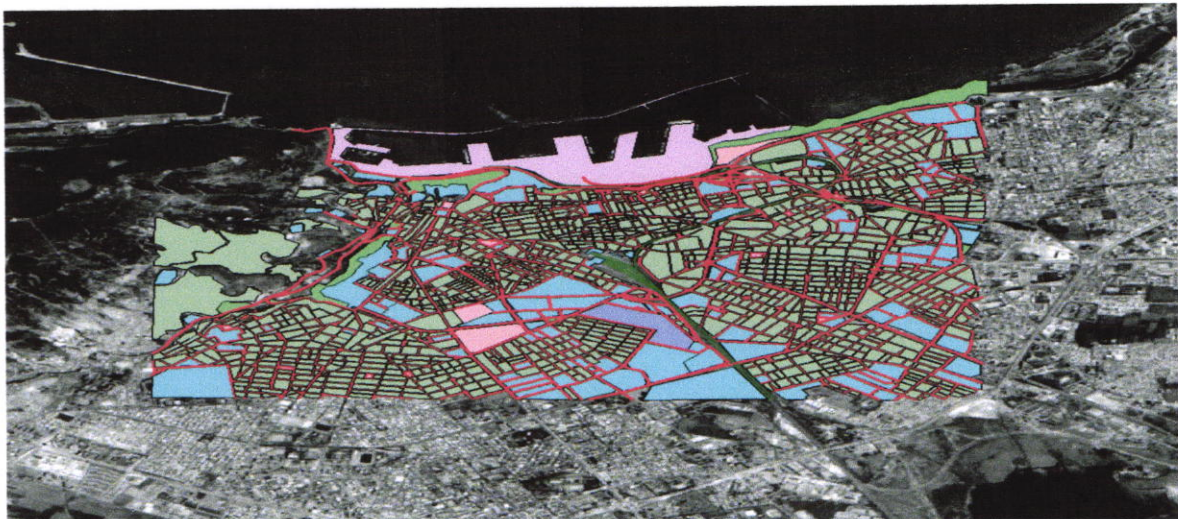


Figure 4 : Couches vectorielles issues de la restitution à partir de l'orthoimage ALSAT 2A

Source : ALSAT utilisateurs (2017)

2.2.4.2 : Mise en œuvre d'une Infrastructure Nationale de Données Géographiques « INDG » en Algérie

L'information géographique n'a de la valeur que si elle est organisée, actualisée, structurée et partagée. Seulement, un manque de connaissance des données existantes due principalement à leur **dispersion**, des difficultés d'accès aux **coûts** inhérents à la mise à jour de la donnée cartographique sont autant de facteurs à l'origine de la mise en place d'une base de données nationale geo-spatiale, gérée par un organisme national.

A cet effet, la mise en place d'une infrastructure nationale de données géographiques en Algérie a été largement débattu au Cercle National de l'Armée³². A ce titre la pertinence et l'intérêt de la mise en place d'une ANDT repose sur deux objectifs : assurer la **mutualisation** de la donnée à référence spatiale et définir les conditions nécessaires à sa **partageabilité**.

Selon ESRI France « *Une Infrastructure Nationale de Données Géographiques peut être considérée comme l'ensemble des technologies, des politiques, des standards, des ressources humaines nécessaires pour acquérir, traiter, distribuer, utiliser, exploiter et préserver les données géospatiales d'un état* ». Ainsi, pour la mise en œuvre de la stratégie pour l'information géographique, il est nécessaire de réaliser un ensemble de mesures politiques, organisationnelles, financières, juridiques et techniques.

Cependant, au jour d'aujourd'hui et conformément aux informations recueillies auprès d'un organisme National, ce dernier nous a révélé que la construction de cette ANDT est au stade embryonnaire, seul le domaine lié aux aspects juridiques devant accompagner le processus de mutualisation des données géographiques qui est mis en place.

³² Conférence sur l'Infrastructure Nationale des Données Géographiques du 09 au 10 Octobre 2012 au Cercle National de l'Armée, par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT), en partenariat avec : (ASAL) : L'Agence Spatiale Algérienne (CRAAG) : Le Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), (ANC) : L'Agence Nationale du Cadastre (OGEF) : L'Ordre des Géomètres Experts Fonciers

La conférence a vu la participation de nombreux représentants issus de différents Départements Ministériels, des scientifiques, producteurs et utilisateurs Nationaux et Internationaux

Dans la partie qui suit, nous présenterons tout d'abord les théories, les concepts liés à la construction des outils géographiques SIG

2.3: Les concepts de base des systèmes d'information géographique : SIG

« La géomatique et l'activité générale qu'on peut appeler aussi bien science de l'information géographique, et le SIG est le produit principal de cette activité » T. JOLIVEAU (2004)³³.

Le plus souvent une information est descriptive, mais le simple fait de disposer d'une information de localisation la transforme en information géographique. Les coordonnées géographiques (latitude et longitude) d'un lieu ou d'un espace donné donnent généralement la localisation la plus précise. Le terme qui définit le fait de localiser est le géo-référencement.

Afin d'appréhender les SIG, nous nous proposons dans la partie qui suit, de présenter leurs processus, quelques définitions, leurs composants, les principales caractéristiques et leurs utilisations.

2.3.1: Définition du SIG : Qu'est-ce que le SIG ?

Nous avons défini la géomatique comme étant la contraction des termes géographie et informatique. Et pour rappel la géomatique : *« Regroupe l'ensemble des outils et méthodes permettant d'acquérir, de représenter, d'analyser et d'intégrer les informations à référence spatiale issues de sources diverses (...). Cette information géographique est exploitée à l'aide de l'outil informatique, système d'informations géographiques (SIG) qui permet de constituer des bases de données spatialisées » (Collet, 2005)³⁴.*

³³ T. JOLIVEAU (2004), parcours 1 de son HDR. « Les SIG, de l'outil technique à la construction sociale ».

³⁴ COLLET (2005), cité par S. BERNIER, S. DUTHOIT, S. LADET, D. BAUDET (2015) « Les concepts de base des SIG : Les données et les fonctions générales »

Ainsi, un Système d'Information Géographique (SIG) occupe une place centrale dans la géomatique puisqu'il est l'outil informatique permettant la représentation et la manipulation des données spatiales. Par la géomatique, le SIG est un système informatisé de gestion de bases de données qui assure la collecte, le stockage, l'extraction, l'analyse et l'affichage de données à référence spatiale et d'aider à la prise de décision sur le territoire.

La littérature anglo-saxonne utilise l'acronyme anglais GIS, qui signifie à la fois « Geographic Information System » et « Geographic Information Science » pour désigner à la fois le SIRS et les outils informatiques mis en œuvre pour les traitements (SIG).

Cependant, un systèmes d'information à référence spatiale (SIRS) est « un système d'aide à la décision qui intègre des données à référence spatiale dans un environnement informatique pour la solution de problèmes spécifiques. »³⁵

L'idée de représenter un concept géographiquement, existait bien avant l'apparition et le développement de l'ordinateur. L'une des premières réussites de l'utilisation d'un système d'information géographique date de 1854, il s'agit de l'épidémie de choléra dans le quartier de Soho à Londres. Le Dr. John Snow utilisa une carte représentant les localisations de décès par cette maladie pour repérer la source de contamination qui était un puits souillé, une méthode avancé d'analyse géographique. « *La pompe la plus contaminée se trouvait au milieu des points (victimes) les plus nombreux.* »³⁶ Cette méthode lui a permis non seulement pour décrire une situation mais surtout pour analyser des groupes de phénomènes géolocalisés et interdépendants.

³⁵ COWEN, [1988, cité par Thériault, 1994 : 10], cité par REPETTI (2004)

³⁶ DENEGRÉ et SALGE, 1996, p. 82. Cité par K. CHAREF. Thèse doctorale 2010 « La représentation numérique à l'épreuve de la complexité du projet de territoire »

Le développement des SIG est étroitement lié à celui de l'informatique. MAGUIRE et al. (1991) distinguent trois périodes principales :

- 1950 –1970 : début de l'informatique, premières applications de cartographie automatique,
- 1970 –1980 : diffusion des outils de cartographie automatique/SIG
- Depuis les années quatre-vingts : croissance du marché des logiciels, développements des applications sur PC, mise en réseau (applications sur Internet.).

Ainsi, l'évolution et la diffusion des SIG dans la science et l'aménagement du territoire est à mettre en œuvre avec les développements de la technologie informatique, de la conscience environnementale (plus particulièrement depuis le sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992) et des nouvelles approches scientifiques interdisciplinaires, la gestion et la protection de la biodiversité.

Cependant et à travers notre recherche, nous avons remarqué l'existence d'une pluralité de définitions du système d'information géographique (SIG) produites, reformuler et interpréter, selon l'intérêt de chaque acteur concerné directement par cette discipline.

A titre d'exemples, le SIG :

1. « *Un système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et 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 FICCDC-1988 USA.
2. « *Est un système d'information particulier, un système permettant de communiquer et de traiter de l'information géographique, c'est-à-dire, une information qui décrit le monde terrestre* ». DENEGRÉ, SALGE (2004). « *Les systèmes d'informations géographiques* »

3. « *Système pour saisir, stocker, vérifier, intégrer, manipuler, analyser et visualiser des données qui seront référencées spatialement à la Terre. Il comprend en principe une base de données localisée et les logiciels applicatifs appropriés...etc.* ». National d'Information Géographique (CNIG) France
4. « *Ensemble de données repérées dans l'espace, structurée de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision* ». Economiste M. Didier, 1990

T. JOLIVEAU (1996)³⁷ précise que « *Les SIG ne sont pas des outils Logiciels mais des systèmes d'information constitués pour répondre à des besoins précis et qui déterminent une modélisation finalisée du monde réel* »



Ainsi, un SIG ne se réduit pas à un environnement informatique. C'est un ensemble complexe : d'outils matériels et de logiciels³⁸ pour organiser des données en système d'information, associés à un ensemble de compétences, de procédures et de méthodes pour traiter ces informations et une base de données organisée en fonction d'objectifs bien précis en formats multiples

Figure 5 : Les composantes d'un SIG
<http://www.afigeo.asso.fr/les-sig.html>
 Compléter par N. CHIKIROU

³⁷ T. JOLIVEAU (1996) « Gérer l'environnement avec des S.I.G. Mais qu'est-ce qu'un S.I.G. ? » Revue de géographie de Lyon Volume 71 N° 2 pp. 101-110

³⁸ Cas du logiciel SAVANE utilisé dans le cadre de la réalisation du scénario sismique sur la ville de Quito en Equateur. D'où les grandes fonctions d'un logiciel selon la description de BURROUGH (1986) et LAURRINI, MILLERET RAFFOLD (1993) sont :

- L'acquisition des données : saisie et contrôle des données à entrer dans le système
- La gestion des données : stockage, consultation, recherche et extraction de ces données
- La visualisation des données : affichage et présentation des données à l'écran ou sur différents supports, composition graphique et habillage
- L'analyse : transformation et combinaison des données

Cité par T. JOLIVEAU (1996) « Gérer l'environnement avec des S.I.G. Mais qu'est-ce qu'un S.I.G. ? » Revue de géographie de Lyon Volume 71 N° 2 pp. 101-110

(cartes, images, statistiques, textes) mises en application dans un système informatique de gestion par le traitement géographique (exploitation d'outils d'analyse spatiale) qui permet d'analyser et d'exploiter des informations qui ont une part graphique (spatiales) et une part numérique ou textuelle (descriptive). **Il s'agit donc d'un outil informatique qui stocke et gère des informations ayant une référence au territoire.**

Par conséquent :

« Un SIG doit s'envisager comme un projet. Il se déploie dans le temps et ses composantes varient dynamiquement en fonction des objectifs successifs qui lui sont dévolus »
T. JOLIVEAU (1996)

Dès lors, la construction d'un SIG dépendra de l'ensemble des problématiques, clairement identifiées et des objectifs que l'on souhaite atteindre en l'exploitant. Cependant, malgré la révolution technologique, l'information géographique demeure une ressource stratégique pour la modélisation d'un SIG.

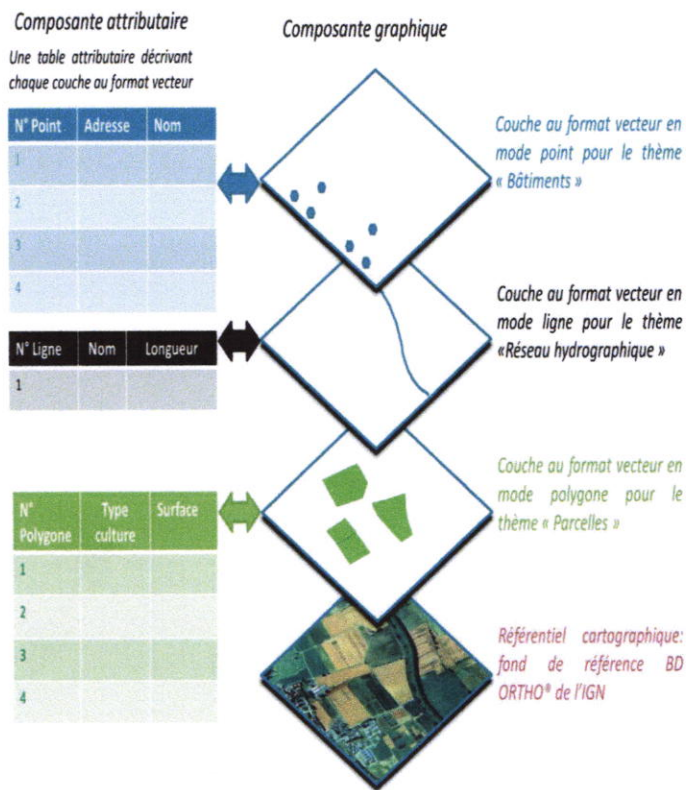
2.3.2 Constitution et contenu des bases de données

Les évolutions technologiques nous procurent une masse importante d'informations provenant du monde entier. Le SIG a la capacité de gérer simultanément des données spatialisées issues de sources différentes et dans les formats les plus divers et de les rendre compatibles. La Géodésie, la Télédétection aérospatiale, la photogrammétrie et la Cartographie sont les principales sources de données. Parmi les fonctionnalités³⁹ du SIG, citons en particulier la saisie des données : la création des bases de données nécessite une phase d'acquisition assez lourde dont les différents modes sont les suivants :

- Le relevé associé à des points ; situés sur la surface terrestre ; leurs coordonnées (x, y, z) dans un système de projection.

³⁹ Voir chapitre (2.3.4)

- La digitalisation a permis de passer de la cartographie papier à la cartographie informatique
- La télédétection permet de générer directement des cartes informatiques à partir d'une analyse de photographie aériennes ou de photogrammétrie spéciale.



Un Système d'Information Géographique permet d'exploiter toutes ces informations qui disposent d'une localisation spatiale. En effet, les données gérées dans un SIG ont une dimension spatiale (géométrique) et une dimension sémantique (alphanumérique). Ainsi, la dimension spatiale des objets ou base de données est stockée selon deux modes. Le format (matriciel) raster et le format vecteur. Dans le mode vectoriel, les couches superposables peuvent être gérées

Figure 6 : Organisation en couches de l'information géographique

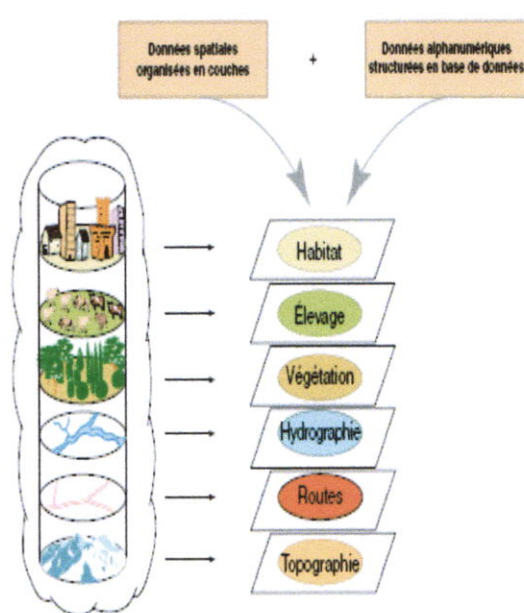
Source : S. BERNIER, S. DUTHOIT, S. LADET, D. BAUDET (2015) « Les concepts de base des SIG : Les données et les fonctions générales »

est modélisées sous forme d'une double composante (graphique et descriptive ou attributaire). (Voir Fig. 6)

Les différentes couches thématiques au format vecteur, les objets sont représentés sous forme de points (agglomération, arbres ...), ligne (réseaux routier, réseaux hydrographique, système d'irrigation...) et de polygone (tous les objets surfaciques, parcelles agricole,

contours bâtiments ...). Les objets graphiques sont ainsi enregistrés pour chacun leurs coordonnées X, Y. Chaque objet graphique d'une couche thématiques sont associées des informations descriptives stockées dans une table attributaire. (Voir figure 6)

Dans le mode raster, les données correspondent aux images issues des images satellitales, des orthophotos aériennes, des images scannées...etc. Le mode raster (le terme « raster » est anglais, signifie « trame ») est une structure permettant de manipuler et de représenter l'information cartographique à partir d'une matrice de cellules carrées appelé pixels, qui possèdent certains attributs de teinte et de couleur.



Ainsi, la représentation de l'information géographique dans un SIG, permet de superposer simultanément différentes couches d'informations géoréférencées, ce qui permet de croiser les informations. Chaque couche rassemble des informations appartenant à une même thématique (Voir figure 7). La superposition de ses couches nous produit une carte de synthèses afin de mieux comprendre les enjeux, la dynamique de développement territorial et par conséquent la facilitation des décisions à prendre.

Base de données géographique = ensemble de couches superposables

Figure 7 : Structuration de l'information géographique

Source : N.A. CHAOUCH (2012)

2.3.3 : Concept théorique pour la Modélisation d'un SIG

La première étape du travail est la modélisation spatiale des objets de recherche, elle va permettre de concevoir puis de construire le Modèle Conceptuel de données en vue de la

conception et de la création du SIG. PIROT (2003) précise que « *La modélisation a pour but de structurer l'information spatiale (géographique) et/ou aspatiale (thématique) en vue de l'acquérir (modélisation logique des données), de la stocker (modélisation physique des données), ainsi que de la gérer (Sciences de l'informatique), de la traiter, de la manipuler, de la créer, de la recréer puis de pouvoir l'interroger, l'analyser, faire des simulations et créer des scénarii en vue de vérifier et de tester des hypothèses émises au départ (théorie de l'information spatiale)* ». En effet, le concept de système d'information géographique sous-entend la notion de modélisation. Dans le monde des SIG, il existe plusieurs niveaux de modélisation qui, ensemble, donnent naissance à un système d'informations géographiques. (Figure 8) : Donc, les quatre niveaux de modélisation existants sont :

- Modélisation spatiale
- Modèle conceptuel
- Modélisation logique des données
- Modélisation physique des données

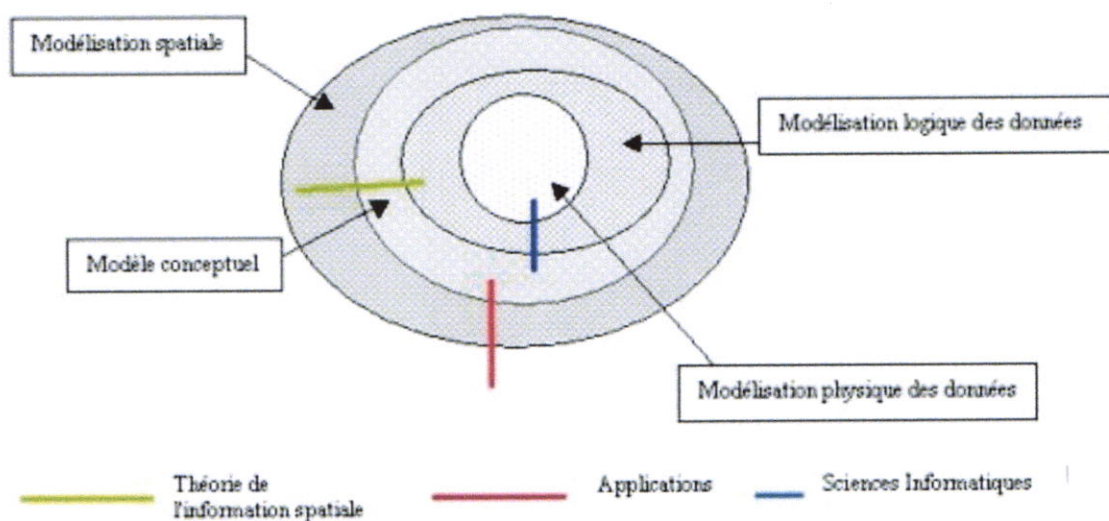


Figure 8 : Les différents niveaux de modélisation (PIROT.F.2002)

Source : « La Géodatabase sous ArcGIS, des fondements conceptuels à l'implémentation logicielle » Cité par PIROT, F. SAINT GERAND, T. (2005)

Suite au développement de la pensée « systémique » en 1970, sont apparues de nouvelles approches, de nouveaux concepts et principes de formalisation concernant d'une part la structure des données, leur gestion, leur archivage, leur mise à jour, et d'autre part la structuration de l'information spatiale et aspatiale (thématique)

La méthode HBDS (Hypergraphs Based Data Structure) est une méthode de modélisation des données relative à la théorie des hypergraphes⁴⁰, pour créer « *un modèle universel de banques de données, portable et simultanément partageable* »⁴¹

Il introduisait les concepts de la théorie des graphes et des ensembles pour appréhender d'une part les structures internes de l'information spatiale et thématique, d'autre part pour manipuler, gérer, organiser, archiver les données dans les « banques de données ». Les concepts d'Hypergraphe, de Graphe furent alors utilisés dans la conception et la création des bases de données spatialisées qui vont être alors structurées topologiquement.

La pertinence du SIG provient de l'adéquation des outils de l'information et des modèles d'analyse aux procédures de décision. Comme le souligne T. JOLIVEAU (1996). « *Il vaut mieux appliquer de bon modèles à une information de qualité moyenne, que de collecter chèrement une information abondante et pertinente qu'on utilisera mal faute de bons modèles pour la traiter* »⁴².

Donc une fois structuré, le SIG doit :

- Concourir au diagnostic et à l'analyse des phénomènes pour aide à la décision ;
- Construire une dynamique permettant l'ouverture du dialogue, l'échange et le partage des données entre utilisateurs ;
- Servir de support prospectif offrant une approche globale pour les utilisateurs et les décideurs.

⁴⁰ L'initiateur de cette méthode est François Bouillé, géologue et informaticien, qui proposa dans le cadre de sa thèse d'État en 1977 l'application et la mise en œuvre de la théorie des graphes et des hypergraphes, de la topologie

⁴¹ Titre de la thèse de BOUILLE (1977)

⁴² Le MOIGNE (1993) cité par T. JOLIVEAU (1996)

2.3.4: Comment fonctionne un SIG ?

Le principe de base repose sur un lien entre les objets géographiques et des bases de données intégrant des informations quantitatives ou qualitatives pour chaque objet. Ainsi, les fonctionnalités des SIG permettant l'exploitation des données géolocalisées (données issues de GPS, d'imageries satellitaires, de photographies aériennes, ...etc.).

Ils assurent les cinq fonctions suivantes regroupées sous le terme des « 5A » : en référence aux fonctions d'acquérir, d'archiver, d'analyser, d'afficher et d'abstraire l'information.

1. **Abstraire** : revient à concevoir un modèle qui organise les données par composants géométriques et par attributs descriptifs ainsi qu'à établir des relations entre les objets représentation du monde réel
2. **Acquérir** : revient à alimenter le SIG en données. Les fonctions d'acquisition consistent à entrer d'une part la forme des objets géographiques et d'autre part leurs attributs et relations. Saisie des informations géographiques sous forme numérique
3. **Archiver** : consiste à transférer les données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage (disque dur). Gestion de base de données, d'où l'archivage c'est à-dire le stockage des données au moyen de la saisie de l'information sous forme numérique
4. **Analyser** : permet de répondre aux questions que l'on se pose. Manipulation et interrogation des données géographiques l'analyse des données spatiales et thématiques qui fait des SIG un puissant outil d'aide à la décision
5. **Afficher** : pour produire des cartes de façon automatique, pour percevoir les relations spatiales entre les objets, pour visualiser les données sur les écrans des ordinateurs mise en forme et visualisation des résultats des analyses sous forme de cartes thématiques.

Par ailleurs, selon les indications de DENEGRÉ et SALGE (1996) dans leur « Que sais-je?⁴³, un SIG a pour finalités de comprendre et gérer le monde réel en répondant aux cinq questions de bases qu'un utilisateur se pose dès qu'il s'occupe de localisation, ces questions peuvent se résumer ainsi :

1. **Où ?** Où se situe tel type d'objets ? Quelle est la répartition spatiale de tel phénomène ?
2. **Quoi ?** Que trouve-t-on à tel endroit ? Sur un espace donné, quels objets se superposent ou se situent à proximité ?
3. **Comment ?** Quelles relations existent ou non entre ces objets ? Peut-on repérer des règles qui rendent compte de la répartition dans l'espace géographique des objets ? C'est la problématique de l'analyse spatiale
4. **Quand ?** De quand date tel objet et son évolution ? À quel moment des changements sont-ils intervenus ?
5. **Et si ?** Que se passerait - il si tel scénario d'évolution se produisait ? Quelles conséquences affecteraient les objets ou phénomènes concernés du fait de leur localisation ? (Projection dans l'avenir, étude d'impact, simulation de projet).

En effet et à titre d'exemple, en se basant sur cette démarche pour la modélisation d'un SIG, cette question « **Et si ?** » c'est posé dans un cas d'étude et de recherche pour la mise en œuvre d'un scénario sismique sur la ville de Quito en (Equateur). A travers l'utilisation du SIG, cette nouvelle technologie révolutionnaire a permis de résoudre une problématique la plus complexe, celle de défier la nature en évaluant les dégâts causés par une éventuelle catastrophe. A ce titre, on se propose dans le chapitre qui suit d'illustrer quelques exemples concrets dans un contexte applicatif et décisionnel dans le cadre de la gestion par l'utilisation des images satellitaires ALSAT 2A.

⁴³DENEGRÉ. J, SALGE F, (1996) « *Les systèmes d'information géographique* », Paris, 1^{re} éd., (Que-sais-je ? n° 3122), cité par NOIZET, H « *Méthodologie des SIG appliqués à l'histoire urbaine* », *Le Médiéviste et l'ordinateur*, 44, 2006 (Les systèmes d'information géographique)

Chapitre 3 : Les SIG dans le cadre de la gouvernance et la gestion du risque urbain : Étude de cas

L'avènement du SIG se présente comme étant l'outil garanti par excellence pour l'analyse spatiale. Cependant la construction des systèmes d'information géographique (SIG) dans les domaines de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, nécessite des données géographiques mises à jour régulièrement sur le territoire urbain et périurbain, comme outil d'aide à la décision. L'étude spatiale urbaine exige l'exploitation des images satellitaires à très haute résolution (voir le sous chapitre 2.2.1), pour le suivi des différentes infrastructures, afin d'évaluer leurs apports eu égard des données classiquement utilisées.

Les défis actuels pour résoudre les problématiques urbaines due à la pression urbaine, la dégradation de l'environnement ...etc. sont de plus en plus difficile à gérer par les municipalités « *La combinaison de l'outil informatique et de la cartographie numérique offre aux décideurs les moyens de gérer les administrations afin de faire des choix judicieux* » PRELAZ- DROUX (1995)⁴⁴.

Dans ce contexte, la création de base de données de référence et tributaires des politiques menées par les décideurs gestionnaires et opérateur intervenant dans la gestion urbaine. D'où la mise en œuvre des technologies de l'information sont des atouts de réflexion pour la **(Re)formulation de la politique urbaine**. En effet, comme le met en évidence REPETTI (2004), l'impact des technologies sur le processus de développement reste conditionné par les politiques urbaines qui les promeuvent

De ce fait, les SIG sont au centre des recherches. Ils vont permettre de comprendre le présent et d'anticiper l'avenir des territoires sous une forme utilisable par les décideurs. Comment évalué les divers renseignements disponibles et leurs incidences sur le projet ? Nous allons aborder cette problématique d'une part à travers trois (03) exemples par la contribution

⁴⁴ PRELAZ- DROUX, 1995, Cité par : ZEROILI, D. BORD, J-P ET AIT MOUSSA, A.2012 Université Paul-Valéry, Montpellier III – IRD. France

d'outil spatial pour la gestion et la gouvernance⁴⁵ urbaine dans les villes Algérienne ; Et d'autre part, en montrant un (01) exemple de mise en œuvre du SIG dû à la vulnérabilité vis-à-vis de l'aléa sismique à travers le scénario de Quito en Equateur.

3. 1 : Exemples de mise en œuvre des SIG dans le contexte urbain Algérien

Les formes de croissance non maîtrisées (voir chapitre 1) ont généré des dysfonctionnements portant préjudice au développement harmonieux et durable de nos villes.

Le développement urbain de nos villes et leurs gestions devient difficile et sollicite de plus en plus le recours à des outils qui s'inscrivent dans les impératifs de la bonne gouvernance. Certainement, la gestion urbaine présume une base de donnée spatiale fiable et régulièrement mise à jour pour faire face à la croissance spatiale liée à la pression démographique et défis à venir.

Cependant, l'application de ces nouvelles techniques d'analyse spatiale connaît une avancée appréciable dans notre pays ⁴⁶, du moins la question du secteur de la géomatique appliquée à l'aménagement urbain est une préoccupation majeure pour les pouvoirs publics d'intégrer les nouvelles technologies de l'espace et de cartographie numérique pour la modélisation des instruments d'urbanisme, afin de mieux contrôler la croissance urbaine, la prospection des réserves foncières, la restructuration des sites dégradés, le suivi de la résorption de l'habitat précaire ...etc.

Seulement, l'application des SIG dans les collectivités urbaines s'avère difficile à évaluer avec précision. Toutefois, le projet de mise en œuvre des systèmes d'information

⁴⁵ Le concept de « gouvernance » est apparu au début des années 90. Depuis lors, ce concept s'est imposé comme une stratégie incontournable de toute politique de développement

« La gouvernance est définie comme la manière avec laquelle le pouvoir est exercé dans la gestion des ressources économiques et sociales d'un pays pour le développement. Et la bonne gouvernance est synonyme de gestion judicieuse du développement. » Banque Mondiale, [World Bank, 1992 : 1] cité par REPETTI (2004)

⁴⁶ (Voir 2.2.1) : Outil Spatial pour la Cartographie du Territoire Algérien

géographique dans notre pays date de 2008⁴⁷. Dans cette perspective, ce projet a concerné en majorité toutes les wilayas du pays. Durant la période (2011), le SIG de la wilaya d'Alger(Capitale) était en cours de réalisation⁴⁸.

Néanmoins, nous tenterons de montrer trois exemples⁴⁹ d'études à travers l'apport des outils spatiales ALSAT réalisées en étroite collaboration entre l'ASAL et des différents partenaires.

3.1.1 : Contribution d'outil spatial pour la gestion urbaine dans les villes Algériennes

Les satellites Algériens dits à haute résolution spatiale tels qu'Alsat-2A et Alsat-2B, ont une résolution spatiale adaptée à la détection des espaces urbains. Ces satellites fournissent des images dans quatre bandes spectrales allant du visible au proche infrarouge d'une résolution de 10 m, et une bande panchromatique d'une résolution de 2,5 m. Ces images seront en mesure, de par leur résolution spatiale et leur richesse spectrale, à améliorer les études dans le domaine de l'aménagement du territoire et la planification urbaine en Algérie.

Le traitement des images satellitaires associées à l'usage du SIG dans l'approche et l'analyse des milieux urbains sont d'une grande nécessité. L'utilisation des images satellitaires sont indispensable en l'absence de cartographie actualisée. Cependant, l'utilisation des images satellitaires en milieu intra urbain est relativement récente en Algérie qui permet d'élaborer des documents de qualité utiles aux différentes études urbaines aux échelles adaptées. (Voir 3.1.1.1).

⁴⁷ Le ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme a signé une convention globale avec l'Agence spatiale algérienne (ASAL) pour la conception et la réalisation d'un SIG dédié au suivi des programmes d'habitat et l'évaluation des instruments d'urbanisme.

⁴⁸ « Il est beaucoup plus utilisé dans son expression cartographique (les localisations), qu'à travers le recours aux bases de données. Ces dernières ne sont pas toutes complètes par manque d'informations ». Entretien avec Mme R. BOUMEDJANE, directrice de l'agence Urbanis. ANURB juin 2011

⁴⁹ **La source** : Les trois exemples avec illustrations énumérées ci-dessous ont été présentés dans le cadre de l'Atelier National ALSAT – Utilisateurs tenu le 5 et 6 Avril 2017 à Oran, au siège du Centre de Développement des Satellites.

3.1.1.1 : Cartographie de la dynamique urbaine de la ville d'Oran à l'aide des données satellitales ALSAT-2

L'expansion spatiale des villes est devenue un phénomène remarquable qui engendre de plus en plus de problèmes environnementaux. Cette croissance a touché toutes les villes Algériennes sans exception, parmi elles, l'agglomération oranaise qui a connu une évolution accélérée concentrée qui se manifeste actuellement par un étalement de son tissu urbain qui se poursuit en direction des espaces périurbains (Fig. 9).

En effet, l'évolution du taux d'agglomération confirme cette nouvelle tendance d'urbanisation dans une périphérie qui acquiert des caractères de plus en plus urbains :



Figure 9 : Suivi de l'évolution des extensions urbaines

A/ Problématique

Face à l'ampleur et la rapidité des mutations urbaines et devant l'insuffisance des méthodes traditionnelles de collecte statistique, la demande en informations est croissante et les enjeux de plus en plus importants. Le besoin d'intégrer des données spatiales aux outils de gestion et de planification est nécessaire afin de mieux suivre l'évolution urbaine dans sa dimension spatiale et temporelle.

Certainement, la question de la dynamique urbaine présume le suivi spatio- temporel des villes qui s'appuient forcément sur la base de données cartographique la plus adaptée. La télédétection offre une perspective unique sur la façon dont la ville se développe. Ainsi, l'objectif de cette étude menée par une équipe de chercheur du Centre des Techniques Spatiales, est **l'identification de l'étalement urbain et ses caractéristiques spatiales et temporelles** à travers une carte d'occupation du sol.

B/ Méthodologie et données utilisées

Dans cette étude, l'étalement urbain et ses caractéristiques spatiales et temporelles ont été analysés à partir d'un couple d'images classifiées par l'utilisation de la méthode de classification supervisée. Cette méthode très répandue en télédétection a été retenue pour extraire les informations nécessaires à la mise en évidence de la dynamique urbaine.

Par la suite, ces images ont été converties en couches vectorielles pour pouvoir les importer dans un SIG. De cette manière, il était possible d'améliorer les contours des classes par photo-interprétation et ensuite de créer une géodatabase contenant des attributs associés à chaque classe. Cette conversion a permis également d'effectuer le calcul des superficies des extensions urbaines durant la période étudiée.

La photo-interprétation à grande échelle des images Alsat-2B a permis l'extraction des différentes couches d'information relatives à l'occupation du sol en milieu urbain(Fig.10), à savoir : Les zones d'habitat, les équipements, les infrastructures, les terrains agricoles...etc. La résolution de ce type d'images apporte une précision dans la détection de différentes couches de l'occupation du sol.

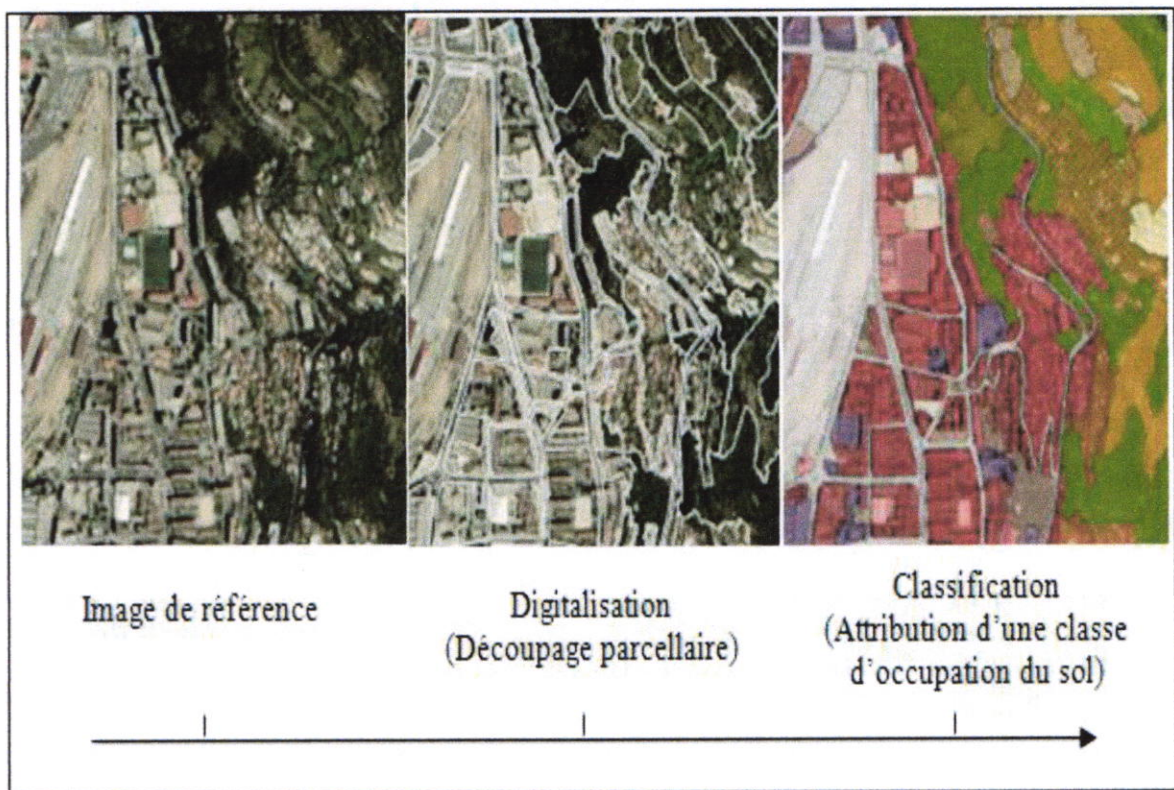


Figure 10 : Etapes du processus de photo-interprétation

L'objectif de la photo-interprétation est de transformer l'information visuelle fournie par les images en information d'intérêt à extraire de ces images. Cette méthode reste la plus adaptée pour extraire des informations suffisamment précises et détaillées sur les entités urbaines notamment dans le domaine de l'aménagement et de la planification urbaine.

Pour ce faire, il a été procédé à une fusion d'images de différentes résolutions afin d'améliorer la résolution spatiale de l'image multispectrale. Il s'agit d'une fusion à partir d'une image multispectrale à haute résolution (10m) et l'image panchromatique d'une résolution de 2,5 m. La chaîne de traitement retenue dans cette application passe par un certain nombre d'étapes de traitement pour aboutir au processus de l'identification des classes d'occupation du sol. Leur succession logique (Fig.11).

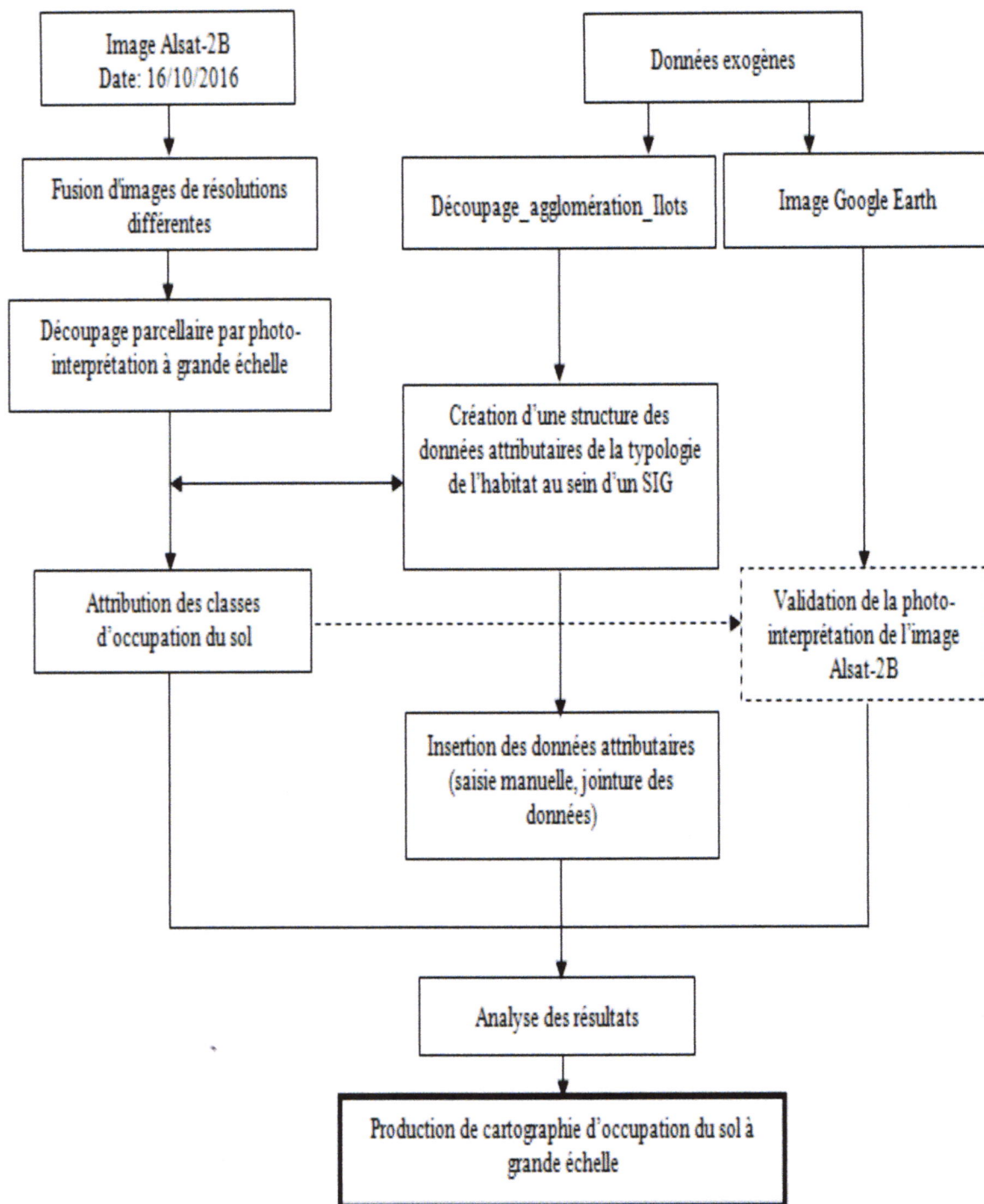


Figure 11 : Organigramme de la méthodologie utilisé pour l'identification de l'occupation du sol en milieu urbain à partir d'une image Alsat -2B

L'identification de l'occupation du sol à partir de l'image Alsat-2B indique que le milieu urbain oranais est un espace à dominante résidentielle. Les espaces urbains de la ville d'Oran se différencient plus par le type d'habitat que par une spécialisation fonctionnel (Fig.12). Seule l'agglomération d'Es-Sénia échappe à cette observation dans la mesure où elle regroupe diverses fonctions : habitats, zones industrielles et grands équipements universitaires.

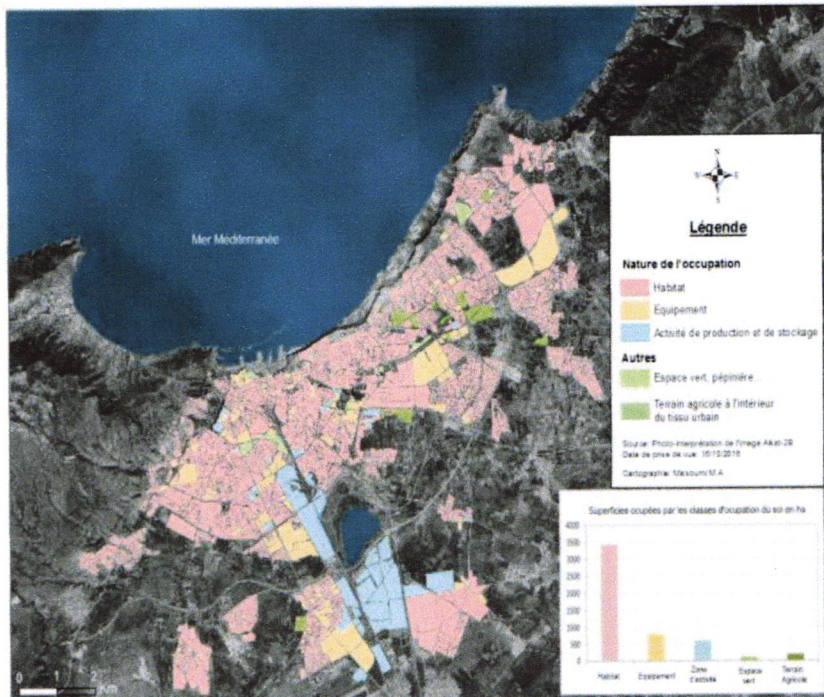


Figure 12 : Carte d'occupation du sol de la ville d'Oran

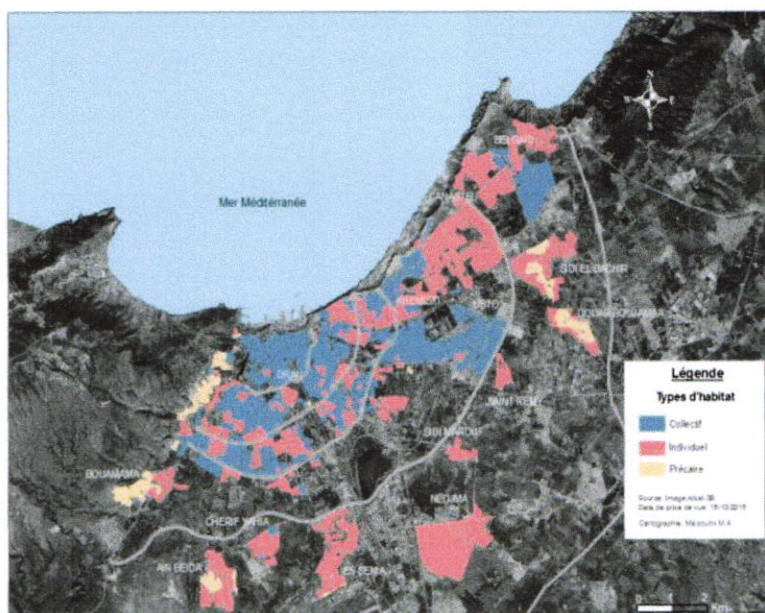
Aussi, la dispersion spatiale des équipements est évidente dans les espaces périurbains, où seuls les équipements sociaux d'accompagnement sont présents dans la périphérie. Ainsi le caractère résidentiel est la fonction essentielle de nouveaux noyaux urbains. Le processus d'identification de la typologie du bâti urbain passe par une méthode de photo-interprétation à

Type d'habitat	Image Alsat-2B	Réalité terrain
Habitat collectif Blocs d'immeubles d'une hauteur assez élevée		
Description: Habitat caractérisé par une très forte densité présentant une disposition spatiale régulière. Ce type d'habitat est facilement détectable sur l'image grâce à ses formes géométriques régulières.		
Habitat individuel Sous forme de lotissements homogènes		
Description: Espace résidentiel à faible hauteur sous forme de lotissements individuels.		
Habitat précaire Localisé dans les sites marginalisés		
Description: Habitat spontané présentant une disposition spatiale aléatoire.		

Figure13 : Typologie de l'habitat par unité bâtie

grande échelle capable d'identifier le type d'habitat en milieu urbain. L'interprétation de l'image Alsat-2B a permis d'identifier trois classes d'habitat : individuel, collectif et précaire (Fig. 14).

La typologie du bâti en périphérie se caractérise par le développement de l'habitat individuel. Ce type d'habitat est standardisé présentant l'aspect de lotissement évoquant le quartier résidentiel. Il est présent sur les deux axes privilégiés de la croissance urbaine de l'agglomération d'Oran.



Par ailleurs, la répartition de l'habitat collectif est différente selon le niveau de concentration par site. Ce type d'habitat se singularise au niveau du centre urbain de la ville d'Oran, la ZHUN de l'USTO et El Yasmine qui se distinguent par la présence exclusive de l'habitat collectif. Par contre, il a une localisation qui se restreint

Figure 14 : Typologie de l'habitat

à l'Est de la ville d'Oran. Enfin, l'habitat précaire est le domaine quasi-exclusif des sites périurbains spontanés

L'utilisation des images Alsat 2 en milieu urbain a permis au travers des traitements appliqués, de :

- Mettre en évidence les extensions urbaines sur l'ensemble de l'agglomération oranaise,
- Dresser un état des lieux de la typologie de l'habitat et de sa répartition dans le tissu urbain
- Déceler les grands types d'habitat existants dans l'agglomération oranaise.

3.1.1.2 : L'outil spatial et SIG pour l'optimisation de la gestion des déchets urbains : cas de la région d'Oran

La gestion des déchets est problématique du fait qu'elle se trouve au centre de plusieurs enjeux et intérêts. L'opération de collecte, d'acheminement, de traitement et d'élimination des déchets est considérée sous l'angle, économique, social, politique et surtout environnemental. Cette activité socio-économique sans cesse croissante de nos cités engendre une production de déchets importante, en constante évolution.

A/Problématique

Vu la dégradation de l'environnement en Algérie générée et en particulier par ce débordement due aux dysfonctionnements dans la gestion des déchets, un rapport national sur l'état environnemental a été élaboré durant l'année 2000, en établissant un diagnostic exhaustif de la situation qui se résume comme suit :

- La chaîne de gestion des déchets ménagers et assimilés, ne correspond pas aux normes requises (Moyens de collecte insuffisants /habitants, Vétusté des camions, manque d'encadrement qualifié, absence d'infrastructures de traitement des déchets répondant aux exigences de protection de l'environnement, etc.)
- Le développement de l'urbanisation, la croissance démographique et le changement de mode de consommation des citoyens, a sérieusement impacté les modes de collecte et de traitement des déchets ménagers.
- Cette dégradation de l'environnement a provoqué une dépréciation du produit intérieur brut du pays de l'ordre de 0,32%⁵⁰.

A travers ce constat accablant, les pouvoirs publics algériens ont mis en place une politique nationale en termes de dispositifs législatifs, de renforcement institutionnel ...etc.

⁵⁰ 0,19 % du PIB en impacts sur la santé

0,13 % du PIB en pertes économiques (potentiel de recyclage et de valorisation des déchets non réalisés).

A ce titre et suite à la promulgation de la loi 01-19 du 12 Décembre 2001⁵¹, un programme opérationnel de gestion des déchets dénommé PROGDEM⁵² a été mis en œuvre avec comme principaux axes :

- **Schémas directeurs communaux de gestion des déchets**
Mise en œuvre de plans communaux de gestion des déchets municipaux.
- **Centre d'enfouissement Technique (CET)**
La réalisation de Centres d'Enfouissement technique (CET) a pour but l'élimination des déchets ménagers dans des conditions respectueuses de l'environnement, et ceci à travers la réalisation de casiers étanches et de systèmes de drainage et de traitement.
- **Décharges sauvages**
Éradication et réhabilitation des décharges sauvages.

La prise en charge de cette problématique gestion des déchets est illustrée à travers l'exemple d'étude sur la région d'Oran⁵³. A cet effet, l'objectif de cette recherche, est de démontrer le rôle prépondérant des outils de la Géomatique tels que les images satellites haute résolution ALSAT-2A et leur contribution aux résultats obtenus et cartographies élaborées dans l'appréhension d'une problématique environnementale telle la gestion des déchets ménagers à travers, la mise en œuvre d'un système d'information géographique SIG

L'étude concerne **le diagnostic des circuits de collecte et l'amélioration de leur rendement**, qui a permis entre autre de mieux cerner la stratégie de déploiement des moyens de collecte et de rationaliser les circuits.

B/ Approche méthodologique adopté pour la gestion des déchets

L'étude repose sur la constitution et l'exploitation d'une base de données géographiques dont le socle de référence est une image satellite haute résolution.

⁵¹ Loi concernant la gestion des déchets

⁵² Programme de gestion des déchets ménagers

⁵³ Etude réalisée en (Avril 2017) menée par, l'Agence Spatiale Algérienne et la Direction Générale de l'Environnement et du Développement Durable

La mise en œuvre du système propose des analyses fines et objectives du territoire, à travers des indicateurs cartographiés plus adaptés aux besoins des gestionnaires urbains et acteurs. La méthodologie retenue pour la réalisation de l'étude dans une application telle que la gestion des déchets en milieu urbain comporte trois étapes principales, à savoir :

- Le diagnostic de la gestion des déchets ménagers.
- La conception et le développement du système comprenant l'élaboration de la structure de la plateforme.
- La production de cartographies thématiques ciblées.

C/ Mise en place d'une base de données à référence spatiale

Dans la thématique gestion des déchets, hormis les bacs basiques de stockage, toutes les autres entités sont identifiables et positionnables dans toute image de résolution avoisinant les 10 m. Ceci a permis d'expérimenter les images ALSAT-2A (Fig.15) dans le système et d'élaborer des produits cartographiques.



Figure15:Image Alsat -2A de résolution 2.5m de la ville d'Oran

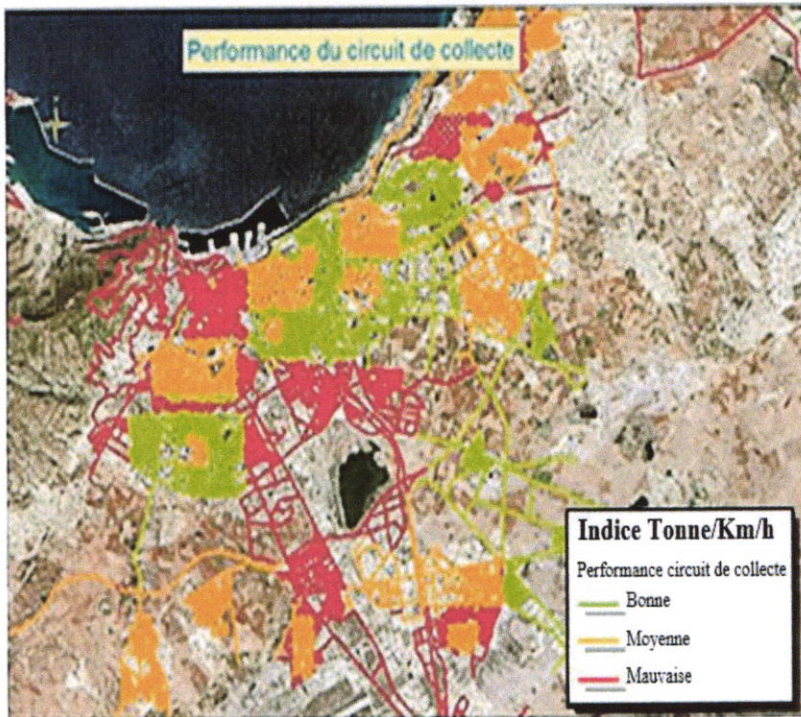


Figure 16: Evaluation de la performance de circuit de collecte

Le même indicateur calcule dans les mêmes performances des engins de collecte avec la disposition de l'existence de trois centres de transfert intermédiaires (projetés), le SIG à permet l'élaboration de la nouvelle carte exprimant l'amélioration importante visible dans le processus de collecte(fig.17)

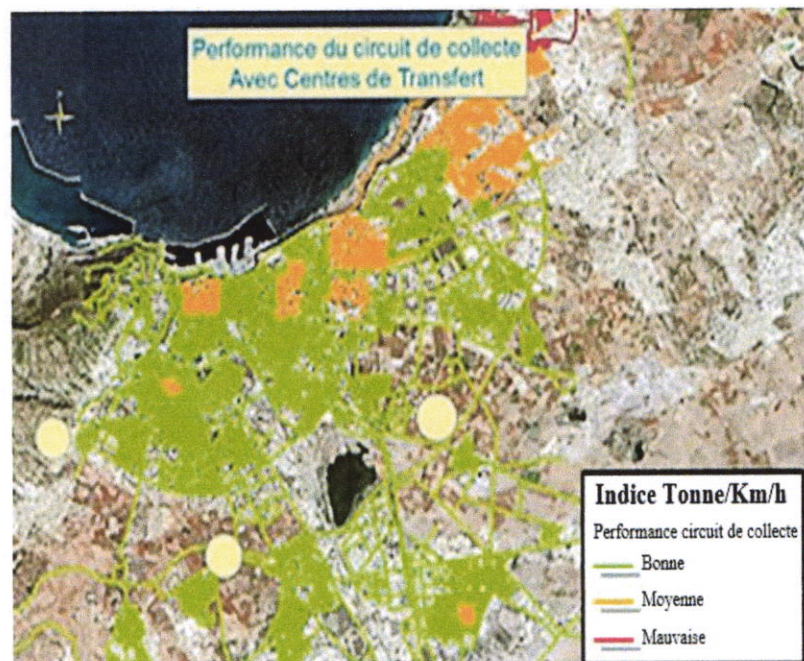


Figure 17 :Amélioration des circuits de collecte

Concernant la collecte des déchets le système développé présente un indicateur "Eval-cir" (fig.16). Cet indicateur permet de mesurer l'efficacité d'un circuit de collecte des déchets. Il est exprimé en T/Km/H : Un engin parcourant un circuit de X Km collecte Y tonnes dans un délai de H heure.



Concernant les entités structurées dans la Base de données déchets, il s'agit des entités références caractérisant la thématique déchet. Un premier produit (fig.18) permet de positionner sur image ces entités.

Figure 18: Entités de référence

Plusieurs résultats sont intéressants. Citons la cartographie des quantités de déchets produits par commune ramenée à une unité temporelle (jour, semaine, mois, an). Ce résultat (fig.19)

permet une analyse comparative entre communes engendrant une répartition rationnelle des équipes terrain et surtout une évaluation plus pertinentes des budgets et moyens à mettre en œuvre pour chaque commune.

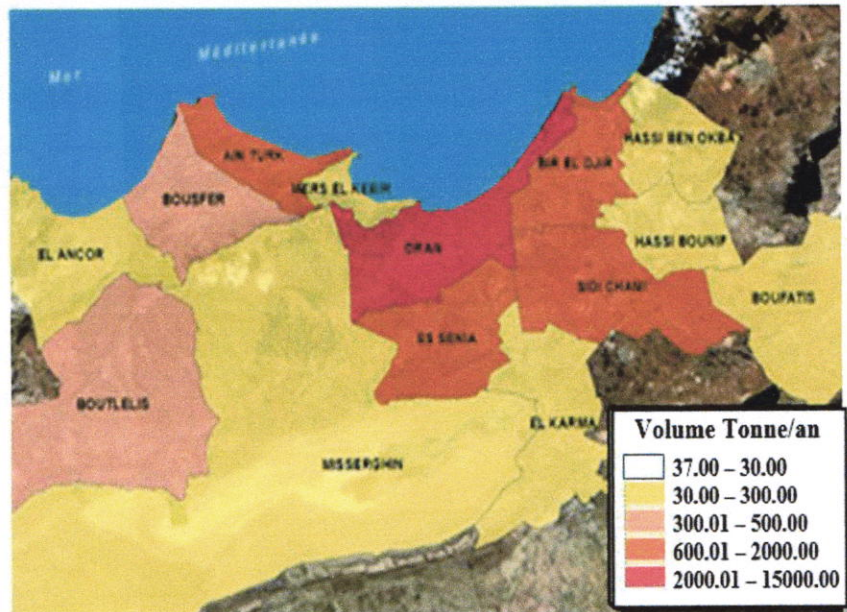
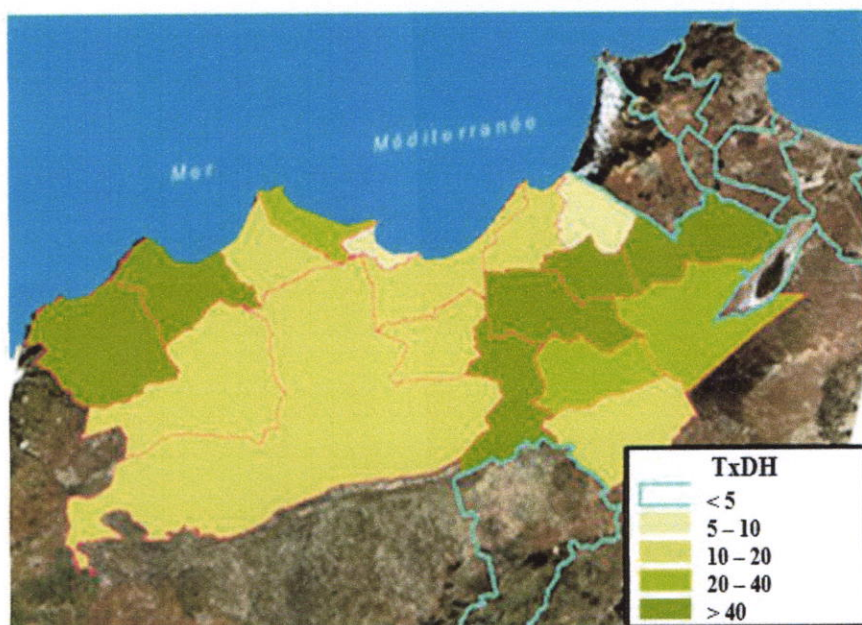


Figure 19 : Quantité de déchets annuelle par commune

Un autre résultat significatif est la carte de l'indicateur QH/M (fg.20). Cet indicateur évalue



la quantité de déchets produite par habitant pour chaque commune ramenée à l'année. C'est un indicateur universel intervenant dans l'élaboration des politiques et budgets de la gestion des déchets.

Figure 20 : Quantité de déchets annuelle par habitant /commune

L'objectif de cette étude a été de créer une base de données spatialisée, gérée sous SIG, dont le but est l'optimisation des circuits de collecte des déchets ménagers. Le SIG a permis :

- Les utilisateurs peuvent voir où se trouvent les opérateurs de pré collecte et matérialiser leurs circuits journalier ou hebdomadaire de collecte
- De localiser des zones prioritaires pour l'amélioration des services d'assainissement. Les décideurs peuvent voir où se situent les problèmes et où il est urgent d'agir immédiatement.

Dans cette optique, les nouvelles orientations de l'état tendent vers le renforcement du processus de tri, de récupération et de recyclage des déchets, l'outil spatial à travers le SIG est indispensable pour le développement de programmes adéquats pour ces politiques. La combinaison de ces outils permet à titre d'exemple d'identifier et d'évaluer pour chaque commune les potentialités de récupération et de valorisation de ses déchets. Elle permet entre autre une typologie de recyclage adaptée à chaque municipalité.

3.1.1.3 : Mise en place du (SIG) relatif à l'identification et le recensement du potentiel patrimonial archéologique et historique de l'Algérie : Cas du palais d'el Mechouar (W. Tlemcen)

La notion de patrimoine est importante pour la culture et le développement dans la mesure où elle constitue le « capital culturel » des sociétés contemporaines, sa protection devient une nécessité, il contribue :

- À la revalorisation continue des cultures et des identités et constitue un véhicule considérable pour la transmission de l'expertise, des compétences et des connaissances entre les générations.
- Il fournit également une source d'inspiration pour la créativité et l'innovation, qui résulte en produits culturels contemporains et futurs.
- Constitue un facteur important dans l'établissement d'une base économique pour un pays, en particulier dans le domaine du tourisme.

A/Problématique

L'élaboration du SIG par l'équipe de l'ASAL et le Ministère de la culture est justifié par la diversité du patrimoine culturel national de l'Algérie qui compte plus de 400 biens culturels immobiliers classés, (les monuments historiques, les sites archéologiques, les réserves archéologiques, les parcs culturels, les ensembles urbains et ruraux) implanté sur le vaste territoire national.

Cependant, dans le but de mettre en place un modèle de fiche d'inventaire du patrimoine historique, le choix a été porté pour le site d'El Mechouar (Fig. 21) en s'appuyant sur l'usage du système d'information géographique. Ce système inclut la surveillance du site ainsi que l'identification et la caractérisation de ce bien au vu des risques menaçant sa préservation et sa sécurisation.

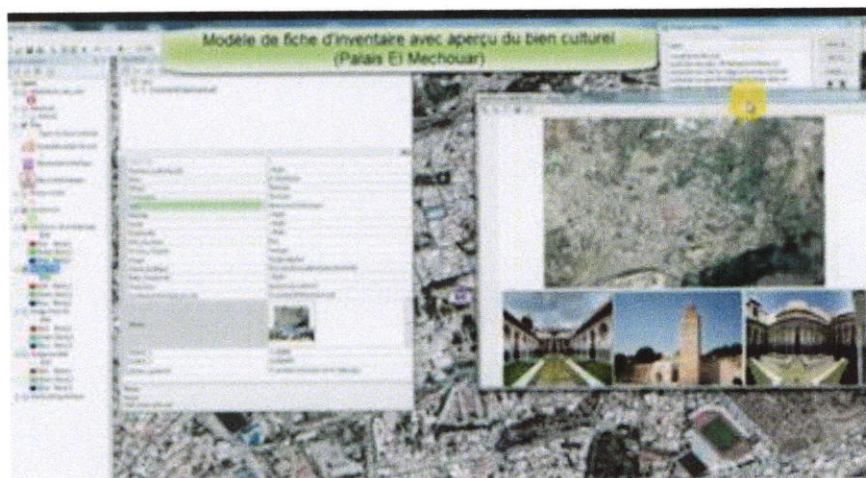
B/ Méthodologie d'élaboration du modèle de fiche d'inventaire Dans cet exemple, la méthodologie choisie pour l'élaboration d'un modèle de fiche d'inventaire du bien culturel du palais d'El Mechouar s'appuie sur :

- La localisation du site
- L'acquisition d'images satellitaires
- L'intégration des couches d'informations
- L'information attributaires

Les données attributaires comportent un certain nombre de champs incluant les renseignements inhérents aux biens culturels tels que : numéro de code, le nom, le type, l'état de conservation, le statut juridique, la synthèse historique, des photos du site et les coordonnées X, Y.

Certains champs peuvent contenir des domaines offrant la possibilité d'intégrer des informations prédéfinies tels que : type (monument historique, site archéologique, ensemble urbain ou rural) ; statut juridique (inscrit ou non au patrimoine mondial).

Le SIG a permis l'élaboration d'un modèle d'inventaire du patrimoine culturel. Cette étape



est indispensable, puisqu'elle souligne les spécificités de l'information relative aux biens culturels afin de les connaître, de les gérer et de les valoriser pour le sauvegarder. Cette

Figure 21 : Représentation du modèle de la fiche d'inventaire du palais d'EL Mechouar

approche repose sur des méthodes de structuration et d'intégration des données provenant de l'acquisition et de la création de couches d'informations thématiques et géographiques diverses. D'après la source l'élargissement de cette démarche après enrichissement du modèle d'inventaire est à envisager pour l'ensemble des biens culturels du pays.

3.2 : Application du SIG dans la gestion du risque sismique de Quito en Equateur

De nos jours, il n'est pas possible de prévoir avec certitude les séismes à court et moyen terme. Il est possible, par contre, d'évaluer l'ensemble des conséquences socio-économiques d'un séisme pouvant affecter une ville ou un territoire. C'est ce qui a été fait à Quito en (Equateur), ou un scénario sismique a été élaboré en définissant les caractéristiques d'un séisme possible à partir de la sismicité historique et du contexte tectonique régional, d'estimer la distribution des intensités qu'il produit en fonction des conditions de propagation des ondes sismiques et des caractéristiques physiques du site, dans le but d'établir des recommandations dont l'objectif est de limiter les conséquences des séismes destructeurs.

Dans cet exemple⁵⁴, il s'agit de montrer grâce au SIG et à l'utilisation du logiciel SAVANE⁵⁵, les principales étapes de la réalisation du **scénario** sismique sur la ville de Quito

La situation de Quito pour l'élaboration du scénario par une équipe de chercheurs (dont Marc Souris) est justifié par le nombre important de séisme frappant la ville de Quito dont la majorité avec une intensité supérieure à VII⁵⁶. Ces derniers se produisent avec une périodicité moyenne de 60 ans. Le dernier séisme destructeur s'est produit en 1868. A cette date, Quito comptait 45 000 habitants sur 4 km². A l'époque de la réalisation du scénario de Quito

⁵⁴ **La source** : L'exemple avec illustrations énumérées ci-dessous a été réalisé dans le cadre d'un travail de recherche intitulé « *SIG et évaluation des risques naturels : Application aux risques sismiques de Quito* ». Mappemonde 1995

⁵⁵ Le logiciel Savane est le principal module d'exploitation du système *SavGIS*. Le système *SavGIS* est un logiciel complet pour la gestion de l'environnement, l'aménagement et l'analyse de territoires, la planification urbaine, l'évaluation des risques naturels, ...ETC. « Il est issu de la recherche publique en géomatique et est développé depuis 1984 par l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement) » Le module savane intègre un ensemble étendu de fonctionnalités pour l'**interrogation**, le **traitement**, et la **représentation** cartographique des informations contenues dans une base de données géoréférencées.

⁵⁶ Ici nous constatons que la problématique est clairement définie. Un SIG sera conçu par rapport à la problématique donnée en vue de mettre en œuvre les différentes fonctionnalités

l'agglomération comporte plus de 1 300 000 habitants sur une superficie cent fois plus grande.⁵⁷

Face à ces exigences, le SIG est l'instrument le plus approprié, il permet d'effectuer le regroupement et d'assurer la cohérence géographique de l'information, facilite sa gestion et sa consultation, permet d'effectuer les changements d'échelles, les agrégations et les croisements nécessaires à l'élaboration du scénario.

Les croisements nécessaires entre les données provenant de domaines variés ont pu être effectuées grâce à l'utilisation du logiciel SAVANE. Le SIG a permis l'édition de documents graphiques décrivant de façon concrète la vulnérabilité sismique de la ville facilitant ainsi la prise de conscience des responsables politiques et économiques.

3.2.1 : Méthodologie adopté pour le scénario de Quito : éléments de prise de décision dans une base de données numérique

L'élaboration du scénario sismique à nécessité :

- Importante Informations géographique,
- Information topographique (pente, altitude) déduite de modèles numériques de terrain construits par le logiciel SAVANE à partir des courbes de niveaux et points cotés numérisées dans la base,
- La ville de Quito disposé déjà d'une base de données urbaine spécialisée, gérée par le logiciel SAVANE,
- Découpage par ilot, unité spatiale d'agrégation des informations du recensement (population et logement) utilisée dans la base.

Aussi, pour combler aux manques d'informations et à l'inadaptation de certaines données, il a été nécessaire de procéder aux enquêtes directes.

⁵⁷ Le scénario de Quito a été réalisé entre septembre 1992 à mars 1994. Le dernier séisme ressenti à Quito date du 9 Aout 2016 de magnitude 4,7

De plus, la définition des caractéristiques d'un séisme potentiel repose sur les données de la sismicité historique et de la tectonique régionale. Pour effectuer la simulation des conséquences de séisme destructeurs dans l'espace urbain, plusieurs séismes potentiels sont pris comme hypothèses de départ. Pour Quito, trois séismes ont été sélectionnés (Fig. 22).

- Un séisme côtier de magnitude 8,4 localisé à 200km à l'ouest de Quito
- Un séisme continental de magnitude 7,3 localisé à 80 km à l'est de Quito
- Un séisme local de magnitude 6,5 localisé à 25 km au Nord de Quito

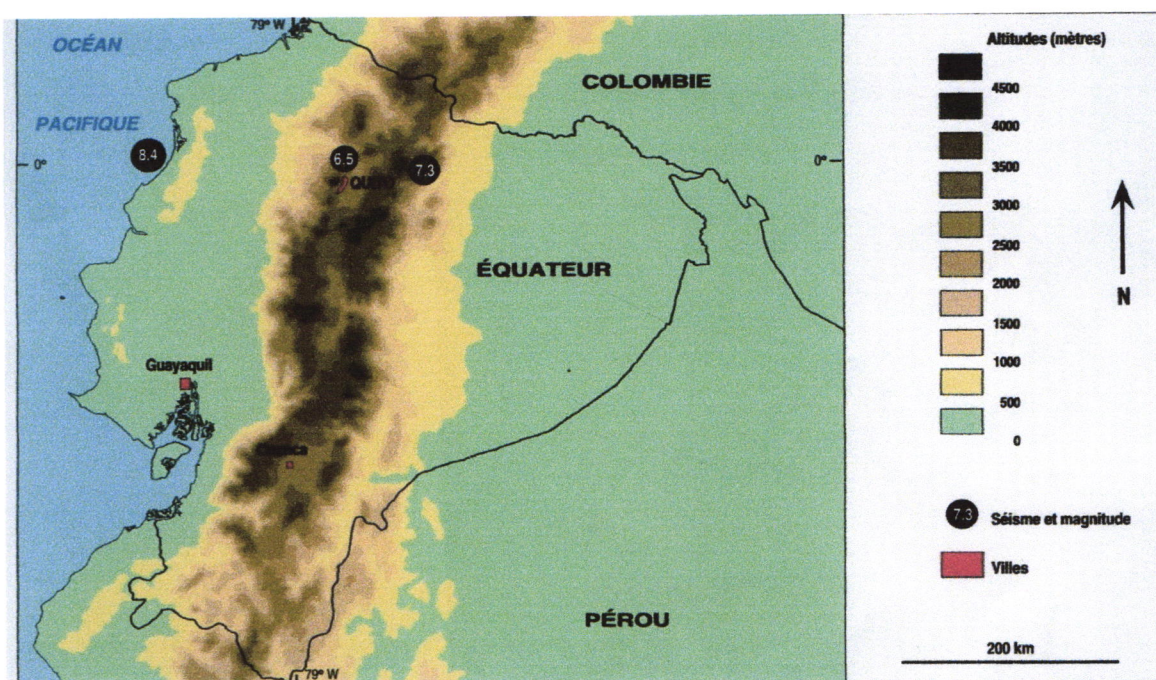


Figure 22 : Localisation des 3 séismes étudiés dans le scénario

Pour chacun des séismes potentiels retenus, est calculée dans ces zones l'intensité produite en fonction de la magnitude du séisme, de la distance de la ville à l'hypocentre, et de l'atténuation des ondes sismiques. On obtient ainsi la carte de distribution des intensités sismiques (Fig. 23)

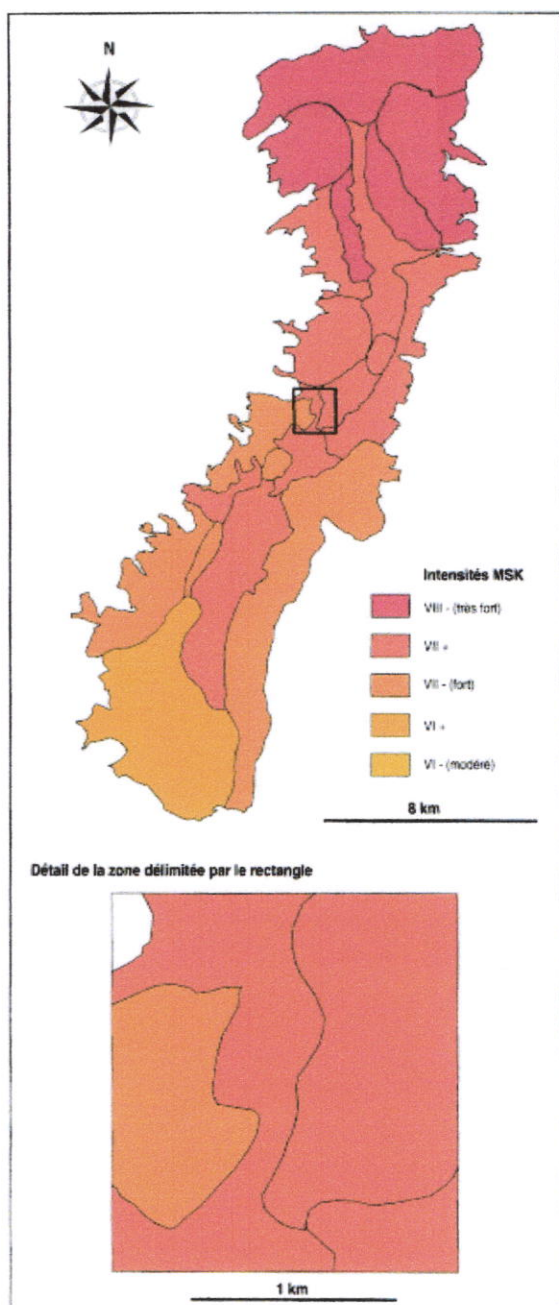


Figure 23 : Répartition des intensités sismiques Produits par le séisme côtier dans la ville de Quito
Source : EPN

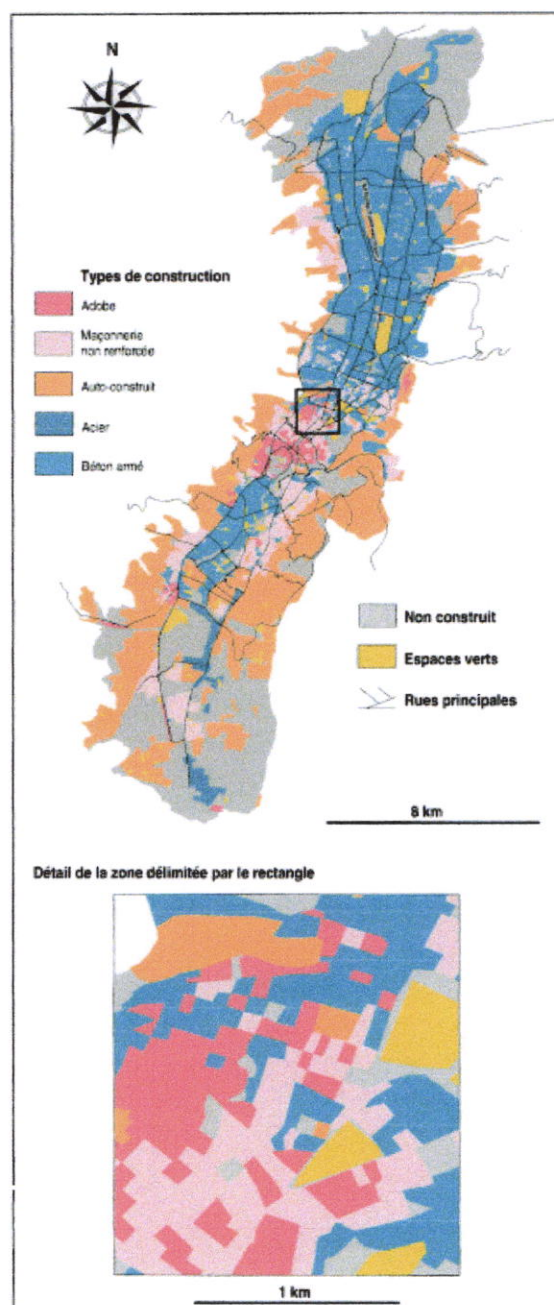


Figure 24 : Distribution du type de construction par ilot dans la ville de Quito
Source : EPN

Le SIG à permet d'attribuer une intensité pour chaque ilot à partir de celles calculés dans les zones. Puis en croisant les données d'intensités sismiques (Fig.23) avec celle concernant le type de bâti dominant (Fig.24), on obtient l'évaluation des dégâts pour chaque ilot (Fig. 25), pertes en vies humaines en fonction des dégâts estimés et des données de population.

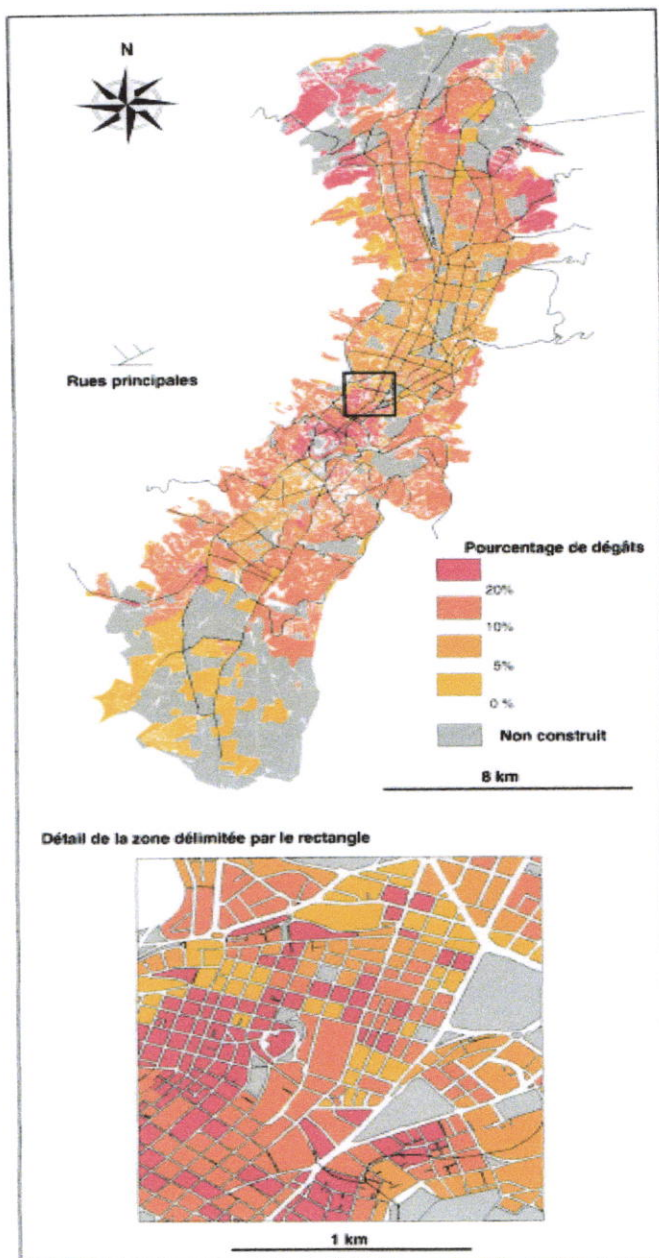


Figure 25 : Distribution des dommages subis par les bâtiments de Quito pour le séisme local
 Source : EPN

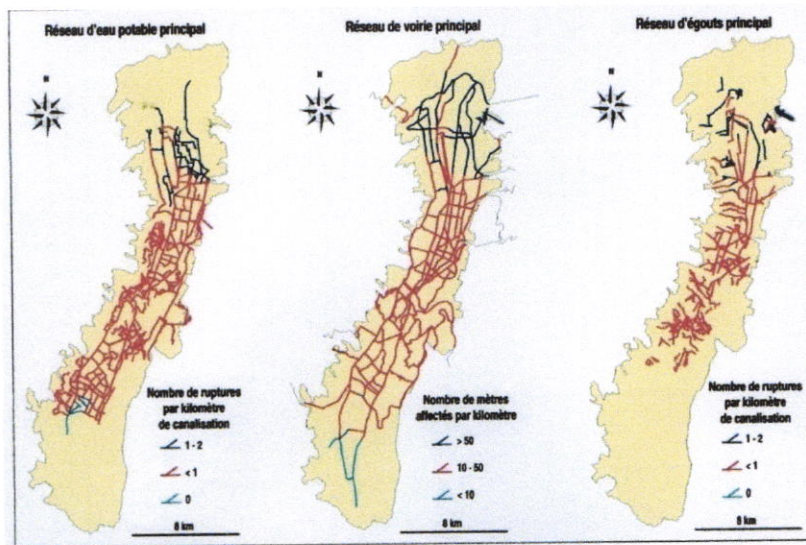
du parc immobilier subirait de graves dommages et il faudrait au moins trois (03) mois pour rétablir un service normal de distribution d'eau potable et six (06) mois pour les égouts. Finalement, ce projet mobilisateur (le scénario sismique) a permis de mettre en valeur la puissance du SIG pour les études de vulnérabilité fournissant ainsi aux responsables des

Le calcul utilise des matrices standard obtenues à partir d'observations historiques. Les seules matrices disponibles sont californiennes ou japonaises. Elles ont été adaptées au cas de Quito pour ce scénario. D'autres matrices sont utilisées pour obtenir l'évaluation par ilot des pertes en vies humaines, en fonction des dégâts estimés et des données de population.

Les dommages subis par les réseaux ont été calculés dans chaque zone d'intensité sismique homogène (Fig.26). De plus des matrices différentes ont permis d'évaluer le temps nécessaire à la remise en fonctionnement des réseaux.

A travers ce scénario, les résultats montrent la forte vulnérabilité de Quito en cas de séisme violent. Dans le cas du séisme local, environ 20%

services de la ville un outil pertinent d'aide à la décision face aux risques sismiques par des documents très démonstratifs produits à l'aide du SIG : cartes des intensités et des dégâts



permettant de convaincre plus facilement les responsables et de prendre conscience de la réalité du risque ,qu'ils n'appréhendent pas du tout .

Cependant, les scénarios devront être mis régulièrement à jour grâce à une actualisation

Figure 26 : Distribution des dommages subis par Quito pour le séisme local. Par le réseau de distribution d'eau potable (gauche)-réseau de voirie (centre)-réseau des égouts (droite)
Source : EPN

de la composante la plus importante qui est la base de données, afin que les problèmes liés aux séismes destructeurs puissent être pris en compte dans la planification du développement de la ville. Par cette démonstration (simulation) et à l'aide du SIG, le défi de la géomatique est un exploit de la période contemporaine. Le scénario sismique serait donc comme outil d'aide à la décision pour la réduction des risques et répondait à la question du type : Que va-t-il se passer si...un tremblement de terre affecterai la ville de Quito ?

Au chapitre suivant, nous allons construire un SIG dans le cadre de la gestion urbaine à travers une lecture de l'étalement urbain de la ville de Constantine⁵⁸. A ce titre nous ferons le parallèle entre l'évolution de la morphologie urbaine et de la science de l'information géographique. Nous montrerons les convergences existantes entre ces deux facteurs, motivant le développement d'un SIG historique.

⁵⁸ L'exemple de l'application présenté ci-dessous fait partie de la Thèse Doctorale (2012) de N.A. CHAOUCH : « Analyse historique et comparative des deux villes : la vieille ville d'Aix-en-Provence, la médina de Constantine à l'aide des S.I.G : Comparaison historique et géographique de la croissance de deux villes méditerranéennes ».

Chapitre 4 : Construction d'un SIG pour la lecture de l'étalement urbain : cas d'étude, « ville de Constantine »

L'étalement urbain est défini par la destruction du paysage par les infrastructures urbaines planifiées. REPETTI (2004)⁵⁹. Cette application porte sur la lecture de l'étalement urbain de la ville de Constantine, en créant un SIG historique.

Selon N.A. CHAOUCH (2012), les principales interrogations de la morphologie urbaine peuvent s'inscrire dans un groupe : la caractérisation des formes urbaines et la description des processus morphologiques. Ce groupe se caractérise :

- Par la prise en compte des questions liées au jeu multi-échelles entre les formes urbaines
- Par la manière dont est prise en compte la temporalité intrinsèque à son objet d'analyse.

Ces deux facteurs ont une grande importance. Les SIG sont particulièrement efficaces pour traiter des informations multi échelles et synchroniques. Dès lors, à travers cette application, nous créerons le lien entre une lecture morphologie et la science de l'information géographique SIG.

Dans la partie suivante, nous présenterons les théories, les concepts et les modèles géographiques liés à la conception des outils géographiques

4.1 : Organisation de la base de données historique et son exploitation à l'aide d'un SIG

Un SIG permet la saisie, le stockage, le traitement, la visualisation et la diffusion de l'information géographique. Le SIG se caractérise par son approche multicouches et multisources permettant le croisement d'informations géographiques (voir sous chapitre 2.3).

⁵⁹REPETTI (2004) : Thèse Doctorale « Un concept de monitoring participatif au service des villes en développement. Approche méthodologique et réalisation d'un observatoire urbain »

4.1.1. L'intégration des documents anciens dans le SIG

Il existe deux grands modes d'intégration des cartes historique dans un SIG :

- Interpréter la carte thématique en reportant les limites thématiques sur une carte contemporaine.
- Scanner les cartes anciennes, en les rectifiant par rapport à un support numérique géoréférencé.

4.1.1.1 : Caler une image raster sur S.I.G

Caler une image raster signifie entrer des coordonnées géographiques dans une projection définie et indiquer quels points de l'image correspondent à ces coordonnées. Il est indispensable de caler chaque image raster avant de l'utiliser dans la base de données, surtout si on utilise avec des données vectorielles. Les informations de calage ainsi que leurs attributs seront stockées dans un fichier.

Mapinfo nous permet d'ouvrir une image non calée. Dans le cas d'une carte topographique ou d'une photo aérienne, il est impératif de caler correctement l'image sur laquelle nous allons ensuite travailler.

4.1.2 : Le logiciel de base utilisé dans le SIG

Dans le cadre de cette application, il a été utilisé le logiciel Mapinfo⁶⁰. Ce logiciel permet de mener toutes les tâches énumérées ci-dessus (saisie, stockage, mise à jour...), et en particulier, autorise l'exploitation ou traitement des données : c'est la fonction du SIG la plus importante en ce qui concerne ce travail.

Il permet en effet les calculs topographiques de base : surface, distance, modélisation des courbes de niveaux. Il permet de créer une quantité d'images illimitées. La réalisation de la base de données doit en effet rendre possible la consultation des images en interrogeant un plan, et en faisant apparaître leur situation géographique pour mieux connaître leur

⁶⁰Mapinfo, est un logiciel de SIG, créé et commercialisé par la compagnie américaine Mapinfo Corporation, installée à New York. Mapinfo Professional® est un SIG, parmi les plus répandus en France.

environnement urbain, à l'échelle d'une ville ou d'un quartier. Outre la situation géographique (adresse, numéro, rue de parcelle), le projet doit aussi offrir la possibilité d'interroger la base de données selon des paramètres attributaires comme la date de prise de vue, le nom de l'architecte, la période de construction, de démolition, la typologie de bâtiments. Ces variantes pourront, elles aussi, apparaître sur un plan sous forme de couches thématiques.

4.1.3 : Le Georéférencement d'une base de données

Un SIG est principalement caractérisé par son géoréférencement. La base de données est exprimée dans un système de projection connu.

4.1.3.1 Les types de projections

La projection est un facteur crucial dans la mise en place des SIG, puisqu'il permet de croiser les couches vectorielles ou les images afin de constituer des bases de données géoréférencées. Les projections les plus utilisées sont : projection conique de Lambert, projection de Mercator, projection stéréographique. Elles sont utilisées pour les cartes de navigation.

Le système de projection pris dans le cadre d'études pour la modélisation du SIG pour la ville de Constantine est : « Projection en Universal Transverse Mercator Zone 32, Northern Hémisphère WGS 84 ».

4.2 : Convergences entre la morphologie urbaine et les systèmes d'information géographique

4.2.1 : L'approche adoptée en histoire

L'approche historique est basée sur la recherche de sources d'archives qui seront restructurées afin de pouvoir être analysées de façon systématique en fonction d'une problématique donnée. L'analyse des processus historiques sont représentés par des séries chronologiques (temporalité).

Toutefois, es informations contenues dans les archives ne peuvent pas toutes être réduites à ces séquences temporelles. La démarche générale de constitution des séries chronologiques peut être synthétisée comme suit :

- La première étape consiste à déterminer s'il existe dans les sources d'archives étudiées des informations comparables sur une période plus ou moins longue. En effet, la nature des informations accessibles via les archives sont souvent imprécises et irrégulières surtout à cause des aléas de la conservation. La nature de ces informations peut être :
 - Textuelle (chroniques, récits, documents administratifs, etc.).
 - Tabulaire (registres, grosses, cadastres, etc.).
 - Iconographique (tableaux, gravures, miniatures, photographies, etc.).
 - Cartographique (cartes, plans, etc.).
- La structuration de l'information des données mesurables est très variable dans le temps et dans l'espace. En effet :
 - Les périodes anciennes : les grands récits, les vastes enquêtes sont plutôt rares.
 - Dans des régions avec un pouvoir centralisé, un nombre important de documents (administratifs ou privés) de nature semblable existent et permettent une comparaison.
Une fois ces sources identifiées (cadastres, héritages, ventes, mutations, etc.) et la saisie réalisée, il reste à constituer les catégories pour une structuration pertinente qui permettra l'agrégation et le traitement des données.
- Quand les données seront acquises et structurées, une phase d'analyse et interprétation des résultats est nécessaire. Ainsi, les différentes comparaisons peuvent être effectuées avec quelques adaptations de nature :
 - Corrective (calage des plans, correction des déformations géométriques, mise en évidence des erreurs de transcription, etc.)
 - Comparative (normalisation, uniformisation, etc.).

4.2.2 : Le traitement de l'information par un outil S.I.G

La composante historique des espaces spatiaux peut être exprimé sous la forme d'une donnée contextuelle permettant de résumer les spécificités de la composition urbaine à une époque donnée. En termes des SIG, cette information temporelle peut être gérée de deux manières distinctes :

- Par les métadonnées
- Par les attributs.

La métadonnée d'une carte ou d'une couche de données s'applique à un état général.

La temporalité peut être mise en évidence grâce à l'attribut (date de construction) d'un arrangement spécifique ou d'un bâtiment donné.

D'une manière générale, les indicateurs utilisés dans l'analyse synchronique permettent de différencier sur une couche d'information donnée les structures issues de périodes différentes ou datant de la même époque.

4.2.3 : La représentation spatiale des formes urbaines

La forme urbaine est une forme physique de la ville caractérisée par sa topologie et sa localisation : c'est un bâtiment, un pont, ou un ouvrage d'art, une parcelle, un îlot, un quartier, ou une commune. En tant que forme physique de la ville, elle possède une géométrie qui lui est propre (forme, taille, coordonnées).

Relevant des disciplines de l'histoire de l'architecture et de l'urbanisme d'une part, de la géographie urbaine d'autre part, la forme urbaine s'apparente plus à un phénomène spatial que géographique. Nous parlerons donc d'information spatiale. En tant que phénomène spatial, la forme urbaine est fixe.

4.2.4 : Le SIG comme outil d'analyse et de gestion

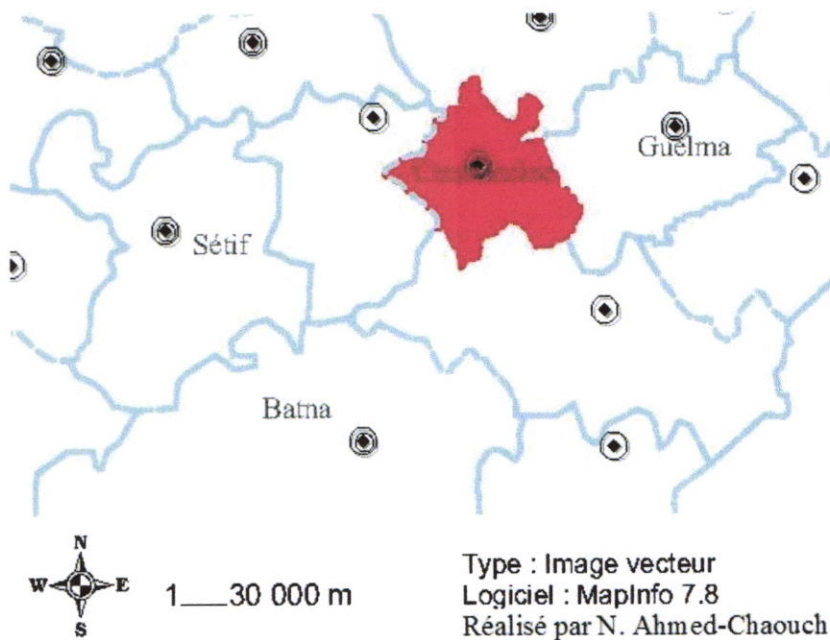
Un SIG, est un outil performant, il a la capacité et la facilité à traiter et analyser l'information. Les logiciels de SIG ne sont pas que des outils conçus pour acquérir et afficher de l'information, ils permettent également de la traiter et de l'analyser (voir Réf. 36).

Cette qualité permet de créer de nouvelles données à partir des données sources. Le phénomène majeur du SIG est qu'il traite des données localisées, et des données numériques. La puissance de l'informatique rend les SIG un outil systématique, car il présente des informations traitées avec la même méthode sans aucune variation

4.3 : Evolutions du paysage urbain de la Médina de Constantine à travers l'histoire

4.3.1 : La géographie du site

Constantine se situe entre la latitude 36,23 et la longitude 7,35 en plein centre de l'Est algérien, troisième métropole du pays après Alger et Oran. Elle est située à 450 Kilomètres



de la capitale Alger, environ 80 kilomètres de la mer, par 650 mètres d'altitude moyenne. Son ouverture sur la mer est assurée par le port de Skikda à 90 kilomètres au Sud (ex Philippeville) et Annaba (ex Bône) qui avec Constantine forment un triangle industriel important

Figure 27 : Situation de la région de Constantine

4.3.2 Aperçu historique de la ville

Constantine, Cirta (ancien nom), ville historique compte près de 2500 ans de légende. Elle est passée par d'innombrables installations datant de différentes époques, de diverses civilisations et dynasties, les Phéniciens, les Numides, les Romains, les Vandales, les Arabes, les Ottomans, les Français et s'est maintenue avec continuité sur les mêmes lieux pendant ces épisodes. Chaque civilisation a laissé ses traces.

4.3.2.1 L'Oppidum entre l'oued et l'escarpement

Le Rocher est un Oppidum⁶¹ installé sur un plateau rocheux, entouré par les Gorges de l'Oued Rhummel⁶² sur les côtés Nord et Est, le troisième côté à l'Ouest est un gigantesque escarpement qui domine de 300 m de dénivellation, au Sud, il est accessible par un isthme étroit, bordé à droite et à gauche par des pentes fortes. (Voir Figure 28)

Les Arabes confère à la Médina Constantine le nom de « ville aérienne ou cité du ravin », vu qu'elle est située à une altitude au Nord à 662 mètres jusqu'à son rétrécissement au Sud à 564 mètres. Ayant la forme d'un trapèze, de superficie de 42 hectares.

La position de la ville sur son rocher et ses gorges exceptionnelles ont d'abord été des remparts naturels contre les envahisseurs. Pour relier le Rocher aux « les faubourgs », il a fallu excaver dans la roche des routes en corniche ou des tunnels afin que la voie ferrée puisse accéder jusqu'à la gare installée à proximité du rocher. Des ponts ont été construits pour franchir les gorges, ou passerelles sur les oueds (Voir figure 29). La ville en compte actuellement une douzaine.

⁶¹ Oppidum :ville fortifiée, située sur une hauteur à l'époque romaine et gallo-romaine (il y en a peu au monde).

⁶² L'Oued-Rhummel, aussi Rhumel ou Rummel, est le plus important cours d'eau de Constantine en Algérie.



Le Rocher de Constantine



Projection en UTM zone 32, Northern hemisphere WGS 84

1 100 m



Type : Image vecteur
Logiciel : MapInfo 7.8
Réalisé par N. Ahmed-Chaouch

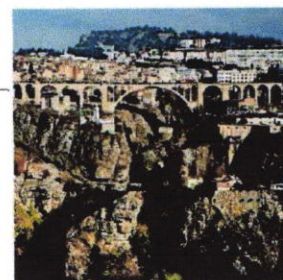


Figure 28 : Le Rocher de Constantine

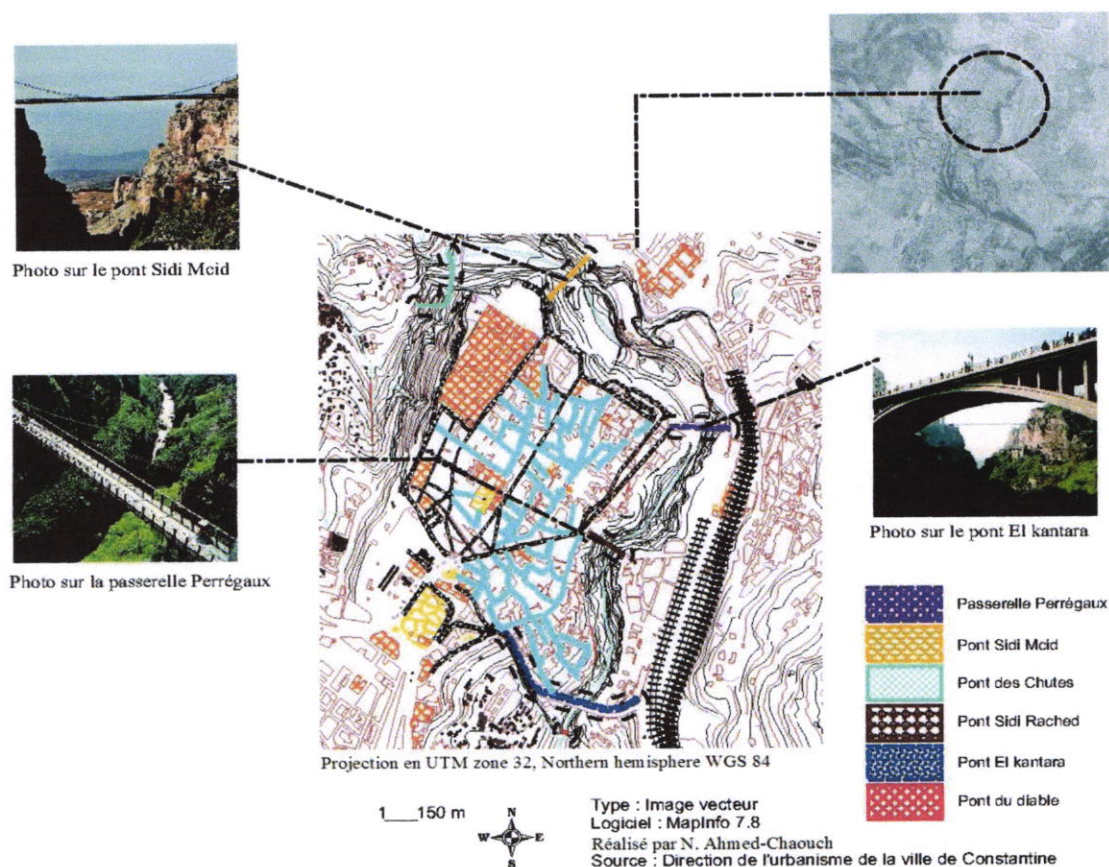


Figure 29 : Les ponts de la ville de Constantine

4.3.3. Constantine à travers les civilisations antiques

Grâce aux ponts de Bâb El Kantara que les Numides (206 – 203 AV JC) ont construits, ils ont pu s'étaler au-delà du Rocher. Néanmoins la ville demeurée, pendant des siècles confinée au Rocher. Ce dernier recevait la superposition des différentes civilisations. La partie la plus haute de la Casbah était dotée d'un fort militaire depuis l'époque des numides avant qu'il ne fut brûlé sous les ordres de Maxence, puis reconstruit par Constantin. De même, des traces Phéniciennes ont été trouvées, détruites par les occupations postérieures⁶³.

⁶³ Leurs tombes ont été découvertes sous les tombes romaines au pied de Sidi M'cid et au Koudiat Aty. De nombreux objets que les Puniens utilisaient ont été recueillis et se trouvent actuellement au musée du Louvre

4.3.4 : L'occupation romaine

La ville de Cirta (dénomination romaine de Kirtha), fut reconstruite en 313 par l'Empereur Constantin qui lui donna son nom (aujourd'hui Constantine) suite à sa destruction par l'Empereur Maxence en 311 après J-C. Ce dernier commença par l'établissement du Capitole au sommet Nord-Ouest du Rocher, tout en consacrant la partie basse aux indigènes romains. Au IVème siècle, Constantine romaine avait deux faubourgs :

- Le premier s'étalait sur la pente de « Coudiat Aty » et faisait face au rempart Ouest où se trouvait la porte de la ville, en face de la place actuelle « Bâb El Oued ».
- Le deuxième s'étalait sur les pentes de la rive Est du Rhummel et communiquait avec la ville par la porte d'un pont romain à l'emplacement actuel du pont « Bab El Kantara ».

A cette époque, la ville s'est développée au-delà de ses remparts⁶⁴

4.3.5 : L'époque turque

Durant l'époque arabo-turque, la ville était édifée sur le Rocher. La liaison entre les espaces est assurée par quatre portes :

- Au Sud « Bâb El-Djabia, Bâb El-Oued »,
- Au Nord-est « Bâb El Kantara »
- Au Sud-Ouest « Bâb El Djedid ».

Ces quatre portes donnent un système de cheminement hiérarchisé dont les axes principaux reliaient les espaces publics et les axes secondaires assuraient l'accès vers les quartiers. Ces tracés étroits structuraient l'espace de la Médina.

Fin du XVIème siècle à 1837, Constantine a connu une croissance de sa population et son développement urbain. Cette extension s'est traduite par une densification du tissu urbain et une augmentation des équipements et des mosquées. Ainsi, vers 1724, nous assistons à une amélioration de l'image urbaine et fonctionnelle de la Médina sous la royauté de Hassan Bey

⁶⁴ Il a été retrouvé l'existence de ruines romaines : les arcades, celles d'un aqueduc ainsi que les ponts visibles touristiques.

par le regroupement des commerces. Cependant, l'étalement de la cité s'est déployé sous l'autorité de Salah Bey, en édifiant autour de Souk El Acer : le Palais, la Medersa et la Mosquée Souk el Djemaa et la reconstruction du pont el Kantara. C'est ainsi que sous la dynastie turque, la Médina de Constantine prit son image.

4.3.6 : Epoque de la colonisation française (1830-1962)

Avant la colonisation, la Médina de Constantine vivait dans l'isolement vis-à-vis des régions qui l'entourent due par les gorges profondes de l'Oued Rhummel. Constantine, conditionnée par la complexité de son site, son extension urbaine s'est avérée difficile. Durant la période coloniale « 1837-1962 », la ville a connu d'importants bouleversements au niveau du Rocher qui a subi d'important travaux de transformations. En effet, en 1837, les changements entrepris venaient en réponse aux besoins de l'armée, c'est ainsi que la Casbah fera place à une caserne militaire. Les différentes réalisations ont été effectuées en dehors du Rocher sous forme de faubourgs, tels le faubourg de Saint Jean, le Coudiat à l'Ouest, les quartiers d'El Kantara et du Mansourah à l'Est sur des assiettes de terrain d'une superficie de près de 30 hectares

En 1844 les colons s'escomptent dans une phase d'appropriation de la ville ou la modification de la Médina, s'est faite par une régularisation à la manière haussmannienne. Durant la période 1931-1958, l'extension s'est faite avec l'apparition d'autres quartiers comme Sidi Mabrouk au Nord-Est. La ville s'est étendue vers la zone Sud-Ouest avec les lotissements des Bellevue et des quartiers résidentiels, ce qui a engendré une consommation importante de terrain allant jusqu'à 1800 hectares.

4.3.7: Période après 1962

Cependant, en raison du nombre restreint des réalisations à l'usage des habitants autochtones durant la période coloniale, l'extension de la ville sera tardive et conséquente. Ainsi, la période post-indépendance (1970-1973) est marquée par une croissance démographique : due un accroissement naturel et un exode migratoire. Seulement les programme en matière d'habitat n'ont pas suivi cet afflux démographique, ce qui a généré la prolifération de

l'habitat précaire et des constructions informelles. Suite à cette crise du logement, de grandes actions seront entreprises en matière d'habitat, d'abord en rasant certains bidonvilles et en construisant à leurs places de grand ensemble réalisé dans la décennie s'étendant entre les années 1970 et 1980 (8000 logements ont été inscrits, seuls 5000 logements réalisés). L'extension de la ville s'est faite principalement dans le prolongement de trois axes des agglomérations : El Kantara, Sidi Mabrouk et Belle et le transfert de la croissance démographique de la ville de Constantine vers les anciens villages.

Par ailleurs, les problèmes liés à la complexité du site rendent difficile l'extension spatiale de la ville ce qui a généré de nouveaux espaces urbanisables en dehors du Rocher. En dépit de ces contraintes, Constantine a connu un rythme accéléré dans la consommation des terrains (voir figure 31) due à une extension urbaine disproportionnée et non maîtrisée, cela a causé une saturation des sites urbanisables.

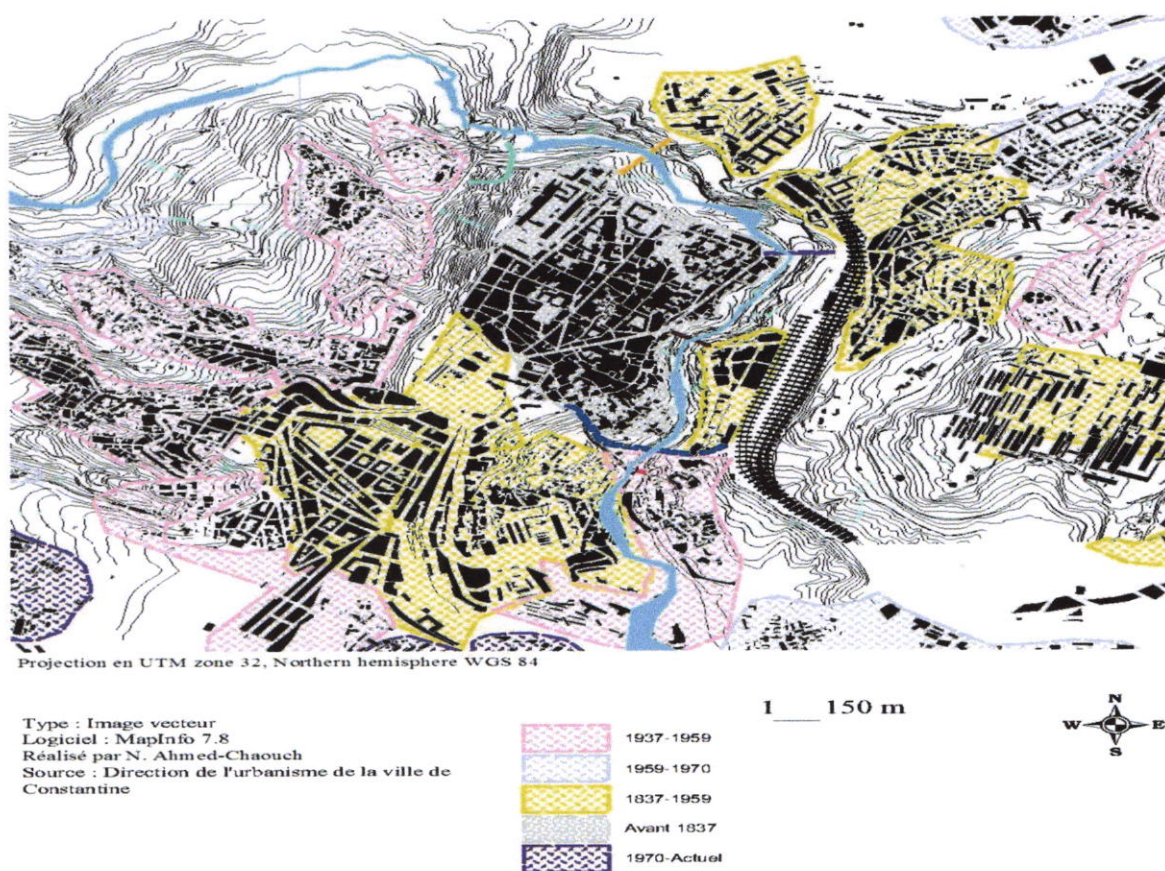


Figure 30 : Carte d'extension de la ville Constantine

Aussi , Constantine est la troisième ville du pays sur le plan démographique⁶⁵. Sa population et le taux de sa croissance démographique a évolué d'une manière spectaculaire, en effet :

- 1837, sa population est estimée à près de 20 000 habitants.
- 1930, elle dépassait les 100 000 hab.
- En trente ans, ce nombre a doublé. Ce qui est montre qu'avant l'Indépendance entre 1948 1954, le taux de sa croissance démographique était 6,5 %.
- 1954 le nombre d'habitants était de près de 120 000 habitants
- 1966⁶⁶ il est passé à 245 621 habitants, avec un taux de 24,2 %.
- 1966 - 1977 a enregistré 100 000 habitants, un taux de croissance annuel de 4,06 %.
- Ce taux a diminué très sensiblement durant les trois dernières décennies ;
 - o 1987 => 2,8 %
 - o 1998 => 0,41 %.
 - o 2009 => la population a triplée.

- 1837 =>30 ha
- 1937 =>234ha.
- 1950 =>1800 ha.
- 1977=>2558 ha
- 1987=>3285ha
- 1993=> 4547 ha
- 2000 => 5138 ha

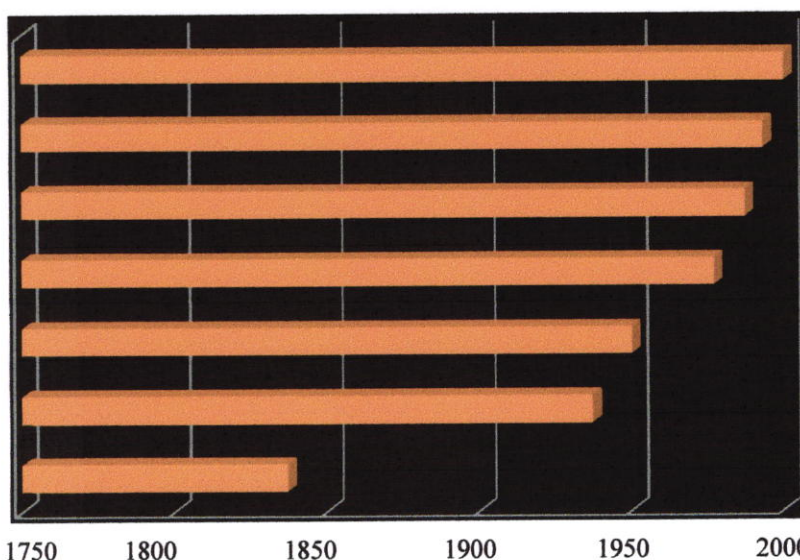


Figure 31 : Extension de la ville de Constantine en chiffres entre 1837 et 2000

⁶⁵ Statistiques 2002

⁶⁶ On peut noter que cette forte croissance était pendant la première décennie de l'Indépendance

Conclusion

Explosion démographique, accélération de l'urbanisation, dysfonctionnements divers, urgences environnementales, etc. ces phénomènes inquiétants sont au cœur des débats à l'échelle Nationale. Parallèlement à ces phénomènes, nous assistons à une véritable prise de conscience des opportunités offertes par le progrès des nouvelles technologies (la géomatique) réformant et renforçant les moyens disponibles due principalement au développement des outils d'acquisition et de gestion de données, notamment en cartographie et en télédétection (à travers les images satellites Alsat 2A et 2B...etc.) qui ont permis d'améliorer la qualité des données du territoire sous une forme numérique.

Plusieurs lois ont été promulgué et mise dans le cadre d'une approche de développement durable en Algérie, durant les vingt dernières années. Cependant, pour atteindre les objectifs visés par ces lois, nous avons besoin d'information en quantité et qualité afin de constituer des bases de données fiables pour la modélisation des outils SIG et autres dispositifs de contrôle de gestion urbaine (système de monitoring, iconographie. etc.).

Certainement, la gestion et la planification urbaine sont confrontées à un processus complexe dû à une masse de données géographiques à gérer. Les outils classiques d'aménagements et de gestion urbaine sont devenus inefficace. Afin d'éviter les redondances et de vaincre en efficience, les actions et les réflexions à venir s'articuleront autour d'un nouveau défi qui consiste à modéliser les instruments d'urbanisme et autres. Cette modélisation appliquée sur les villes constituera un atout pour le suivi et le contrôle des différentes actions (étalement urbain, définition des assiettes de terrain à urbaniser et non urbanisables...etc.). Ainsi sa mise en œuvre permet de s'engager dans le processus de la gouvernance urbaine

Au terme de ce travail de recherche, le recours aux systèmes d'informations géographiques pour mener un projet est décisive. Aujourd'hui les réflexions et les recherches scientifiques sont menées sur les procédés de mise en pratique dans l'exercice de construction de projet territoriale en l'occurrence iconographique, système de monitoring, observatoire urbain. etc. Dans ces conditions, l'adaptation de ces technologies aux nouveaux dispositifs de représentation et de construction de projet apparaît comme un objectif fondamental.

Bibliographie

- ARSENAULT, C. 2005 « Problématique du développement des villes méditerranéennes du Sud », Texte de 19 p.
- AZZAG, E, B. 2014 « La ville au cœur de l'aménagement du territoire en Algérie ». Séminaire AViTeM /EPAU Alger
- AZZAG, E, B. 2007 « Alger, le territoire invente son avenir »
- AZZAG, E, B. 2007 « La notion de seuils de croissance urbaine comme enjeu stratégique du projet urbain »
- AZZAG, E, B. 2007 « Intelligence urbaine, au-delà d'une planification » Courrier du Savoir N°16, Octobre 2013, pp.55-63
- Actes de l'Atelier « ALSAT- 2A-Utilisateurs » 25-26 Avril 2011. Alger
- Actes de l'Atelier National « ALSAT-Utilisateurs » 05-06 Avril 2017. Oran
- AUJALEU, E. « L'iconologie : fondements et limites d'une science des images »
- AKAKBA, A. KALLA, M. DRIDI, H. FILLALI, A.W .2013 « Modélisation du plan d'urbanisme de la ville d'el Eulma (Algérie). Apport de l'intelligence territoriale dans la gouvernance urbaine »
- Article publié par encyclopaedia universalis « Iconographie et Iconologie, arts »
- BAOUNI, T .2011 « Les dysfonctionnements de la Planification urbaine et des transports urbains dans les villes Algériennes ». Communication, laboratoire (VUDD)
- BACHELARD, G.1934, « Le Nouvel Esprit Scientifique ». (1968) Introduction « La complexité essentielle de la philosophie scientifique »
- BECHAR, K .2016 : Thèse Doctorat « L'intégration des dimensions environnementale et sociale dans les pratiques urbaines en Algérie : Enjeux et Perspectives » Université du Maine sous le label de L'Université Nantes Angers Le Mans
- BENDRAOUA, F. BEDIDI, A. CERVELLE, B « Dynamique spatio-temporelle de l'agglomération oranaise (Algérie) par télédétection et SIG »
- BENTEKHICI, N. YOUSFI, DJ. « Analyse de l'étalement urbain de la ville de Mostaganem à l'aide des données satellitales multi -dates » Agence Spatiale Algérienne. Arzew

Besse, J-M .2005 « Vues de ville et géographie au XVIe siècle : concepts, démarches cognitives, fonctions ». F. Pousin. Figures de la ville et construction des savoirs. Architecture, urbanisme, CNRS Editions, pp.19-30 <halshs-00113267>

BEDARD, Y. 1993, « Explosion informationnelle et révolution technologique : la naissance d'un nouveau défi » Séminaire sur les SIT

CHATELAIN, J-L. GUILLIER, B. SOURIS, M. DUPERIER, E. YEPES, H 1994 « SIG et évaluation des risques naturels : Application aux risques sismiques de QUITO » Mappemonde 3/95

CHAREF, K .2010 : Thèse doctorat « La représentation numérique à l'épreuve de la complexité du projet de territoire » Université de Montréal. Faculté de l'aménagement

CLARAMUNT C. 2001 « Vers une intégration de la temporalité dans les SIG ». Informatique [cs]. Université de Rouen, <Tel-01211264>

Conférence « INDG, réflexion sur le nouvel environnement de l'information géographique en Algérie » organisée par l'INCT du 09 au 10 octobre 2012

DARRIULAT, J. 2007 « Réflexions sur la méthode iconologique : De l'interprétation de l'œuvre d'art »

Cristina D'Alessandro, « Montrer l'ailleurs africain : les géographes africanistes et L'iconographie photographique », L'Information géographique 2006/3 (Vol. 70), p. 72-86.DOI 10.3917/lig.703.0072

DEBARBIEUX, B ; LARDON, S .2003 « Les figures du projet territorial », Editions de l'Aube

DESBOIS, H « La carte et le territoire à l'ère numérique », *Socio* [En ligne], 4 | 2015, mis en ligne le 28 mai 2015, consulté le 06 mars 2017. URL : <http://socio.revues.org/1262> ; DOI : 10.4000/socio.1262

DESBOIS, H 2012 « La transition géonumérique »

DOMINE. J. C .2012 « Enjeux et dynamiques de l'information géographique dans la gouvernance des territoires urbains du sud-Benin. Le registre foncier urbain, un nouvel outil et ses pratiques à l'heure de la décentralisation. ». Université de Provence Marseille

ELFATIHI, M. SEMLALI, H. AYACHI, M et MJOUEL, M 2003 « Implémentation d'un S.I.G. multi-usage pour la gestion des données cadastrales et urbaines et son déploiement sur Internet (Cas de la commune de Anfa, Maroc »

Ettaamir : Bulletin d'information de l'Agence Nationale de l'Urbanisme. ANURB 2011

FRIEDELMEYER, J-P. 2007 « La géométrie : histoire et épistémologie »

LAMY, A .2012 « l'art de la projection antique dans la géographie humaniste : un principe épistémologique originaire »

HOCINE, M : « Impact de la mobilité spatiale sur la durabilité de l'urbanisation au sud de la Méditerranée : cas de l'agglomération algéroise et sa région », *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* 2014/4 (novembre), p. 739-762.DOI 10.3917/reru.144.0739

ORILLARD, C « Contrôler l'image de la ville », *Labyrinthe* 2003, mis en ligne le 24 juillet 2008, consulté le 21 décembre 2016. URL : <http://labyrinthe.revues.org/472> ; DOI : 10.4000/labyrinthe.472

ICHEBOUDENE, L « Réflexion sur la gouvernance urbaine à Alger. Prerogatives institutionnelles et monopoles politiques », *Insaniyat / إنسانيات* [En ligne], 44-45 | 2009 consulté le 08 janvier 2017. URL : <http://insaniyat.revues.org/491> ; DOI : 10.4000/insaniyat.491

Institut National de Cartographie et de Télédétection : Conférence « INDG, réflexion sur le nouvel environnement de l'information géographique en Algérie » du 09 - 10 octobre 2012

LAKHDAR, H ; ABBAS, L. 2015 « Évolution des instruments de planification spatiale et de gestion urbaine en Algérie » *Cinq Continents* 5 (11) : 104-129

LACROIX, I ; ST ARNAUD, P « La gouvernance : tenter une définition » Université de Sherbrooke

Loi n°01-20 du 12 décembre 2001, relative à l'aménagement et au développement durable du territoire, www.joradp.dz (JO 77)

Loi n°06-06 du 20 février 2006, portant loi d'orientation de la ville, www.joradp.dz (JO15)

Loi n°10-02 du 29 juin 2010, portant l'approbation du Schéma National d'Aménagement du Territoire, www.joradp.dz (JO 61)

MENDIBIL, D « Quelle place pour les Alpes dans l'iconographie géographique de la France" ? In : *Revue de géographie alpine*, tome 89, n°4, 2001. pp. 185-198 ;

MENDIBIL, D .1999. « *Essai d'iconologie géographique* ». In : *Espace géographique*, tome 28, n°4, pp. 327-336

MENDIBIL, Didier « Dispositif, format, posture : une méthode d'analyse de l'iconographie géographique », *Cybergeo : European Journal of Geography* Epistémologie, Histoire de la Géographie, Didactique, document 415, consulté le 07 décembre 2016.URL : <http://cybergeo.revues.org/16823> ; DOI : 10.4000/cybergeo.16823

MERICSKAY, B « Les SIG et la cartographie à l'ère du géoweb. Vers une nouvelle génération de SIG participatifs », *L'Espace géographique* 2011/2 (Tome 40), p. 142-153.

MINEAU, D 2003 « L'apport des SIG en urbanisme »

Ministère des Affaires municipales. « Développement et gestion de la géomatique par les organismes municipaux. Guide à l'intention des élus et des gestionnaires municipaux » Fédération québécoise des municipalités du Québec

MOINE, A. 2013 « Le territoire comme un système complexe. Des outils pour l'aménagement et la géographie ». Septièmes Rencontres de Theo Quant, Feb 2005, Besancon, France.<http://thema.univ-fcomte.fr/theoq/pdf/2005/TQ2005>

NAIT MESSAOUD ; A .2016 « Où va la ville Algérienne ? »

NOIZET, H « Méthodologie des SIG appliqués à l'histoire urbaine », *Le Médiéviste et l'ordinateur*, 44, 2006 (Les systèmes d'information géographique)

Office québécois de la langue française 2007 « Lexique panlatin de la géomatique

PAEGELOW. M 2004. « Géomatique et géographie de l'environnement. De l'analyse spatiale à la modélisation prospective ». Géographie. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, <Tel-01063119>

PIROT, F. SAINT GERAND T. 2005 « La Géodatabase sous ArcGIS, des fondements conceptuels à l'implémentation logicielle »

POLIDORI, L.2008 « Les origines et les principes de la géomatique ». *Revue XYZ* • N° 114

PRÉVÉLAKIS, G .1995 « La notion du territoire dans la pensée de Jean Gottmann » Université de Paris-Sorbonne. Laboratoire "Espace et Culture"

JOLIVEAU, T .2004. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches « Géomatique et gestion environnementale. Recherches sur un usage géographique des SIG »

- Parcours 1 « Les SIG, de l'outil technique à la construction sociale ».
- Parcours 5 « Questions de géomatique en géographie. Essai d'analyse de la situation française ».

JOLIVEAU, T « Gérer l'environnement avec des S.I.G. Mais qu'est-ce qu'un S.I.G ». *Revue de géographie de Lyon* Année 1996 Volume 71 Numéro 2 pp. 101-110 Fait partie d'un numéro thématique : Système d'information géographique et gestion de l'environnement

RECHT, R « L'iconologie avant Warburg », *Images Revues* [En ligne], Hors-série 4 | 2013, mis en ligne le 30 janvier 2013, consulté le 11 septembre 2017. URL : <http://imagesrevues.revues.org/2898>

RIEBER, A, 2012 « Art, Histoire et signification « Un essai d'épistémologie de l'art autour de l'iconographie d'Erwin Panofsky » L'Harmattan

REPETTI, A. 2004 : Thèse Doctorale « un concept de monitoring participatif au service des villes en développement. Approche méthodologique et réalisation d'un observatoire urbain » École Polytechnique Fédérale de Lausanne

ROY, F. (1998) " DENEGRE, J et SALGE, F (1996) « *Les systèmes d'information géographique* ». Paris, PUF (Coll. « Que sais-je ? no 3122), 128 p. (ISBN 2-13-047932-4)." Cahiers de géographie du Québec 42115 (1998) : 130–131. Article

SOURIS, M. 2003. Thèse doctorat « Les principes des systèmes d'information géographique : Principes, algorithmes et architecture du système Savane ». Page de 1-20

Tervarent Guy. « L'iconologie au XXe siècle. » In: Journal des savants, 1965, n° pp. 584-589; http://www.persee.fr/doc/jds_0021-8103_1965_num_3_1_1115

VANARA, N. HUET, C. PAYET, N. PECH, P et GOELDNER, L « Environnement et géomatique : des métiers en mutation », *EchoGéo* 2014, consulté le 01 mars 2017. URL : <http://echogeo.revues.org/13790>

ZEROILI, D. BORD, J-P ET AIT MOUSSA, A. 2012 « L'apport des systèmes d'information géographique dans la gestion urbaine : cas des agences urbaines au Maroc » Université Paul-Valéry, Montpellier III – IRD. France »

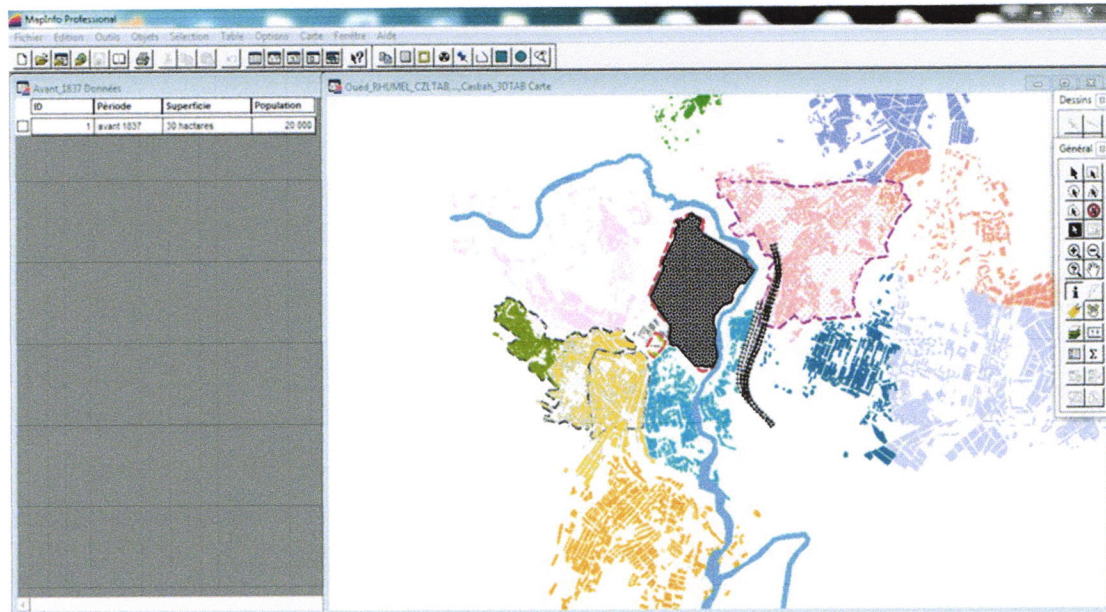
Liste des figures

Figure 1 : Répartition des images ALSAT 2A par continent.....	38
Figure 2 :Taux de répartition totale des images ALSAT 2A par continent	39
Figure 3 : Organigramme de la cartographie par image satellitaire.....	41
Figure 9 : Couches vectorielles issues de la restitution à partir de l'orthoimage ALSAT 2A.....	41
Figure 5 : Les composantes d'un SIG.....	46
Figure 6 : Organisation en couches de l'information géographique.....	48
Figure 7 : Structuration de l'information géographique.....	49
Figure 8 : Les différents niveaux de modélisation (PIROT.F.2002)	50
Figure 9 : Suivi de l'évolution des extensions urbaines.....	57
Figure 10 : Etapes du processus de photo-interprétation.....	59
Figure 11 : Organigramme de la méthodologie utilisé pour l'identification de l'occupation du sol en milieu urbain à partir d'une image Alsat -2B	60
Figure 12 : Carte d'occupation du sol de la ville d'Oran.....	61
Figure 13 : Typologie de l'habitat par unité bâtie.....	62
Figure 14 : Typologie de l'habitat.....	65
Figure 15 :Image Alsat -2A de résolution 2.5m de la ville d'Oran	65
Figure 16 : Evaluation de la performance de circuit de collecte.....	66
Figure 17 :Amélioration des circuits de collecte	66
Figure 18 : Entités de référence	67
Figure 19 : Quantité de déchets annuelle par commune.....	67
Figure 20 : Quantité de déchets annuelle par habitant /commune.....	68
Figure 21 : Représentation du modèle de la fiche d'inventaire du palais d'EL Mechouar.....	70
Figure 22 : Localisation des 3 séismes étudiés dans le scénario.....	73

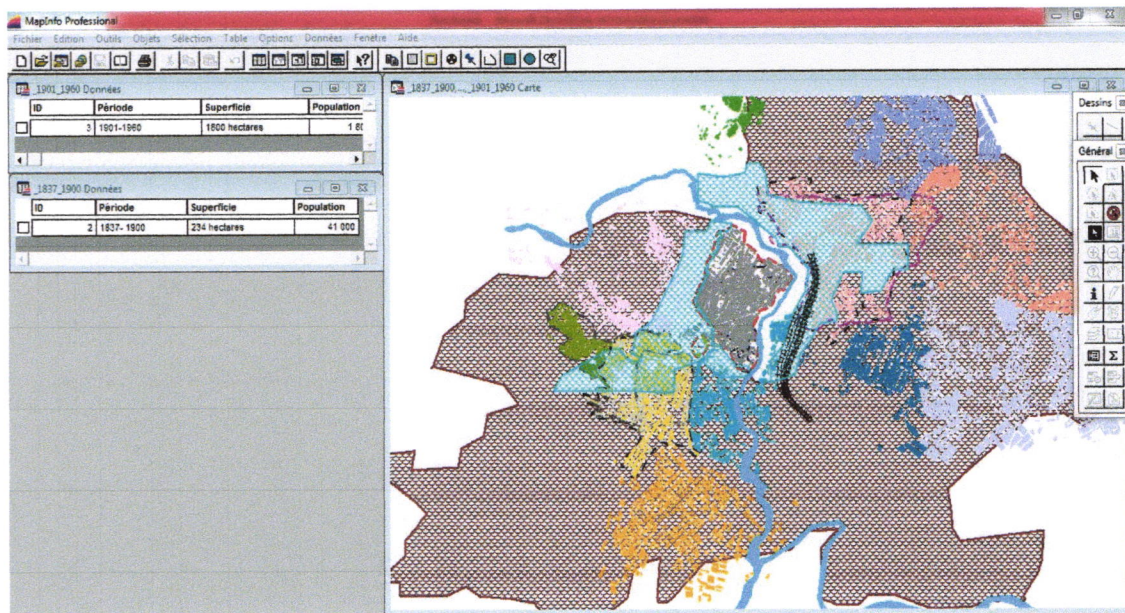
Figure 23 : Répartition des intensités sismiques	Figure 24 :Distribution du type de construction par	74
Figure 25 :Distribution des dommages subis par les bâtiments.....		75
Figure 26 : Distribution des dommages subis par Quito .Par le réseau de distribution d'eau potable (gauche)-réseau de voirie (centre)-réseau des égouts (droite).....		76
Figure 27 : Situation de la région de Constantine.....		82
Figure 28 : Le Rocher de Constantine.....		84
Figure 29 : Les ponts de la ville de Constantine.....		85
Figure 30 : Carte d'extension de la ville Constantine.....		88
Figure 31 : Extension de la ville de Constantine en chiffres entre 1837 et 2000.....		89

**Annexes : Applications d'un SIG pour la lecture de l'étalement urbain de
la Médina de Constantine « extrait des cartes »**

Annexes

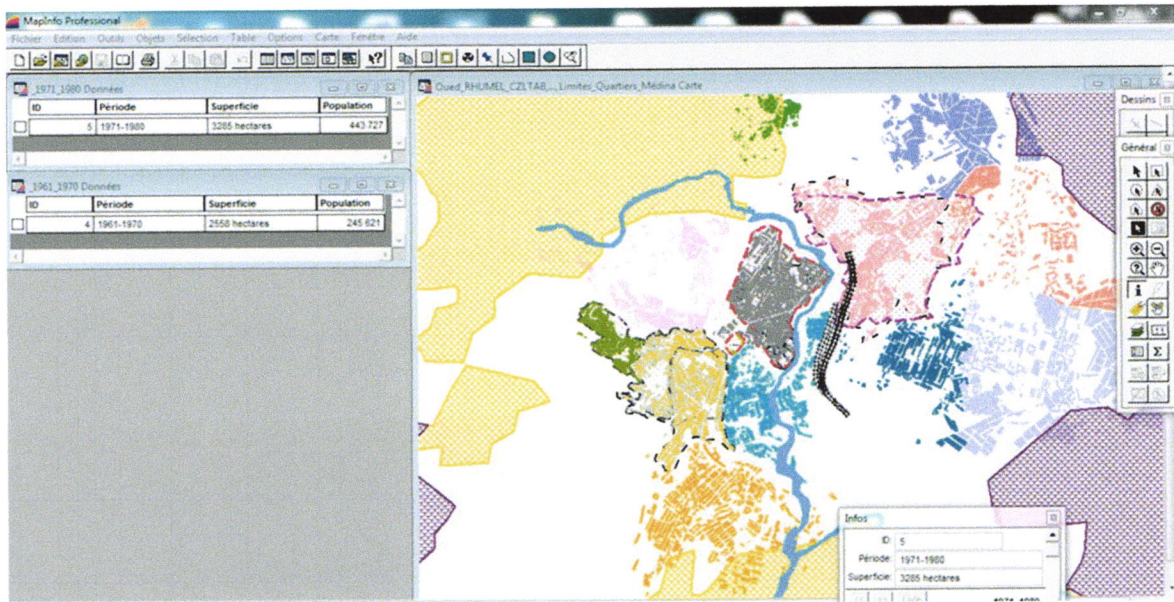


Période avant 1837

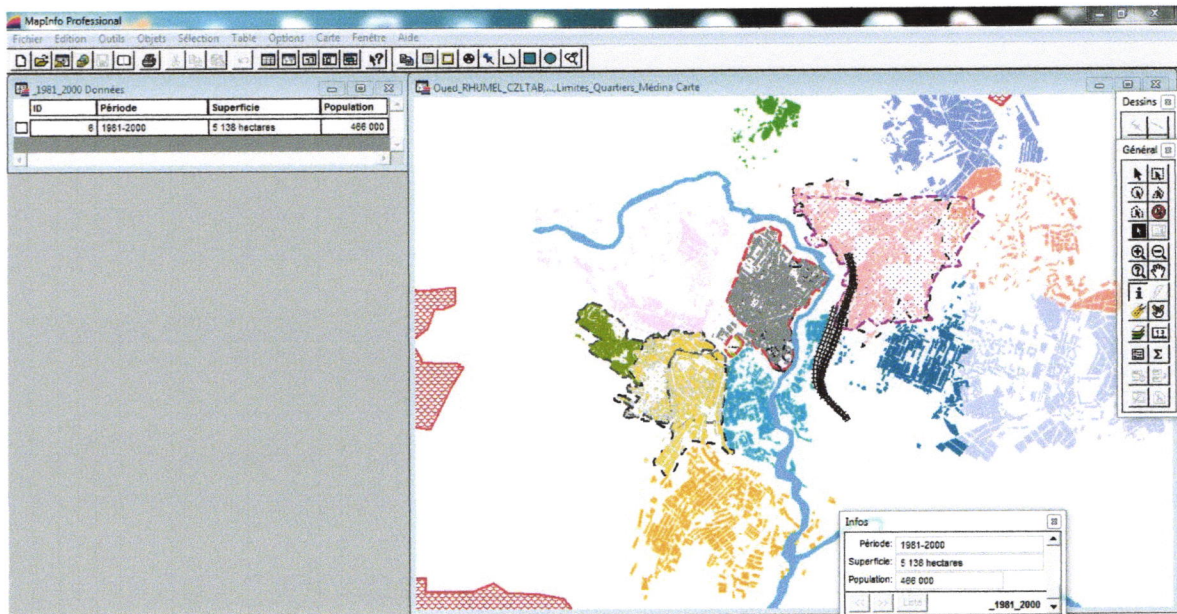


Superposition de deux cartes : périodes 1837-1900 / 1901-1960

Annexes



Superposition de deux cartes : périodes 1961-1970 / 1971-1980



Période 1981-2000