

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE BATNA 2

INSTITUT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

## THESE

Présentée par :

**BENDIB Abdelhalim**

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat 3<sup>ème</sup> Cycle

En Aménagement du territoire et gestion des risques majeurs

**Thème :**

---

**GEOMATISATION DES INSTRUMENTS D'AMENAGEMENT  
DU TERRITOIRE POUR UNE GESTION COHERENTE ET  
DURABLE DE L'ESPACE - CAS DE LA VILLE DE BATNA -**

---

Thèse soutenue le 09/07/2017 devant le Jury composé de :

KALLA Mahdi	Prof.	Université Batna -2-	Président
DRIDI Hadda	Prof.	Université Batna -2-	Rapporteur
BOUTIBA Makhoulf	Prof.	USTHB Alger	Examineur
GUETTOUCHE Med. Said	Prof.	USTHB Alger	Examineur

Je dédie ce modeste travail aux personnes qui sont chers à mon cœur :

A la mémoire de mon père.

A la mémoire de mon ami BENAZIZA Nadhir.

A ma très chère mère.

A mes frères, mes sœurs et tous mes amis sans exceptions.



## Remerciement

Je remercie Dieu le tout puissant pour m'avoir donné la force et le courage de réaliser et de finir ce travail.

Un doctorat ne s'effectue jamais seul et dans cette tâche parfois difficile, je tiens à saluer les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail de thèse. Bien évidemment, je tiens remercier en premier lieu mon directeur de thèse, Professeur HADDA DRIDI pour son temps, sa patience, sa disponibilité, ses conseils avisés ainsi que son encadrement exemplaire.

Je tiens à remercier tout particulièrement le Professeur MAHDI KALLA, pour ses conseils précieux, son écoute, son temps et sa confiance. En effet, j'ai pu avoir la chance d'avoir un suivi régulier de son part, notamment par le biais des réunions régulières. Il a su me motiver dans les moments difficiles et m'a permis d'acquérir un savoir-faire scientifique et méthodologique indispensable pour les années futures.

Pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail et leur lecture attentive de cette rédaction, j'exprime ma gratitude aux membres de jury (les professeurs GUETTOUCHE Mohammed Said et BOUTIBA Makhlouf) qui ont accepté de participer à la soutenance de cette thèse.

Je n'oublierai pas non plus de remercier monsieur AISSAOUI A (APC de Batna) qui m'a permis d'acquérir les données de base nécessaires ainsi que les différentes informations sur les documents d'urbanisme, monsieur DIRAKH (SONELGAZ) pour son soutien et m'avoir accordé des entretiens sur mes préoccupations de recherche, ainsi que monsieur DJOUDI (Direction d'Hydraulique) et Mme AYADI (Direction du cadastre) pour les données qu'ils m'ont accordées.

Un grand remerciement est destiné également aux relecteurs de mes articles publiés notamment ceux de Geocarto International, Environnement, Risque et Santé (ERS), Journal of Engineering and technology Research (JETR) et Annals of the University of Oradea pour leurs orientations et commentaires sérieux.

## Liste des principales abréviations

ACL	Agglomération Chef-lieu
AEP	Adduction en Eau Potable
ALN	Armée de Libération Nationale
AMC	Analyse Multicritère
ANAT	Agence Nationale d'Aménagement du Territoire
ANC	Agence Nationale du Cadastre
ANDI	Agence Nationale du Développement et d'Investissement
APC	Assemblée Populaire Communal
API	Application Programming Interface
ASAL	Agence Spatiale Algérienne
CNAT	Centre National d'études et d'Animation des Entreprises de Travaux
CNERU	Centres Nationaux d'Etudes et de Réalisations en Urbanisme
CNES	Conseil National Economique et Social
COS	Coefficient d'Occupation du Sol
DAO	Dessin Assisté par Ordinateur
DDC	Diagramme De Classe
DGUHC	Direction générale de l'urbanisme de l'habitat et de la Construction
DPAT	Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire
DPSB	Direction de Planification et de Suivi des Budgets
DSA	Direction des Services Agricoles
DSN	Data Source Name
DUC	Direction d'Urbanisme et de Construction
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
GDEM	Global Digital Elevation Model
GPL	GNU General Public License
HTML	Hyper Text Markup Language
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
INCT	Institut National de Cartographie et de Télédétection
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
INSP	Institut National de Santé Publique
KML	Keyhole Markup Language
LOF	Loi d'Orientation Foncière
MATET	Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme
MLC	Maximum Likelihood Classification
MNT	Modèle Numérique des Terrains
MOO	Modèle Orienté Objet

MCD	Modèle Conceptuel de Données
MPD	Modèle Physique de Données
MSS	Multi Spectral Scan
ODBC	Open DataBase Connectivity
OGC	Open Geospatial Consortium
OMG	Object Management Group
ONM	Office National de la Météorologie
ONS	Office National des Statistiques
PAW	Plan d'Aménagement de Wilaya
PCD	Plan Communal de Développement
PDAU	Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PMU	Plans de Modernisation Urbaine
POS	Plan d'Occupation du Sol
PUD	Plan d'Urbanisme Directeur
RDC	Rez De Chaussé
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RHP	Résorption de l'Habitat Précaire
SAU	Surface Agricole Utile
SCU	Schéma de Cohérence Urbaine
SD	Schéma Directeur
SDE	Standard Deviational Ellipse
SGBD	Système de Gestion des Bases de Données
SIG	Système d'Information Géographique
SLD	Styled Layer Descriptor
SNAT	Schéma National d'Aménagement du Territoire
SQL	Selection Query Language
SRAT	Schéma Régional d'Aménagement du Territoire
SVM	Support Vector Machine
TM	Thematic Mapper
TOL	Taux d'Occupation du Logement
UHI	Urban Heat Island
UML	Unified Modeling Language
UNA	Urban Network Analysis
URBA	Bureau d'Etudes et de Réalisations en Urbanisme
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service
XML	Extensible Markup Language
ZAC	Zones d'Aménagement Concertées
ZHUN	Zone d'Habitat Urbain Nouvel
ZI	Zone Industrielle

## TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations	i
Table des matières	iii
INTRODUCTION GENERALE	1
REVUE DE LA LITTERATURE	3
PROBLEMATIQUE ET ORIGINES DU PROBLEME	5
PLAN DE LA THESE	6
<b>CHAPITRE1 : EVOLUTION DIACHRONIQUE DES POLITIQUES URBAINES ET DES INSTRUMENTS DE PLANIFICATION EN ALGERIE</b>	
Introduction	8
1- Eléments de définition	10
1-1 La ville	10
1-2 La planification urbaine	13
2- Politiques urbaines en Algérie, origines et évolution	16
2-1 Urbanisme colonial (1830-1962)	16
2-2 Urbanisme de l'Algérie indépendante 1962 à ce jour	18
2-2-1 Période 1962 - 1973 : Reconstitution de la législation coloniale	18
2-2-1-1 1 <sup>er</sup> plan triennal (1967-1969)	20
2-2-1-2 1 <sup>er</sup> plan quadriennal (1970-1973)	20
2-2-2 Période 1974 - 1990 : La planification socialiste	21
2-2-2-1 2 <sup>ème</sup> plan quadriennal (1974-1977)	22
2-2-2-2 Plan communal de développement (PCD)	23
2-2-2-3 Plan de modernisation urbain (PMU)	23
2-2-2-4 Plan d'urbanisme directeur (PUD)	23
2-2-2-5 Zones d'habitat urbain nouvelles (ZHUN)	24
2-2-2-6 Zones industrielles (ZI)	27
2-2-2-7 Zones d'aménagement concertées (ZAC)	28
2-2-2-8 Schéma national d'aménagement du territoire (SNAT)	29
2-2-2-9 Schéma régional d'aménagement du territoire (SRAT)	29
2-2-2-10 Plan d'aménagement de wilaya (PAW)	31
2-2-2-11 Schéma de cohérence urbaine (SCU)	32
2-2-3 Période de 1990 à ce jour : L'économie de marché	32
2-2-3-1 Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU)	33
2-2-3-2 Plan d'occupation des sols (POS)	34
Conclusion	36

## **CHAPITRE2 : SUPPORT DES POLITIQUES D'AMENAGEMENT ET PLANIFICATION SPATIALE EN ALGERIE- LES INSTRUMENTS PDAU ET POS**

Introduction	37
1- Politique de l'état et contenu des instruments, évolution et critique	38
1-1 Fondement juridique et instruments de planification urbaine	39
1-1-1 Loi 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme	40
1-1-2 Amendement de la loi 90-29 par la loi n°04-05 du 14 août 2004 modifiant et complétant	41
1-1-3 Loi 90-25 du 18 novembre 1990 relative à l'orientation foncière	41
1-1-4 Loi 01-20 du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement du territoire et au développement durable	42
1-1-5 Loi 06-06 du 20 février 2006 portant orientation de la ville	43
2 Instruments d'aménagement PDAU et POS	44
2-1 Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU)	44
2-1-1 Définition et objectifs du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme	44
2-1-2 Procédures réglementaires d'élaboration et d'approbation d'un PDAU	46
2-1-2-1 Procédures administratives d'élaboration du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme	46
2-1-2-2 Procédures administratives d'approbation du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme	46
2-1-3 Contenu des études du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme	48
2-1-4 Révision du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme	49
2-2 Plan d'occupation des sols (POS)	50
2-2-1 Définition et objectifs du plan d'occupation des sols	50
2-2-2 Procédures réglementaires d'élaboration et d'approbation d'un POS	50
2-2-2-1 Procédures administratives d'élaboration du plan d'occupation des sols	50
2-2-2-2 Procédures administratives d'approbation du plan d'occupation des sols	52
2-2-3 Contenu des études du plan d'occupation des sols	52
2-2-4 Révision du plan d'occupation des sols	53
3- Instruments d'aménagement PDAU et POS entre la loi 90-29 et d'autres législations	54
3-1 Instruments d'aménagement PDAU et POS entre la loi 90-29 et la loi 90-25	54
Conclusion	56

## **CHAPITRE3 : VILLE DE BATNA, DIAGNOSTIC ET ANALYSE DES CAPACITES**

Introduction	57
1- Ville de Batna, point d'articulation et position stratégique	58
1-1 Aperçu historique et création du noyau	58
1-2 Ville de Batna, position avantageuse	59
1-2-1 Caractéristiques topographiques	62
1-2-1-1 Reliefs	62
1-2-1-2 Pentés	63
1-2-2 Les contraintes opposées aux phénomènes d'urbanisme dans la ville de Batna	64
1-2-2-1 Contraintes liées aux reliefs	65
A- Modélisation en 3D sous le modèle numérique des terrains	65
1-2-2-2 Servitudes liées aux installations artificielles	66
1-2-2-3 Contraintes liées au statut foncier des terrains	68
2- Apparition et développement du phénomène urbain	69
2-1 Evolution et articulation spatio-temporelle de la ville de Batna	69
2-2 Télédétection pour une nouvelle lecture de la ville de Batna	73

2-3 Saturation de l'espace urbain de la ville de Batna	75
2-4 Analyse des données démographiques	77
2-4-1 Evolution statistique de la population, étapes et facteurs	78
2-4-1-1 Répartition spatiale de la densité de population en 2008	81
2-4-1-2 Prévision de la population aux horizons 2018 et 2028	82
2-4-2 Cadre d'habitat dans la ville de Batna	82
2-4-2-1 Evolution du parc de logement	82
2-4-2-2 Prévision des besoins en logements pour les horizons 2018 et 2028	84
3- Infrastructure routière et ferroviaire, éléments de liaison	85
4- Batna, lieu d'attraction régionale et inter communale	87
4-1 Echanges commerciaux, un enjeu majeur pour l'avenir des villes	87
4-2 Activités industrielles	89
4-2-1 La zone industrielle, réalité et prospectives	91
4-2-2 Le foncier industriel	92
Conclusion	94
 <b>CHAPITRE4 : LES INSTRUMENTES D'AMENAGEMENT, DYSFONCTIONNEMENTS ET LIMITES</b>	
Introduction	96
1- Les instruments d'aménagement entre les logiques administratives et les logiques des citoyens	97
2- Les SIG comme une réponse pour gérer le territoire	112
2-1 Instruments classiques, vers quel avenir	112
2-2 Les SIG, des outils pour la gestion de l'espace urbain	114
2-2-1 Les études portant sur la confection des nouveaux instruments d'urbanisme	116
2-2-2 L'automatisation de l'administration et la maîtrise de produits cartographiques	116
2-2-3 La diffusion à des tiers de certaines informations	117
Conclusion	119
 <b>CHAPITRE5 : APPLICATION DE LA GEOMATIQUE POUR UNE GESTION COHERENTE DU TERRITOIRE</b>	
Introduction	121
1-Ingénierie géomatique, gestion territoriale et prises de décisions	123
1-1 Géomatique, outil de gestion territoriale	123
1-2 Systèmes d'information géographique (SIG)	124
1-3 Base de données, une composante au cœur des SIG	124
2- Modélisation et conception de la base de données	125
2-1 Besoins de collecte et traitement des données	125
2-1-1 Plateforme logicielle	126
2-1-2 Vérification topologique des données spatiales	129
2-2 Méthodologie technique de modélisation de la base de données	130
2-2-1 Ville de Batna, vers une modélisation d'un système complexe	131
2-2-2 Vue globale de notre approche de modélisation (UML)	135
2-2-3 Conception du diagramme de classes (DDC)	136
2-2-4 Constitution du dictionnaire de données	141
2-2-5 Modèle physique de données (MPD)	141
2-2-6 Intégration des données dans un SGBD	142
2-2-7 Connexion de la base de données dans un SIG	145

3- Mise en place d'un WebGIS accessible via internet	147
3-1 Installation et configuration du serveur cartographique	147
3-2 Interaction diagramme de cas d'utilisation et interface Web	152
3-3 Aperçu sur le fonctionnement de WebGIS	153
3-4 HTML langage balisé pour une interface interactive	157
Conclusion	159
 <b>CHAPITRE6 : SYNTHESE ET PERSPECTIVES : Système de monitoring participatif, gestion territoriale et gouvernance urbaine</b>	
Introduction	160
1- Synthèse analytique de la méthodologie élaborée	161
2- Perspectives d'application et de transposition	163
2-1 SIG interactif pour l'élaboration des instruments d'aménagement (analyse de l'état de fait pour un aménagement intégré)	164
2-2 Outil de planification des mesures de suivi et d'intervention	167
2-2-1 Analyse spatiale par Kernel Density	169
2-3 SIG pour une action territoriale, construction sur la bande de servitude autour d'un gazoduc	173
2-4 SIG pour la prévention des risques majeurs et gestion des catastrophes industrielles	175
2-4-1 Définition des paramètres de l'algorithme de Dijkstra	176
2-5 Centre-ville administratif base de l'embouteillage de la ville	180
2-6 SIG pour l'analyse de la configuration fonctionnelle du centre-ville	185
2-6-1 La centralité de proximité (Closeness)	186
2-6-2 La centralité d'intermédiarité (Betweenness)	186
2-7 La fonctionnalité UNA (Urban Network Analysis) pour juger une proposition du POS10	191
2-8 L'application de l'analyse multicritère (AMC) pour la proposition des sites optimaux aux nouveaux équipements administratifs	194
2-9 Application de l'extension network analyst (zones de desserte) pour l'aide à la décision	201
2-10 Mesure de l'accessibilité urbaine pour arbitrer des choix d'aménagement	205
2-11 Quelle planification ? Terres agricoles faces à un étalement autorisé	210
2-12 SIG puissant pour l'analyse et la détection des déphasages	214
3- Perspectives à d'autres contextes, ville de Batna d'une base de données à une banque de données urbaine	219
Conclusion	222
<b>Conclusion générale</b>	223
<b>Limites et perspectives</b>	227
<b>Annexes</b>	i
<b>Références bibliographiques</b>	xl
<b>Sites web consultés (webographie)</b>	liv
<b>Liste des figures</b>	lvi
<b>Liste des tableaux</b>	lx
<b>Résumé</b>	

## INTRODUCTION GENERALE

*‘les constructions élevées par les Arabes sont loin d’être solides, ce qui tient à la civilisation nomade de ce peuple et à son éloignement pour les arts. On peut même y assigner une autre cause qui est plus directe, savoir, leur peu d’attention à choisir de bons emplacements pour les villes qu’ils se proposent de fonder. Ainsi que nous avons dit, ils ne tiennent compte ni des lieux, ni la qualité de l’air, ni des eaux, ni des terres cultivables, ni des pâturages’ (Ibn Khaldoun, p. 210).*

Suite à la proclamation de l’indépendance le 5 juillet 1962, l’état algérien a lancé et en urgence de nombreux programmes et réformes visant en premier lieu l’aménagement du territoire. Mais quelques années plus tard, à la place d’une politique d’aménagement du territoire caractérisée par une vision globale et une planification future à travers les différents plans nationaux, l’état en a eu une approche globale visant le secteur primaire à travers une politique de l’industrie industrialisante et les grands programmes d’infrastructures. Cette politique de développement caractérisée par des interventions et des stratégies d’aménagement mal formulées (Labbaci, 2010) présente des distorsions et des exclusions multiples, car elle n’a pas été soutenue par une politique territoriale adéquate, alors dans un laps de temps de nombreuses inégalités et des espaces désarticulés sont engendrés (Djelal, 2007). En effet, malgré le lancement en 1972 du programme mille villages socialistes (Zitoun, 2012) et les politiques d’emploi et du logement, ces efforts du socialisme étatique d’après Cote (1993), ont été dans le sens d’une urbanisation massive des principaux centres urbains causée par des mouvements de déplacement et d’exode des populations rurales importants estimée à 1.7 million de ruraux entre 1966-1977. Les différents plans nationaux (Toussaint, 1993), premier plan triennal (1967-1969), premier plan quadriennal (1970-1973) et deuxième plan quadriennal (1974-1977) qui couvraient une grande partie du pays, n’ont pas pu sortir les villes de leur retard et les villes intérieures sont l’une des régions du pays qui sont victimes des exclusions de cette politique centrale.



À partir de 1990, une nouvelle période du multipartisme et de la décentralisation est caractérisée par la nouveauté en matière de la législation urbaine, mettant effectivement la fin d'une longue expérience de tout planifié et de son approche caractérisée par un mode de gestion dit normatif et centralisé (Mouaziz-Bouchentouf, 2008). Cette période est fortement marquée par des nouvelles lois en matière d'aménagement urbain. La loi 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme entraîne le remplacement des anciens instruments par le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) qu'est un instrument de planification spatiale, de rationalisation de l'espace et de gestion urbaine. Cependant, en quelques années après, les villes algériennes, notamment la ville de Batna, ont connu des mutations extrêmes, la planification urbaine n'a jamais suivi l'urbanisation désirée et l'essentiel des objectifs soulignés n'ont pas été atteints.

Aujourd'hui, Batna objet de recherche est l'une des villes les plus urbanisées en Algérie (Belkhatir, 1999). L'extension dans l'espace et le temps du périmètre urbain a généré de nombreux problèmes et crises, parmi lesquels, problèmes liés au développement des espaces périurbains, problème de gestion des réseaux urbains et plus récemment un énorme étalement urbain (Dridi *et al.* 2015). Ceci est le résultat d'une dynamique spatiale accélérée qui n'est pas accompagnée d'une instrumentation appropriée en matière de planification et de gestion urbaine, afin de contrôler et de maîtriser sa croissance. Plus encore, il est indiscutable que les documents d'urbanisme en vigueur en Algérie sont nécessaires à la planification et à la gestion de l'espace, mais ils restent cependant incapables de jouer pleinement le rôle assigné par la loi 90-29. En effet, la réflexion approfondie sur les modes de gestion de la ville de Batna par les instruments classiques mise en œuvre, fait apparaître l'importance et la nécessité d'introduire les nouvelles technologies numériques à savoir les techniques géomatiques, en passant d'une simple planification classique et standard vers une nouvelle vision de l'intelligence territoriale. Celle-ci nous permet un gain de temps et de moyens pour une meilleure connaissance et une maîtrise du milieu étudié.

Au cours des 20 dernières années, nous avons constaté que l'utilisation des données à un emplacement dans l'espace s'augmente de plus en plus, pour de multiples domaines d'application et à des fins assez diverses. Par définition, le système d'information géographique (SIG) est le système de gestion des bases de données informatisées pour l'édition, le stockage, l'analyse et l'affichage des données (Ohri et Poonal, 2012). Ce système robuste et interactif selon Banos et Thévenin, (2011) constitue aujourd'hui un outil opérationnel et un abordable système d'information pour la planification, la gestion urbaine, et pour améliorer l'accessibilité à l'information urbaine (Nour, 2011). Il est de plus en plus un élément important dans le système d'aide à la décision territoriale. Les récents progrès dans l'intégration des SIG avec les modèles de planification, la visualisation et l'internet feront des SIG les outils les plus utiles et plus efficaces. Dans ce contexte, la présente étude

a été fixée pour objectif de développer un système d'information géographique accompagné d'une interface web interactive et pertinente, et d'étudier ses potentialités dans le processus de planification stratégique pour une gestion efficace et un développement urbain durable dans la ville de Batna.

## REVUE DE LA LITTÉRATURE

Le domaine de l'aménagement et la dynamique urbaine ont connu ces dernières années un développement spatial impressionnant, à travers le monde (LE BRIS, 2001). Et plusieurs études ont soulevé ces questions qui ont porté sur des gammes variées de thèmes (Josse, 1980 ; Rhein, 1993 ; Beaucire, 1999 ; Ward, 2004). De nombreux auteurs soulignent l'importance et l'intérêt de prendre en compte cette donnée sensible (Feildel, 2013), car le processus d'organisation de la ville n'a jamais cessé d'attirer l'intérêt des urbanistes, gestionnaires et aménageurs des milieux urbains. En effet, la croissance démographique accélérée et les turbulences migratoires associées continuent à aggraver les déséquilibres entre les régions et le développement inégal à l'intérieur d'un même espace urbain (Rahman, 2007 ; Zeroili *et al.* 2012). Ces flux de populations, notamment entre campagne et ville, entraînant des distorsions et des dégradations non seulement de la qualité de l'environnement, mais aussi la consommation et l'occupation anarchique du foncier urbain qui se rétrécit de jour en jour (Benderoua *et al.* 2011). Par ailleurs, le recours à la planification urbaine et à la mise en place des instruments d'urbanisme matérialise l'un des plus grands pas vers une urbanisation plus harmonieuse et plus modérée (Abou Warda et Hadjiedj, 2003). Ces instruments selon la loi 90-29 permettent normalement de matérialiser l'utilisation de l'espace à travers la détermination des orientations générales d'aménagement.

En se rapprochant de notre contexte, Benyahia, (2015) à l'aide d'une enquête par questionnaire sur 416 personnes effectuée sur la ville de Batna en 2012, affirme qu'il y a un lien solide entre la déficience des instruments d'urbanisme et les dysfonctionnements du développement urbain. Selon l'auteur cette méthode inspirée de la démarche de l'observatoire Veolia des modes de vie urbains a permis largement d'identifier la perception des habitants et les dysfonctionnements de développement urbain qui influe sur le bien être des habitants.

De son côté Benidir, (2007) dans son travail de doctorat intitulé '*urbanisme et planification urbaine le cas de Constantine*' ajoute que ces instruments dans leur état actuel dit classique, sont souvent confrontés à de nombreux enjeux réduisant leur capacité à maîtriser la croissance urbaine '*dans son état actuel, le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme est incapable de jouer pleinement le rôle qui lui est assigné par les textes*'. De plus, dans une autre recherche menée par Bouchemal, (2005) l'auteur a abouti à la conclusion que les défaillances existantes

dans la production de l'urbain en Algérie résident essentiellement dans la mise en œuvre du plan d'urbanisme, quelle que soit sa portée. Les périodes longues d'élaboration et d'approbation ont contribué à mettre de ces instruments des documents dépassés et en déphasage avec la réalité.

En parallèle, dans une recherche sur le risque des crues superficielles dans la ville d'Alger menée par Menad, (2012) l'auteur confirme que le PDAU et le POS qui présentent le support unique de gestion du territoire en Algérie, sont des documents bruts qui ne dépassent guère la simple représentation spatiale, et n'intègrent aucune approche socio-économique. Cette situation d'après l'auteur a conduit les villes algériennes vers un développement spatial anarchique sans aucune politique de gestion territoriale mettant par conséquent les habitants, leurs biens et leur environnement à un vrai danger.

La gestion de l'espace urbain représente un défi considérable au regard de la nécessité de rendre compatibles le processus d'expansion urbaine et l'usage soutenable des ressources (Da Silva, 2002). L'intérêt des systèmes d'information géographique dans les milieux urbains réside dans les traitements potentiels qu'ils peuvent effectuer (Bordin, 2002). Sous la complexité de manipuler quotidiennement des quantités importantes de données géographiques, la mise en place d'un SIG au profit des instruments d'urbanisme devrait constituer un gain considérable pour faciliter le travail traditionnel pour l'aide à la gestion urbaine.

À ce titre, l'apport de ces études nous a permis d'effectuer un bilan exhaustif de ce que l'on sait, ce qui nous a permis de classer notre recherche parmi plusieurs travaux semblables pour éviter de refaire un travail déjà réalisé par d'autres auteurs. En effet, après une lecture et une analyse approfondie du contenu de ces recherches, on constate aisément que l'utilisation des techniques géomatiques, à savoir les SIG et les techniques de télédétection, se limite juste dans les aspects d'extraction de la dynamique spatio-temporelle, dont la finalité est de quantifier l'extension ou de détecter les principaux déphasages. Par contre, notre objectif souligné dans ce travail vise essentiellement les différents aspects qui n'ont pas été abordés et traités dans la littérature ci-dessus, en orientant notre méthodologie sur les axes majeurs suivants :

- (1) analyse d'une façon détaillée les limites des instruments d'urbanisme en vigueur (PDAU et POS) en se basant sur la concrétisation des différents programmes projetés sur le terrain.
- (2) adoption d'une approche technique basée sur le langage de modélisation UML (Unified Modeling Language) en orientant notre choix vers des logiciels performants (Sybase Power AMC) permettant de modéliser et de concevoir un système d'information géographique méthodique, exhaustif et pertinent.

(3) apport d'une grande quantité de données géo-spatiales disponibles (plus de 62 000 objets avec les attributs convenables) afin de mettre en place un SIG central capable de rallier les différents acteurs et services municipaux en une plateforme d'échange d'informations facilement accessible.

(4) mettre du simple citoyen un élément indispensable et indissociable de la politique urbaine locale à travers la diffusion des données et des informations urbaines. À ce niveau-là, une interface interactive (WebGIS) intégrant le système d'information déjà réalisé a été développée en utilisant des solutions open source (Geoserver, Tomcat Apache, OpenLayers, MapGuide Maestro, etc.).

(5) mettre en examen le SIG de la ville de Batna sous quelques indicateurs choisis d'une façon à couvrir des domaines d'application variés, allant de la planification territoriale à la gestion d'un système urbain complexe.

## **PROBLEMATIQUE ET ORIGINES DU PROBLEME**

La prise en charge actuelle des espaces urbains par les outils et les instruments d'aménagement du territoire (PDAU et POS) comme démarche directrice qui oriente le choix des actions territoriales à mener à moyen terme ne montre aucune efficacité. Ces instruments sont déjà obsolètes bien avant leur mise en application en raison d'un développement urbain rapide et incontrôlé sous la pression socio-économique grandissante, et l'influence de certains enjeux et acteurs associés à caractère économique et politique. Par ailleurs, les méthodes classiques de réalisation des instruments sont dénuées de précision spatiale, les entités géographiques sont réduites et leurs attributs sont inexistantes. C'est des documents presque figés indiquant des orientations globales des lignes directrices, ne pouvant ainsi assurer le suivi, l'analyse et la mise à jour continue.

L'objectif principal de ce travail est de géomatiser ces instruments à savoir l'introduction de bases de données numériques sous SIG de manière à articuler leur composition selon les besoins, l'objectif et la nature de l'action territoriale. Ceci permet un suivi diachronique et précis des opérations en générant des informations simples ou composites selon les besoins à partir de requêtes pouvant interroger la base de données. Par ailleurs, l'adoption de l'imagerie satellitaire à très haute résolution (QuickBird 2005 et Google Earth 2014) permettra un suivi précis dans le temps et l'espace de toute la dynamique urbanistique ainsi que les différents flux qui la traverse.

L'objectif alors est un SIG cohérent et permanent de la ville de Batna qui prend la forme extensible et évolutive de sa base de données. Portant en puissance ces instruments

d'aménagement, mais qui pourrait interroger l'ensemble des unités territoriales et leurs thématiques associées.

## **PLAN DE LA THESE**

La recherche que nous avons entamée sur la ville de Batna montre d'une façon globale que la ville (en particulier l'habitat individuel) se développe en marge de ses instruments d'urbanisme en conduisant à des situations difficilement gérables. Et pour appréhender cette problématique, nous avons structuré notre travail en sept chapitres complémentaires :

**Le premier chapitre** présente une entrée de notre travail, il s'agit d'un bilan exhaustif de l'évolution dans le temps de la politique urbaine en Algérie depuis la conquête française en 1830 jusqu'à l'adoption de l'économie de marché en 1990. Il fait une analyse exhaustive des principaux plans et des instruments associés en focalisant sur les atouts et les faiblesses de chaque politique urbaine menée.

**Le deuxième chapitre** est consacré à la description de deux instruments d'aménagement en vigueur, il s'agit du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et plan d'occupation des sols. Ce chapitre est une description du contenu de chaque instrument ainsi que le fondement juridique associé.

**Le troisième chapitre** s'intéresse à la présentation de la zone d'étude. Dans ce chapitre nous aborderons en premier lieu les caractéristiques du milieu physique à savoir les reliefs et les pentes, et les paramètres socio-économiques (démographie, habitat, économie, infrastructure, etc.) liés au développement dans l'espace et le temps du phénomène urbain dans la ville de Batna.

**Le quatrième chapitre** fournit une analyse comparative entre les orientations proposées par les instruments d'urbanisme et sa concrétisation sur le terrain à travers quelques échantillons montrant les principaux déphasages produits. Cette étape nous a permis par conséquent de ressortir les principaux dysfonctionnements et limites qui entravent son application effective sur le terrain, il fait apparaître clairement la dominance de la logique des populations sur celle de l'administration. Ce chapitre se termine par la proposition des systèmes d'information géographiques (SIG) et les techniques de la géomatique comme une nouvelle approche pour appréhender et maîtriser les actions territoriales.

**Le cinquième chapitre** décrit l'aspect technique de notre travail. Ce chapitre en principe débute par la modélisation et la conception de la base de données urbaine ainsi que la plateforme

logicielle nécessaire. Puis en deuxième temps par l'intégration de cette base de données dans un système d'information géographique offrant toutes les fonctionnalités essentielles à la cartographie, l'affichage et l'analyse des données géo-spatiales. Le chapitre se clôture par l'intégration d'une nouvelle notion de diffusion des données géo-spatiale au grand public à travers une interface interactive permettant la consultation des fonctionnalités SIG en ligne.

**Le sixième chapitre** enfin, est consacré au développement de nombreux indicateurs d'analyse spatiale (analyse multicritère, analyses spatiales, statistiques, diachroniques, géostatistiques, analyse des réseaux, etc.). Ces indicateurs montrent la puissance de ces nouvelles approches dans le stockage, la cartographie, l'analyse, la gestion et la planification territoriale (urbain notamment) dépassant de loin les méthodes classiques d'appréhension de l'espace étudié. Plus encore, grâce aux volumes exponentiels des données à traiter, ce chapitre illustre les capacités des SIG d'interagir et de manipuler aisément ces bases de données qui sont parfois importantes capables de devenir de véritables banques de données urbaines.

# **CHAPITRE 1**

Évolution diachronique des politiques urbaines et des  
instruments de planification en Algérie

## Introduction

Au lendemain de l'indépendance de l'Algérie en 1962 et les mutations profondes qui ont suivi, l'Algérie s'est engagée en urgence dans de nombreux programmes socio-économiques pour répondre au plus pressant sans vision prospective. Ceci a entraîné des comportements et des réactions sociales collectives qui ont pris la forme d'un exode massif vers les grands centres urbains (Alger, Oran, Annaba, etc.). Cette croissance sera rapidement accompagnée par des déséquilibres urbains auxquels les autorités n'arrivent jamais à contrôler par des orientations d'aménagement de territoire plus adéquates. Apparaissent alors des développements urbains non planifiés caractérisés par des dysfonctionnements, d'insuffisances en habitat urbain et des difficultés d'accès aux services de proximité. Ces dysfonctionnements deviendront au fur et à mesure la règle qui s'installe durablement. Afin de palier à cette situation, des propositions d'aménagement ont été proposées sous forme de programmes de développement, des schémas directeurs et des plans d'urbanisme, cependant leur caractère centralisé accompagné d'un manque de cohérence et de la vision globale et intégrée a réduit largement leur efficacité.

Conformément à la politique menée dès les années 70, les instruments classiques de planification urbaine sont apparus inefficaces pour faire face aux défis que connaissent les villes pour garantir un développement harmonieux et durable. Le lancement des différents plans de développement national (plan triennal, 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> plan quadriennal) caractérisés par une politique industrielle basée sur l'investissement dans le secteur industriel jugé prioritaire a placé la question urbaine en marge des préoccupations prioritaires de l'état. Par ailleurs, en 1990 et après l'échec de la politique menée, une rupture totale s'est traduite par l'abrogation des lois héritées de l'après-indépendance. Celles-ci ont été remplacées par de nouveaux règlements et l'arsenal juridique associé. Il s'agit en outre de la loi 90-25 du 18 novembre 1990 portant l'orientation foncière et la loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme, pour appréhender les limites des instruments classiques précédents.

Afin de comprendre la réalité urbaine en Algérie et l'évolution dans le temps des différentes politiques urbaines menées, le présent chapitre sera consacré d'abord à l'éclaircissement de quelques notions et concepts généraux relatifs à la ville et sa planification selon plusieurs points de vue. Nous procéderons en suite à l'analyse de l'évolution de la politique de planification urbaine dans notre contexte qui est l'Algérie en abordant des exemples relatifs à la ville de Batna. Il nous a semblé à ce titre important de rappeler les outils de la planification mis en œuvre sur le territoire Algérien depuis la conquête française en 1830 jusqu'aux nouvelles mutations de l'économie de marché marquées après 1990. L'objectif étant :



- (1) comprendre le processus diachronique de l'évolution de la politique urbaine appliquée en Algérie, à travers ses différentes étapes et tendances.
- (2) repérer la dynamique de la croissance urbaine, les instruments utilisés et les différents enjeux socio-économiques et stratégiques impliqués.
- (3) évaluer les limites d'efficience de ces instruments dans leur configuration actuelle.
- (4) comprendre l'effet de l'expérience occidentale (école française notamment) sur l'apparition et le développement des grandes agglomérations et les formes urbaines actuelles.

## 1- Eléments de définition

### 1-1 La ville

Avant d'analyser le phénomène urbain et son évolution dans le temps en Algérie, il semble utile dans ce chapitre de définir quelques notions relatives à son objet qui est la ville selon plusieurs angles et points de vue : statistique et démographique, fonctionnelle, social, géographique, idéologique, etc. La ville, objet polysémique par excellence (Weber, 1995), supporte en effet de nombreuses définitions selon le point de vue que l'on s'intéresse à ses habitants, à sa matérialité, à ses fonctions ou encore à ses productions. Elle peut être tout d'abord définie de manière statistique. Pour Gléau *et al.* (1996) et Pumain, (2008) le terme ville est particulièrement imprécis et son contenu est variable d'une époque à une autre et d'un pays à un autre. Dans ce sens, Sinou, (1995) confirme qu'il est difficile de donner une définition claire et commune des villes tant les situations diffèrent d'une ville à une autre, d'après l'auteur, cette hétérogénéité et ambiguïté se manifeste au niveau de leur croissance et de leur population. D'une autre façon, le pouvoir, le rôle et les moyens financiers et humains des institutions de gestion des villes diffèrent aussi selon le type de pays ; par exemple, en Amérique latine les grandes villes possèdent des appareils et des structures leur permettant de gérer les différentes tâches de la cité pour envisager leur propre développement, ce qui n'est pas le cas pour les villes d'Afrique où les moyens financiers sont très limités et contrôlés directement par l'appareil central de l'état.

Pour Pelletier et Delfante (1997), il existe par conséquent trois principaux critères pour définir la ville : le critère statistique par le comptage du nombre d'habitants, le critère physique par le type et la densité de l'occupation de l'espace et le critère fonctionnel par le recensement des fonctions typiquement urbaines. En effet, ces auteurs définissent la ville comme un lieu d'échange de toute nature, un lieu de services rendus, soit à la population, soit à celle de l'extérieur. Sachant que pour Derruau, (1987) la ville constitue une agglomération avec une échelle importante aménagée essentiellement pour la vie collective et dont une partie importante de la population exerce des fonctions et d'activités non agricoles. Pour Braudel, (1967) la ville comme un marché, le lieu de la division du travail et une capitale organisant autour, d'elle un espace subordonné, même minuscule.

À titre d'exemple, l'institut français de la statistique et des études économiques (INSEE) définit la ville française comme une commune dont laquelle le nombre de populations dépasse 2000 habitants (Lavedan, 1936 ; Lamarre, 1998). Cette définition limitée à une commune ne correspond plus à la réalité des villes d'aujourd'hui. A cet égard, L'INSEE en 2005 a introduit donc un nouveau terme d'unité urbaine. Par définition, cette unité correspond à un ensemble

d'une ou plusieurs communes caractérisées par la continuité dans leurs tissus bâtis (c.à.d pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) et comptant plus de 2000 habitants<sup>1</sup>. Toutefois, selon le dictionnaire du recensement de 2006<sup>2</sup>, l'aire urbaine Canadienne est définie comme étant le territoire qui compte au moins 1 000 habitants et une densité de population au moins 400 habitants au kilomètre carré. Plus encore, et par des seuils différents, ce critère simple du nombre d'habitants agglomérés est utilisé par d'autres pays. À titre d'exemple, le seuil varie cependant de 200 habitants en Norvège ou au Danemark à 20 000 aux Pays-Bas et jusqu'à 50 000 au Japon. D'autres pays combinent ce critère avec d'autres comme l'organisation administrative (États-Unis) ou encore des critères économiques.

Du point de vue de fonctionnement interne de l'organisme urbain, Maunier, (2004) distingue clairement entre une ville indifférenciée de celle différenciée. Il ajoute, la ville comme une structure et ensemble complexe, fait de parties ; c'est un groupe social formé de groupes secondaires. Sa fonction totale est ou n'est pas divisée entre ces parties ; et ces parties ou groupes secondaires eux-mêmes sont ou ne sont pas localisés dans l'espace occupé par le groupe total. De ce fait, comme les fonctions sont localisées dans l'espace et non spécialisées, alors il s'agit d'une ville indifférenciée. Par ailleurs, quand il s'agit des fonctions localisées et spécialisées, on a dans ce cas une ville différenciée. En outre, du point de vue social et d'après les travaux de Lévy, (1996) la ville est d'abord une entité spatiale qui correspond à une option de liaison et de lutte contre les distances. De cette définition minimale découle logiquement que la ville est un bien situé et constitue en effet, l'espace favorable pour le développement urbain puisque l'on y bénéficie de la densité et de la diversité.

Du côté géographique, Berry, (1964) explique que la ville ne se fonctionne jamais isolément, c'est un système dynamique d'une organisation hiérarchisée et en relation avec de nombreux autres systèmes de villes. Pumain, (2006) ajoute également, pour les historiens comme aussi les spécialistes de sciences politiques, la ville désigne une forme d'organisation politique des sociétés, qui correspond à diverses formes juridiques de statut des personnes ou de l'appropriation d'un territoire. Aussi, Lévy (1996) montre que les villes sont des systèmes urbains anciens et par leur ancienneté se correspondent leur importance. Cela nous conduit à conclure que sauf un accident ou un improbable événement, les villes ne disparaissent pas (Pompéi, Akrotiri, etc.). Aussi comme les villes constituent des systèmes de concentration des communautés différentes, il existe dans ce contexte des définitions idéologiques de la ville

---

<sup>1</sup> <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/unite-urbaine.htm>

<sup>2</sup> Dictionnaire de recensement. (2006), région urbaine, statistiques Canada, <http://www12.statcan.ca/census-recensement/2006/ref/dict/geo049-fra.cfm> [Consulter le 3 décembre 2016].

comme celle de la sociologie marxiste qui met l'accent essentiellement sur ce processus d'industrialisation massive qui a fait de la ville, naguère milieu social d'espace commun ouvert à tous, un champ ségrégatif de rivalités économiques où tout se vend (Beaujeu-Garnier, 1995).

En résumé et par la combinaison des précédents points de vue, Pumain, (2006) caractérise que la ville est un milieu de concentration d'habitat dense et marquée par une diversité fonctionnelle, une capitalisation et une capacité d'innovation qui s'inscrivent dans de multiples réseaux d'interaction et qui forment une hiérarchie, incluant des nœuds de plus en plus complexes lorsqu'on va des petites villes aux plus grandes. L'auteur ajoute aussi que la ville par son réseau de communication est un espace de liaison et n'apparaît jamais isolément, elle fait toujours partie d'un immense réseau de villes voisines, elle est un nœud dans un système de peuplement, qui évolue de manière cohérente, en phase avec les autres éléments de ce système.

En effet, vers la fin des années 90, en pleine mondialisation des échanges, plusieurs villes ont commencé à informatiser leurs échanges de leurs administrations en lien avec leurs contribuables, dont l'internet en plus des réseaux classiques d'énergie et de transport, représente un nouveau réseau dans la ville. D'après Ullmann, (2012) on voit récemment apparaître un nouveau concept de la ville intelligente.

En Algérie, la loi 06-06 du 20 février 2006 portant la loi d'orientation de la ville a pour objet de fixer les dispositions particulières visant à définir les lignes directrices de la politique de la ville en appuyant sur les principes de l'aménagement du territoire et du développement durable. La loi à définit et classée la ville Algérienne en se basant sur quelques paramètres parfaitement déterminés dans l'article 5 du journal officiel '*outre leur classement selon la taille de leur population, les villes sont classées selon leurs fonctions et leur rayonnement au niveau local, régional, national et international particulièrement leur patrimoine historique culturel et architectural*'. Il est entendu au sens de la présente loi (notamment l'article 3) par<sup>3</sup> :

(1) ville : toute agglomération urbaine ayant une taille de population et disposant de fonctions administratives, économiques, sociales et culturelles.

(2) ville moyenne : l'agglomération urbaine dont la population est comprise entre 50 000 et 100 000 habitants.

(3) petite ville : l'agglomération urbaine dont la population est comprise entre 20 000 et 50 000 habitants.

(4) agglomération urbaine : l'espace urbain qui abrite une population agglomérée d'au moins 5 000 habitants.

---

<sup>3</sup> Code de l'urbanisme de l'Algérie de 31 décembre 2012, chapitre 1, article 3.

## 1-2 La planification urbaine

Avant d'entamer dans l'explication de la notion de planification urbaine, un aperçu historique nous paraît essentiel. La notion générale de la planification urbaine ou planification du développement des villes prend naissance entre les dernières décennies du 19<sup>e</sup> siècle et les premières décennies du 20<sup>e</sup> (Pumain, 2006). La concentration d'importantes populations ouvrières dans les grandes villes minières commencent à poser de graves problèmes urbains. Les premières réflexions d'ensemble sur l'aménagement des villes se précisent en Angleterre. De ce fait, Ebenezer Howard<sup>4</sup> propose et réalise pour la première fois des cités dites jardins conçues pour offrir un habitat décent et un milieu prospère aux ouvriers de Londres en 1898. Ces premières réflexions et actions de planification urbaine se soient produites en Angleterre n'est sûrement pas l'effet du hasard. Devançant les autres pays, l'Angleterre a accompli sa révolution industrielle. Dès le milieu du siècle, l'industrie, stimulée par la richesse des gisements de charbon, par les traditions commerciales et par l'étendue de l'empire, devient l'activité dominante. Cette révolution industrielle a pour conséquence, la concentration d'un flux important de la main d'œuvre dans de vastes villes localisées sur les gisements de charbon ou de fer constituants par conséquent des grands sièges des pouvoirs économiques et financiers. Cette révolution socio-économique traduite par une mutation du réseau des établissements humains, accélère l'apparition et la naissance de la planification urbaine en tant que champ d'étude et d'action liée à différents enjeux (Pumain, 2006) :

- (1) la gestion provisionnelle de l'extension des villes.
- (2) l'organisation de l'hygiène publique.
- (3) la construction de logements ouvriers.
- (4) la définition des zones réservées aux équipements collectifs par les communes.

La planification, en tant que sujet d'étude théorique, est relativement complexe à définir. Elle ne possède pas de définition communément et clairement établie. Selon Mintzberg (1994), la complexité de définir la planification s'explique par le fait que les promoteurs de la planification se sont attardés aux idéaux de cette dernière plutôt qu'à ce qu'elle permettait vraiment, ce qui a provoqué une définition ambiguë de sa place dans les organisations et l'état. D'après Lacaze, (1995) tous les domaines de réflexion et d'action touchant à la planification urbaine ont pris une extension considérable (lancement de grands programmes des villes nouvelles et villes moyennes, etc.). Cette extension est suivit par l'enrichissement à un rythme rapide de la législation et la réglementation de l'urbanisme. L'auteur explique aussi que cette

---

<sup>4</sup> Ebenezer Howard (1850-1928) est un urbaniste britannique, il est le fondateur du concept Cité-jardin (1898). Ce principe d'après plusieurs écrits (Smets, 1977 ; Baty-Tornikian and Sellali, 2001 ; Cavin, 2007) est mentionné par son influence durable sur la conception des villes d'aujourd'hui. Il est à la fois forme d'habitat, principe d'organisation économique et de rétablissement de la communauté.

extension témoigne d'une crise de l'urbanisme bien plus que d'une maîtrise de la croissance des villes et de leur aménagement. L'ampleur de cette crise appelle une interrogation sur la nature même de la planification urbaine et le rôle des spécialistes dans la planification urbaine.

En revanche, la planification urbaine selon Evert, (2010) est une action permettant à l'aide des schémas directeurs et des plans d'occupation des sols de déterminer les orientations fondamentales d'aménagement du territoire ainsi que les lignes directrices d'occupation des sols. Il ajoute dans ce sens, c'est l'ensemble des mesures ayant pour objet l'amélioration des conditions et du cadre de vie des populations par le développement des activités socio-économiques, des services, des équipements et la protection de l'espace naturel. Dans ce sens, Gallez et Maksim, (2007) nous fournit une vision orientée de la planification urbaine, il s'agit d'un outil dont la finalité est de produire une action urbaine plus cohérente par le biais de 3 manières ; spatiale, intersectorielle et temporelle. Spatialement, les instruments d'urbanisme portant les orientations de la planification urbaine ont vocation à être élaborés au sein de larges périmètres et définis sur la base de critères fonctionnels. En termes sectoriels, le plan définit exhaustivement l'ensemble des orientations d'aménagement à atteindre en reposant sur de nombreux politiques sectorielles. Et en termes temporels enfin, la politique d'aménagement s'appuie sur des réflexions prospectives qui permettent d'atteindre les besoins et les enjeux de long terme.

Dans le contexte global, les définitions relatives à la planification sont relativement éclatées et prennent différentes significations selon les auteurs. L'analyse de leur contenu permet néanmoins de les regrouper sous les catégories suivantes (Risse, 2004) :

- (1) la planification correspond à une réflexion sur l'avenir : cela signifie qu'elle porte une vision future et prospective de la réalité.
- (2) la planification réside dans le contrôle de l'avenir : elle ne repose pas uniquement sur une vision future et prospective de la réalité, mais sur une description des actions qui pourraient être entreprises pour orienter cet avenir.
- (3) la planification est un processus de décision : elle repose sur la détermination préalable des actions ainsi que des ressources humaines et physiques nécessaires pour atteindre un objectif donné à un horizon temporel donné. Elle suppose notamment l'identification d'options, l'analyse de chacune d'elles et la mise en place d'un processus de sélection de ces options.
- (4) la planification est une procédure formalisée dans un système décisionnel intégré, visant à produire des résultats articulés : elle implique la définition de moyens permettant de répondre à des objectifs prédéfinis selon une démarche structurée (réalisation d'une série d'étapes selon une séquence définie).

(5) la planification est un processus à la fois social et politique qui implique différents acteurs, représentant des intérêts variés. Elle se traduit par une suite d'opérations techniques qui servent à nourrir le processus.

Selon Lang et Armour (1980), la planification représente en effet une des quatre fonctions du processus de gestion (figure 1) : organisation, contrôle et direction, et vise à formuler des objectifs, élaborer et choisir des possibilités d'action (ou alternatives) dans l'optique d'atteindre les buts prédéfinis. Elle intervient en ce sens aux côtés de la fonction d'organisation, qui vise à regrouper et coordonner des activités, et à établir des relations hiérarchiques entre les responsables de la gestion. Elle côtoie par ailleurs la fonction de direction, qui a pour objectif de diriger, mobiliser, motiver informer et rendre des comptes aux personnes concernées par le processus de gestion. Enfin, elle s'articule avec la fonction de contrôle, qui a pour objectif d'évaluer les réalisations faites par rapport à celles envisagées dans la planification, et a rectifié le rendement ainsi que les documents de planification (politiques, plans, programmes) au besoin. Ces quatre fonctions de la gestion accompagnent et encadrent la mise en œuvre de l'objet concerné par la démarche de gestion.

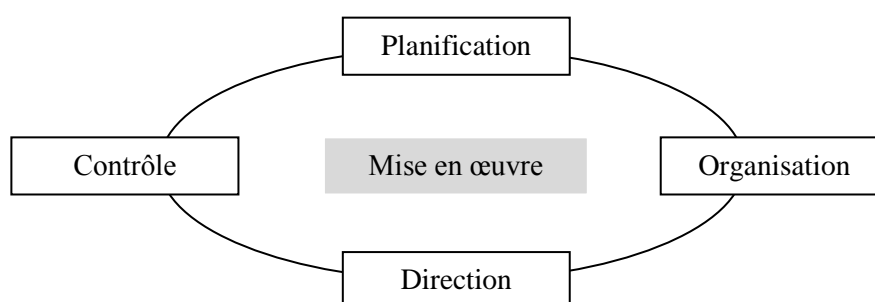


Figure 1. La démarche de planification dans le processus de gestion (Lang et Armour, 1980)

En résumé, les démarches de la planification urbaine distinguent deux familles de documents et deux horizons chronologiques : un plan directeur à long ou moyen terme, et un document de gestion opérationnelle des permis de construire pour un terme plus court. En revanche, dans sa contribution dans la conférence électronique de FAO-ETC/RUAF sur l'agriculture urbaine et périurbaine, Drescher, (2000) met en avant que la planification comporte la prévision d'événements futurs et de changements, la prévention des crises et la vision d'un schéma futur pour les villes. Il ajoute aussi que la planification porte une prévision ou projection de l'avenir en ce qui concerne les populations urbaines et les terres qui seront nécessaires pour les logements, l'industrie, le commerce, les services publics, les transports, les espaces verts, etc. Afin de stimuler des idées créatives sur tous les développements possibles, il serait utile d'envisager un certain nombre de scénarios pour la ville dans les 10, 20 ou 50 ans à venir.

## **2- Politiques urbaines en Algérie, origines et évolution**

L'urbanisation en Algérie est un phénomène fort ancien par ses racines : les civilisations romaine, puis islamique, furent à base citadine (Cote, 1996). Créant par conséquent un énorme lieu de rencontre de nombreuses cultures et civilisations (romaine et ottomane notamment). Et par les influences et les différents échanges durant cette période d'histoire, un immense patrimoine architectural et urbain de valeur a été édifié. Ce patrimoine marqué par sa valeur urbaine et culturelle appréciable est devenu au fil du temps vulnérable face à des nouvelles mutations et transformations irréversibles<sup>5</sup>. Les héritages ottomans en Algérie se trouvent de plus en plus menacés par la présence française caractérisée par d'importantes opérations de transformation, de destruction et de réaménagement pour s'adapter aux nouvelles idéologies.

Premier en date des pays à avoir été sous la dominance française, le territoire Algérien par la suite va être utilisé comme un terrain d'expérimentation de nouvelles pratiques urbaines exportées de la métropole. Ces nouvelles pratiques urbaines sont au carrefour de deux phénomènes distincts : la marginalisation et même l'élimination du système urbain ottoman préexistant et le recours à des figures urbanistiques modernes pour la conception et l'aménagement d'une nouvelle ville européenne.

### **2-1 L'urbanisme colonial (1830-1962)**

La présence française en Algérie (civil et militaire) est marquée dès le début par l'installation massive dans les agglomérations urbaines précoloniales (Alger, Constantine, etc.) pour mieux les contrôler. L'appropriation physique des tissus urbains préexistants se faisait au prix de nombreuses expropriations<sup>6</sup> et destructions pour le réaménagement d'un nouveau cadre bâti occidental. Et malgré leur caractère étendu, ces pratiques de l'espace se sont considérées toujours insatisfaisantes. En quelques années après, elles conduisaient à la destruction supplémentaire des tissus urbains existants pour fournir les conditions spatiales favorables à l'installation des Français et leurs activités (Picard, 1994). Ce réaménagement d'après Hafiane, (2013) et Lafi, (2009) est caractérisé par l'introduction du modèle occidental de tracé des villes (tracés réguliers en trames orthogonales et/ou ordonnées géométriquement) et par l'importance de l'urbanisme militaire (figure 2). Du point de vue morphologique, cette opération est caractérisée par l'élargissement des voies principales et le dégagement des espaces publics par le génie militaire.

---

<sup>5</sup> [http://www.ummtto.dz/IMG/pdf/Said\\_Aissa\\_modifier.pdf](http://www.ummtto.dz/IMG/pdf/Said_Aissa_modifier.pdf)

<sup>6</sup> Dans ce contexte Lafi, (2009) confirme que dès le début des années 1840, de nombreuses opérations d'expropriation des biens turcs ont été exécutées, donnant par la suite l'espace nécessaire à une idéologie urbaine et une entité européenne moderne adjacente à celle existante.



En 1830, l'Algérie est devenue officiellement une colonie française, et son territoire fut intégré à celui de la France. Durant les 124 années entre le début de la colonisation et le début de la guerre d'indépendance, l'application de la politique coloniale avait progressivement généré de nouvelles formes de tracé des villes. D'après Marc côte, (1996) elle appuyée en premier lieu sur les nœuds urbains stratégiques en développant les cités portuaires (Alger, Annaba, Oran, etc.), afin de faciliter les échanges avec la métropole, puis en deuxième lieu sur les villes intérieures destinées à contrôler et commander certains espaces stratégiques.

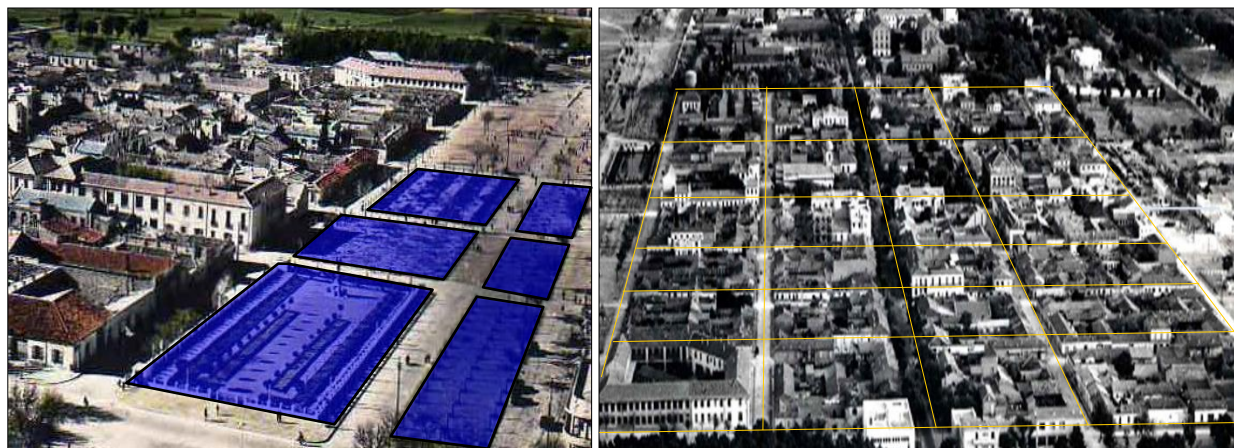


Figure 2. Les caractéristiques fondamentales du génie militaire, l'importance de l'aménagement de l'espace public et la place d'arme (à gauche) et la régularité du tracé (à droite), Extrait de la ville de Batna (le boulevard de Bocca (les allées Benboulaïd maintenant) et le noyau central).

En parallèle, et par les conséquences désastreuses de la première guerre mondiale, une nouvelle planification urbaine plus stricte est apparue en Europe. C'est un urbanisme de sauvegarde dont l'objectif désigné est de règlementer la reconstruction afin de préserver l'aspect traditionnel des villes face à un urbanisme sauvage qui se multipliait autour des grandes villes.

Par conséquent, après que la colonisation prenait son caractère civil, l'Algérie comme d'autres colonies françaises a bénéficié de cette planification urbaine par l'avènement de la loi du 14 mars 1919 dite loi de Cornudet et ses amendements, cette loi est devenue applicable en Algérie par le décret du 5 juillet 1922. A ce propos, Almi, (2003) souligne que cette loi visant à institutionnaliser pour la première fois un urbanisme de plans en créant le 'projet d'aménagement, d'embellissement et d'extension' pour les villes de plus de 10 000 habitants, repose sur des visions prospectives fondées sur les considérations d'hygiène, de modernisation technique et des préoccupations esthétiques.

Le droit de l'urbanisme est apparu, pratiquement, dans le même temps en métropole et en Algérie. C'était la seule colonie à avoir été érigée en département français bénéficiant ainsi des

textes régissant l'urbanisme en France, après qu'ils aient été réaménagés pour les adapter aux conditions locales de l'Algérie. A ce titre Bensalem (2007) confirme qu'une loi n'était applicable au territoire algérien que si elle était spécialement désignée pour appliquer en Algérie.

Toutefois, juste après la charte d'Athènes en 1933, une nouvelle modernité architecturale a été formulée en Europe (Lafi, 2009), l'Algérie comme une colonie devient le terrain privilégié d'application de cette doctrine, alors des nouveaux instruments sont institués à la fin des années 50. Tandis que, en 1958 et d'après le rapport général du plan de Constantine de 6 octobre 1958, il apparaît évidemment que la législation française conçue pour répondre à l'objectif de reconstruction des villes européennes ne s'adaptait pas à l'Algérie et devait être réajustée. Selon Bensalem, (2007) ces textes ne répondent d'ailleurs qu'imparfaitement à la situation particulière de l'Algérie. La poussée urbaine est rapide, elle se produit en outre dans des zones où tous les terrains sont souvent parmi les meilleures espaces agricoles, c'est alors de nouveaux instruments furent créés en 1958-1959 aux tentatives de rattrapage économique et social (Saidouni, 2000).

## **2-2 L'urbanisme de l'Algérie indépendante (1962 à ce jour)**

### **2-2-1 La période 1962 - 1973 : Reconduction de la législation coloniale**

Juste au lendemain de l'indépendance, l'Algérie s'est trouvée dans un état de panique et d'insécurité, et a vu un départ massif des colons et les agents de l'état français,<sup>7</sup> qui ont laissé une administration paralysée et un énorme vide à combler. Aussi, l'instabilité politique et les luttes pour le pouvoir, notamment entre 1962 et 1965 (Mutin, 1997) et les problèmes des frontières ont déterminé dans une grande partie les priorités de cette période. Ajoutant cinq ans (1965-1970) d'activités pour la récupération des ressources pétrolières sahariennes, et simultanément, l'élaboration d'un modèle de développement cohérent et ambitieux. Alors l'Algérie procède dans l'urgence de l'après-guerre où la question urbaine d'après plusieurs études portant sur la politique urbaine (De Bernis, 1971 ; Deluz Labruyere, 1986 ; Rahmani, 1994 ; Belguidoum et Mouaziz, 2010) était évacuée loin et hors des préoccupations prioritaires du nouvel état. En général, cette période est caractérisée par un investissement en constante augmentation dans le secteur d'industrie et d'agriculture, une faiblesse des programmes d'habitat (tableau 1, 2) et par la reconduction de la législation française relative particulièrement aux zones d'aménagement concertées et aux zones industrielles par la loi de 31 décembre 1962. Cette loi qui se poursuivra jusqu'à son annulation en juin 1975.

---

<sup>7</sup> Selon El Kadi, (1987) et Ait Amara, (1996), 1 000 000 de personnes avaient quitté l'Algérie en 1962 et laissent derrière eux près de 700 000 locaux (habitation, industrie et commerce) qui sont devenus des biens vacants et placés sous la gestion de l'état par l'ordonnance n°62-020 du 24 août 1962 concernant la protection et la gestion des biens vacants et le décret 63-88 du 18 mars 1963 portant réglementation des biens vacants.

Cette période a été marquée également par le lancement des premiers programmes de développement, le 1<sup>er</sup> plan triennal (1967-1969) et le 1<sup>er</sup> plan quadriennal (1970-1973) à caractère industriel et économique. Selon (Palloix, 1980 ; Mutin, 1997 ; Bouchemal, 2005) les volontés dans cette période étaient portées essentiellement sur le secteur industriel jugé prioritaire. Par opposition, et malgré la crise du logement grave héritée (Saint-Germes, 1955), le secteur d'habitat n'avait pas suscité l'attention de l'état, car les exigences de cette période sont centrées d'abord sur le rassemblement des moyens matériels et financiers nécessaires pour être en mesure d'engager toute action dans ce secteur. Cette orientation étatique est justifiée clairement par la structure générale des investissements pour la période 1967-1973. La figure 3 fait apparaître d'une façon évidente le désir de l'état à réaliser une industrialisation accélérée, le secteur industriel s'accapare de plus de 50% des investissements publics pendant toute la période des plans. Pour le secteur d'habitat, on notera une légère hausse du pourcentage des investissements qui ne dépasse pas 6% de l'investissement global.

En effet, tous les efforts du socialisme étatique sur les secteurs secondaires et tertiaires ont été dans le sens d'un déséquilibre structurel entre les régions du nord et celles du sud. Déséquilibre accentué par un exode rural accéléré et une urbanisation rapide des pôles concernés par ces programmes. D'après Cote, (1996) pendant la période 1966-1977, environ 1.7 million de ruraux sont quittés la campagne pour la ville, soit un rythme de 130 000 habitants par an. L'exode rural s'est considérablement amplifié par conséquent et les centres urbains, ont connu une occupation anarchique, ce qui engendre par la suite des problèmes de gestion dont la maîtrise de la croissance urbaine n'a pas été perçue comme un objectif.

Tableau 1. L'effort d'investissement dans les plans de développement

Plan	Investissement
Plan triennal 1967-1969	12 milliards de dinars
1 <sup>er</sup> Plan quadriennal 1970-1973	34 milliards de dinars
2 <sup>ème</sup> Plan quadriennal 1974-1977	110 milliards de dinars

Source : Mutin, 1997, p 4

Tableau 2. Structure générale de l'investissement (en millions de DA courants)

Secteurs	Réalisations du plan triennal	Prévisions du plan quadriennal
Industrie	4 750	12 400
Agriculture	1 606	4 140
Infrastructure	855	2 307
Éducation	704	2 720
Social et administratif	533	2 566
Habitat	249	1 520

Source : De Bernis, 1971, p 197

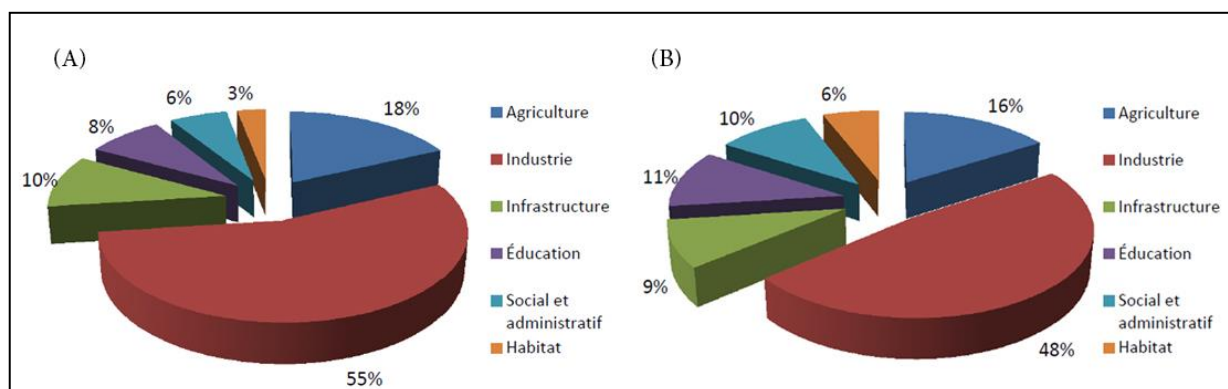


Figure 3. Structure générale de l'investissement, plan triennal (A) et 1<sup>er</sup> plan quadriennal (B).

### 2-2-1-1 Le 1<sup>er</sup> plan triennal (1967-1969)

Conformément à la stratégie de développement, les plans nationaux organisent la matrice interindustrielle (Toussaint, 1993). Les deux premiers plans, le triennal et le premier quadriennal, à la suite du plan de Constantine, coordonnent tout l'effort d'industrialisation en attribuant la priorité des investissements au secteur industriel. L'activité du bâtiment et de la construction, exclue du secteur, ne bénéficie pas des investissements prioritaires (Benachenhou, 1982 ; Benamrane, 1984)<sup>8</sup>. Plus encore le plan triennal (1967-1969) réalisé pendant l'exploitation du premier recensement général de la population et de l'habitat (RGPH de 1966) n'a pas pris en considération la situation du parc d'habitat urbain en Algérie. Jusque-là, les planificateurs et les responsables algériens considéraient aveuglement que l'héritage immobilier abandonné par les Européens en 1962 est estimé à près de 700 000 locaux, est considéré suffisant pour absorber les mouvements migratoires attirés par les premières installations industrielles (Bouhaba, 1986).

Quantitativement, la part de l'investissement global du plan affecté à l'habitat ne dépasse pas 3,7% (soit 249 millions de dinars) contre plus de 48,7% (4 750 millions de dinars) pour le secteur industriel (Bendjelid, 1986). Selon le centre national d'études et d'animation des entreprises de travaux (CNATMHC, 1978), le programme de logements urbains se limite à la réalisation de 9 099 unités. Selon cette même source, 8 451 logements (soit 92,87%) étaient répertoriés dans les opérations lancées. En règle générale, il est admis qu'à la fin du plan que 6 500 des logements (soit une réponse de 71%) qui sont effectivement livrés (El Kadi, 1987).

### 2-2-1-2 Le 1<sup>er</sup> plan quadriennal (1970-1973)

D'après Toussaint, (1993) la publication des premiers résultats du recensement effectué en 1966 rejette définitivement l'hypothèse d'un parc de logement suffisant. Le recensement

<sup>8</sup> Le plan de Constantine a envisagé la construction de logements pour un million de personnes de 1958 à la fin de 1963. Ce programme de logements implique l'achèvement de 200 000 logements.

démontre d'une manière officielle la crise du logement dans les centres urbains et son aggravation enregistrée sous les effets de l'industrialisation des pôles littoraux (Alger, Oran, Annaba). Et pour remédier cette situation, le premier plan quadriennal (1970-1973) fixe un objectif de production de 45 000 logements urbains entre 1970 et 1973 ainsi qu'une production annuelle de 100 000 logements par an à atteindre à l'orée des années 80.

Ce plan, à la suite du plan triennal qui l'a précédé, sauvegarde toujours la priorité aux investissements visant à réussir la politique d'industrialisation. Par conséquent, sur le plan quantitatif (tableau 3) ce plan est caractérisé par l'injection massive de 53% (19 015 millions de dinars) de l'investissement global du plan en faveur du secteur industriel avec une augmentation considérable affectée au secteur d'habitat avec 5% (1 520 millions de dinars).

Dans ce contexte, Toussaint, (1993) ajoute que la satisfaction immédiate des besoins en logements n'est pas l'objectif déclaré du plan, les investissements consentis dans le secteur des BTP sont affectés à l'industrie du bâtiment. La priorité est accordée à la production lourde indispensable à l'implantation des unités industrielles et à la réalisation des infrastructures d'accompagnement. D'après Benjelid et Mekkaoui, (1982) à la fin du premier plan quadriennal en 1973 sauf 18 492 logements (soit un taux de 41.09%) qui ont été livrés ce qui montre les retards énormes de cette période.

Tableau 3. Part de l'industrie dans le montant cumulé (prévu, réalisé) des investissements planifiés (1967-1977).

	Prévisions		Réalizations	
	En (%)	Milliards de DA	En (%)	Milliards de DA
Plan triennal 1967-1969	48.9	5.168	79.2	6.057
1 <sup>er</sup> Plan quadriennal 1970-1973	41.5	10.118	53	19.015

Source : Palloix, 1980, p 537

### 2-2-2 La période 1974 - 1990 : La planification socialiste

Face à la volonté prioritaire de l'état pour faire réussir sa politique d'industrialisation par l'investissement et le bouleversement des chiffres importants dans le secteur industriel. La ville en tant qu'une structure à organiser, soit paraît quasi absente des préoccupations des planificateurs jusqu'en 1974. Et par l'émergence et l'aggravation des problèmes liés à l'urbanisme, les premières actions de prise en charge ont été engagées avec le lancement des plans de modernisation urbaine (PMU) qui ont imposé une certaine préoccupation en matière d'équipements publics, la mise en place des instruments de planification spatiale et de gestion urbaine.



Le renouvellement de l'urbanisme réglementaire débute en effet par la promulgation en février 1974 de la loi portant sur les réserves foncières communales. Il s'agit selon Bendjelid *et al.* (2004) de la municipalisation de toutes les terres situées à l'intérieur des périmètres urbains. Celle-ci vise selon Nemouchi, (2008) à permettre aux collectivités territoriales de détenir les terrains nécessaires pour répondre aux besoins locaux en matière de constructions d'espaces résidentiels, des zones d'activités et d'équipements. Dans ce sens Bendjelid *et al.* (2004) ont confirmé qu'au cœur de cette loi des nouvelles règles pour l'élaboration des plans directeurs d'urbanisme ont été définies.

En effet, parmi tous les programmes de développement, ce n'est qu'avec le deuxième plan quadriennal (1974-1977) que l'état accorde sa grande attention en matière d'habitat et d'urbanisme (Semmoud, 1999). Et les instruments institués par des circulaires ministérielles sont ; le plan d'urbanisme directeur (PUD), la zone d'habitat urbain nouvelle (ZHUN) et la zone industrielle (ZI), complétés par la suite par la zone d'activité communale. Dans ce cadre Saidouni (2000) souligne que ces instruments d'urbanisme constituent un arsenal juridique et méthodologique adéquat pour une planification totale et sectorielle plus maîtrisée.

#### **2-2-2-1 Le 2ème plan quadriennal (1974-1977)**

Avec l'avènement du deuxième plan quadriennal en 1974, l'émergence de la crise du logement trouve toute sa magnitude. Elle se traduit par un décalage statistique entre le parc de logements existants et le nombre d'habitants dont les conséquences de ce phénomène ont conduit à l'entassement dans les villes et la sur-occupation des logements. À ce propos, l'indice des ménages vivants sous le même toit passe de 6.8 en 1966 à l'ordre de 8.2 en 1977<sup>9</sup> (Côte et Benamrane, 1983).

Cependant, après 1974, une planification rigoureuse lance un nouveau programme de grande industrialisation, qui bénéficie de 35 à 45% des investissements, ce second plan met en place environ 500 unités industrielles de grande taille. Parallèlement démarrent des programmes ambitieux d'infrastructures (routes, aéroports, etc.), d'équipements (urbains et ruraux) et les grands chantiers de zones d'habitat urbains nouvelles (Semmoud, 1999). Selon Toussaint, (1993) l'objectif des 100 000 logements par an souligné dans le premier plan quadriennal (1970-1973) est maintenu.

Statistiquement, cette période est marquée par une prise en charge du secteur des équipements et d'habitat, traduit par une croissance significative des investissements (tableau 4). On observe que le pourcentage d'investissement est passé de 2.6% (0.24 milliard de dinars) dans

---

<sup>9</sup> Ce qui correspond à un taux d'occupation de pièce de 3,5 où le seuil de surpeuplement étant de 3.

le plan triennal à 4.2% en 1973, soit une hausse de 1.3 milliard de dinars et de 4.2% en 1973 à 7% dans le 2<sup>ème</sup> plan quadriennal, soit une augmentation de plus de 7 milliards de dinars.

Tableau 4. L'habitat dans les plans nationaux (prévu, réalisé).

	Prévisions		Réalizations	
	En (%)	Milliards de DA	En (%)	Milliards de DA
Plan triennal 1967-1969	3.7	0.34	2.6	0.24
1 <sup>er</sup> Plan quadriennal 1970-1973	5.4	1.52	4.2	1.54
2 <sup>ème</sup> Plan quadriennal 1974-1977	7.5	8.3	7	8.55

Source : Semmoud, 1999, p 129

### 2-2-2-2 Le plan communal de développement (PCD)

En réalité, le véritable instrument de planification n'était pas le PUD. Celui-ci n'était qu'un simple instrument alibi (Djermoune, 2014). C'est le plan communal de développement qui a vu le jour momentanément au lancement des premiers et deuxièmes plans quadriennaux, qui constitue concrètement l'outil d'intervention dans la production de l'espace et du cadre bâti de la ville. Le PCD se présente, à une étape particulière de la stratégie de développement de l'Algérie socialiste, comme un cadre cohérent de par la vision globale qui fait d'eux le pivot principal du développement (Soltani, 1979). Il s'agit d'un programme financier destiné aux espaces défavorisés et les communes rurales les plus marginalisées afin de satisfaire les besoins d'urgence des habitants dans des domaines divers, économique, social, etc. (Sahli, 1985).

### 2-2-2-3 Le plan de modernisation urbaine (PMU)

À partir des années 70, les indices d'une préoccupation urbaine sont amorcés dans le plan quadriennal (1970-1973) qui a été le premier de la série des plans nationaux (Djelal, 2007). Dans cette période, les études de plans d'urbanisme ont été lancées et ont couvert, d'abord les grandes villes, puis les autres villes. Suite à cette préoccupation, une nouvelle procédure est initiée afin de mener les actions sectorielles, il s'agit du plan de modernisation urbain (PMU) pour les grandes villes à développement rapide (Benidir, 2007). Ce plan devait permettre la mise en place d'un programme cohérent tenant compte des actions décidées au niveau central et régional. Selon Lakhdar Hamina et Abbas (2015), trente-trois villes ont été concernées par ce plan dont le rôle est limité à la localisation des équipements et la répartition spatiale des investissements.

### 2-2-2-4 Le plan d'urbanisme directeur (PUD)

Le plan d'urbanisme directeur selon Zucchelli, (1983) est un instrument de planification urbaine introduit par le décret n°58-1463 du 31 décembre 1958 appartenant à la législation

coloniale. C'est un héritage du plan de Constantine de De Gaulle qui va s'appliquer à la commune depuis 1975 après la promulgation du décret n°73-29 du 8 juillet 1973 et qui va rester en vigueur jusqu'en 1990.<sup>10</sup> Dans son principe général, le PUD est destiné pour assurer la cohérence globale des affectations des sols et des actions d'urbanisation, dans le cadre des dispositions des réserves foncières communales (Nait Saada, 2010).

En effet, le plan d'urbanisme directeur est établi pour une période de 10 à 15 ans, leur principe d'élaboration est basé sur l'orientation et l'activité principale de la ville (résidentielle, industrielle, etc.) ainsi que sur la corrélation entre les besoins démographiques, socioéconomiques et l'occupation du sol. Par ailleurs, pourtant le rôle important joué par cet instrument dans la production urbaine à travers la création des ZHUN et les grands programmes de logements sociaux, le PUD comme d'autres plans a présenté les prémices classiques d'échec. Spatialement, le plan n'arrive jamais à garantir la maîtrise de la croissance urbaine, ni la tendance et la prolifération de l'habitat individuel à caractère anarchique, ou même d'assurer la qualité urbaine.

Djermoune (2014) à ce propos confirme que sur le plan méthodologique, le PUD s'appuie essentiellement sur la grille théorique des équipements<sup>11</sup> pour la programmation des équipements. Il reprend la notion de zoning fonctionnel comme référence de planification. Cette démarche selon l'auteur est l'une des causes de la crise que vit la ville dite moderne. En effet selon une étude menée par Semmoud, (1998), l'auteur présente un inventaire riche des défauts affectant le plan d'urbanisme directeur, dont la méthodologie classique de réalisation, le temps d'élaboration, le détachement de la ville de leur contexte régional, l'analyse par agrégation du contenu social et le financement des révisions régulières sont largement discutés.

### **2-2-2-5 Les zones d'habitat urbain nouvelles (ZHUN)**

L'émergence de la crise du logement, qui a été accentuée à partir des années 1970 par le processus d'industrialisation, a amené les autorités publiques à intervenir en renforçant les tissus urbains existants par des programmes d'importance (Trabelsi, 1989). En effet, par la circulaire n°00335 PU 2/75 du 19 février 1975 portant la création de zones d'habitat urbaines nouvelles,

<sup>10</sup> Selon Benyahia (2015), Batna comme plusieurs villes algérienne a bénéficié de deux plans d'urbanisme directeurs, il s'agit de PUD 1974 établi par la caisse algérienne d'Aménagement du territoire (CADAT) et approuvé en 1978 et celui lancé en 1985 après l'échec du premier à contourner l'extension anarchique de la ville qui a arrivé l'état de saturation en 1985.

<sup>11</sup> Selon Djermoun, (2014) la grille d'équipements est un document de programmation des équipements. Il a été élaboré par la CADAT/BEREG en 1975. Elle consiste dans la répartition et la programmation des équipements publics selon des unités dites de voisinage. Selon le schéma de structure [...] la grille théorique exprime des besoins calculés pour des unités fonctionnelles :

(1) l'échelle du quartier (30 000 habitants) (2) à l'échelle de l'unité de voisinage (3 800 habitants).



des considérables programmes d'habitat collectif ont été réalisés, duquel des grands ensembles ont été construits vu l'importance du déficit notamment en logements accumulés depuis la période d'après l'indépendance. Par la définition, la ZHUN est un ensemble d'immeubles de quatre à cinq niveaux destinés principalement pour répondre à la demande éminente en logements, en particulier pour héberger la main-d'œuvre soumise à une intense mobilité géographique en raison de la mutation des fonctions urbaines. Cette procédure qui n'est plus suivie depuis 1986 a débouché sur la concrétisation de 257 ZHUN localisées à travers 180 agglomérations. Elles ont permis l'aménagement de 23 000 ha d'une capacité d'accueil de 670 000 logements avec leurs différents équipements d'accompagnement (Trabelsi, 1989 ; Nait Saada, 2010). La ville de Batna à l'instar de plusieurs villes algériennes et suite aux orientations du plan d'urbanisme directeur à bénéficier de deux programmes de zones d'habitat urbain nouvelles (ZHUN1 et ZHUN2). Ces programmes d'envergure montrent clairement la prolifération de la crise de logement et la volonté de l'état d'aller dans le sens de résoudre les questions liées à cette contrainte.

#### ***a- Zone d'habitat urbain nouvelle 1 :***

Délimitée par le quartier populaire de Bouakal au nord et l'évitement sud, la ZHUN 1 est marquée par un découpage en 06 îlots de tailles différentes servant pour accueillir les différents types d'habitat (Guerrara, 2013). La zone d'habitat urbain nouvelle 1 (Figure 4) occupe une superficie de 148.86 hectares répartie comme suit : 64.34 ha, soit 43.22% d'habitat individuel, 43.03 ha (28.90%) d'habitat collectif, 9.51 ha soit 6.38% pour les équipements et le reste de 31.98 ha destiné pour la voirie et les terrains de loisirs.

#### ***b- Zone d'habitat urbain nouvelle 2 :***

Située à l'ouest de la ville de Batna, elle occupe (Figure 5) une superficie très importante (201.98 ha) répartie comme suit : 52.38 ha, soit 25.93% d'habitat individuel, 33.08 ha (16.37%) d'habitat collectif, 49.34 ha soit 24.42% pour les équipements et le reste de 67.18 ha (33.26%) destiné pour la voirie, les servitudes du réseau hydrographique, chemin de fer, et les terrains nus. En outre, d'après les nombreuses études réalisées sur les zones d'habitat urbaines nouvelles 1 et 2 qui totalisent 3 416 et 2 366 logements collectifs, respectivement (URBA, 2005 ; Naceur et Farhi, 2003). Des chercheurs et des aménageurs accordent que ces ensembles destinés pour atténuer un problème de logement ont des conséquences négatives et souffrent de marginalisation spatiale, de sous équipement et de sur densification. Elles connaissent des dégradations importantes et tendent à devenir un symbole de dysfonctionnement, d'hétérogénéité, de nuisance et de délabrement. Les habitants occupants ces ensembles vivent

des contraintes quotidiennes et des malaises permanents (isolement, inadaptabilité, absence de solidarité et des relations de voisinage, sentiments d'insécurité, etc.). À ce propos, Benidir, (2007) montre également que les ZHUN sont des programmes de logements immenses qui nécessitent en parallèle un énorme programme des réseaux et d'équipements pour leur fonctionnement optimal. Et par le caractère urgent et la crise de logements les autorités locales ont été poussées à assurer la réalisation des logements et des équipements scolaires et de laisser attendre le reste du programme d'équipements. De ce fait, de nombreux problèmes ont été engendrés par la suite (déplacements, congestion, marginalisation, etc.).

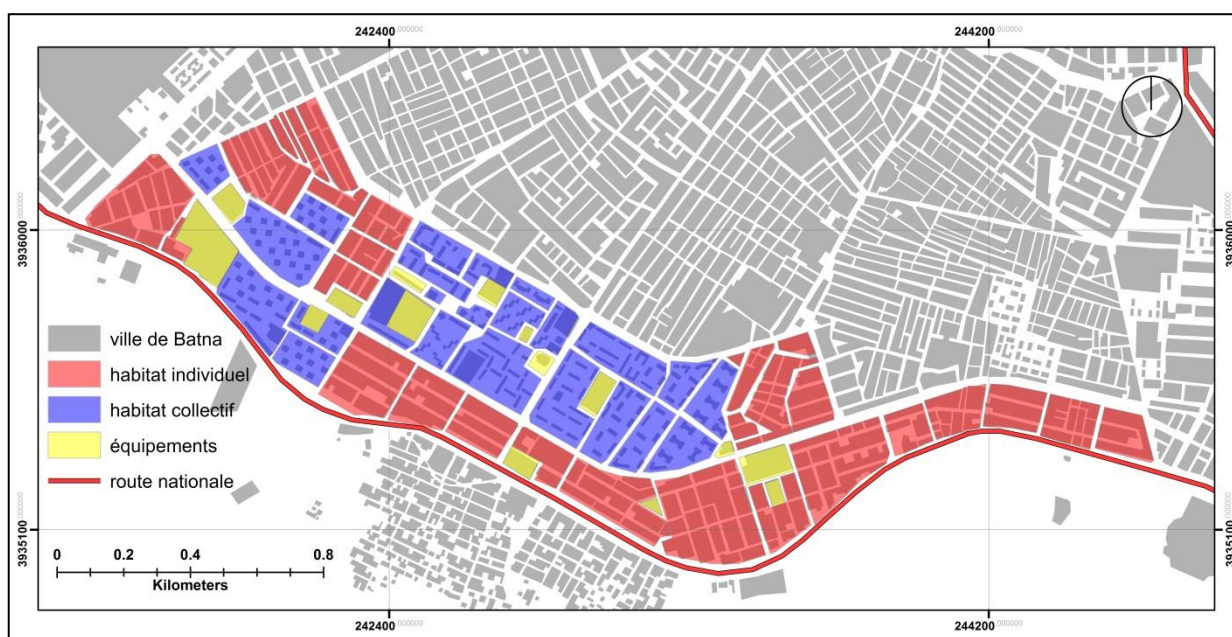


Figure 4. Modes d'occupation de l'espace dans la ZHUN1

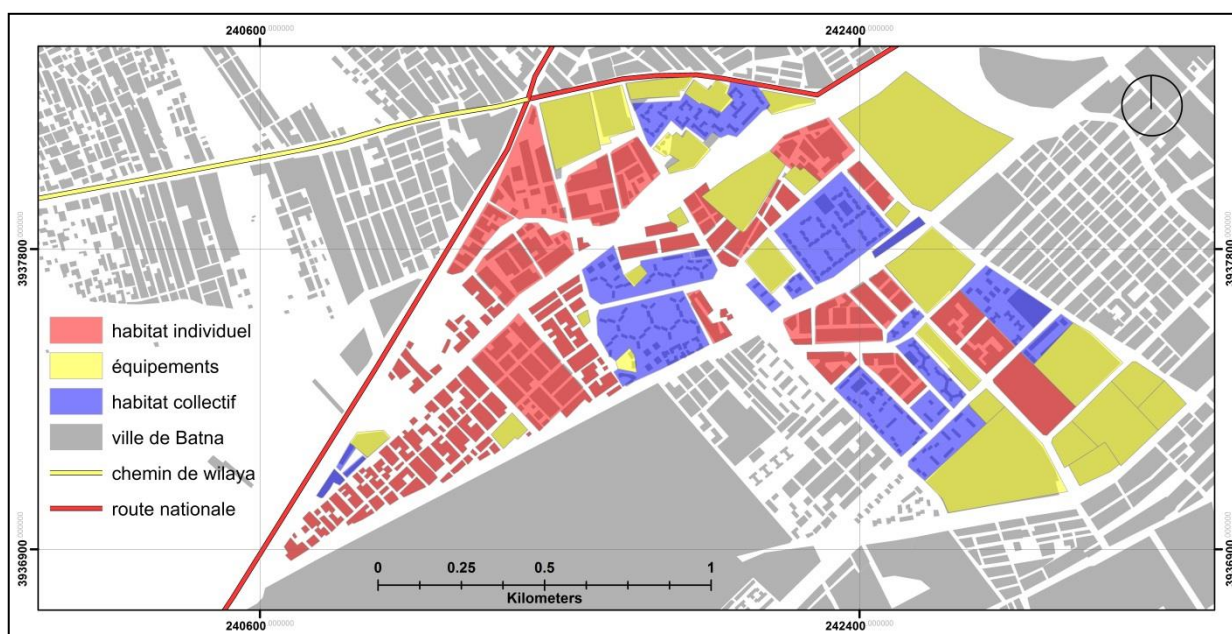


Figure 5. Modes d'occupation de l'espace dans la ZHUN2

Au niveau national, Trabelsi, (1989) résume les majeures conséquences négatives de cette politique dans les points suivants :

- (1) une consommation importante des meilleures terres agricoles du pays.
- (2) une occupation anarchique des sols mobilisés dans le cadre de ces zones, ce qui nécessite la mobilisation d'importants investissements pour la réalisation des opérations de viabilité.
- (3) une trop grande taille des opérations souvent en disproportion par rapport à l'existant.
- (4) une localisation dans des sites coupés de la ville.
- (5) la non-intégration de ces zones aux tissus urbains existants.
- (6) la spéculation foncière n'a pas pu être maîtrisée.
- (7) le déphasage temporel dans la concrétisation des différentes composantes fonctionnelles de la zone fait supporter aux équipements existants, déjà saturés, un autre poids.

### **2-2-2-6 Les zones industrielles (ZI) ;**

Dans le but d'atteindre les objectifs soulignés par le système adopté et dans le but d'assurer un développement global et intégré, le pays s'est engagé vite dans une démarche visant le secteur primaire (industriel) par l'installation de nombreuses zones industrielles (Boukhemis et Zeghiche, 1983). Par la circulaire du MTPC n°00753 PU 2-75 du 30 avril 1975 portant création et aménagement des zones industrielles, la ZI a pour vocation principale d'accueillir en premier lieu toutes les unités de production des sociétés nationales, puis les entreprises publiques locales et enfin les établissements industriels à caractère privé. En fin de la décennie il a été créé 73 zones industrielles dont plus de 200 communes abritent au moins une implantation industrielle pour assurer un développement intégré et contrebalancer les déséquilibres régionaux caractérisés selon Bardinnet, (1971) par la concentration industrielle sur le littoral (Annaba, Skikda, Arzew, etc.).

Batna par conséquent, comme plusieurs villes intérieures à bénéficier dans le cadre d'un programme d'urgence d'une zone industrielle en 1972 et une autre en 1976 dans lequel le textile, la minoterie-semoulerie, enfutage de gaz, briqueterie-tuilerie, tannerie, unité de fabrication de bouteilles de gaz, constituent l'épine dorsale du développement local. Avec une superficie de près de 400 ha, la zone industrielle offre plus de 7 000 emplois industriels, dont 58% dans le textile (Cote, 1991). Cependant, ce modèle de développement a conduit à des résultats indéniables, de nombreuses zones industrielles installées entre 1974-1990, posent d'importants problèmes de contentieux foncier lié à une délimitation imprécise des lots, l'absence de titres de propriété, le non-achèvement des viabilités et les transactions successives. Cette situation d'après Chignier, (2009) a conduit à l'échec du modèle de développement algérien.

### 2-2-2-7 Les zones d'aménagement concertées (ZAC)

Les zones d'aménagement concertées comme un moyen de production du foncier viabiliser est un programme chargé de la réalisation des aménagements, viabilisation et équipement des terrains urbanisables dans le but de les vendre après pour l'état ou les privés. Les ZAC ont été abandonnées par l'avènement de l'ordonnance 74-26 du 20 février 1974 portant la création des réserves foncières communales (RFC).

Juste après l'indépendance, les autorités centrales ont fortement orientés et pilotés toute la politique du développement local en Algérie (Bendjelid, 1998). Mais après 1980, deux événements majeurs caractérisant la décennie ont fini l'entame de l'état en tant que pouvoir central, contrôleur programmeur (l'état ayant été le seul promoteur de développement). L'état, et suite aux transformations économiques à travers la chute des prix des hydrocarbures accompagnée par une baisse effrayante des revenus du pétrole de près de 10 milliards de dollars à un peu plus de 5 milliards de dollars en 1986, ne disposant plus des moyens financiers suffisants ce qui a conduit l'état de se désengager définitivement du secteur immobilier. L'état par ce fait a commencé dans un processus de dévolution des biens par la loi de 1981,<sup>12</sup> portant sur la cession des biens immobiliers de l'état. L'expérience du tout planifié en montra ces limites et les précédents instruments de planification urbaine devenaient caducs et incapables de maîtriser l'urbanisme. En effet, ce n'est qu'en 1979 que le concept d'aménagement du territoire trouve toute sa signification, par la mise en place de nombreux ministères spécialisés dans le domaine à savoir le ministère de la planification et de l'aménagement du territoire. L'année suivante (1980), plus fertile en évènements (Mekkaoui, 1991), a vu à la fois la création du plan quinquennal (1980-1984) qui avait les mêmes objectifs et perspectives des plans précédents (Lakhdar Hamina et Abbas, 2015), la création de l'agence nationale d'aménagement du territoire en 1981 et les centres nationaux d'études et de réalisations en urbanisme (Rahmani, 1994). En même temps, par le biais d'une loi sur l'aménagement du territoire (loi n°87-03 du 27 janvier 1987) sont définis les différents schémas d'aménagement, schéma national d'aménagement du territoire SNAT, schéma régionale d'aménagement du territoire SRAT et le plan d'aménagement de wilaya PAW (Saidouni, 2000). Cette démarche selon Saidouni, (2000) démontre une prise de conscience dont les signes de cette conscience peuvent être envisagés selon plusieurs niveaux :

(1) premièrement, le problème de l'aménagement et de l'urbanisme en Algérie est global et pour garantir la cohérence recherchée il doit être envisagé à toutes les échelles.

---

<sup>12</sup> Dans ce cadre une étude menée par Zitoun (2012), montre qu'en espace de 32 ans (c.a.d entre 1966 et 2008) le taux des algériens locataires de leurs logements passe de 70% en 1966 à 22% en 1987 et à 13.8% en 1998. Ces chiffres montrent clairement le désengagement de l'état de ses biens au profit du citoyen qui devient un propriétaire.



(2) deuxièmement, la donnée spatiale acquiert son importance légitime, il ne s'agit plus d'implanter des programmes d'investissement étatiques, mais de les situer dans leurs espaces, national, régional et local.

### **2-2-2-8 Le schéma national d'aménagement du territoire (SNAT)**

La promulgation de la loi relative à l'aménagement du territoire en 1987<sup>13</sup> va définir les grandes lignes de la politique d'aménagement au niveau national et régional, dont la finalité est de préserver l'équilibre global des espaces nationaux, de promouvoir le développement des zones fragiles et démunies, la maîtrise de la croissance des grands centres urbains ainsi que la mise en œuvre des instruments d'aménagements tels que le SNAT et le SRAT (Achaïbou, 2013).

Par définition, le schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) comme un outil d'orientation stratégique (Zitoun, 2011) est un acte par lequel l'état affiche son projet territorial à travers le renouvellement urbain, l'attractivité et le développement de villes inclusives, le rétablissement de toutes les fonctions de la ville et l'amélioration de l'habitat. Composé de 17 rapports thématiques et d'un document graphique en différentes échelles, les lignes directrices du SNAT sont mises en œuvre à la faveur de 20 programmes d'action territoriale, 19 schémas directeurs sectoriels, 9 schémas régionaux d'aménagement du territoire, 4 schémas directeurs d'aménagement d'aires métropolitaines et 48 plans d'aménagement de wilaya. En effet, la figure suivante (figure 6) résume les lignes directrices pour la mise en œuvre du SNAT. En somme, ce schéma est une réponse de l'état de déséquilibre régionale qui se manifeste par la répartition hétérogène des investissements et des habitants, en s'entamant selon Meradi *et al.* (2013) dans une opération de rééquilibrage des ressources, du peuplement, des activités économiques et des infrastructures.

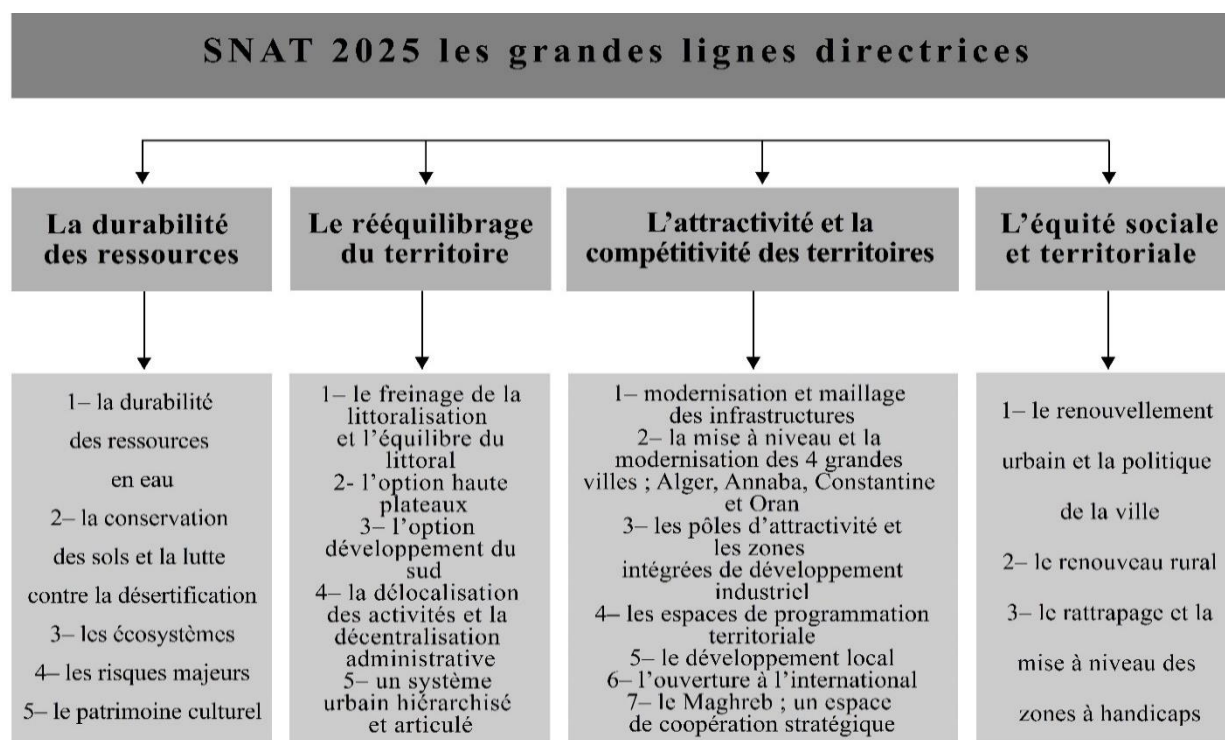
### **2-2-2-9 Le schéma régional d'aménagement du territoire (SRAT)**

Suit à la promulgation de la loi 87-03 concernant l'aménagement du territoire, une nouvelle constitution va instituer un outil stratégique de reconfiguration régionale du territoire, il s'agit du schéma régional d'aménagement du territoire (SRAT). Par la définition, le SRAT est la déclinaison régionale des orientations du SNAT. Au nombre de 9 régions (figure 7), le schéma régional d'aménagement du territoire précise, en conformité avec le schéma national d'aménagement du territoire, les orientations et les prescriptions spécifiques à chaque espace de programmation territoriale<sup>14</sup> (Journal officiel, 2001, article 7), ils distribuent les activités et le

<sup>13</sup> Loi 87-03 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire modifiée et complétée par la loi 01-20 du 12 décembre 2001, relative à l'aménagement et au développement durables du territoire.

<sup>14</sup> Il s'agit de la zone nord-est, nord-centre, nord-ouest, hauts plateaux-est, hauts plateaux-centre, hauts plateaux-ouest, sud-est, sud-ouest et le grand-sud.

peuplement à travers la région, c'est-à-dire ils localisent les infrastructures et les équipements et règlent l'armature urbaine régionale.



Source : le journal officiel, N°61 du 21 octobre 2010

Figure 6. Les majeures lignes directrices du SNAT 2025

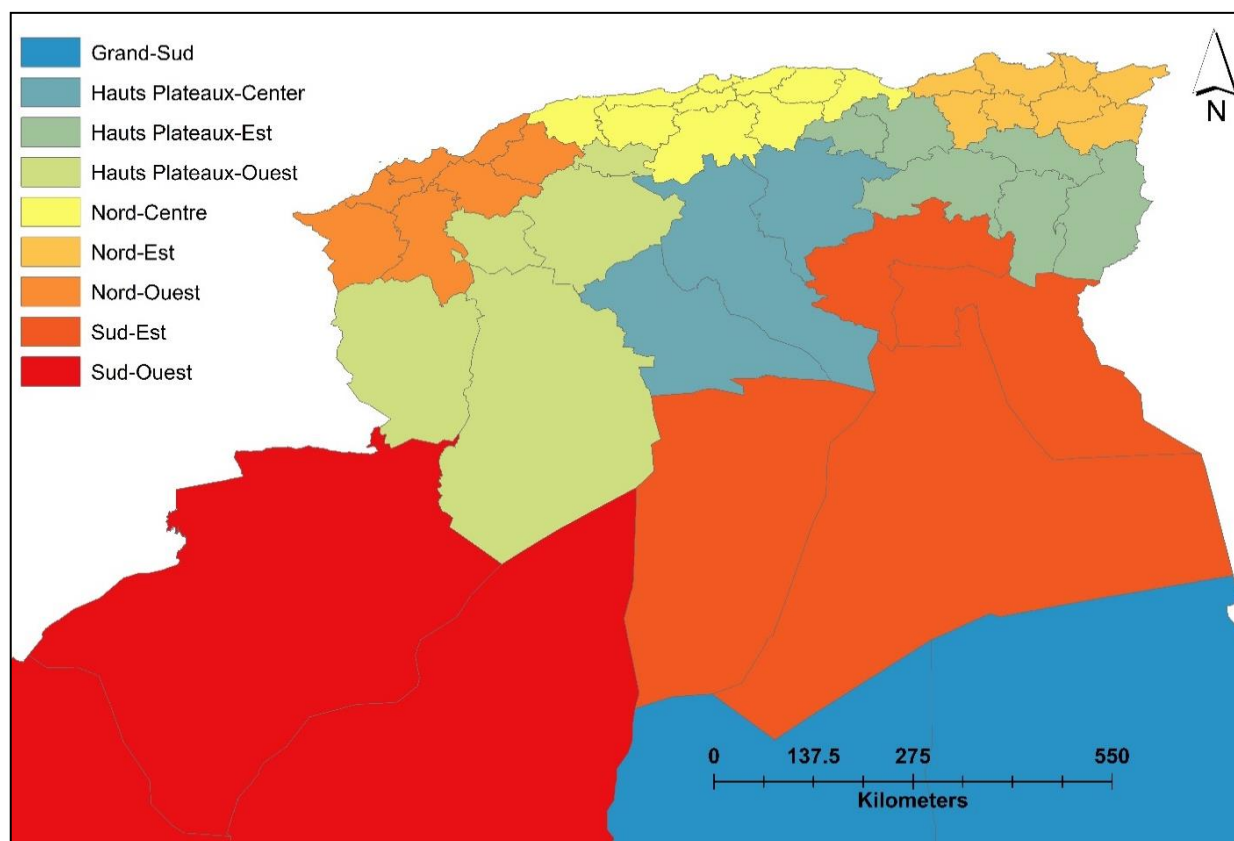


Figure 7. Les espaces de programmation territoriale (journal officiel, n°61, 21/10/2010, p 76).

En somme, le SRAT établit pour les espaces de programmation territoriale (MATET, 2008) :

- (1) les atouts, vocations principales et vulnérabilités spécifiques de l'espace considéré.
- (2) la localisation des grandes infrastructures et services collectifs d'intérêt national.
- (3) les dispositions relatives à la préservation et à l'utilisation rationnelle des ressources et notamment de l'eau.
- (4) l'organisation d'agglomération favorisant le développement économique, la solidarité et l'intégration des populations, la répartition des activités et des services et la gestion maîtrisée de l'espace.
- (5) la promotion des activités agricoles et la revitalisation des espaces ruraux en tenant compte de leur diversité et en assurant l'amélioration du cadre de vie des populations qui y vivent et la diversification des activités économiques, notamment non agricoles.
- (6) les actions de dynamisation de l'économie régionale par le soutien au développement des activités et de l'emploi et par le renouvellement et la revitalisation des espaces menacés.
- (7) les projets économiques porteurs d'industrialisation et d'emplois.
- (8) les prescriptions d'organisation de l'armature urbaine et le développement harmonieux des villes.
- (9) les actions et traitements spécifiques que nécessitent les espaces écologiquement ou économiquement fragiles.
- (10) la programmation de la réalisation des grandes infrastructures et des services collectifs d'intérêt national.
- (11) les actions de préservation et de valorisation des patrimoines culturels, historique et archéologique, à travers la promotion de pôles de développement culturel et des activités liées à la création artistique et à l'exploitation adaptée des richesses culturelles.

#### **2-2-2-10 Le plan d'aménagement de wilaya (PAW)**

Par sa position d'intermédiation entre les différents schémas prospectifs (SNAT et SRAT) d'une part et les instruments d'urbanisme (PDAU et POS) d'autre part, le plan d'aménagement de wilaya selon le texte juridique du 14 février 1981 portant sur le code de la wilaya précise et valorise, en conformité avec le schéma régional d'aménagement du territoire adéquat, les prescriptions spécifiques à chaque territoire de wilaya.

D'après Saidouni, (2000) les plans d'aménagement de wilaya fixent les visions prospectives, les vocations des communes et distribuent les activités à travers leurs territoires, en localisant les infrastructures, les zones d'activité économique et les zones de mise en valeur. En effet, les plans de wilaya identifient la hiérarchie urbaine dans la wilaya (communes rurales,

communes urbaines) et les rythmes d'urbanisation. Ils déterminent les aires de planification intercommunales, pour les communes à fortes solidarités, et distribuent les services publics dans la wilaya.

Eu à cet égard la wilaya de Batna a bénéficié à la fin des années 80 sa première étude de wilaya (étude confiée à l'agence nationale d'aménagement du territoire ANAT), par ses 3 phases, cette étude s'appuie sur les grandes orientations des instruments d'aménagement dans lesquels elle s'inscrit pour une meilleure cohérence dans les développements local, régional et national. Le feed-back entre le SNAT, le SRAT (hauts plateaux est) et le PAW est assuré dans toutes les étapes de cette étude afin d'arriver à identifier puis proposer des stratégies permettant d'atteindre un avenir souhaité du territoire national articulé autour de quatre lignes directrices mentionnées par le SNAT.

### **2-2-2-11 Le schéma de cohérence urbaine (SCU)**

Faute à l'absence des outils capables de gérer la problématique de la ville dans une vision globale et transversale, l'état a décidé en 2006 la promulgation de nombreuses lois entraînant la mise en place de dispositifs territoriaux. D'après le ministère de l'aménagement du territoire, de l'environnement et du tourisme (MATET), le schéma de cohérence urbain est un outil de planification et d'orientations sectorielles prévues à l'article 20 de la loi 06-06 du 20 février 2006 d'orientation de la ville. C'est un outil dédié pour concrétiser un développement durable de la ville et d'apporter une nouvelle vision prospective pour définir les actions permettant d'assurer la réalisation des politiques. Il s'agit d'un élément de réponse proposé dans le cadre des outils de planification (SNAT 2025) pour préparer un cadre de vie urbain cohérent et qui répond aux besoins des habitants.

### **2-2-3 La période de 1990 à ce jour : L'économie de marché**

Suite aux conséquences de la politique centrale caractérisée selon Nait Saada, (2010) par un mode d'intervention directe de l'état à travers les réserves foncières et le monopole des collectivités locales en matière de gestion du foncier urbanisable, et l'interdiction aux citoyens d'opérer des transactions foncières, de nombreux blocages et conflits fonciers accompagnés par un marché informel de transactions opaques ont été générés. Ceux-ci mettent en évidence les limites du système central et de l'état à la fois contrôleur, programmeur, investisseur, financier et réalisateur (Djelal, 2007).

A la fin des années 80, la décision de mutation totale allait être concrétisée par l'abrogation des lois héritées de l'après-indépendance (Zitoun et Tabti Talamali, 2009), et la promulgation



d'un dispositif législatif visant à instituer une nouvelle approche de la question foncière. Une approche qui va connaître la propriété individuelle et les nouveaux acteurs privés, en effet, l'Algérie a amorcé dans les années 1990 un tournant radical dans sa politique économique, passant d'une organisation de type socialiste très étatisée d'une planification centralisée à une autre libérale complètement différente caractérisée par la reconnaissance des lois de marché et la réhabilitation des acteurs économiques privés (Saad *et al.* 2005). L'institution de cette nouvelle organisation plus souple et plus flexible faisant désormais une place aux tiers fut ainsi consacrée par la loi 90-25 du 18 novembre 1990 portant l'orientation foncière.

Plus encore, avec l'avènement à l'économie de marché, deux nouveaux instruments d'urbanisme marquent une séparation définitive avec la démarche centralisée, dirigiste et sectorielle (Agharmiou, 2013), sont institués par la loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme et tout l'arsenal juridique accompagné (notamment le décret exécutif n° 91-177 du 28 mai 1991 relatif au PDAU et le décret exécutif n° 91-178 du 28 mai 1991 relatif aux POS). L'application de ce dispositif législatif a eu pour conséquence la mise en place de plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme et de plans d'occupation des sols pour l'ensemble des communes, en tant qu'instrument de détail, ayant pour objet d'améliorer l'aménagement de l'espace urbain et la forme du cadre bâti et surtout pour en rationaliser l'usage (Benidir, 2007).

Les instruments d'urbanisme, dont il s'agit dans cette période, sont les plans d'urbanisme proprement dits, c'est-à-dire ceux qui concernent l'échelle de la partie de ville, de la ville, de l'agglomération ou d'un groupement de communes. Ces deux instruments se situent en aval de la planification spatiale.

### **2-2-3-1 Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU)**

L'article 16 de la loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 définit le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (qui sera développé dans le chapitre suivant) comme un instrument de planification spatiale et de gestion urbain à long terme (15-20 ans). Il fixe les orientations fondamentales de l'aménagement du territoire de la/ les communes concernées en tenant compte des schémas d'aménagement et plan de développement, il concerne l'échelle de la ville ou de l'agglomération (figure 8). Autrement dit, l'échelle de la commune ou d'un groupement de communes (intercommunales) ayant de fortes solidarités socioéconomiques, morphologique, infrastructurelle. C'est un plan en effet, directeur au sens classique du terme. Il est à la fois un guide de gestion et de prévision pour les décideurs locaux, et un programme d'équipements et d'infrastructures pour la ville ou l'agglomération.

Le plan directeur d'après l'article 18 de la loi 90-29, détermine la destination générale des sols, l'extension des établissements humains, la localisation des services et des activités, la nature et l'implantation des grands équipements et infrastructure, ainsi que les zones d'intervention sur les tissus urbains et les zones protéger. Également, Le PDAU en tant qu'un outil dans la chaîne de l'aménagement du territoire doit respecter les dispositions du SNAT, du SRAT et du PAW référentiel, en matière de programmes d'équipements et d'infrastructures. D'autre part, il fixe les références et les périmètres des différents plans d'occupation des sols à réaliser.

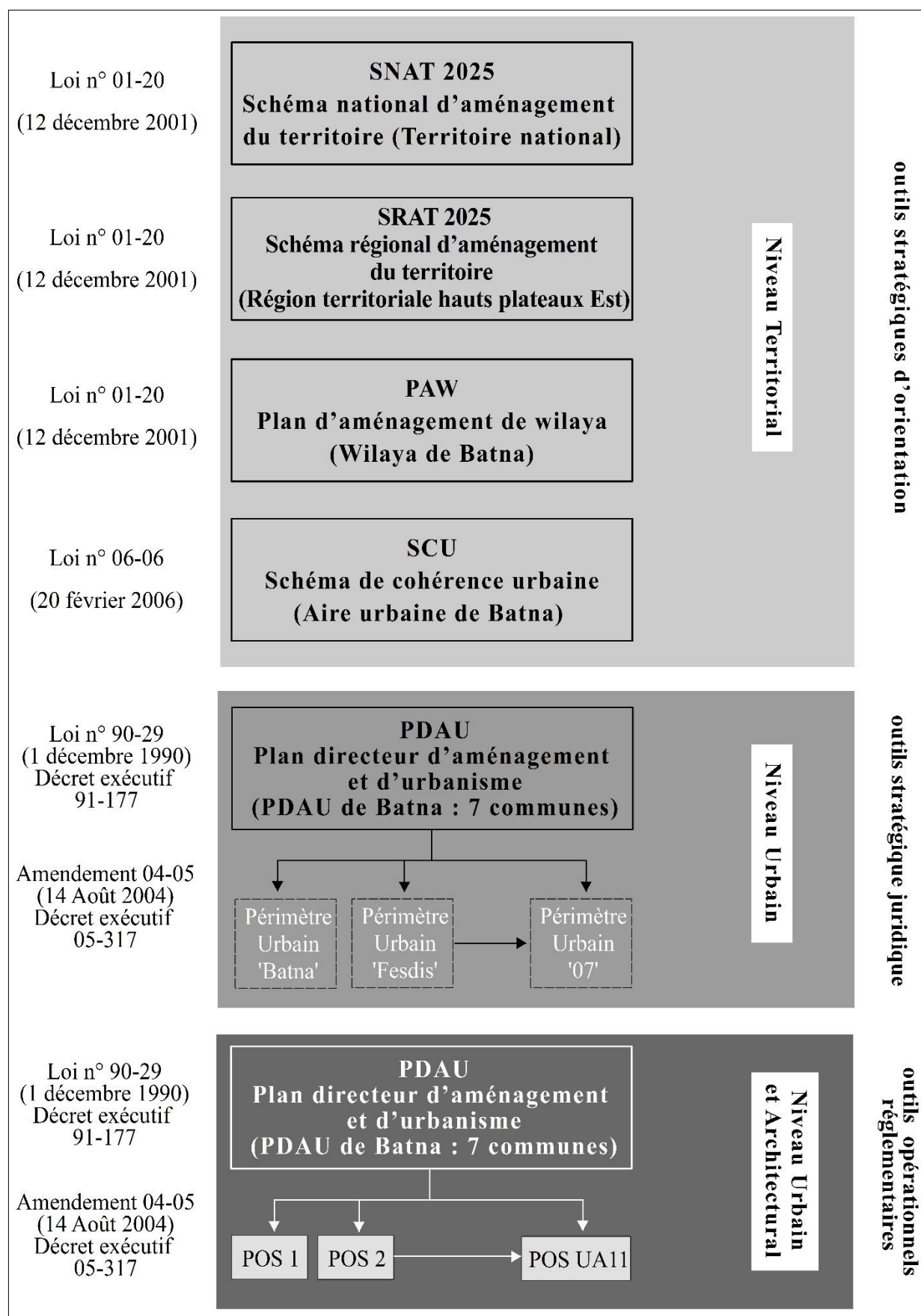
En effet, selon Rahmani, (1994) le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) vise à éclaircir les grandes orientations du développement approuvées dans le plan d'aménagement de la wilaya ; il s'agit pour but de déterminer :

- (1) le plan des infrastructures de base de la commune.
- (2) les secteurs destinés aux équipements publics.
- (3) les secteurs d'intervention dans les tissus urbains existants.
- (4) les secteurs d'urbanisation à longs termes et moyens termes.
- (5) les secteurs non urbanisables.
- (6) la détermination des secteurs et le règlement associé pour la confection des plans d'occupation des sols.

### **2-2-3-2 Le plan d'occupation des sols**

Avec son statut obligatoire pour chaque commune qui est déterminé notamment dans l'article 34 de la loi 90-29 du 1er décembre 1990, le plan d'occupation des sols (qui sera également développé dans le chapitre suivant) fixe les règles spécifiques pour l'urbanisation du territoire communal (Saidouni, 2000). Il est en effet, une référence réglementaire pour les autorités locales et une force de loi opposable aux tiers.

En outre, la loi 90-29 (article 31) précise que le plan d'occupation des sols a pour objectif principal de préciser la forme urbaine, l'organisation urbaine, les droits de construction, les droits d'utilisation des sols, la quantité minimale et maximale de construction, les types de constructions et leurs usages, les règles relatives à l'aspect extérieur des constructions, les espaces publics, les espaces verts, les emplacements réservés aux ouvrages publics et installations d'intérêt général. Les tracés et les caractéristiques des voies de circulation, les servitudes, les quartiers, rues, monument et sites à protéger, à rénover et restaurer et les terrains agricoles à préserver et à protéger.



Source : Berezowska Azzag, 2006, p 5 avec adaptations de l'auteur

Figure 8. Hiérarchisation des instruments actuels de planification en Algérie

## Conclusion

De ce qui est décrit dans ce chapitre, il est évident que par la succession des différentes civilisations, l'Algérie a connu des évolutions et des mutations importantes tant dans son espace que dans sa politique urbaine. Des transformations ont été marquées et continue à l'être sont liées à la présence française en Algérie, caractérisée souvent par l'introduction du modèle oriental dit '*tout planifié de tracé des villes*' après plusieurs pratiques de transformation, de destruction et de réaménagement des tissus précoloniaux afin de s'adapter aux nouvelles idéologies d'aménagement des villes tout en suivant les plans adoptés à l'époque notamment en France métropolitaine.

Par ailleurs, après l'indépendance, l'état algérien avec tous les acquis hérités de la colonisation a lancé dans un cadre marqué par des hésitations et des incertitudes, une nouvelle politique socialiste centrale visant en premier lieu le secteur industriel. Cette politique en quelques années a généré de nombreuses distorsions et des exclusions multiples, parmi lesquelles la concentration de l'essentiel des investissements dans les zones littorales, alors des inégalités et des espaces désarticulés sont engendrés notamment dans les zones intérieures. Cette politique en effet a conduit à une urbanisation massive et une sur-occupation des logements causées par des mouvements de déplacement des populations rurales importantes estimées à 1.7 million de ruraux entre 1966-1977. Les villes intérieures sont l'une des régions du pays qui sont victimes des exclusions de cette politique. Les différents plans nationaux (premier plan triennal, premier plan quadriennal et deuxième plan quadriennal) n'ont pas pu sortir les villes intérieures de leur retard par rapport à d'autres régions du pays.

Renforcée par la déclaration de l'échec du système précédent et le changement du contexte politico-économique, la nouvelle période du multipartisme et de la décentralisation est caractérisée par la nouveauté dans la législation urbaine, mettant en principe la fin de l'implication exclusive de l'état en tant que pouvoir central qui programme, dirige, finance et organise l'espace. Cette étape a abouti à une nouvelle réglementation en matière d'aménagement urbain, notamment la loi 90-25 et celui de 90-29 portant le remplacement du plan d'urbanisme directeur (PUD) par le PDAU (plan directeur d'aménagement et d'urbanisme).

A cet effet, et avant d'entamer dans l'analyse de ces instruments à travers un exemple de la ville de Batna, le chapitre suivant sera d'abord consacré à l'éclaircissement des notions essentielles relatives aux instruments à savoir leur élaboration, approbation, révision et leur destination, ainsi que leur fondement juridique.

## **CHAPITRE 2**

Support des politiques d'aménagement et planification spatiale  
en Algérie –les instruments PDAU et POS-

## Introduction

La dynamique urbaine qui caractérise la ville algérienne dès l'indépendance se traduit non seulement par une croissance importante des grandes villes à savoir Alger, Oran, Annaba et Constantine, mais également par une évolution tentaculaire des petites et moyennes villes intérieures, donnant par voie de conséquence un aspect d'une urbanisation anarchique avec des tendances et des ampleurs importantes. Cette réalité constatée a des conséquences néfastes caractérisées par l'absence de la maîtrise territoriale, les problèmes de transport, d'environnement, etc. Par ailleurs, la planification urbaine comme une discipline, constitue une démarche inévitable dont la finalité est d'aménager et de développer d'une manière cohérente un territoire pour favoriser le développement économique, faciliter les déplacements et préserver l'environnement. A travers les prises de décision à entreprendre, cette planification comme nous avons vu dans la section précédente (chapitre 1) peut aboutir à des instruments d'orientation stratégique pour la prise en charge et l'organisation de l'espace territorial. Ces derniers sont désignés sous le terme d'instruments d'aménagement et d'urbanisme. Par les propositions qu'apportent, ils servent à la fois de moyens de communication entre les autorités locales et de dispositifs de suivi et de contrôle de l'espace ou encore un outil de réglementation de l'occupation des sols.

Aujourd'hui, parmi les documents d'urbanisme mis en vigueur en Algérie : les plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) auxquels sont associés des plans d'occupation des sols (POS). Une application rigoureuse des règlements qu'offrent ces outils permet de répondre aux besoins en termes de zones constructibles, tout en préservant une gestion rationnelle et durable de l'espace communal. Ces instruments d'après la loi 90-29 fixent les orientations et les lignes directrices d'aménagement des territoires et plus particulièrement les conditions permettant de rationaliser l'utilisation de l'espace. Alors aucune initiative de l'occupation de l'espace ne peut s'effectuer sans retour aux directives de ce règlement.

A travers ce présent chapitre et afin d'enrichir notre étude et de mieux cibler nos objectifs, on se propose d'éclairer d'une façon détaillée et méthodique le fondement juridique de la planification urbaine en Algérie notamment la loi 90-29. Puis de définir les différents instruments les plus répondus de cette planification en mettant la lumière sur ses objectifs, son contenu ainsi que les procédures d'approbation et de révision en se basant sur les lois et les textes juridiques nécessaires. En parallèle, cet aperçu sur les instruments d'urbanisme servira de référence permettant d'évaluer le niveau d'application effective des orientations exprimées par le PDAU de la ville de Batna dans le cinquième chapitre

## **1- Politique de l'état et contenu des instruments, évolution et critique**

Il n'y a pas de vent favorable pour celui qui ne sait où il va (Rayes, 2011). Autrement dit, pour aller quelque part, il faut d'abord savoir où l'on veut aller. Les instruments d'aménagement et de planification ont fixé leurs perspectives pour les futures années. De ce fait, ils veulent mettre de la ville un espace capable de susciter l'intérêt de ses résidents et d'attirer l'attention de ceux qui cherchent un milieu de vie dynamique et prospère. Mais également une ville de demain capable de prévoir et d'organiser son développement à long terme, concrétisant en principe la notion du développement durable et la planification stratégique.

Après l'indépendance en 1962, l'Algérie s'est engagée dans une période d'organisation du cadre urbanistique hérité afin de l'adapter pour accueillir les multiples vagues d'exode rural causées par la politique industrielle menée. À cet égard, un arsenal des textes juridiques a été institué, notamment la promulgation du décret n°73-29 du 8 juillet 1973 concernant les plans directeurs et l'ordonnance n°74-26 du 20 février 1974 portant les réserves foncières communales, après une décennie (1962-1973) caractérisée par la reconduction des lois et des textes français dans la matière. Cette période comme nous avons vu dans le 1<sup>er</sup> chapitre, est caractérisée par une politique globale d'investissement dans le secteur industriel classé prioritaire et un abandonnement quasi total du secteur d'urbanisme classé non prioritaire. Plus tard et depuis une vingtaine d'années une nouvelle orientation marquée par le désengagement total de l'état, accompagnée d'une nouvelle réglementation à travers des instruments d'aménagement. Il s'agit de la loi 90-29 du 1er décembre 1990 sur l'aménagement et l'urbanisme et la loi 90-25 du 18 octobre 1990 portant l'orientation foncière. Ces deux lois accordent une place particulière aux nouveaux instruments pour aboutir à des consommations et d'occupation des sols plus rationnelle notamment en matière du logement, des équipements d'accompagnement et des infrastructures de base.

En revanche, malgré son statut théoriquement efficace, l'état actuel de la planification urbaine présente encore une situation différente, et elle souffre de nombreuses insuffisances juridiques et pratiques. Au cours des deux décennies de la mise en œuvre des nouvelles réglementations, les communes du pays ont été dotées par des plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme et plus de deux tiers des plans d'occupation des sols programmés ont été lancés et approuvés (tableau 5, 6). Par ailleurs, une grande partie de ces instruments sont souvent en retard pour des raisons multiples, dont les enjeux techniques ou même politiques limitent leur achèvement dans les délais réglementaires dans un moment où l'extension anarchique des centres urbains s'avance en grignotant plus de terrains. Et quand les autorités approuvent

finalement les plans, la réalité du terrain impose des nouvelles variables et situations complètement différentes où les POS deviennent inefficaces pourtant les enveloppes financières qui leur sont allouées existent.

Tableau 5. Situation physique des études de révision des PDAU à fin mars 2008<sup>(15)</sup>

	wilaya	communes	Révision inscrites	Situation physique des études à fin mars 2008			
				achevées	approuvées	En cours	Non lancées
PDAU	Batna	61	11	0	0	8	3
	Reste	1 480	896	221	94	553	122

Source : Ministère de l'habitat et d'urbanisme, 2016

Tableau 6. Situation cumulée des études des POS à fin mars 2008<sup>(16)</sup>

	wilaya	Situation cumulée des études à fin mars 2008						
		études inscrites	études lancées	études achevées	études non approuvées	études approuvées	études en cours	études non lancées
POS	Batna	99	96	80	17	63	16	3
	Reste	4 807	4 693	4 138	745	3 393	555	114

Source : Ministère de l'habitat et d'urbanisme, 2016

### 1-1 Fondement juridique et instruments de planification urbaine

Suite aux nouvelles mutations accompagnées le grand détournement de la politique nationale après 1990, la planification urbaine comme plusieurs secteurs, trouve sa réglementation technique et juridique dans plusieurs textes réglementaires. Parmi les lois approuvées et mises en application, on peut citer notamment :

(1) la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme : suivit par les décrets exécutifs ;

(i) décret 175-91 du 28 mai 1991 qui fixe les règles générales de l'aménagement et l'urbanisme.

(ii) décret exécutif 176-91 du 28 mai 1991 qui fixe les méthodes de préparation des actes.

(iii) décret exécutif 177-91 du 28 mai 1991 qui fixe les procédures d'élaboration et d'approbation du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.

<sup>15</sup> <http://www.mhuv.gov.dz/Fichiers/Urbanisme/PDAU.pdf> [Consulter le 19 avril 2016].

<sup>16</sup> <http://www.mhuv.gov.dz/Fichiers/Urbanisme/POS.pdf> [Consulter le 19 avril 2016].



(iv) décret exécutif 178-91 du 28 mai 1991 qui fixe les procédures d'élaboration et d'approbation du plan d'occupation des sols.

(2) la loi 90-25 du 18 novembre 1990 portant l'orientation foncière.

(3) la loi 04-05 du 14 août 2004 portant l'amendement de la loi 90-29.

(4) la loi 2001 relative à l'aménagement du territoire et au développement durable.

(5) la loi 06-06 du 20 février 2006 portant orientation de la ville.

Ces lois d'après le journal officiel (n°52 de 2 décembre 1990) ont fixé leurs orientations dans le sens de garantir l'équilibre des espaces territoriaux à travers des politiques d'aménagement plus adéquates et plus efficaces. Ils ont a pour objectif principal d'instituer les conditions générales d'occupation et d'organisation du sol urbanisable, dans un cadre marqué par une gestion économe des sols à travers l'équilibre entre la fonction d'habitat, d'agriculture et d'industrie ainsi que de préservation de l'environnement.

Dans ce travail, nous nous intéresserons au contenu de deux principales lois traduisant notre thème, en l'occurrence la loi sur l'aménagement et l'urbanisme 90-29 (en particulier les décrets exécutifs 177-91 et 178-91) et la loi relative à l'orientation foncière (90-25).

### **1-1-1 La loi 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme**

Promulguée le 1er décembre 1990, la loi 90-29 constitue la plateforme de référence de toute politique urbaine en Algérie libérale. Ces dispositions développées suite aux conséquences retirées de l'expérience centrale ont fixé les lignes directrices permettant la réorganisation de l'espace et la maîtrise du développement anarchique et la consommation abusive des terrains enregistrée avant la constitution de 1989, par le biais d'une gestion mieux adaptée et affectation rationnelle du patrimoine foncier. Les décrets d'application de cette loi sont les décrets 91-177 et 91-178 du 28 mai 1991. Cette loi dans son fondement définit les nouveaux instruments d'urbanisme qui vont remplacer les précédents plans d'urbanisme directeur (PUD).<sup>17</sup> Il s'agit du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) et le plan d'occupation des sols (POS). Par leur force de loi et l'opposabilité aux tiers, ces instruments abritent toutes les orientations d'aménagement et les conditions d'occupation de l'espace territorial '*les instruments d'aménagement et d'urbanisme fixent les orientations fondamentales d'aménagement des territoires intéressés et déterminent les prévisions et les règles d'urbanisme [...]'*<sup>18</sup> Et par leur position et dans le but de concrétiser la cohérence territoriale, les orientations d'aménagement ont été développées en tenant compte comme référence les schémas d'aménagement (SNAT et

<sup>17</sup> JO, Article 10 de la loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme

<sup>18</sup> JO, Article 11 de la loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme.

SRAT) et les plans de développement (PAW, SCU).<sup>19</sup> En revanche, pour veiller au respect des normes d'urbanisme et de construction après le séisme de 2003 et mettre la fin aux infractions enregistrées, la loi 90-29 a été modifiée et complétée par la loi 04-05 du 14 août 2004 portant des nouvelles mesures en matière de construction et d'occupation de l'espace.

### **1-1-2 L'amendement de la loi 90-29 par la loi n°04-05 du 14 août 2004 modifiant et complétant**

Avant 2003, les notions liées aux risques majeurs n'ont aucun référencement juridique clair pour appliquer, sauf dans quelques citations descriptives souvent inutiles. Par ailleurs et suite aux conséquences désastreuses causées au lendemain du séisme de 21 mai 2003 à la wilaya de Boumerdès, et s'appuyant sur le principe de retour d'expérience, de nouvelles mesures préventives et modifications législatives ont été apportées en matière d'urbanisme et de construction pour prendre en charge les différents risques (naturels, technologiques, etc.). Selon le ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, les nouvelles dispositions introduites dans la loi 04-05 devraient mettre la fin aux insuffisances constatées précédemment et dans ce constat un ensemble d'articles ont été imposés, elles concernent principalement :

- (1) l'obligation de la délimitation des zones soumises aux aléas naturels et/ou technologiques par les instruments d'urbanisme (article 4).
- (2) l'élaboration conjointe des dossiers des permis de construire par l'architecte et l'ingénieur agréé pour tout projet de construction, quel que soit son lieu d'implantation (article 5).
- (3) la mise en place d'un dispositif coercitif de contrôle de la construction en restaurant l'autorité administrative en matière de démolition des constructions érigées sans permis de construire (article 12).
- (4) le recours à la décision de justice est prévu en cas de non-conformité des travaux réalisés en référence aux prescriptions du permis délivré (article 13).

### **1-1-3 Loi 90-25 du 18 novembre 1990 relative à l'orientation foncière**

Avec 89 articles et 3 titres, la loi 90-25 constitue une référence pour la définition des terres et des types de propriétés. Elle stipule la libération des transactions foncières mettant ainsi la fin à la loi de 1974 relatif aux réserves foncières communales (RFC) '*sont abrogées les dispositions de l'ordonnance 74-26 du 20 février 1974, sont abrogées également toutes dispositions contraires à la présente loi*'.<sup>20</sup> Dans ses différents articles, cette loi fixe le régime juridique du

<sup>19</sup> JO, Article 16 de la loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme.

<sup>20</sup> JO, Article 88 de la loi 90-25 du 18 novembre 1990 portant l'orientation foncière.

patrimoine et les instruments d'intervention de l'état et définit les catégories juridiques classés en effet en 3 types, les biens domaniaux, les biens melk ou de propriété privée et enfin les biens wakfs. En 1993, cette loi a été renforcée par le décret 93-03 du 1er mars 1993 relatif à la promotion immobilière.

#### **1-1-4 Loi 01-20 de 12 décembre 2001 relative à l'aménagement du territoire et au développement durable**

La promulgation de cette loi a pour finalité de définir les orientations et la hiérarchisation des instruments d'aménagement du territoire dans le souci de garantir un développement harmonieux et durable de l'espace national. Elle introduit en principe le citoyen comme un acteur associé à son élaboration et à sa mise en œuvre.

Dans son article 3, cette loi donne un aperçu de quelques concepts essentiels de la ville (tableau 7), il s'agit de la région programme d'aménagement et de développement, la métropole, l'aire métropolitaine, la grande ville, la ville nouvelle et la zone sensible.

Tableau 7. Terminologie adoptée pour différencier les zones (strates) dans la loi 01-20

Strate	Définition
région programme d'aménagement et de développement	le territoire constitué par plusieurs wilayas limitrophes et présentant des caractéristiques physiques et des vocations de développement similaires ou complémentaires.
la métropole	une agglomération urbaine dont la population totalise au moins trois cents milles (300.000) habitants et qui a vocation, outre ses fonctions régionales et nationales, à développer des fonctions internationales.
aire métropolitaine	le territoire qu'il faut prendre en considération afin de maîtriser et organiser le développement d'une métropole.
grande ville	une agglomération urbaine dont la population totalise au moins cent milles (10.000) habitants.
ville nouvelle	une agglomération urbaine programmée dans sa totalité, sur un site vierge ou à partir d'un ou de plusieurs noyaux d'habitat existants.
zone sensible	un espace écologiquement fragile où des actions de développement ne peuvent être menées sans tenir compte de sa spécificité.

Source : journal officiel (loi 01-20), article 3, 2001

Cette loi en effet, allait inscrire pour la première fois la problématique environnementale et participative dans la nouvelle vision sur l'aménagement par l'introduction de deux nouveaux instruments d'aménagement d'ordre national et régional, il s'agit plus particulièrement du schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) et le schéma régional d'aménagement du territoire (SRAT). L'article 6 de cette loi fixe les objectifs suivants pour aboutir à une politique nationale harmonieuse et durable :

(1) la compensation des handicaps naturels et géographiques des régions et des territoires, pour garantir la mise en valeur, le développement et le peuplement équilibrés du territoire national.

(2) la correction des inégalités des conditions de vie, à travers la diffusion des services publics et la lutte contre toutes les causes de la marginalisation et de l'exclusion sociale tant dans les campagnes que dans les villes.

(3) le soutien aux activités économiques, selon leur localisation en garantissant leur répartition, leur diffusion ainsi que leur renforcement sur l'ensemble du territoire national.

(4) la maîtrise et l'organisation de la croissance des villes.

### **1-1-5 Loi 06-06 du 20 février 2006 portant l'orientation de la ville**

Partant des lacunes accompagnées la mise en œuvre de la loi 90-29, une promulgation de la nouvelle loi 06-06 du 20 février 2006 a pour but de fixer les dispositions particulières visant à définir les éléments de la politique de la ville algérienne dans le cadre de la politique de l'aménagement du territoire et du développement durable. Un ensemble des programmes d'actions ont été arrêtés au profit des collectivités locales afin de prendre en charge les difficultés liées à la gestion et le bon fonctionnement de leurs espaces territoriaux. Cette loi est suivie d'un programme d'amélioration urbaine pour remédier à beaucoup d'incohérences et d'insuffisances.

D'après l'article 06 de cette loi, la politique de la ville vise à orienter et à coordonner toutes les interventions, particulièrement celles relatives aux domaines suivants :

(1) la réduction des disparités inter-quartiers et la promotion de la cohésion sociale.

(2) la résorption de l'habitat précaire ou insalubre.

(3) la maîtrise des plans de transport, de déplacement et de circulation dans et autour des villes.

(4) le renforcement des voiries et réseaux divers.

(5) la garantie et la généralisation des services publics, particulièrement ceux chargés de la santé, de l'éducation, de la formation, du tourisme, de la culture, du sport et des loisirs.

(6) la protection de l'environnement.

(7) la prévention des risques majeurs et la protection des populations.

(8) la promotion du partenariat et de la coopération entre les villes.

(9) l'intégration des grandes villes aux réseaux régionaux et internationaux.

## **2- Les instruments d'aménagement PDAU et POS**

### **2-1 Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU)**

#### **2-1-1 Définition et objectifs du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme**

En termes de définition, l'article 16 de la loi 90-29 définit le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) comme étant l'instrument de planification spatiale et de gestion urbaine fixant les orientations fondamentales de l'aménagement du territoire de la commune. Cet instrument, de grande échelle, indispensable au développement harmonieux des collectivités locales joue un rôle important dans la réglementation dans l'occupation des sols et leur prévision dans le cadre de la satisfaction des besoins présents et futurs en terrains urbanisables en divisant le territoire en 4 secteurs d'intervention :

(1) les secteurs urbanisés qui incluent selon l'article 20 de la loi, tous les terrains, même non dotés de toutes les viabilités, occupés par les constructions agglomérées, par leurs espaces de prospect et par les emprises des équipements et activités mêmes non construites, espaces verts, surfaces libres, parcs et forêts urbains, destinés à la desserte de ces constructions agglomérées. Les secteurs urbanisés incluent également les parties de territoire urbanisé à rénover, à restaurer et à protéger.

(2) les secteurs à urbaniser incluent d'après l'article 21, les terrains destinés à être urbanisés à court et moyen termes, à un horizon de dix (10) ans, dans l'ordre de priorité prévue par le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.

(3) les secteurs d'urbanisation future qui incluent selon l'article 22 de cette même loi, les terrains destinés à être urbanisés à long terme, à un horizon de vingt (20) ans, aux échéances prévues par le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.

(4) les terrains non urbanisables : d'après l'article 23 sont ceux dans lesquels des droits à construire peuvent être édictés, mais réglementés dans des proportions limitées, compatibles avec l'économie générale des territoires de ces secteurs.

Le PDAU détermine aussi la destination générale des sols (figure 9) et les zones d'intervention sur les tissus urbains existants et les zones à protéger (sites historiques, forêts, terres agricoles, littoral). Le plan définit également l'extension urbaine en localisant les zones des services et des activités ainsi que la nature et l'implantation des grands équipements et infrastructures. Par ailleurs, par ses mécanismes d'approbation ministériels, il joue aussi un rôle d'intégrateur des orientations gouvernementales en matière d'aménagement du territoire où le gouvernement s'assure que les PDAU sont conformes aux orientations qu'ils poursuivent (Meguenni, 2009). Par ailleurs, le plan d'action qui accompagne ce plan directeur confère à ce dernier un rôle non négligeable dans le développement socio-économique. Par la définition ce

plan d'action est un outil complémentaire plus ciblé sur le développement et la mise en valeur des ressources et potentiels du territoire. En résumé, les principaux objectifs du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme sont :<sup>21</sup>

- (1) la rationalisation de l'utilisation des espaces périurbains.
- (2) la mise en place d'une urbanisation protectrice et préventive ; protectrice des périmètres sensibles, des sites (naturels et culturels) et des paysages, et préventives des risques naturels et technologiques pour les établissements humains (inondations, glissements, explosions, etc.).
- (3) la réalisation de l'intérêt général ; par la programmation des équipements collectifs et des infrastructures et l'identification des terrains nécessaires à leur installation.
- (4) la prévision de l'urbanisation future et de ses règles. C'est l'objectif principal de tout plan directeur.

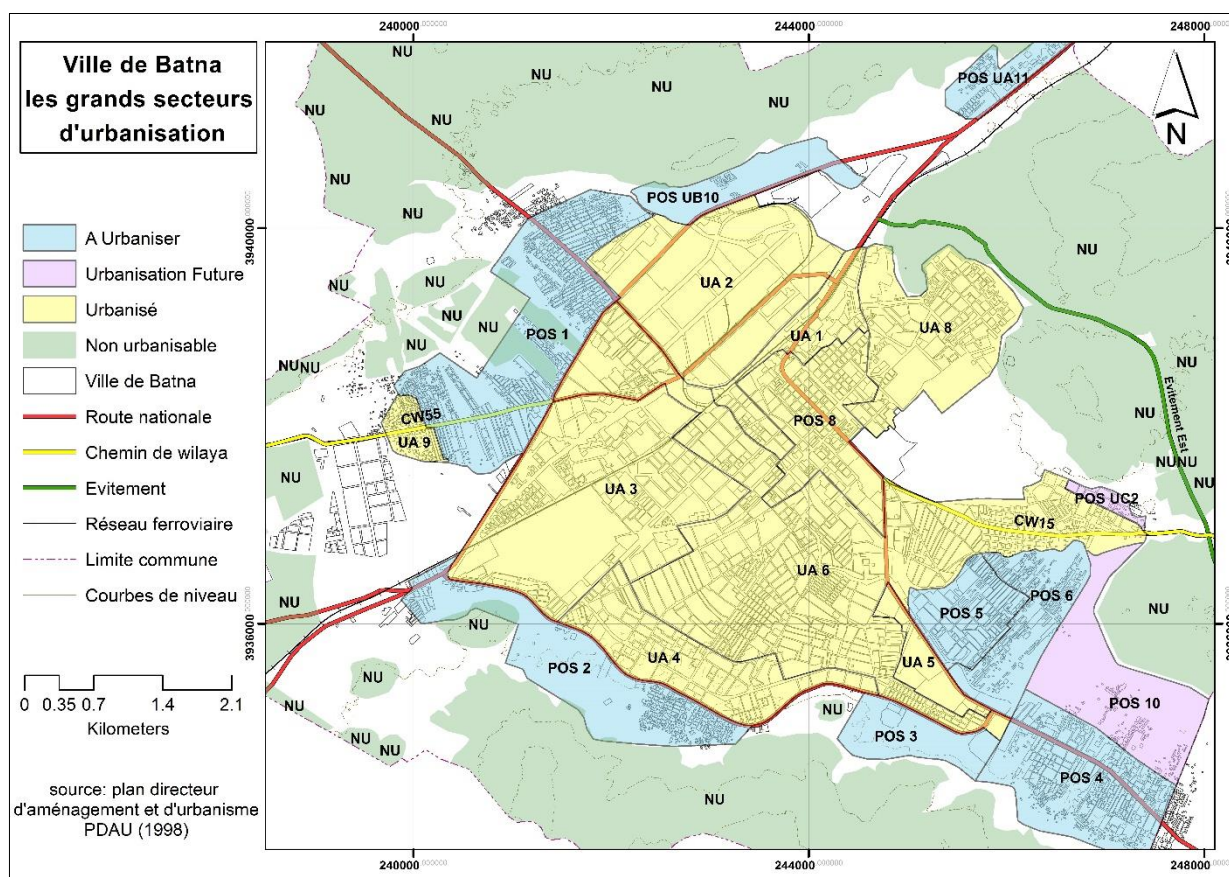


Figure 9. Les secteurs d'urbanisation d'après les orientations du PDAU 1998

<sup>21</sup> [https://www.academia.edu/13126746/CHAPITRE\\_02\\_](https://www.academia.edu/13126746/CHAPITRE_02_)

### **2-1-2 Procédures réglementaires d'élaboration et d'approbation d'un PDAU**

Afin que l'instrument de planification réponde aux critères essentiels pour la mise en œuvre sur le terrain, un enchaînement méthodologique de nombreux processus doit être accompli. Ce processus comprend trois phases essentielles ; une phase de mise en place, une phase de concertation et d'adoption et enfin, une phase d'approbation et de mise en application.

#### **2-1-2-1 Procédures administratives d'élaboration du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme**

Selon le processus de l'aménagement du territoire, prévu par la loi 90-29 sur l'aménagement et l'urbanisme, le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme constitue un document de référence des plans et règlements d'urbanisme au niveau local (communal). Il doit définir les orientations applicables aux diverses parties du territoire et le cadre normatif qui découle des grandes orientations d'aménagement retenues. En effet, l'élaboration d'un PDAU au profit d'une commune ou un groupement de communes nécessite une démarche longue de délibération jusqu'à l'approbation, le suivant schéma (figure 10) résume les procédures d'élaboration du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.

#### **2-1-2-2 Procédures administratives d'approbation du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme**

Après l'élaboration du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, ce plan éventuellement modifié et accompagné du registre d'enquête ainsi que, du procès-verbal de clôture de l'enquête et des conclusions des commissaires enquêteurs, est transmis après adoption par l'APC, ou le wali territorialement compétent qui recueille l'avis de l'APC de wilaya compétente, dans des quinze (15) jours qui suivent la réception du dossier. Le PDAU accompagné de l'avis de l'APC de wilaya est approuvé en application de l'article 27 de la loi 90-29 selon les cas :

(1) par arrêté du wali pour les communes ou association de communes de moins de 200.000 habitants.

(2) par arrêté conjoint du ministre chargé de l'urbanisme et du ministre chargé des collectivités locales après avis du ou des walis concernés pour les communes de plus de 200.000 habitants et moins de 500.000 habitants.

(3) par décret exécutif pris après avis du ou des walis concernés et sur rapport du ministre chargé de l'urbanisme pour les communes ou associations de communes de plus de 500.000 habitants.

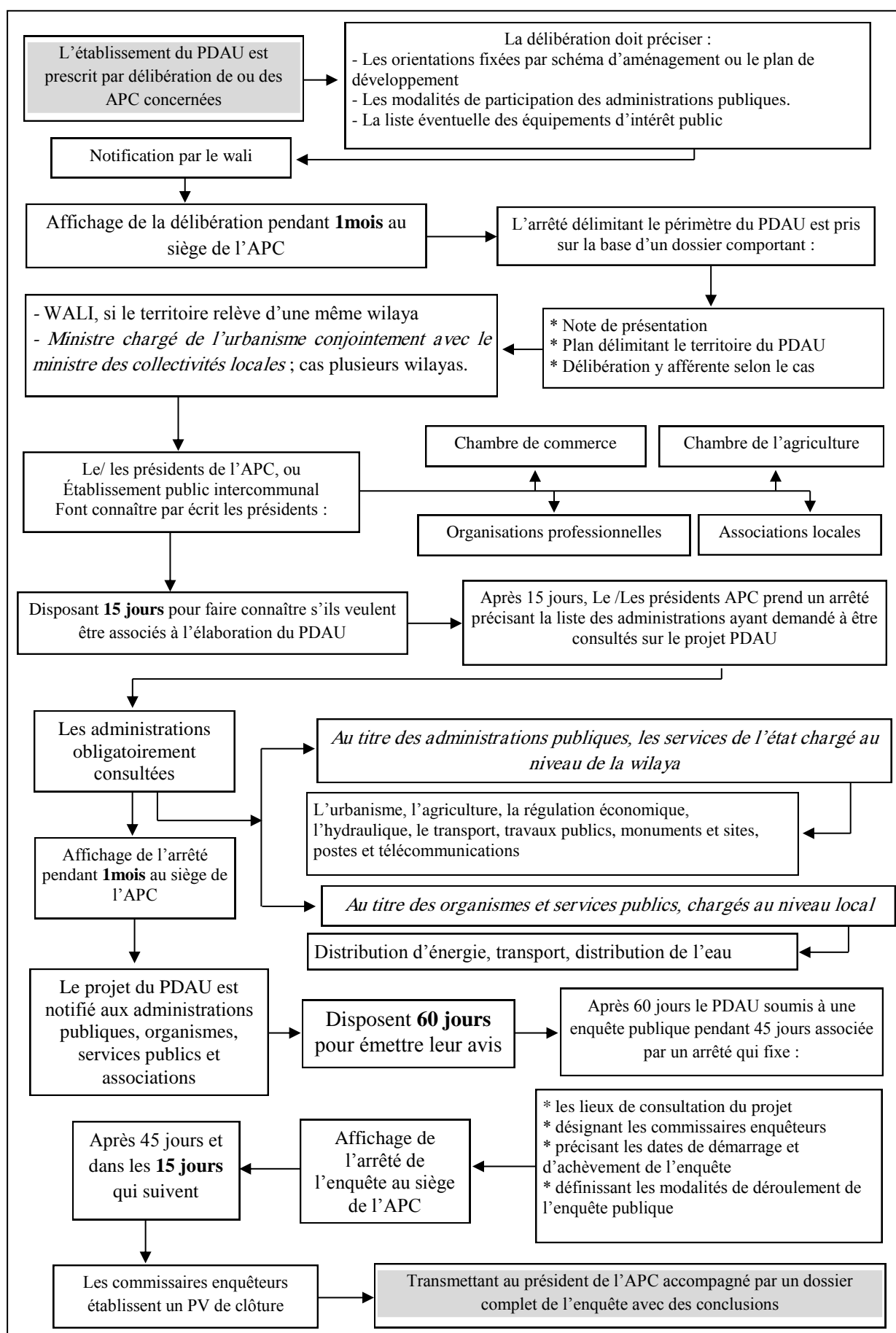


Figure 10. La démarche globale d'élaboration et d'approbation du PDAU (loi 90-29)



Le PDAU approuvé, et mis à la disposition du public conformément aux dispositions de la loi 90-29 du 1er décembre 1990 susvisée, est notifié au ministre de l'urbanisme, au ministre chargé des collectivités locales, aux différents départements ministériels concernés, aux présidents de l'APC de wilaya concernée, aux services de l'état chargés de l'urbanisme au niveau de la wilaya, aux chambres de commerce et aux chambres d'agriculture.

### **2-1-3 Le contenu des études du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme**

Par un ensemble de facteurs liés à l'harmonisation de l'occupation des sols au niveau communal, la loi 90-29 institue des nouvelles dispositions législatives dans le domaine de l'aménagement et la gestion des communes. Parmi ces dispositions le décret exécutif 91-177 imposant toutes les communes de mettre en place leurs instruments d'urbanisme. Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme selon l'article 17 du décret exécutif 91-177 portant également le contenu des études se traduit par un règlement accompagné de documents graphiques de référence et d'un rapport d'orientation. Il se compose ainsi :

(1) d'un rapport d'orientation qui présente l'analyse exhaustive de la situation d'état de fait et les principales perspectives de son développement. La partie d'aménagement proposée dans ce rapport compte tenu des orientations en matière d'aménagement du territoire.

(2) d'un règlement qui fixe les règles applicables pour chaque zone comprise dans les secteurs urbanisés, à urbaniser, d'urbanisation future et non urbanisable, tels que définis aux articles 20, 21, 22 et 23. À cette fin, il doit déterminer :

(a) l'affectation dominante des sols et s'il y'a lieu la nature des activités qui peuvent être interdites ou soumises à des conditions particulières.

(b) la densité générale exprimée par le coefficient d'occupation des sols (COS).<sup>22</sup>

(c) les servitudes à maintenir, à modifier ou à créer.

(d) les périmètres des plans d'occupation des sols avec les termes de référence y afférents en faisant apparaître les zones d'intervention sur les tissus urbains existants et ceux des zones à protéger.

---

<sup>22</sup> Le coefficient d'occupation du sol (COS) est défini par le rapport entre la surface de planchers hors œuvre nette de la construction et la surface du terrain.

La surface de planchers hors œuvre nette d'une construction est exprimée par la surface de planchers hors œuvre brute, égale à la somme des surfaces de planchers de chaque niveau de la construction. Déduites :

(1) des surfaces de planchers hors œuvre des combles et des sous-sols non aménageables pour l'habitat ou pour les activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial.

(2) des surfaces de planchers hors œuvre des toitures terrasses de balcons, des loggias ainsi que des surfaces non closes situées au rez-de-chaussée.

(3) des surfaces de planchers hors œuvre des bâtiments affectés aux logements des récoltes, des animaux ou de matériel agricole ainsi des surfaces des serrés de production.

(e) la localisation et la nature des grands équipements, des infrastructures, des services et des activités.

(3) des documents graphiques composés essentiellement par les plans suivants :

(a) le plan de l'état de fait, faisant ressortir le cadre bâti actuel, les voiries et les réseaux divers les plus importants.

(b) le plan d'aménagement délimitant :

(i) les secteurs urbanisés, à urbaniser, d'urbanisation future et non urbanisables.

(ii) certaines parties du territoire notamment, le littoral, les terres agricoles à préserver, les territoires à caractère naturel et culturel marqués.

(iii) les périmètres des plans d'occupation des sols.

(c) le plan des servitudes à maintenir, à modifier ou à créer.

(d) le plan d'équipement faisant ressortir le tracé des voiries, d'adduction en eau potable et d'assainissement les plus importants ainsi que la localisation des équipements collectifs et ouvrages d'intérêt public.

#### **2-1-4 Révision du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme**

Par son statut évolutif et complexe, la dynamique urbaine est un phénomène difficile à maîtriser et même à prévoir. Un instrument de prévision à long terme à l'instar du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme peut être aisément dépassé par la dynamique urbaine caractérisée souvent par une production urbaine rapide avec un statut largement informel. À cet égard, il doit être soumis à des révisions périodiques pour pouvoir rattraper évolutions urbaines qui lui échappent. Cette procédure de révision qui va permettre aux décideurs locaux de réorienter le territoire urbain selon Saidouni, (2000) ne doit pas devenir une échappatoire facile à laquelle les décideurs et les responsables peuvent avoir recours fréquemment.

Par conséquent, toute révision ou modification du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme approuvé ne peuvent être envisagée que dans le cadre de la loi citée à l'article 28 de la loi 90-20 et l'article 18 du décret exécutif 91-177 du 28 mai 1991. *'La révision porte sur des modifications et des changements ayant pour conséquence la correction du règlement et/ou du périmètre initialement approuvé, celle-ci, ne peut être envisagée que si l'évolution de la situation ou du contexte est telle que les projets d'aménagement de la commune, ou de structuration urbaine ne répondent plus fondamentalement aux objectifs qui leur sont assignés. La révision ne peut également être envisagée que si les secteurs d'urbanisation sont en voie de saturation'*.

## **2-2 Plan d'occupation des sols (POS)**

### **2-2-1 Définition et objectifs du plan d'occupation des sols**

Le plan d'occupation des sols est un document d'urbanisme établi conformément à la loi 90-29 du 1er décembre 1990 (décret exécutif 91-178 du 28 mai 1991). Il propose à travers les projets urbains une réflexion prospective sur le développement de la ville ou d'une partie de cette ville dans un souci de la maîtrise de l'espace urbain.

Techniquement, le plan repose sur les recommandations du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme auquel il se réfère. Il intervient au moyen des projets urbains sur l'aspect fonctionnel et formel de la ville. En parallèle, il définit les règles de composition agréant une croissance urbaine sans distorsion ni dysfonctionnement (Nedjai, 2013). En revanche, et dans le cadre d'établir une occupation des sols dans un contexte de sécurité des habitants, le plan définit strictement l'ensemble des restrictions liées aux constructions en termes de servitudes existantes ou à modifier.

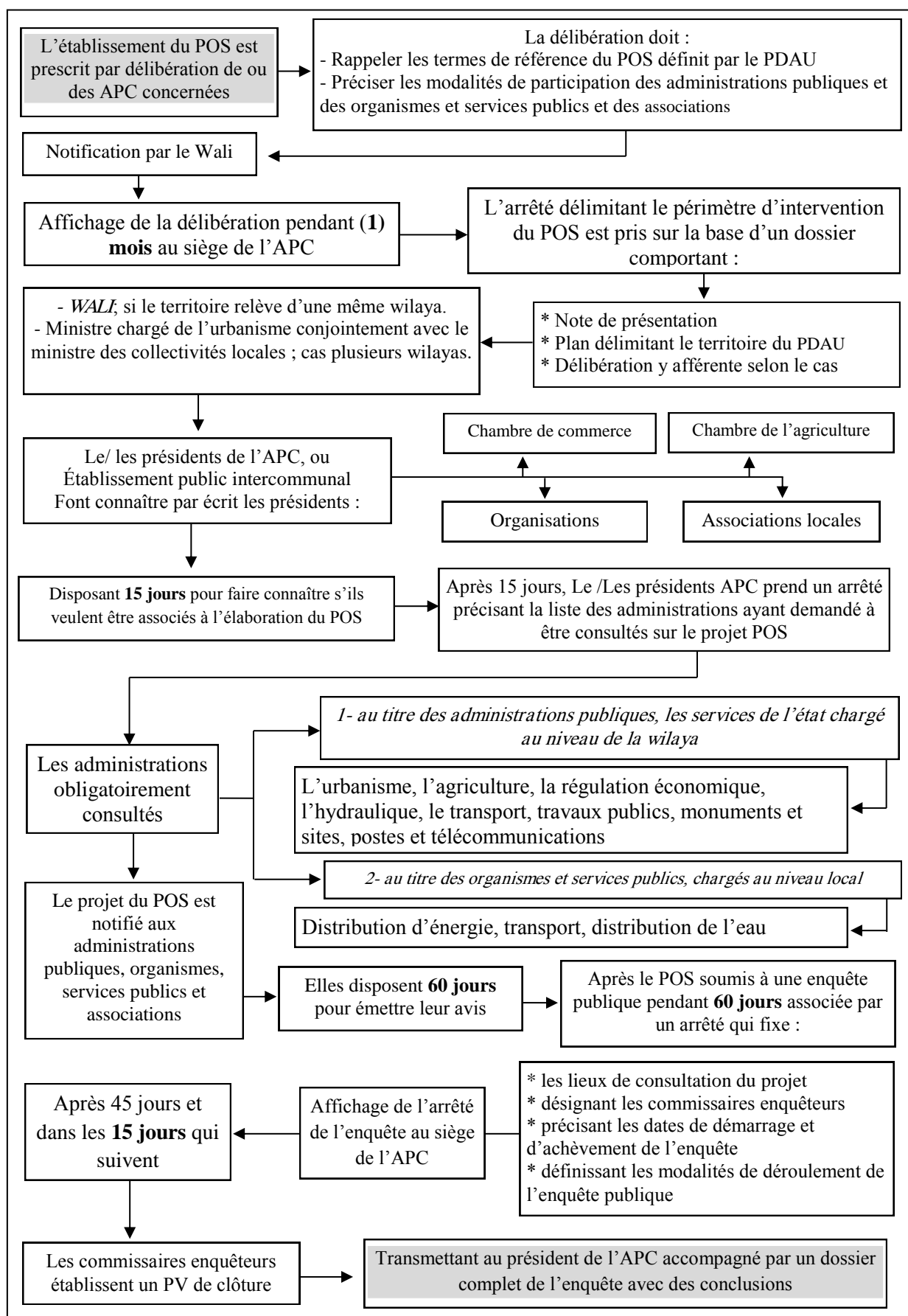
En résumé, et en se basant sur l'article 31 de la loi ci-dessus, le POS précise plus particulièrement :

- (1) la forme urbaine et les droits de construction et d'usage des sols.
- (2) la nature et l'importance de la construction.
- (3) les règles relatives à l'aspect extérieur des constructions.
- (4) les espaces publics, les installations d'intérêt général, les voiries et les réseaux divers.
- (5) les servitudes (naturelles et technologiques).
- (6) les zones, sites, monuments historiques et terrains agricoles à protéger.

### **2-2-2 Procédures réglementaires d'élaboration et d'approbation d'un POS**

#### **2-2-2-1 Procédures administratives d'élaboration du plan d'occupation des sols**

Comme indique la loi 29-90, chaque commune impérativement doit être couverte par un plan d'occupation du sol dont le projet est établi à l'initiative et sous la responsabilité du président de l'assemblée populaire communale (APC). La procédure d'élaboration du plan d'occupation des sols est la même que celle appliquée sur le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, sauf pour l'enquête publique où elle dure 60 jours, cette procédure se résume dans les étapes indiquées dans le schéma suivant (figure 11).



Source : l'auteur en se basant sur le journal officiel, (loi 90-29)

Figure 11. La démarche globale d'élaboration et d'approbation du POS

### **2-2-2-2 Procédures administratives d’approbation du plan d’occupation des sols**

Selon le deuxième chapitre du décret exécutif 91-178 du 28 mai 1991<sup>23</sup> qui fixe les procédures d’élaboration et d’approbation des plans d’occupation des sols ainsi que le contenu des documents y afférents, après l’enquête publique. Le plan d’occupation des sols éventuellement modifié et accompagné du registre d’enquête ainsi que de procès-verbal de clôture de l’enquête et des conclusions du commissaire enquêteur, il transmet au wali territorialement compétent qui doit faire connaître son avis et ses observations dans les trente (30) jours à compter de la réception du dossier. Le plan d’occupation des sols, éventuellement modifié, pour tenir compte des résultats de l’enquête publique ainsi que de l’avis du wali, est approuvé par délibération de l’APC. À la fin de ce parcours, le plan approuvé est mis à la disposition du public par voie d’arrêté du président de l’assemblée populaire communale qui précise la date d’effet de la mise à disposition, le ou les lieux où les documents peuvent être consultés et la liste des documents écrits et graphiques composant le dossier.

### **2-2-3 Le contenu des études du plan d’occupation des sols**

En principe le plan d’occupation des sols se traduit par<sup>24</sup> :

(1) un règlement qui comporte :

(a) la note de présentation dans laquelle sera justifiée la compatibilité des dispositions du plan d’occupation des sols avec celles du plan directeur d’aménagement et d’urbanisme ainsi que le programme retenu pour la ou les communes concernées en fonction de leurs perspectives de développement.

(b) la partie de règle fixant pour chaque zone homogène et en tenant compte des dispositions particulières applicables à certaines parties du territoire telles que définie au chapitre IV de la loi 90-29 susvisée ; la nature et la destination des constructions autorisées ou celles interdites, les droits de construire attachés à la propriété du sol exprimé par le coefficient d’occupation du sol ainsi que le coefficient d’emprise au sol et toutes servitudes éventuelles.

Le règlement précise, en outre, la nature des ouvrages et des équipements publics ainsi que leur implantation et identifie les voiries et réseaux divers à la charge de l’état tels

---

<sup>23</sup> JO, Articles 14, 15, 16 et 17 du décret exécutif 91-178 du 28 mai 1991 fixant les procédures d’élaboration et d’approbation des POS.

<sup>24</sup> JO, Articles 18 du décret exécutif 91-178 du 28 mai 1991 fixant les procédures d’élaboration et d’approbation des POS.

que définis dans le PDAU et ceux à la charge des collectivités locales ainsi que l'échéancier de leur réalisation.

(2) des documents graphiques qui se composent notamment (tableau 8).

#### 2-2-4 Révision du plan d'occupation des sols

Le plan d'occupation des sols à l'instar du PDAU ne peut être révisé que dans le cadre de loi et sous les conditions suivantes :

(1) si le projet urbain ou les constructions initialement prévus n'ont été réalisés qu'au tiers seulement du volume de construction autorisée à l'échéance projetée pour son achèvement.

(2) si le cadre bâti existant est en ruine ou dans un état de vétusté nécessitant son renouvellement.

(3) si le cadre bâti a subi des détériorations causées par des phénomènes naturels ou technologiques.

(4) si, passé un délai de 5 ans après son approbation, dont la majorité des propriétaires des constructions totalisant au moins la moitié des droits à construire définis par le plan directeur d'occupation des sols en cours de validité, le demande.

(5) si la nécessité de créer un projet d'intérêt national le requiert

À l'abri de conditions ci-dessus, les révisions de plan d'occupation du sol en vigueur sont approuvées dans les mêmes conditions et formes que celles prévues pour l'élaboration de POS.

Tableau 8. Documents cartographiques associant un POS avec les échelles convenables

Plan	Echelle	Observation
Plan de situation	1/2000 ou 1/5000	/
Plan topographique	1/500 ou 1/1000	/
Carte des contraintes géotechniques	1/500 ou 1/1000	Accompagnée d'un rapport technique
Plan de l'état de fait	1/500 ou 1/1000	R ressortir le cadre bâti actuel ainsi que les voiries, réseaux divers et servitudes existantes
Plan d'aménagement général	1/500 ou 1/1000	Détermine les zones réglementaires homogènes, implantation des équipements et ouvrages d'intérêt général, le tracé des voiries et réseaux divers, les espaces que par leurs spécificités sont à préserver
Composition urbaine	1/500 ou 1/1000	Contenant les éléments du règlement, accompagné d'une axonométrie <sup>(25)</sup>

Source : journal officiel, décret exécutif 91-178, article 18.

<sup>25</sup> Le plan axonométrique est un plan illustrant les formes urbaines et architecturales souhaitées pour les secteurs souhaités.

### 3- Les instruments d'aménagement entre la loi 90-29 et d'autres législations

#### 3-1 Les instruments d'aménagement entre la loi 90-29 et la loi 90-25

Suite à l'échec du modèle central marqué par le monopole de l'état et l'accaparement de la commune sur les réserves foncières par le biais de la loi 74-26 du 20 février 1974, une nouvelle politique libérale d'aménagement du territoire a été adoptée permettant à l'Algérie de passer à une autre organisation participative plus souple. Un nouvel outil alors avait introduit la privatisation des sols et la participation des nouveaux acteurs privés dans les transactions foncières, il s'agit de la loi 90-25 portant l'orientation foncière. Par cette loi la propriété privée trouve sa signification et, quel que soit l'acquéreur, les terrains ont retrouvé leur vraie valeur et sont payés aux prix réels du marché foncier. Le foncier urbain après 1990 selon Benidir, (2000) avait retrouvé sa pleine expression. Cependant, la concurrence qui s'est développée entre les nombreux acquéreurs sectoriels tels, l'industrie, l'agriculture, les services, etc. a créé une certaine rareté foncière qui a réduit considérablement les visions et les orientations des planificateurs et des collectivités territoriales. Les prix ne sont plus symboliques comme à l'époque des réserves foncières et l'acquisition d'un terrain devient un facteur catalyseur et se répercute directement sur la qualité de produit final.

Pour résoudre cette situation de blocage et d'assurer la maîtrise de la planification et de la gestion de la ville l'état algérien a complété en 1990 cette loi par une autre opposable aux tiers. Il s'agit de la loi 90-29 du 1er décembre 1990 sur l'aménagement et l'urbanisme et tout l'arsenal juridique qui s'y rattache, notamment les décrets exécutifs 91-177 et 91-178 du 28 mai 1991 relatifs au PDAU et aux POS, respectivement. *'la présente loi a pour objet d'édicter les règles générales visant à organiser la production du sol urbanisable, la formation et la transformation du bâti dans le cadre d'une gestion économe des sols, de l'équilibre entre la fonction d'habitat, d'agriculture et d'industrie ainsi que de préservation de l'environnement, des milieux naturels, des paysages et du patrimoine culturel et historique sur base du respect des principes et objectifs de la politique nationale'*.<sup>26</sup> À travers ces textes le citoyen ou le propriétaire peut avoir le droit de propriété, mais il ne peut plus avoir le droit d'exploitation, par contre l'état doit se consacrer qu'aux tâches de contrôle et de régulation.

En résumé, durant les deux dernières décennies, deux politiques publiques d'aménagement et foncière se sont développées marquant une limite d'une longue période de décentralisation vers un principe libéral ouvrant l'horizon selon Kharoufi, (2003)<sup>27</sup> à des nouvelles relations entre

<sup>26</sup> JO, Article 1 de la loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme.

<sup>27</sup> <http://www.unesco.org/most/kharoufi.htm>

l'état et le citoyen. Ce changement radical est concrétisé par la loi 90-25 et la loi 90-29, alors deux outils complémentaires destinés pour objet d'édicter les règles générales visant à organiser la production du sol urbain en Algérie. La première loi dans un effort de démonopolisation et démocratisation avait changé les procédures d'accès au marché foncier par la réhabilitation et la reconnaissance de la propriété privée ; *'la propriété foncière privée est le droit de jouir et de disposer d'un fonds foncier et/ou de droits réels immobiliers pour un usage conforme à la nature ou la destination des biens'*.<sup>28</sup> Par contre la deuxième loi détermine les conditions d'occupation et d'exploitation de la propriété à travers d'une vision perspective aux différents horizons ; *'les instruments d'urbanisme sont constitués par [...] aucun usage du sol ou construction ne peut se faire en contradiction avec leurs règlements d'urbanisme sous peine des sanctions prévues par la présente loi'*.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> JO, Article 1 de la loi 90-25 du 18 novembre 1990 portant l'orientation foncière.

<sup>29</sup> JO, Article 10 de la loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme.



## Conclusion

La politique urbaine permet d'organiser la vie en communauté, à cet effet les villes instituent des règles, des codes et des lois pour organiser la vie de ses habitants et leurs activités dans cet espace (Ceppe, 1979). L'organisation et la bonne gouvernance de la ville algérienne ne peuvent donc se faire qu'à travers les lois, les règlements, et les actes d'urbanisme. C'est dans ce contexte que l'état algérien, et depuis l'indépendance, a mis une attention particulière aux lois et règlements qui orienteraient l'urbanisation future de la ville. Parmi lesquels la loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 où les instruments d'aménagement et d'urbanisme en vigueur reposent.

Cette loi définit les orientations et les mesures techniques, administratives, économiques et sociales qui permettent de garantir un développement cohérent des villes et des agglomérations. Cette loi en principe, abrite deux instruments complémentaires de la planification urbaine au niveau de la commune, il s'agit du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) et le plan d'occupation des sols (POS). Ils sont donc les instruments qui permettent concrètement d'appliquer les principes fondamentaux de la politique d'aménagement du territoire.

Dans ce chapitre, on a réussi de mettre la lumière sur deux outils de planification territoriale en Algérie. Cette section et après le recours à de nombreux articles du journal officiel nous a permis de ressortir l'efficacité de fédérer et de mettre en place les plans d'aménagement et d'urbanisme, puis de comprendre le processus réglementaire d'édition, d'approbation et de révision de chaque instrument stratégique ainsi que le contenu technique associé.

L'opération d'aménagement de l'extension de la ville de Batna qui est l'objet d'étude, s'inscrit dans le cadre de ces deux instruments et tente de mieux structurer l'espace de la ville en tant que chef-lieu de wilaya au moyen d'un développement intégré une gestion rationnelle de l'espace en résolvant certains problèmes liés à l'extension spatiale rapide, mais souvent incontrôlée. Le chapitre suivant abordera les caractéristiques de la ville en mettant la lumière sur son articulation, ses capacités et encore les problèmes liés à son développement sous l'application des instruments d'urbanisme en vigueur.

## **CHAPITRE 3**

Ville de Batna, diagnostic et analyse des capacités

## Introduction

Les problèmes et les contraintes que connaissent les villes moyennes, en termes de gestion et de planification n'est pas une question nouvelle. Ce qui est nouveau cependant, c'est l'ampleur et le rythme du phénomène d'urbanisation. Cette réalité constatée a des répercussions extrêmes sur la ville, traduites par des problèmes liés au développement anarchique de la périphérie, de la gestion des réseaux urbains, aux problèmes liés aux processus de conurbation et d'étalement urbains et plus récemment aux problèmes liés aux risques urbains. En effet, les dernières décennies sont marquées par un rythme d'extension remarquable. Les villes s'étalent de plus en plus loin, où de nouvelles populations viennent s'y installer en participant par ce fait au changement de l'architecture et les fonctions urbaines. Cette évolution présente un certain nombre de risques pour l'avenir des villes et des populations. A cet égard, l'articulation d'un certain nombre de facteurs sont perçus comme responsables du dysfonctionnement urbain et portent en puissance le risque, à terme, d'un déclin de l'urbanité elle-même. Ceci nous interpelle pour une meilleure maîtrise de ces situations par une gestion cohérente du système territorial.

Dans ce chapitre, nous essayerons d'établir une description et un inventaire détaillé sur la ville de Batna objet d'étude, en s'appuyant sur ses caractéristiques physiques, démographiques et économiques, ainsi que sa dynamique spatio-temporelle. Nous essayons également d'analyser ses capacités en tant que chef-lieu de wilaya, à jouer son rôle de pôle d'attractivité et une force motrice régionale capable de créer une véritable synergie de développement. Afin d'enrichir ce chapitre, quelques questions peuvent être posées :

- (1) par sa situation géographique, quel sont les différentes aptitudes et avantages qui permettent à la ville de Batna de jouer le rôle d'une ville polarisante ?
- (2) quels sont les obstacles et les contraintes majeures qui entravent son développement dans l'espace et le temps ?
- (3) sous le grand pouvoir d'attraction et le flux important de population en quête de logements et d'emplois, à ce que la ville de Batna est capable de jouer son nouveau rôle de ville attractive ?
- (4) si le foncier industriel et par conséquent le développement industriel est incontournable dans le processus économique locale, comment la ville de Batna, dans sa situation actuelle de blocage foncier va-t-elle faire face aux investissements ratés chaque année au profit des autres pôles régionaux ?
- (5) comment la ville de Batna peut-elle résoudre l'équation : polarisation, extension et contraintes ?

Pour répondre à ces questions, un travail méthodologique a été adopté en s'appuyant sur les données de l'analyse urbaine à travers deux aspects essentiels ; les données physiques (définition de l'aire d'étude et ses entités, et le site naturel) et les données non physiques quantifiables (les données démographiques, les données économiques et l'occupation du logement).

## 1- La ville de Batna, point d'articulation et position stratégique

### 1-1 Aperçu historique et création du noyau<sup>30</sup>

À propos du nom de Batna, plusieurs versions<sup>31</sup> venant de nombreuses sources ont été racontées de l'origine du nom, d'après Cianfarani, (1994) le Duc d'Aumale en 12 février 1844 réunit son état-major et décide de créer un camp provisoire. Les interprètes pour transmettre l'ordre répondent aux chefs indigènes '*N'bet Hena*' ce qui traduit en termes militaires '*nous bivouaquons ici*', les Français entendent cette appellation des indigènes et pensèrent que le nom de lieu est Batna. Selon Bahloul, (1988) '*Batna tient l'origine de son nom de l'arabe 'batn' qui signifie ventre, mais qui prend le sens, en toponymie algérienne, particulièrement au Sahara, dans les hauts plateaux et dans le tell, de rebord escarpé d'un plateau, de vallée plate, ou d'endroit où l'on observe une halte avant d'entreprendre l'escalade d'une montagne*'.

En effet, c'est le décret du 12 septembre 1848<sup>32</sup> signé par Napoléon III qui créait la nouvelle ville nommée la Nouvelle-Lambèse, mais celui du 20 juin 1849 lui rendit le nom de Batna (Alzieu, 2006). Les constructions des quartiers de la ville ne furent entamées qu'après l'édification de la muraille pour assurer la protection des futurs colons. Un grand rectangle, orienté du nord vers le sud, représente le premier noyau de la ville naissante. Puis, à l'intérieur de la ville, plusieurs infrastructures sont construites<sup>33</sup>, il s'agit de la mosquée du Camp en 1845, les deux écoles (Jules-Ferry et Gambetta) en 1851, le palais de justice en 1853 et l'église en 1858.

En 1860, un décret de 18 février 1860 a fait de la ville de Batna une commune en plein exercice (Brochier, 2002). Elle comptait, à cette époque, 5 990 habitants (1 947 français 647 juifs, 273 étrangers naturalisés, 384 étrangers et 2 739 indigènes). Elle eut un conseil municipal élu en 1866. Pendant les 20 ans suivants et avec l'apport massif des nouveaux colons, Batna va jouer son rôle de centre administratif et commercial par l'implantation de l'hôtel de ville, le tribunal, la justice de paix, l'hôpital, le bureau arabe accueillant les paysans et les montagnards, le trésor, la recette des postes, le marché, etc.

Par l'arrivée de nombreuses personnes d'origines diverses (France, Malte, Italie, Sicile, Allemagne, et même la Russie), la ville par conséquent devient cosmopolite et abrite des communautés religieuses complexes, il s'agit des musulmans pour la plupart, mais également

<sup>30</sup> Voir aussi l'annexe 1.

<sup>31</sup> [http://alger-roi.fr/Alger/batna/pages/14\\_creation\\_batna\\_1913\\_echo\\_francis.htm](http://alger-roi.fr/Alger/batna/pages/14_creation_batna_1913_echo_francis.htm)

<sup>32</sup> [http://alger-roi.fr/Alger/batna/pages/15\\_decret\\_fondation\\_batna\\_1913\\_echo\\_francis.htm](http://alger-roi.fr/Alger/batna/pages/15_decret_fondation_batna_1913_echo_francis.htm)

<sup>33</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronologie\\_de\\_la\\_ville\\_de\\_Batna#De\\_1844\\_.C3.A0\\_1860](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronologie_de_la_ville_de_Batna#De_1844_.C3.A0_1860)

des juifs d'Algérie et de nombreux chrétiens. Selon les écrits d'histoire de la ville, la plupart des autochtones étaient concentrés dans le vieux quartier du camp de la ville et de Z'mala. Par ailleurs, les européens, les juifs et quelques indigènes de classes occupaient les quartiers les plus sophistiqués (le centre-ville et le stand).

En 1956, Batna devient le chef-lieu du département des Aurès, qui est encore très dépendant de Constantine. Après 1962, Batna garda le découpage militaire de l'ALN, elle était le chef-lieu de toute la région des Aurès.

### **1-2 La ville de Batna, position avantageuse**

En termes de la géographie urbaine, il est reconnu que l'installation et le développement de telle ville sont intimement liés aux composantes physiques. L'importance et le poids des concentrations urbaines peuvent être déterminés par la position de la ville vis-à-vis aux éléments physiques ou économiques, et plus particulièrement aux moyens de communication reliant la ville avec les centres urbains proches, dont les principaux types de situation sont résumés dans les points suivants<sup>34</sup> :

- (1) la centralité, les villes attractives ont fréquemment une position centrale dans leur pays, au milieu d'une zone homogène où les relations peuvent se faire dans toutes les directions sans obstacles.
- (2) le contact, les villes attractives sont les villes situées au contact de deux milieux ou villes différentes, mais complémentaires.
- (3) les croisements et les confluences, les villes stratégiques sont des zones de passage, de croisement ou nœuds de communications ferroviaires ou routiers.

Le cadre géographique est l'une des données qui sont à la base de la formation et le développement des villes. Fondée en 1844 (Hogue, 2008), la ville de Batna (figure 12), chef-lieu de la wilaya, appartient et se situe dans un territoire que les géographes désignent par les Aurès. Au milieu d'une cuvette entourée de montagnes ayant une altitude allant de 714 à 2 192 mètres. Elle est située à l'Est Algérien sur les hautes plaines, elle est distante de 425 km au sud de la capitale, de 100 km de Biskra, de 118 km de Khanchela et de 100 km de Constantine, avec les distances moyennes la séparant des autres chefs-lieux, Batna occupe géographiquement un point central et sensible. Au carrefour des routes :

- (1) la route nationale 3 reliant la ville de Batna avec la wilaya de Constantine (112km) et Biskra (120km).

<sup>34</sup> [https://fr.wikiversity.org/wiki/G%C3%A9ographie\\_urbaine/Site\\_et\\_situation\\_des\\_villes](https://fr.wikiversity.org/wiki/G%C3%A9ographie_urbaine/Site_et_situation_des_villes) [Consulter le 22 février 2016].

(2) la route nationale 31 reliant Batna avec la wilaya de Khenchela (105km) et la commune de Tazoult (14km) et Arris (60km).

(3) la route nationale 77 reliant Batna avec la wilaya de Sétif (131km) et la commune de Merouana (45km).

Batna a une position stratégique et un point de centralité par rapport à plusieurs villes moyennes. Cette situation de relais lui conféra un rôle polarisant, elle constitue par conséquent un véritable pôle d'attractivité et un moteur de la croissance économique de la wilaya. En effet, la ville de Batna est localisée entre 6° 7' et 6°13' de longitude Est, et 35° 34' et 35°31' de latitude Nord. Administrativement, elle est bordée au nord par les communes de Seriana et Oued el Maa, à l'est Fesdis, au sud et sud-est par les communes de Tazoult et Ayoun Assafir et au sud et sud-ouest par la commune d'Oued Chaaba.

En outre, selon l'office national de la météorologie (ONM) Batna se caractérise par un climat de type semi-aride avec des grandes variations saisonnières de la température<sup>35</sup> et les précipitations. En effet, la température moyenne annuelle dans la commune est d'environ 23.86°C et varie de 3.87°C en Janvier à 23.67°C en Juillet (tableau 9). Par ailleurs, le tableau 10 montre que la commune de Batna à une pluviométrie moyenne annuelle de 386.84 mm<sup>36</sup>. Elle varie de 9.37mm en juillet à 43.75mm en mars.<sup>(37)</sup>

Tableau 9. Températures moyennes mensuelles dans la commune de Batna pour la période (~1960-1990)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
Tem_ (°C)	3.87	5.07	7.46	10.72	14.88	20.11	23.67	23.10	19.26	13.67	8.47	4.83	23.86

Source : WorldClim, (2016)

Tableau 10. Précipitations moyennes mensuelles dans la commune de Batna pour la période (~1960-1990)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	total
Préc_ (mm)	37.12	34.87	43.75	34.12	39.75	22.50	9.37	15.87	35.00	31.87	42.62	40.00	386.84

Source : WorldClim, (2016)

<sup>35</sup> Faute d'absence des enregistrements suffisamment actualisées et à des échelles fines par la seule station météorologiques existante, dans une étude amenée par Bendib *et al.* (2017) la température de surface de la ville de Batna a été estimé en utilisant les techniques de télédétection notamment les bandes infrarouges thermiques en adoptant les récentes images de Landsat 8 (2015). L'algorithme Mono-Window (MW) développé par Wang *et al.* (2015) permet de ressortir la répartition spatiale des températures de surface (LST) présentées dans l'annexe 2. Les résultats trouvés peuvent être adoptées dans des domaines nombreux (santé publique, environnement, consommation d'énergie, etc.).

<sup>36</sup> Selon les données obtenues de WorldClim pour la période de 30ans (~1960-1990), <http://worldclim.org> [Consulter le 25 juillet 2016].

<sup>37</sup> A cet égard nous avons utilisé les fonctionnalités de l'ArcGIS10.1 pour l'extraction des précipitations d'un fichier de type ESRI Grid de 30 secondes (soit une résolution de 30 arc-secondes (~0.86 km).

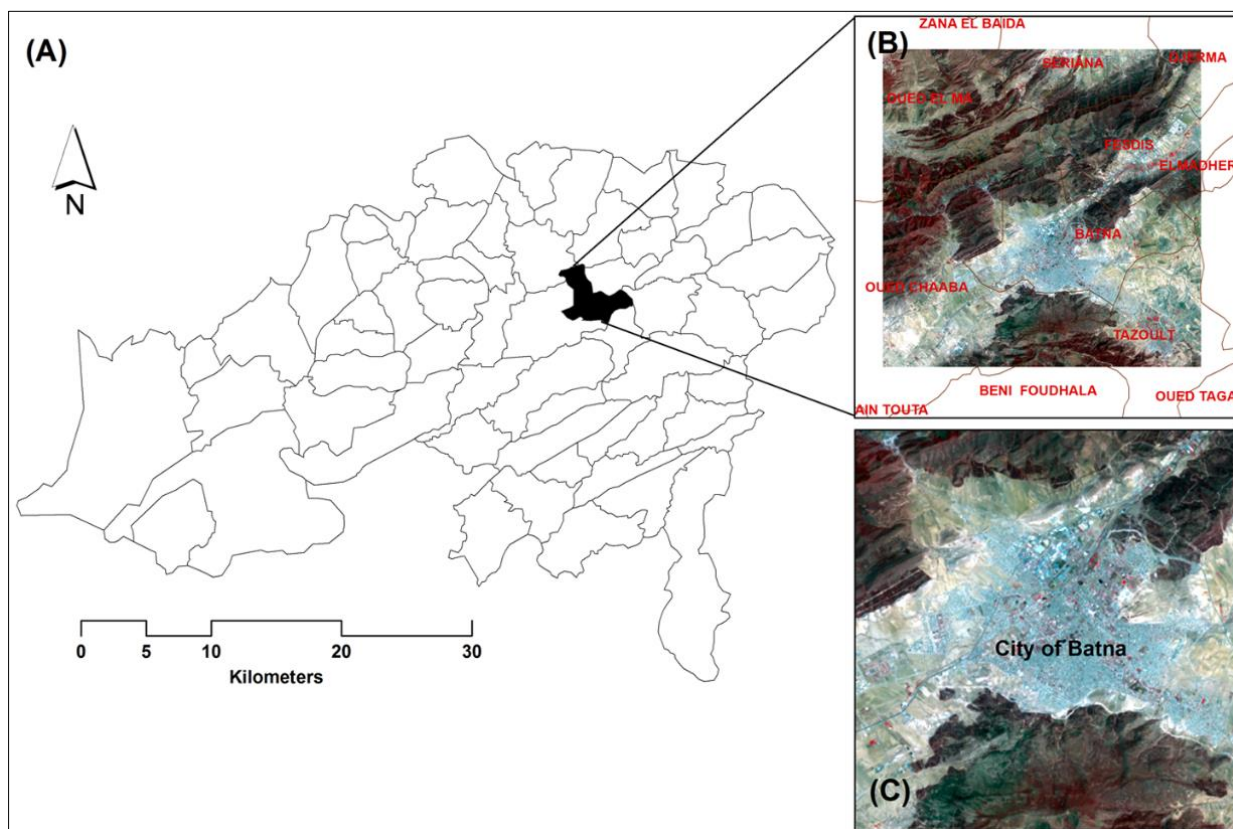
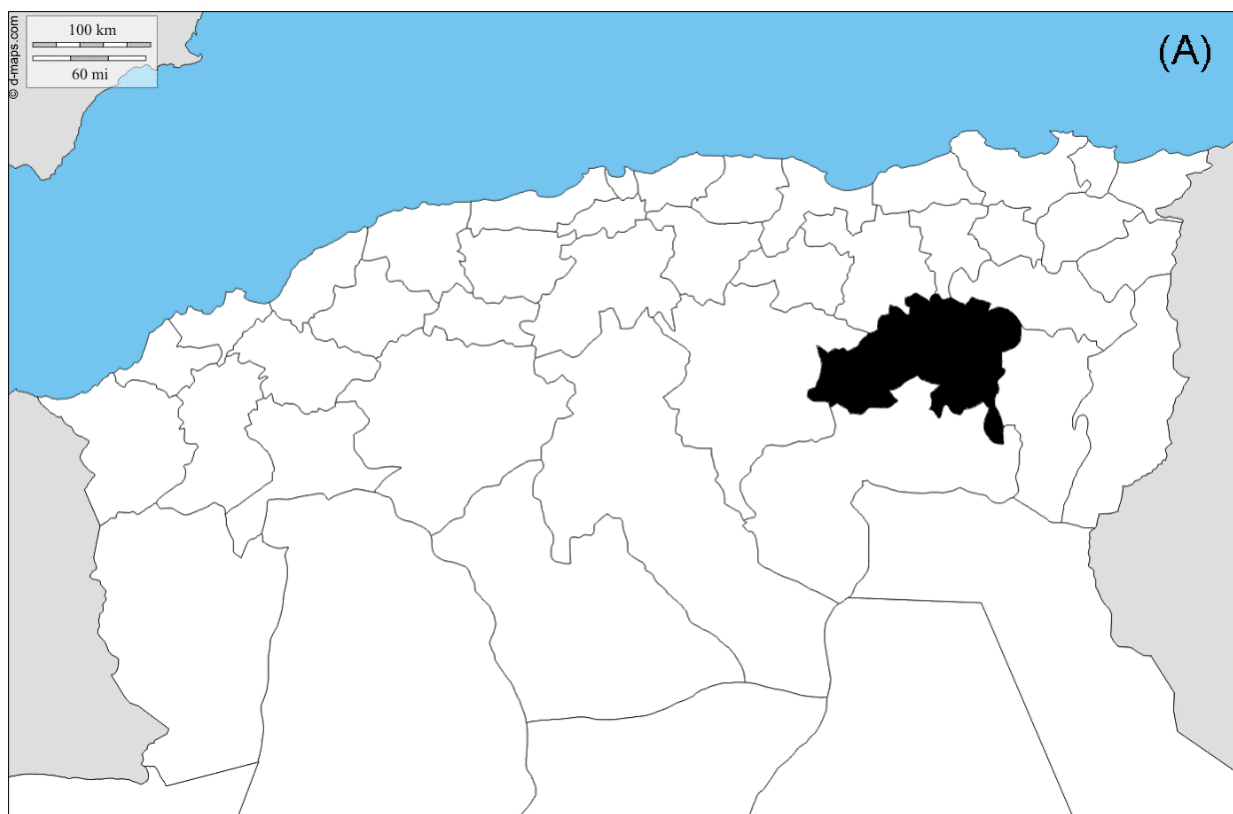


Figure 12. Localisation de la zone d'étude (a) la wilaya de Batna, (b) limites de la commune, (c) ville de Batna (zone d'étude qui porte en principe le même nom que la wilaya).



## 1-2-1 Les caractéristiques topographiques

### 1-2-1-1 Les reliefs

La ville de Batna s'étale sur un terrain caractérisé par une topographie hétérogène. D'après la carte topographique 1 : 50 000 (dressée en 1995 par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection) et le modèle numérique des terrains<sup>38</sup>, les montagnes observées caractérisées par des altitudes et d'expositions particulières faisant partie des Aurès, c'est une région plane et bien délimitée topographiquement. Elle est bordée au Nord par Dj Boumerzoug avec une altitude de 1 692 m et Dj Kassrou (1 641 m). Les deux montagnes ont une exposition Sud-Est, la partie Nord-Est est occupée par dj Azzab, d'altitude de 1 365 m et Dj Bouarif (1 584 m), dont l'exposition est au Sud. D'autre, dans la partie Ouest on cite Dj Tugurth (2 091 m) et Dj Boukezzaz qui atteint 1 783 m, ces deux montagnes sont exposées vers le Sud-Est et enfin la partie Sud où existe Dj Ich Ali dont l'altitude est environ 1 800 m avec une exposition vers le Nord.

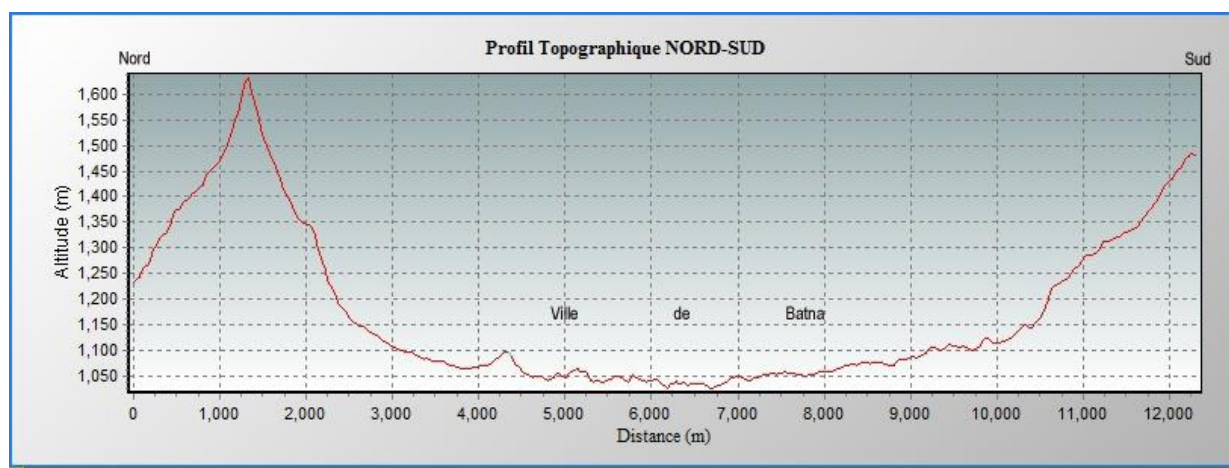


Figure 13. Profil topographique nord-sud de la ville de Batna

Dans une fourchette altimétrique comprise entre 900 et 1 100m d'altitude (figure 13), la ville de Batna est située au cœur de cette unité topographique formant une cuvette d'une topographie plane de forme allongée de l'est vers l'ouest, constituant un passage incontournable entre le nord et le sud.

L'utilisation des données altimétriques est très intéressante pour étudier le développement du tissu bâti en fonction du relief (Bourcier et Bouchin, 2001). Ces données altimétriques en effet, sont indispensables à l'explication des diffusions axiales ou linéaires de la ville de Batna, mettant ainsi en évidence les principaux axes structurants. De ce fait, la carte ci-dessous (figure 14) illustre parfaitement que notre zone d'étude est bien encadrée entre 900 et 1 100m d'altitude

<sup>38</sup> Le modèle (ASTER GDEM 2009) à une résolution de 1 arc-second (soit 30-m dans l'équateur).



formant un couloir naturel topographiquement aplani et régulier d'une influence distincte sur la détermination de la trajectoire d'extension de la ville. En effet la ville se trouve à chaque fois confrontée à des obstacles naturels (le cas de Dj Ich Ali au sud et koudiet Bouzorane au nord-est), ce qui détourne l'extension vers les terrains agricoles fertiles. Ces étalements se sont faits parfois sur des terrains inondables traversés par des oueds ou encore sur des terrains occupés par des installations dangereux (zone industrielle, réseaux électriques, conduites de gaz, etc.).

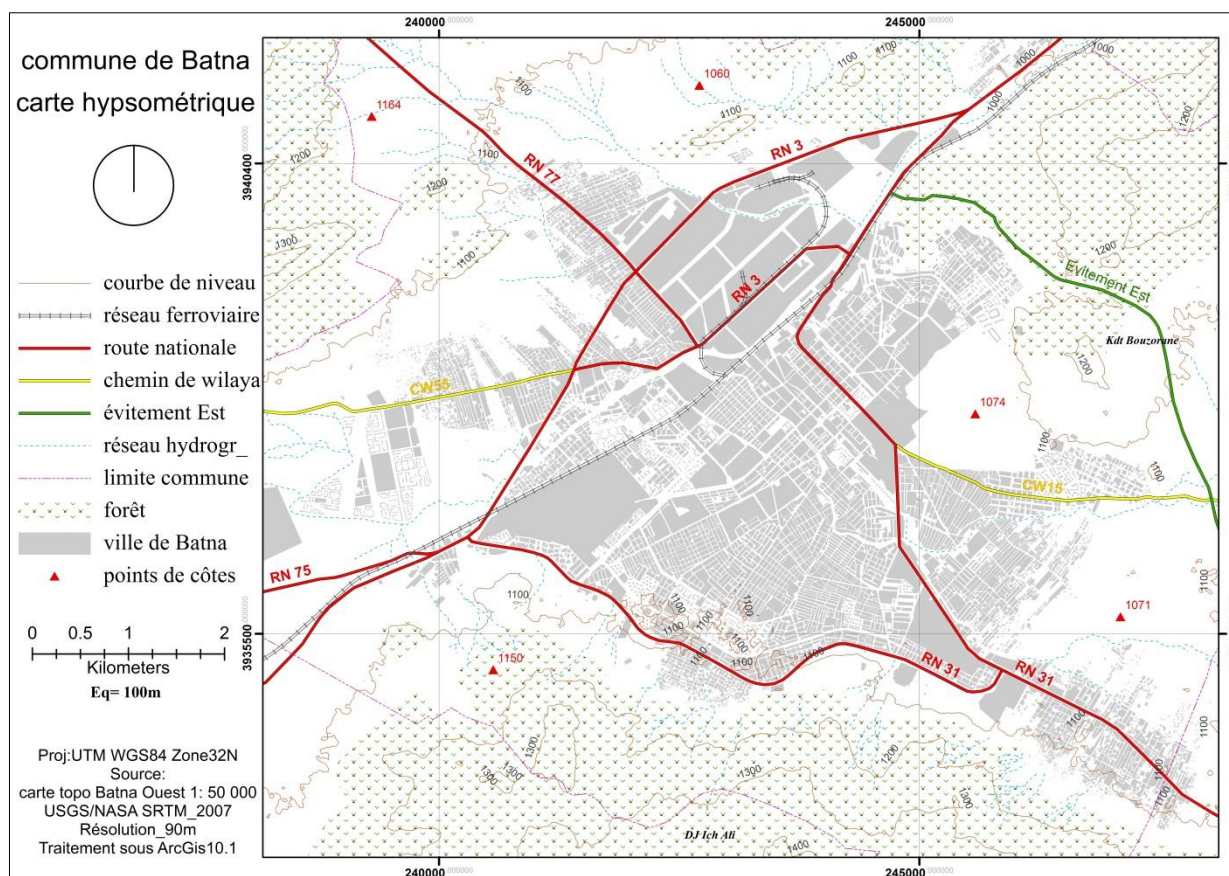


Figure 14. Carte hypsométrique de la commune de Batna (équidistance de 100m)

### 1-2-1-2 Les pentes

La pente dans le domaine urbain joue un rôle déterminant (Giorgis, 2010), l'occupation anthropique de l'espace est importante dès que les sols sont caractérisés par des pentes faibles, par contre cette extension se trouve gênée et limitée lorsqu'elle dépasse les limites. La ville objet d'étude s'étale sur une unité topographique de plaine (cuvette) où les grandes parties de cette unité (65%) ne dépassent pas 8% de pente (tableau 11). D'après la carte des pentes réalisée (figure 15), la plupart des terrains se caractérisent par des pentes faibles et ne dépassent pas 8°, sauf les zones montagneuses au sud et au nord où la pente est très élevée (> 25°).

Toute action territoriale doit s'appuyer sur l'interaction de plusieurs paramètres édaphiques. Notamment la répartition spatiale du système pente qui permet à la planification de

choisir les meilleures implantations du bâti, qu'il soit destiné à l'habitat ou aux équipements et infrastructures. Cette donnée est par ailleurs indispensable à la gestion préventive des risques, notamment ceux liés au phénomène d'inondation en fonction de la vulnérabilité relative à chaque site. A ce titre, le paramètre pente participe fortement à la dynamique urbaine.

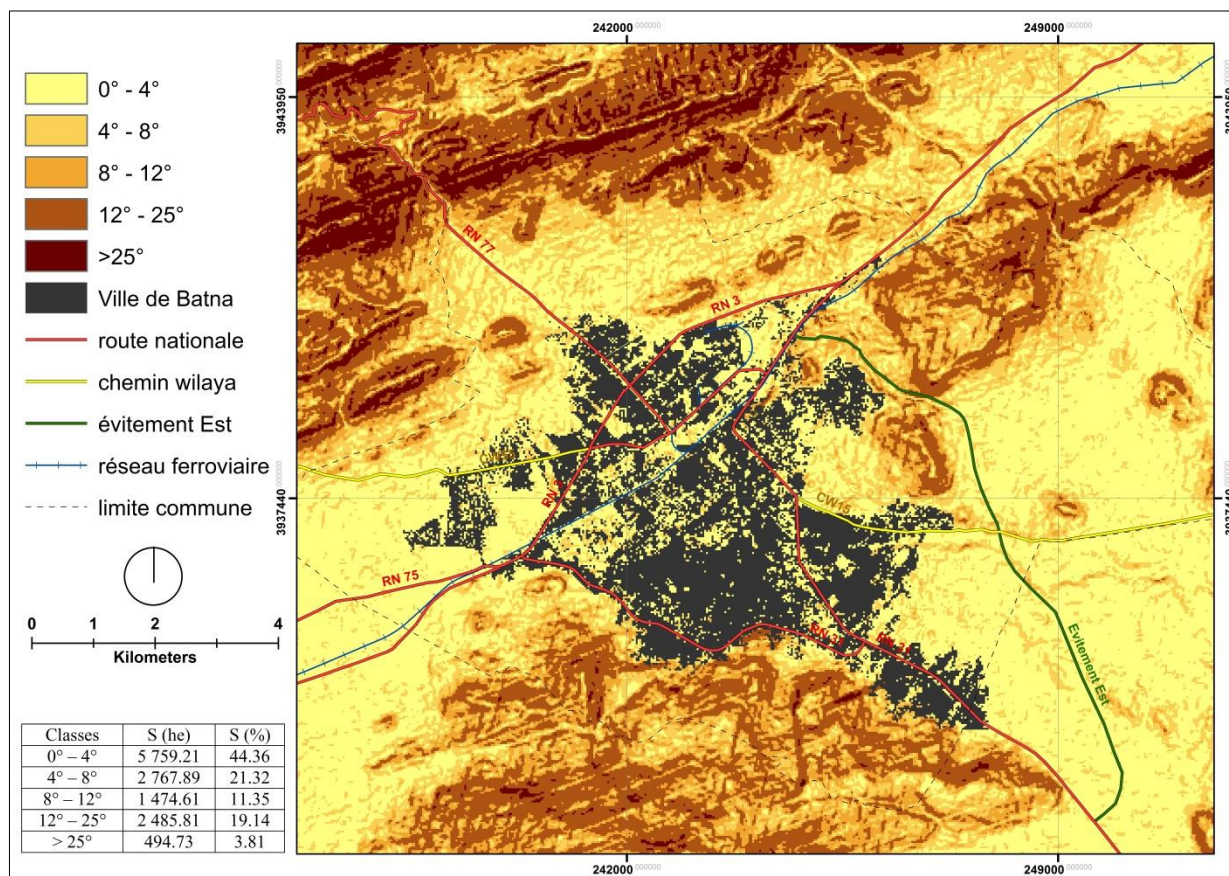


Figure 15. Distribution spatiale des pentes dans la commune de Batna

Tableau 11. Répartition des pentes dans la commune de Batna

	Classe des pentes	Superficie (ha)	Pourcentage %
1	0° - 4°	5 759.21	44.36
2	4° - 8°	2 767.89	21.32
3	8° - 12°	1 474.61	11.35
4	12° - 25°	2 485.81	19.14
5	> 25°	494.73	3.83

### 1-2-2 Les contraintes opposées aux phénomènes d'urbanisme dans la ville de Batna

Par son importance, sa dominance (économique, administratif, etc.) et notamment son organisation fonctionnelle (distribution des équipements), l'aire d'influence de la ville de Batna ne se limite pas aux frontières de l'agglomération. La ville constitue un centre d'activité attirant quotidiennement des flux importants de personnes qui résident en d'autres communes et parfois

en d'autres wilayas. L'influence de la ville y est plus forte qu'ailleurs, la concentration des activités et la progression de la population sous l'influence urbaine accélèrent l'extension géographique de son aire d'influence. Aujourd'hui la ville de Batna et à cause d'une extension inévitable et anarchique se trouve confrontés à plusieurs obstacles qui limitent et même dirige cette extension spatiale vers des endroits dits indésirables. Les contraintes liées à la topographie, les servitudes liées aux installations artificielles (servitude des lignes haute tension, le gazoduc, la zone militaire, la zone industrielle, etc.) et enfin les contraintes liées au statut foncier des terrains potentiellement urbanisés.

### **1-2-2-1 Les contraintes liées aux reliefs**

#### **A- Modélisation en 3D sous le modèle numérique des terrains**

La ville de Batna a vu le jour en 1848 et les Français ont décidé d'en faire une future ville du fait de sa position stratégique. En effet, le milieu physique qui incube la ville de Batna est composé de nombreuses unités (montagnes, plaines, réseau hydrographique, pentes, etc.) qui présentent un bénéfice et un avantage d'une part, et un obstacle au développement, d'autre part.

Aujourd'hui et par la complexité des entités du milieu physique, la représentation en deux dimensions ne suffit plus, car l'évolution de la ville est considérable dû à un nombre important de données à gérer. C'est pourquoi nous avons pensé dans ce travail qu'une étude des contraintes en trois dimensions (3D) est nécessaire afin de bénéficier d'une nouvelle vision du milieu et mieux repérer les obstacles, physiques notamment, et affiner également les connaissances morphologiques de la zone, cela nous permet d'extraire les axes d'extension future. Plus encore, la fonctionnalité 3D correspond à une évolution technologique que les collectivités locales doivent l'adopter. Elle nous permet d'améliorer les méthodes de représentation de l'espace et d'aller vers plus de réalisme, de manière à proposer une vision des enjeux et de l'avenir du territoire compréhensible par tous et dont la perception est plus aisée. C'est aussi un outil décisionnel plus pratique entre les autorités locales.

En se basant sur le modèle en 3D élaboré via l'ArcScène 10.1 (figure 16), il apparaît clairement que l'extension de la ville de Batna se trouve confrontée à deux massifs montagneux. Au sud, la ville arrive totalement à ses limites, elle est bloquée par les pentes de Dj Ich Ali (Koudiet Bouaziz, Koudiet Bouakal et Koudiet Sidi Belkhir), également au nord et nord-est elle est confrontée au Dj Kasserou et Dj Meghoua. Ainsi la ville ne dispose que deux couloirs naturels de trois directions Oued Chaaba, Fesdis et Tazoult, ces couloirs sont caractérisés par une pente légèrement faible et une accessibilité facile. Constituant par conséquent un terrain idéal et



favorable d'étalement. Plus encore, par la disponibilité d'un réseau routier important reliant ces couloirs, l'étalement de la ville prend un aspect rapide et dynamique s'exprimant spatialement par des conurbations urbaines avec les centres secondaires de Fesdis, Tazoult et Ain touta.

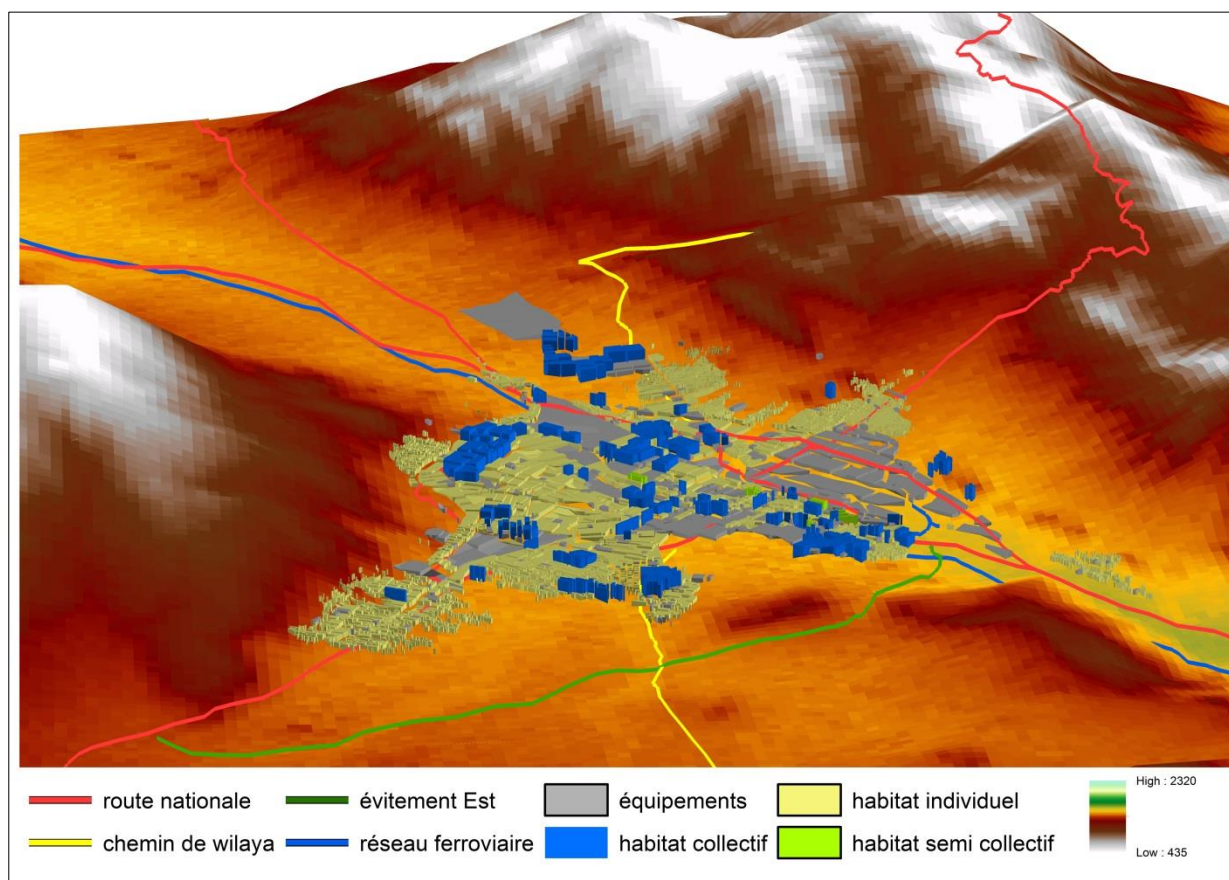


Figure 16. Vue en 3D des contraintes naturelles liées au phénomène d'urbanisme dans la ville de Batna

### 1-2-2-2 Les servitudes liées aux installations artificielles

Aux difficultés générées par la morphologie de la zone en termes de production de l'espace urbain, la ville de Batna se trouve également confrontée à de nombreuses contraintes artificielles. Les servitudes grevant la zone d'étude sont répertoriées dans la carte des servitudes (figure 17), elles se présentent comme suit :

#### A- Lignes électriques de moyenne et de haute tension

La ville de Batna est principalement dotée en électricité par la centrale électrique d'Ain Djasser grâce à des lignes de transport à très haute tension (220Kv), ce réseau est transformé au niveau du poste transformateur de la zone industrielle (200Kv, 60Kv, 30Kv et 10Kv) pour alimenter par lignes aériennes, le poste transformateur de Tamchit (60Kv), le post transformateur de Parc à Fourrage (60Kv), le post de la gare ferroviaire (30Kv) et récemment le cabinet mobile

de Hamla (60Kv). Et pour organiser le processus d'urbanisation et garantir la sécurité des habitants et des biens, la loi fixe des couloirs de sécurité (servitudes) pour chaque type, il s'agit :

- (1) pour la ligne haute tension :
  - (i) un couloir de 50m (25m du côté et d'autre) hors le périmètre urbain.
  - (ii) un couloir de 10m (5m du côté et d'autre) à l'intérieur du périmètre urbain
- (2) pour la ligne moyenne tension :
  - (i) un couloir de 30m (15m du côté et d'autre) hors le périmètre urbain.
  - (ii) un couloir de 6m (3m du côté et d'autre) à l'intérieur du périmètre urbain

### **B- Gazoduc**

La zone d'étude est entourée par un gazoduc principal (de pression égale à 70 bars et d'un diamètre nominal de 8") pour alimenter les postes de détente du centre-ville. Ce gazoduc de gaz de ville passe à proximité des limites sud de la ville traversant le nouveau pôle de Hamla (plus de 120 000 habitants) pour rejoindre l'agglomération de Fesdis. En effet, ce gazoduc est dévié pour s'interconnecter avec la zone industrielle de Kechida afin d'alimenter les différentes unités de production. En effet, pour assurer la sécurité des habitants, ce gazoduc enterré inclut des modifications au niveau des postes de détente, il s'agit de 70 bars à 20 bars pour la pression et de 10" à 6" pour le diamètre nominal. Du côté institutionnel et pour respecter les distances de sécurité, la loi fixe un couloir de 150m (75m de part et d'autre) hors le périmètre urbain et un couloir de 20m (10m de part et d'autre) à l'intérieur du périmètre.

### **C- Réseau routier**

La ville de Batna en tant chef-lieu de la wilaya et pôle d'attraction, s'installe sur un réseau routier très important (qui sera développé dans la section suivante), la route nationale n°3, n°31, n°7, l'évitement Sud, l'évitement Nord, le chemin de wilaya n°15 et n°5 constituent les principales voies structurantes et de desserte de la ville.

### **D- La zone militaire**

La ville de Batna comme plusieurs villes fut fondée pour des besoins et des considérations militaires, dont la finalité est de contrôler les espaces intérieurs. Dans ce sens, l'autorité coloniale a mis en place plusieurs installations militaires, qui vont avoir une grande influence par la suite sur l'espace urbain actuel. La présence de la zone militaire à l'intérieur d'un tissu urbain dense constitue un obstacle à l'extension spatiale de la ville. Cet héritage de l'époque coloniale occupe aujourd'hui une position contraignante et parfois dangereuse au nord-est de la ville. D'une superficie de près de 130 ha, la zone militaire entrave toute extension future de la ville de Batna.

## E- La zone industrielle

Dans une cuvette traversée par oued El gourzi dans la partie Nord-Ouest de la ville, la zone industrielle de Batna (400ha) a vu le jour dans les années 70. Avec de nombreuses unités productives, sa position très proche empêche l'extension de la ville en ouvrant les portes vers une urbanisation étouffante donnant une image de deux milieux hétérogènes, mais intégrants. Cet état de fait peut entraîner des conséquences dramatiques dans le cas d'un risque technologique important.

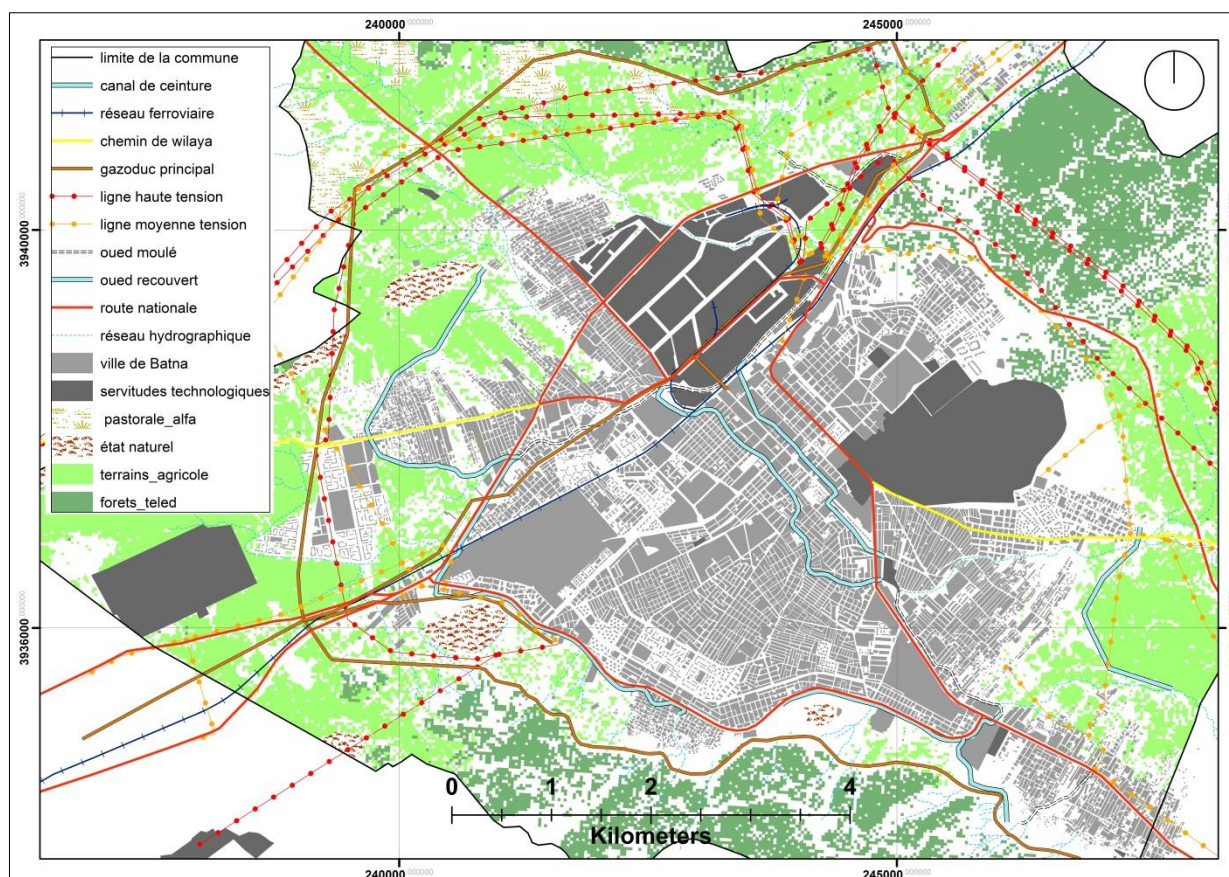


Figure 17. Répartition spatiale des servitudes naturelles et technologiques dans l'aire d'étude

### 1-2-2-3 Les contraintes liées au statut foncier des terrains

Par une urbanisation accélérée et anarchique, la ville de Batna fait aujourd'hui face à un nouveau problème qui affecte son développement cohérent. Il s'agit du manque considérable en assiettes foncières nécessaires pour la réalisation des projets d'utilité publique. Pratiquement, la ville n'a aucun espace foncier étatique libre pour concrétiser les divers projets structurants, dont ceux d'équipements et de logements collectifs entre autres. En effet, ce qui aggrave la situation, c'est que la ville a bénéficié récemment d'une multitude de projets de développement destinés à renforcer le statut socio-économique de la ville et d'améliorer les conditions des habitants, mais plusieurs parmi eux ont été détournés à cause des problèmes liés au foncier. Ce qui dérange,



également, c'est que les propriétaires privés s'accaparent des surfaces importantes de terrains urbanisables et refusent de céder leurs terrains même pour l'implantation d'un projet d'utilité publique. Aussi, certains vont plus loin et s'opposent même à la pose des réseaux de gaz, d'adduction en eau potable, des lignes souterraines de téléphone ou de poteaux électriques, et bloquent par conséquent les projets socio-économiques de développement et l'outil juridique sur l'expropriation pour utilité publique. En effet, dans certains cas le propriétaire garde le droit de propriété, mais pas celle d'utilité car celle-ci devient une utilité publique. En parallèle, et dans le cadre des missions de sensibilisation des citoyens, de nombreux citoyens ont été sollicités par les autorités locales compétentes pour un éventuel désistement de parcelles, mais sans aucun résultat, souvent en raison de la nature juridique de la propriété qui relève du domaine collectif (appartenant dans l'indivision).

En conclusion, la ville de Batna est à la limite de son espace vital, elle ne dispose que de très peu de terrains pour s'étendre. Le périmètre urbain se trouve bloqué entre des terres de statut privé, la zone industrielle et la zone militaire d'une part, et le milieu physique souvent contraignant d'autre part. Ces contraintes, qui entament le développement, ne peuvent être facilement levées, dans la mesure où les nouvelles lois instituées protègent la propriété privée que par un paiement au prix courant. Or, la situation financière limitée de la commune n'étant guère réjouissante, la moindre acquisition demeure très difficile.

## **2- Apparition et développement du phénomène urbain**

### **2-1 Evolution et articulation spatio-temporelle de la ville de Batna**

C'est en 1844 que le Duc d'Aumale a réuni son état-major et décide de créer un camp provisoire, l'armée s'installait et commençait l'établissement d'un camp permanent qui allait devenir dès ce jour une grande ville de 290 645 habitants en 2008. L'évolution spatio-temporelle de la ville de Batna est passée par deux périodes bien distinctes, une période d'implantation (période de colonisation) et une période de Batna après l'indépendance.

#### **2-1-1 La période coloniale (période d'implantation)**

##### ***2-1-1-1 Création de la ville 1844-1923***

C'est au milieu d'une cuvette plaine que fût fondé le noyau primaire en 1844, entouré par un relief accidenté. Ce camp militaire a été construit au sud-est et entouré par un mur d'enceinte de quatre portes, ce camp militaire d'après Cote, (1996) est destiné essentiellement à contrôler et commander toute l'espace Aurèsien '*la colonisation [...], elle a créé de toutes pièces des villes, destinées à contrôler et commander certains espaces (Sétif, Batna, Orléans ville, etc.)*'. Le

premier noyau de cette ville coloniale est né de la première vague d'Européens en 1850, cette tendance s'est poursuivie jusqu'à 1923 où la ville sort de ses murailles et fût structurée en deux parties séparées par un oued :



Figure 18. Ville de Batna, le noyau militaire (à gauche) et la verdure (à droite)

(1) au nord s'installe le noyau colonial aux rues larges et droites bien aérées (figure 18a), caractérisé par des allées plantées d'arbres, avec de nombreux jardins (figure 18b), par conséquent dans les meilleures conditions d'hygiène possible occupée par les colons.

(2) au sud, s'installe le quartier traditionnel de Z'mala qui est destiné pour accueillir les vagues de populations autochtones. D'après Cianfarani, (1994) ce quartier est caractérisé par la présence des constructions séparées sous forme des gourbis '*[...] de nombreuses et belles fermes européennes aux murs crénelés, des gourbis arabes isolés ou agglomérés, sont parsemés çà et là [...]*'.

Sous cette extension rapide, la ville de Batna par conséquent a bénéficiée de nombreux équipements de base, il s'agit de deux écoles, une subdivision militaire, une église, un marché, un théâtre, une mairie, un tribunal et un cimetière chrétien. Et par conséquent la ville de Batna s'élève d'un site d'aucune habitation à une petite ville de 5 000 habitants.

### **2-1-1-2 Période 1923-1962**

Après 1923, la ville de Batna a acquis un rôle administratif et commercial très important, une situation favorisée par la dotation de la ville en équipements de base supplémentaires, notons la réalisation d'un aéroport au sud-ouest du noyau colonial (figure 19a) et la construction du chemin de fer à l'ouest du noyau et qui s'étend du nord au sud (figure 20a). Cela a engendré une attraction considérable des citoyens et un nombre de populations qui a évolué de 11 000 habitants en 1925 à 15 000 habitants en 1940. Sous la nécessité de réprimer les soulèvements populaires et les nouveaux apports de colons, le noyau progressa et éclata en trois secteurs (figure 19b) :

(1) la création des faubourgs (Stand) dans la partie nord-est de la ville.



- (2) le quartier ‘fourrière’ au nord-ouest
- (3) la construction des deux futurs quartiers de l’agglomération Chikhi et Bouakal au sud-est et sud-ouest.

Vient ensuite la guerre de libération et le lancement du plan de Constantine en 1958. Cette période est traduite sur le plan spatial par la concrétisation de nombreux immeubles collectifs et équipements dans les quartiers européens, l'apparition des premières cités de recasement et la naissance des premiers embryons des futurs quartiers informels. En effet le plan de Constantine (6 octobre 1958), qui est établi pour des considérations économiques et sociales, traduit spatialement par les opérations suivantes :

(1) au nord les quartiers européens : immeubles collectifs HLM (figure 20b), le renforcement du potentiel militaire par la construction des casernes au nord – est du noyau colonial et le camp (rue de France).

(2) au sud les quartiers traditionnels : la réalisation des cités de recasement comme la cité Chikhi 252 logements, la cité évolutive 192 logements et Kechida avec 260 logements.

Il y a eu aussi l'apparition de nouveaux quartiers tels que Kechida, Parc à Fourrage à l'est et l'extension des quartiers traditionnels. Les deux parties nord et sud sont séparées par le quartier de la verdure. La ville a continué à se structurer autour du noyau militaire jusqu'à 1962.

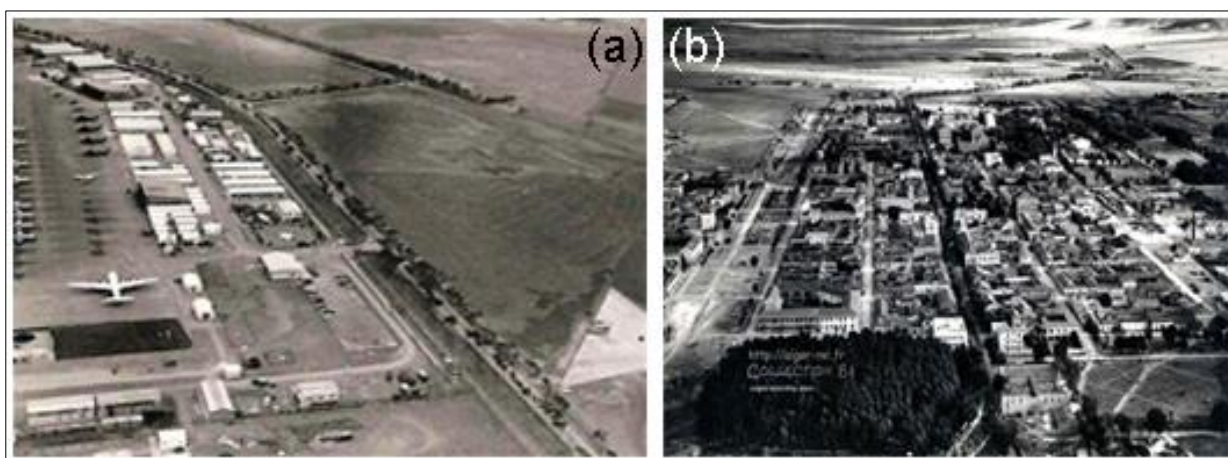


Figure 19. Aéroport de la ville (a), extension de la ville de Batna (b)

### ***2-1-2 Période d'après l'indépendance***

#### ***2-1-2-1 Période 1962-1984***

En 1968, le programme spécial des Aurès, lancé en urgence, allait promouvoir une dynamique nouvelle qui s'est traduite sur le terrain par l'injection de nombreux programmes de développement (programmes d'habitat notamment ZHUN 1 et ZHUN 2, programmes d'infrastructures et la zone industrielle). Cette dynamique donna à la ville un rôle polarisant traduit spatialement par une extension accélérée de la ville et un changement dans le paysage

urbain (Benyahia, 2015). Afin de maîtriser cette croissance et d'assurer un développement harmonieux, un plan d'urbanisme directeur PUD de la ville de Batna (complété par le plan de modernisation urbaine) a été promulgué en 1978. Sur le terrain, la ville a connu un dysfonctionnement urbain sous le double poussé de la volonté des pouvoirs publics et d'un mouvement spontané et anarchique très fort de la population. L'éclatement de la ville s'est opéré durant la période 1978-1984 avec la prolifération de construction individuelle sur les périphéries urbaines, contribuant en effet à étendre démesurément la ville, à entamer les réserves foncières programmées pour la future et à accroître la consommation des terrains agricoles. Parallèlement à cette situation, la recherche d'emploi, la scolarisation et les services (santé, commerce, administrations, etc.) ont continué à drainer un flux de migration sans précédent alimentant sans cesse ces zones informelles.



Figure 20. Chemin de fer (la gare) (a), immeubles collectifs HLM (les allées Bocca) (b)

#### ***2-1-2-2 Période de saturation 1984-1995***

L'urbanisation informelle occupe des zones importantes dans le tissu urbain. Les autorités locales n'ont pu que remarquer l'ampleur et la rapidité avec laquelle se sont développées les constructions informelles dans les quartiers de Bouakal, Tamchit, Kechida, etc. Cette situation a débouché sur la substitution du programme PUD de 1978 par un deuxième PUD en 1985. Pour cela, plusieurs grandes opérations urbaines (restructuration des quartiers périphériques et la rénovation du centre-ville, l'implantation des équipements dans tous les quartiers) ont été lancées dans le but de maîtriser le développement rapide et bloquer la prolifération de ces constructions informelles.

#### ***2-1-2-3 L'urbanisation actuelle***

Pareillement au foncier, le processus d'urbanisation actuel de la ville de Batna trouve son explication dans son contexte historique. À l'indépendance par le choix d'une politique centrale visant le secteur industriel, des répercussions néfastes sur le terrain ont été engendrées

conjuguées par un énorme exode rural et une croissance urbaine accélérée. Toutes ces tendances ont généré une ampleur d'urbanisation sans précédent pour la ville, et continueront jusqu'à la fin des années 80 à l'occasion des nouvelles transformations économiques. En effet, afin de remédier à ces dysfonctionnements, un plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de la commune de Batna a été approuvé en 1998 dont l'objectif est de donner les grandes orientations du développement urbain et économique et de déterminer les nouveaux secteurs d'extension à court, moyen et long terme. Sous l'absence d'exécution rigoureuse du présent plan accompagnée par l'absence d'une politique foncière efficace, la ville continue son extension en marge de cet outil stratégique, engendrant alors des espaces désarticulés et incohérents. Par ailleurs, sous la pression des échecs enregistrés et face à une urbanisation sans précédent, il a été procédé à la révision de cet instrument d'urbanisme en 2005 avant l'expiration des délais réglementaires. Cette révision a pour objectif principal de contourner les contraintes (naturelles et artificielles) et notamment les contraintes liées au foncier auxquelles est exposée la ville, alors deux nouveaux pôles urbains sont programmés afin de desserrer la ville, il s'agit de pôle résidentiel de Hamla (commune de Oued Chaaba) et le pôle universitaire de Fesdis (commune de Fesdis).

## **2-2 La télédétection pour une nouvelle lecture de la ville de Batna**

L'observation de l'évolution de l'occupation du sol est de plus en plus indispensable, à la fois pour la connaissance d'un territoire et pour son aménagement (Hussain, 2011). Le développement des techniques de télédétection permet une approche de plus en plus précise. En effet, il s'agit souvent des seuls moyens permettant la connaissance des terrains vastes pour la couverture. Ces innovations récentes en matière des méthodes de recueil, de gestion et d'analyse de l'information urbaine peuvent constituer une opportunité intéressante pour renouveler les systèmes de lecture de la ville, dans la mesure toutefois où les possibilités qu'elles offrent sont clairement mises au service de cet objectif.

Aujourd'hui, sous la pression de la forte extension urbaine au cours des cinquante dernières années et en absence des données suffisamment synchronisées et fiables sur l'évolution de la ville de Batna, le recours aux nouvelles sources de données s'avère incontournable. En effet, depuis 1972, la ville de Batna a été couverte par des images satellitaires de Landsat, leurs caractéristiques, disponibilités et couvertures régulières permettent de les adopter rapidement pour le suivi diachronique. Encore, différentes approches ont été conçues pour évaluer et calculer la consommation annuelle des terrains urbains. Toutefois, nous pouvons distinguer des approches qualitatives basées sur l'analyse visuelle et des approches quantitatives plus fidèles basées sur des algorithmes spécifiques. À ce titre, le présent travail est fondé sur des données

multi-temporelles (1972, 1987, 2001 et 2013) acquises par télédétection, synthétisent l'étalement urbain (Dridi *et al.* 2015) par une méthode de classification SVM (Support Vector Machine) et une approche basée sur le brillant indice de shannon's entropy.

Tableau 12. Evolution de la ville de Batna en 1972, 1987, 2001 et 2013

Années	Capteur	Nbr de Pixels	Surface par digitalisation (ha)	Surface par extraction (ha)	Pourcentage du bâti (%)
1972	MSS	1 482 344	483.43	121,32	25.09
1987	TM	11 116 875	1 321.32	909,86	68.86
2001	ETM+	23 537 094	2 056.30	1 926,40	93.68
2013	ETM+	33 192 750	2 852.41	2 716.68	95.24

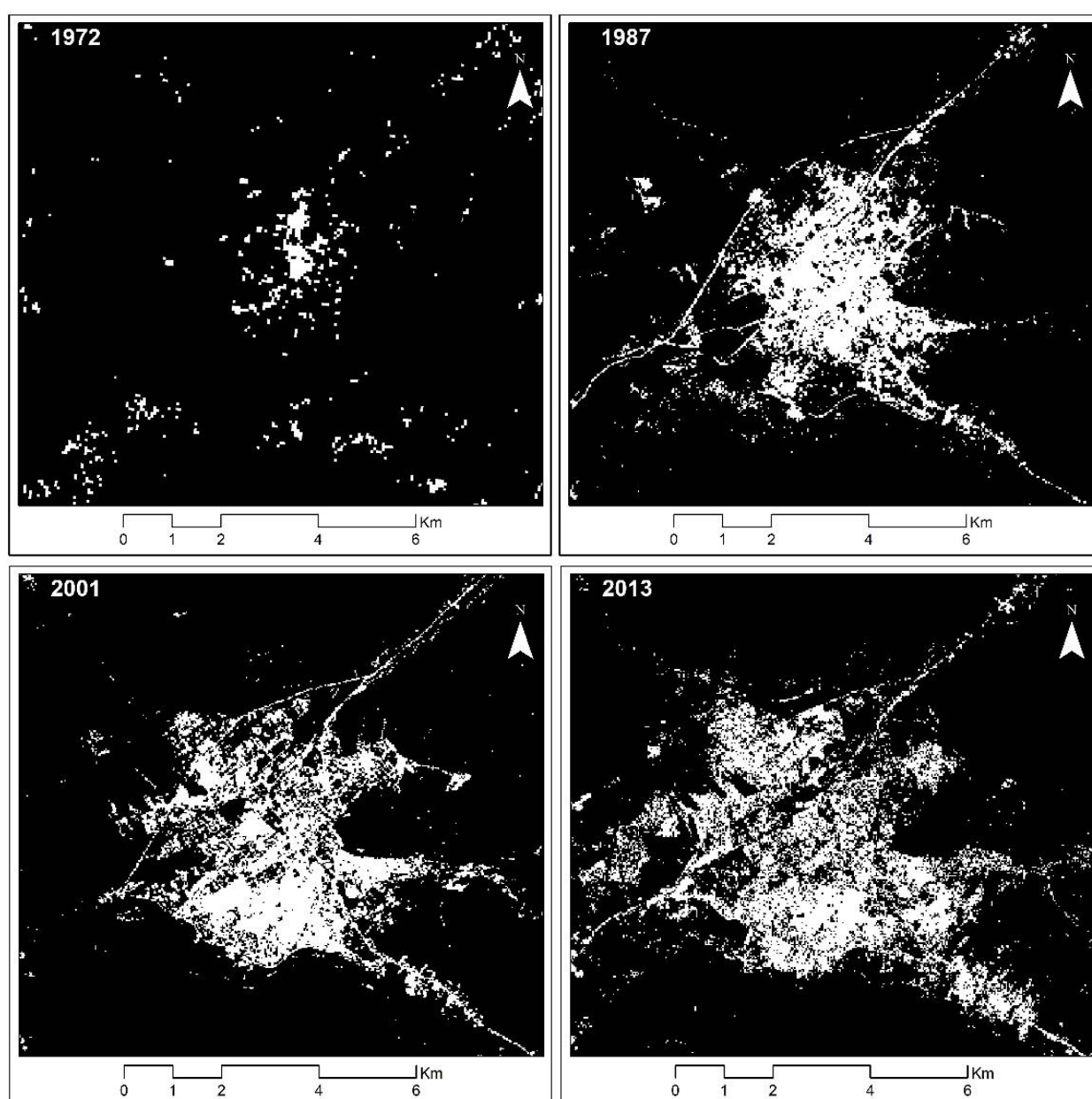


Figure 21. La ville de Batna définie dans un référentiel espace-temps (trame urbaine en blanc), résultat d'une classification supervisée SVM (support vector machine).



Statistiquement, et suite aux valeurs élevées du coefficient de Kappa<sup>39</sup> estimées à 0.890 en 1972, 0.948 en 1987, 0.936 en 2001 et 0.950 en 2013 (soit une moyenne de 93.12%) et la précision globale estimée à 0.952 en 1972, 0.966 en 1987, 0.960 en 2001 et 0.963 en 2013 (soit une moyenne de 96.06%). La superficie de la ville de Batna est passée de 150 ha en 1954 à plus de 200 ha en 1966 (selon les chiffres des recensements), de 483.43 ha en 1972 à plus de 1 321ha en 1987, soit un taux d'évolution de 173% et de 2 056 ha en 2001 à 2 852.43 ha en 2013, soit un taux d'évolution de 38.71%<sup>40</sup> (selon les chiffres obtenus par la classification supervisée SVM des images satellites Landsat 1 MSS 1972, Landsat 5 TM 1987, Landsat 7 ETM+ 2001 et Landsat 7 ETM+ 2013). En moyenne la ville de Batna a besoin de 57 ha chaque année pour son extension (figure 21 et tableau 12).

### 2-3 Saturation de l'espace urbain de la ville de Batna

Aujourd'hui, Batna est l'une des villes les plus urbanisées en Algérie (Belkhatir, 1999). La promotion de la ville en pôle de croissance régionale<sup>41</sup> et le grand pouvoir d'attraction qui en résulte drainent un flux important de population (Farhi, 1999) en quête de logements et d'emplois traduits par une évolution rapide de sa population résidente (soit une densité égale à 2747 hab/km<sup>2</sup>) (ONS, 2008), puis par voie de conséquence, une évolution grandissante de ses besoins en habitat, équipements, infrastructures, etc.<sup>42</sup> Cette situation est suivie par une consommation démesurée de l'espace, favorisée par la disponibilité des terrains plats (55% des terrains ne dépassent pas 8% de pente), ce qui a conduit au déséquilibre général de la ville. Cette dernière subit un éclatement tentaculaire, avec des axes d'urbanisation qui vont dans tous les sens. Dans son architecture, son urbanisme ainsi que son organisation spatio-sociale, la ville n'a pas préservé son milieu naturel, ni son cachet spécifique, elle a tout simplement basculée dans la banalité qui prend souvent la forme d'une urbanisation anarchique.

En effet, depuis le début des années 70 caractérisées par une politique de type socialiste et un modèle économique dite industrie-industrialisantes. Batna a subi une croissance importante, en l'espace de vingt-neuf ans (1972-2001), la ville a consommée plus de 1 800 ha, soit un taux

<sup>39</sup> En basant sur les travaux de Landis et Koch, (1977) et Rupali et Karbhari, (2015) lorsque le coefficient de Kappa varie entre 0.81 et 0.99 (0.81 < KC < 0.99) cela signifie que les résultats obtenus sont statistiquement parfaits, ce qui montre que la classification effectuée est compatible à la réalité du terrain.

<sup>40</sup> Le taux d'évolution  $T_e$  est défini par Boumediène, (2011) comme étant le rapport entre la surface gagnée et la surface initiale (avec un calcul des pourcentages respectifs des milieux aux dépens desquels le gain est effectué). Il est donné par la formule  $T_e = ((S_g/S_i) * 100)$ .

<sup>41</sup> D'après la dynamique des rangs des villes algériennes, la ville de Batna a gagné 23 places. Elle passe de la 28<sup>ème</sup> en 1950 à la 8<sup>ème</sup> place en 1980, puis à la 5<sup>ème</sup> place en 2005.

<sup>42</sup> Dans ce cadre une droite de régression entre l'évolution de la population et l'extension urbaine de la ville de Batna entre 1972 et 2013 a été produite. Le résultat montre qu'en règle générale il existe une très forte corrélation entre les deux variables avec un taux de 98.67% (soit  $R^2=0.9737$ ).

annuel de 62 ha chaque année. En revanche, à partir de 2005, la consommation annuelle des terrains a marqué une diminution à 35 ha/an, ce qui montre évidemment que la ville de Batna s'étale d'une façon lente vis à vis la première période. L'analyse globale du milieu montre que la ville aujourd'hui est confrontée à de nombreuses barrières (naturelles ou artificielles) réduisant son rythme d'étalement rapide, mais ne l'arrête pas (tableau 13).

Comme le montre la figure ci-dessous (figure 22), l'histoire de la ville de Batna est caractérisée par deux formes d'extension bien distinctes, il s'agit d'une forme circulaire qui coïncide avec le modèle de la structure de Chicago établi par Burgess en 1925<sup>43</sup> traduite par une extension du tissu autour de son noyau central où se concentrent les principales fonctions tertiaires (services et commerce). Et une forme linéaire (axiale) développée récemment comme une réponse de la saturation de l'espace urbain par la consommation des terrains facilement accessible. Où les réseaux de transport (les grands axes routiers) jouent un rôle structurant.

Tableau 13. Les contraintes limitant l'extension de la ville de Batna

Localisation	Type d'obstacles	Servitudes
Partie Sud	Dj Ich Ali (+1700m) le gazoduc	Obstacle naturel servitudes technologiques
Partie Est	terrains agricoles non urbanisables la zone militaire	Réglementation Réglementation
Partie Nord-Est	forêt de Bouarif (+1200m)	Obstacle naturel
Partie Ouest	terrains agricoles non urbanisables la zone militaire	Réglementation
Partie Nord	zone rocheuse non urbanisable (+1000m), la zone industrielle et lignes hautes tensions	Obstacle naturel servitudes technologiques
Partie Nord-Ouest	Dj Meghoua (+1300m) lignes hautes tensions	Obstacle naturel servitudes technologiques

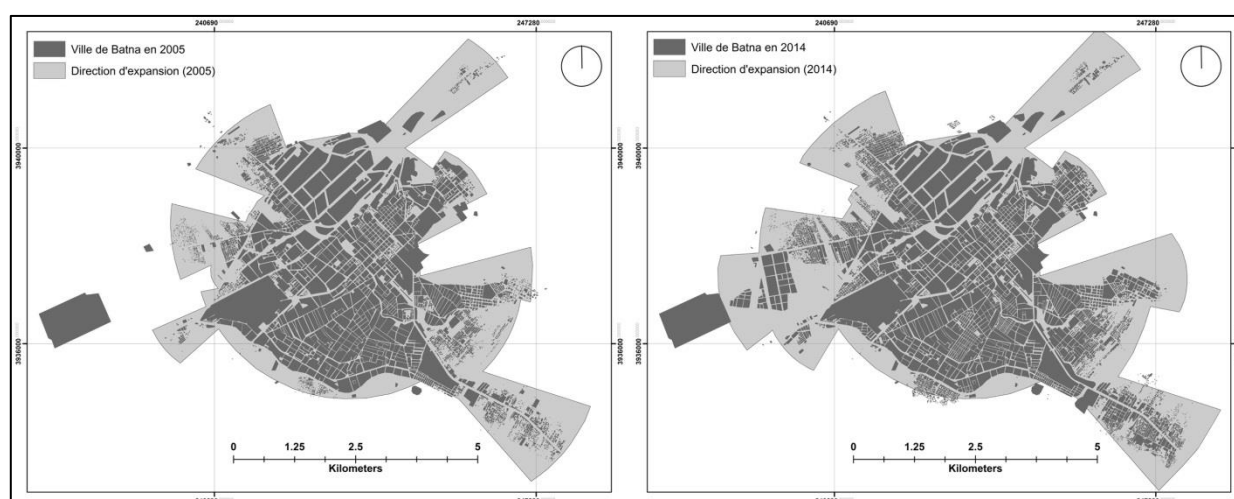


Figure 22. Formes d'extensions urbaines de la ville de Batna en 2005 et 2014

<sup>43</sup> Appelé aussi le modèle graphique des cercles concentriques du sociologue américain Ernest W. Burgess pour formaliser les structures de l'intra-urbain. Il s'agit d'une étude effectuée à partir d'observations faites dans la ville de Chicago sur les afflux d'immigrants dans les années 20.

## 2-4 Analyse des données démographiques

D'après les recensements successifs effectués par l'office national des statistiques (ONS, 2011), l'Algérie avant la colonisation était un pays avec une domination rurale. En revanche, et suite aux actions politiques et militaires coloniales successives et le développement de l'économie juste après l'indépendance, des mutations et des transformations profondes dans la répartition spatiale de sa population ont été marquées. Les recensements successifs de la population algérienne depuis 1886 jusqu'au dernier recensement effectué en 2008 ont permis de mesurer à la fois une augmentation de la population du territoire, mais également sa concentration sur un certain nombre de zones urbaines.<sup>44</sup> Au niveau national, la transformation d'un pays rural à un pays urbain s'est faite en plusieurs étapes successives (tableau 14). En moyenne, le taux d'urbanisation augmente globalement de plus de 10 points par décennie<sup>45</sup>.

Au fil de ces années, l'Algérie a vu un mouvement important d'exode rural, qui va progressivement dépeupler les espaces ruraux au profit des agglomérations urbaines naissantes. La marginalisation des espaces ruraux d'une part, et le développement des pôles industriels au cours des années 70 dans les agglomérations urbaines d'autre part, ont été les principales causes de ce changement. Plus encore, ce mouvement est aggravé spectaculairement pendant les années 80, particulièrement avec le développement des emplois administratifs. Cette situation a pour résultat que les grandes agglomérations arrivent un état de saturation et ne pouvant plus accueillir des populations supplémentaires, alors dans laps de temps une nouvelle étape d'anarchie urbaine en périphérie prend naissance (DUC, 2011).

Par rapport à ce mouvement, la ville de Batna est une illustration exemplaire de ces mouvements successifs d'urbanisation, et de leurs conséquences sur l'occupation du territoire. La ville est urbanisée à 99.64% en 2008 contre 99.03 % en 1987 (SCU, 2009), et elle a connu un taux de progression de la population urbaine estimée à 17.42% sur cette même période.

Tableau 14. Evolution de la population urbaine en Algérie 1950-2001

Années	1886 <sup>(46)</sup>	1950 <sup>(47)</sup>	1966	1977	1987	1998	2008 <sup>(48)</sup>
Population urbaine (%)	14	22	31.4	40	49.7	58.3	66.3

<sup>44</sup> Le dernier recensement effectué en 2008 montre que 63% de la population vivaient dans la zone tellienne (soit 4% de la surface totale), 27% dans les hautes plateaux (soit 27%) et 10% dans le grand sud (soit 87% du total).

<sup>45</sup> Le nombre des citoyens en Algérie est passé de 3 à 8 millions entre 1958 et 1985.

<sup>46</sup> ONS. (2011), Armature urbaine, Collections Statistiques n°163/2011. Série S : Statistiques Sociales, p 82.

<sup>47</sup> PACIONE M. (2009), Urban Geography a global perspective, Edition Routledge, p 117.

<sup>48</sup> PACIONE M. (2009), Urban Geography a global perspective, Edition Routledge, p 117.

### 2-4-1 Evolution statistique de la population, étapes et facteurs

Batna, grande ville des Aurès a connue d'importantes mutations socio-économiques et fonctionnelles, cette ville a subi comme toutes les villes algériennes une forte croissance démographique (tableau 15). Cet accroissement peut être expliqué par deux facteurs essentiels, il s'agit de l'accroissement naturel de la population et le solde migratoire. Ce dernier est un phénomène de migration des populations rurales vers les villes. Dans la réalité, cet exode est plus complexe, car sa quantification est difficile. Par ailleurs, de nombreuses agglomérations rurales subissent des transformations économiques en matière d'infrastructures de base, de logement, d'emploi, etc. Et sont reclassées en finalité en agglomérations urbaines<sup>49</sup>. Ce phénomène de reclassement réfère au transfert des agglomérations de la catégorie rurale à la catégorie urbaine survenant quand l'une d'entre elles finit par satisfaire aux critères de l'urbain, par exemple lorsque sa taille atteint le seuil minimum requis ou implicite quand elle se retrouve incorporée à une agglomération urbaine en expansion. L'accroissement de la population urbaine en Algérie peut donc être référé à :

- (1) la croissance naturelle (la différence entre le nombre de naissances et le nombre de morts dans un territoire donné).
- (2) le solde migratoire (la différence entre les personnes entrées à un territoire donné et les personnes sorties de ce même territoire).
- (3) le reclassement des agglomérations rurales en agglomérations urbaines.

En effet, dans la ville de Batna, l'accroissement naturel est le facteur principal qui contribue à la croissance urbaine. Aujourd'hui la ville abrite plus de 314 395 habitants en 2012 soit 26% de la population de la wilaya, le tableau 16 et la figure 23 présentent l'évolution de la population dans la ville de Batna pour la période 1948-2012.

Tableau 15. Evolution de la population dans la ville de Batna 1948-2012

Année	1948 <sup>(50)</sup>	1954 <sup>(51)</sup>	1966	1977	1987	1998	2008	2012 <sup>(52)</sup>
Population	10 622	22 400	55 017	98 962	184 069	247 520	290 645	314 395

Tableau 16. La dynamique migratoire dans la ville de Batna (1954-2008)

Année	1954-1966	1966-1977	1977-1987	1987-1998	1998-2008
Solde migratoire (habitants)	24 184	23 835	42 429	13 462	13 010
Solde migratoire (%)	43.38	23.20	41.29	7.41	4.36

<sup>49</sup> D'après le rapport de l'office national des statistiques (2011) intitulé armature urbaine, le phénomène de reclassement a touché 162 agglomérations entre 1987 et 1998 avec 1 409 712 habitants et 237 agglomérations lors de la dernière décennie avec 1 876 420 personnes.

<sup>50</sup> SST, Documents Algériens, service d'information du cabinet du gouverneur général de l'Algérie, n°26, 1949.

<sup>51</sup> SST, Documents Algériens, service d'information du cabinet du gouverneur général de l'Algérie, n°46, 1954.

<sup>52</sup> Direction de Planification et de Suivi Budgétaire de la wilaya de Batna (DPSB), 2012.



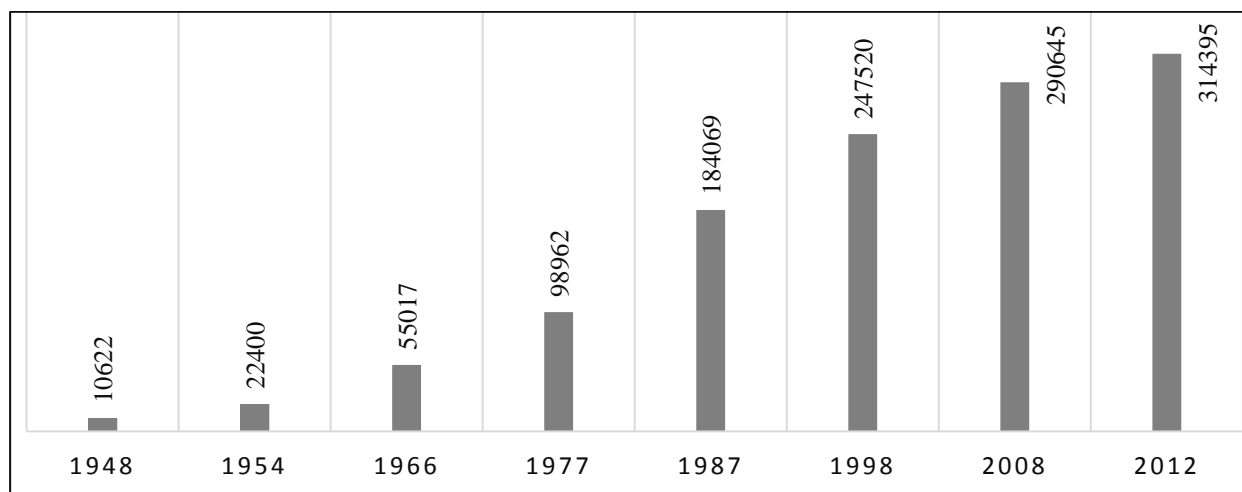


Figure 23. Evolution de la population dans la ville de Batna 1948-2012

Il ressort de l'examen du tableau précédent que l'évolution statistique de la population de la ville de Batna se résume comme suit :

### **1<sup>ère</sup> étape 1948 – 1966**

Elle correspond à l'avènement de la guerre de libération nationale, durant laquelle le taux d'accroissement démographique de Batna a atteint 18.31%. Cette évolution est expliquée par les faits suivants : en 1954, la population de Batna était de 46 500 habitants, en 1966, elle passe à 55 017 habitants, soit une augmentation de 8 517 habitants et un taux d'accroissement annuel moyen de 1.41%. L'insécurité des campagnes, la politique de regroupement des populations pendant la révolution algérienne et les conséquences de cette dernière sur les mentalités ont créé un phénomène tout à fait nouveau en Algérie et particulièrement dans les Aurès. Avant la révolution, la vie urbaine était plutôt une exception. Par ailleurs, les développements industriels et les rapports marchands accompagnés l'indépendance n'ont fait que de basculer les rapports populations rurales et urbaines au profit des activités urbaines.

### **2<sup>ème</sup> étape 1966 – 1987**

Elle correspond à la période de l'économie centrale planifiée caractérisée par les différents plans de développement économique (1<sup>er</sup> plan triennal, 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> plan quadriennal et le 1<sup>er</sup> plan quinquennal). Ces plans ont provoqué une urbanisation accrue de la ville de Batna. Sur le plan démographique, la population de la ville est passée de 22 400 habitants en 1966 à 184 069 habitants en 1987, soit une augmentation de 161 669 habitants et un taux d'accroissement annuel moyen de 10.54%. Cet apport a été absorbé partiellement soit par l'augmentation du parc de logements généré par les différents plans de développement économique, or par l'investissement dans le domaine informel (illicite) à la périphérie de la ville.

### 3<sup>ème</sup> étape 1987 – 2008

Elle correspond à la promulgation des textes réglementaires suivants, la constitution de 1989 qui reconnaît et garantit la propriété privée (loi 90-25 portant l'orientation foncière et la loi 90-29 relative à l'aménagement et à l'urbanisme) qui introduit une nouvelle politique en matière de gestion et d'utilisation de l'espace. Cette loi (90-29) sera suivie par la déclaration des décrets exécutifs 91-175, 91-176, 91-177 et 91-178 qui en précise les modalités d'application ainsi que la loi 90-25 relative au foncier et qui introduit de nouveaux acteurs dans le secteur d'urbanisation. Cette période est marquée par l'émergence des lotissements publics et privés et la prolifération des coopératives immobilières constituant l'essentiel du parc logement réalisé. S'ajoute une décennie d'insécurité, cette période a vu alors un basculement progressif de la population rurale vers les villes. La population de la ville de Batna est passée en effet de 184 069 habitants en 1987 à 290 645 habitants en 2008, soit une augmentation de 106 576 habitants et un taux d'accroissement annuel moyen de 2.19 %.

Plus encore, avec la comparaison de l'évolution des populations dans la ville de Batna et la consommation de l'espace urbain (figure 24), on peut conclure qu'il y a en règle générale une corrélation élevée estimée à 98.98% (soit  $R^2 = 0.9798$ ). Cette analyse nous amène à dire que le développement urbain rapide de la ville s'explique en grande partie par la poussée démographique déjà évoqué. Prenant en considération que l'extension de la ville de Batna se fait souvent avec des taux faibles en équipements de proximité nécessaires, on peut aboutir que la cause de ce développement urbain rapide est l'évolution des populations et non plus de la volonté des autorités locales à relever le niveau de vie des habitants.

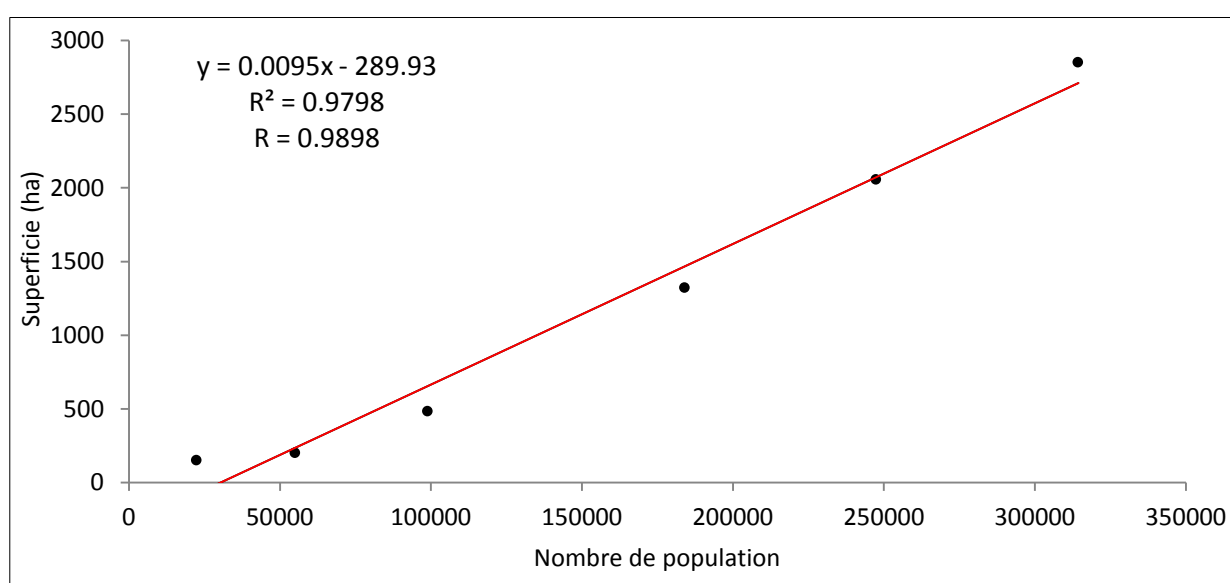


Figure 24. Corrélation entre l'évolution des populations avec la consommation de l'espace urbain.

### 2-4-1-1 Répartition spatiale de la densité de population en 2008

La répartition spatiale des densités de population constitue un élément déterminant dans cette étude. Par la combinaison de la densité avec d'autres paramètres débouchés des analyses spatiales on peut facilement analyser les tendances spatiales des phénomènes. D'une façon globale, la ville de Batna est caractérisée par une densité importante estimée à 2 747 hab/km<sup>2</sup> (ONS, 2008). Elle constitue, en effet, le résultat de la promotion en pôle de croissance, de l'attractivité et des flux de population vers l'agglomération chef-lieu. La figure 25, présente la répartition spatiale de la densité de population par districts, établis en basant sur le recensement général de la population et d'habitat en 2008. Par l'analyse de la figure 25 et la figure 26, il paraît clairement la corrélation inverse et forte ( $R = 0.84$ ) entre la superficie des districts et leurs densités, de telles logiques que les vastes districts urbains coïncident avec les régions faiblement peuplées tandis que les petits districts sont souvent d'une population dense. Spatialement, elle nous a permis de conclure que les écarts de densité de population sont importants, dont les valeurs élevées (plus de 330hab/km<sup>2</sup>) coïncident souvent, à l'addition du centre-ville, avec les quartiers périphériques les plus démunis et marginalisés. Cette répartition d'après plusieurs études, justifie le processus de consommation démesurée de l'espace (agricole notamment) conduisant par voie de conséquence aux phénomènes d'étalement et des conurbations.

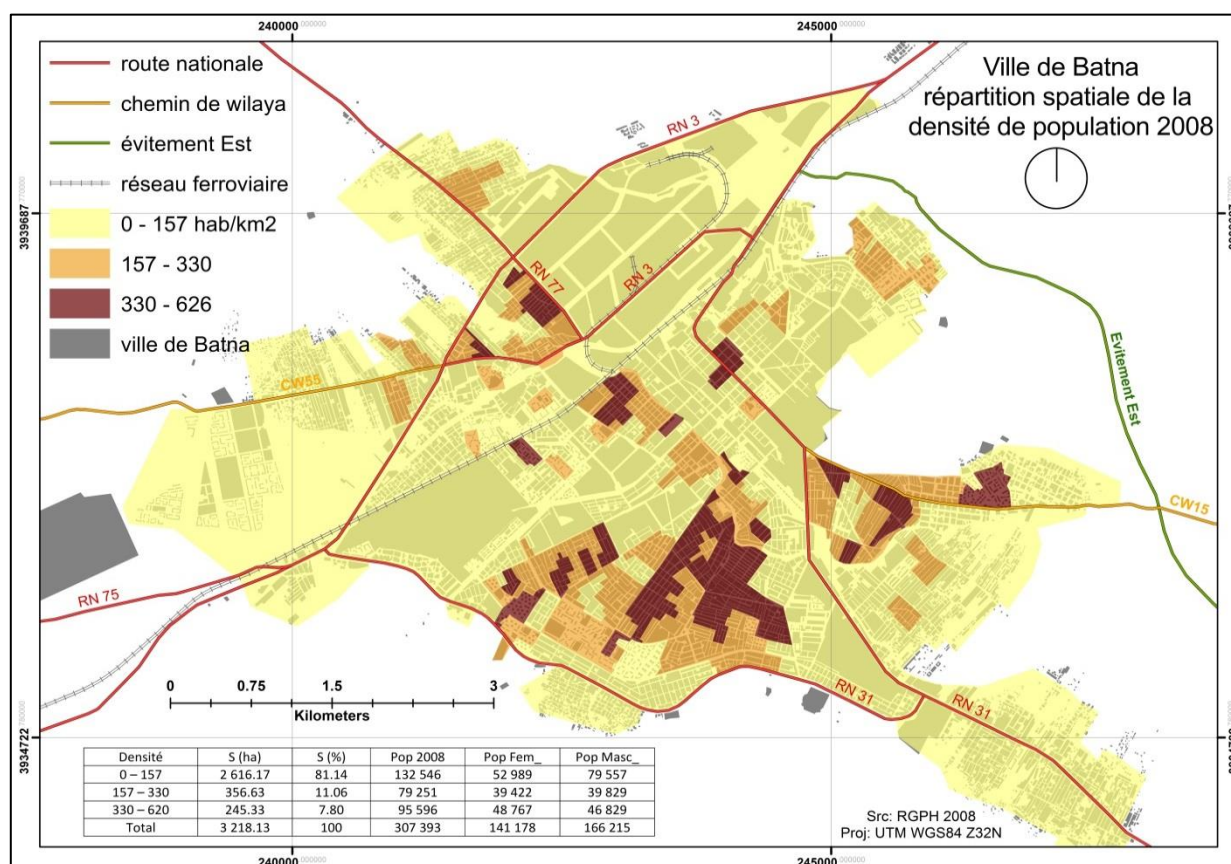


Figure 25. Répartition spatiale de la densité de population dans la ville de Batna

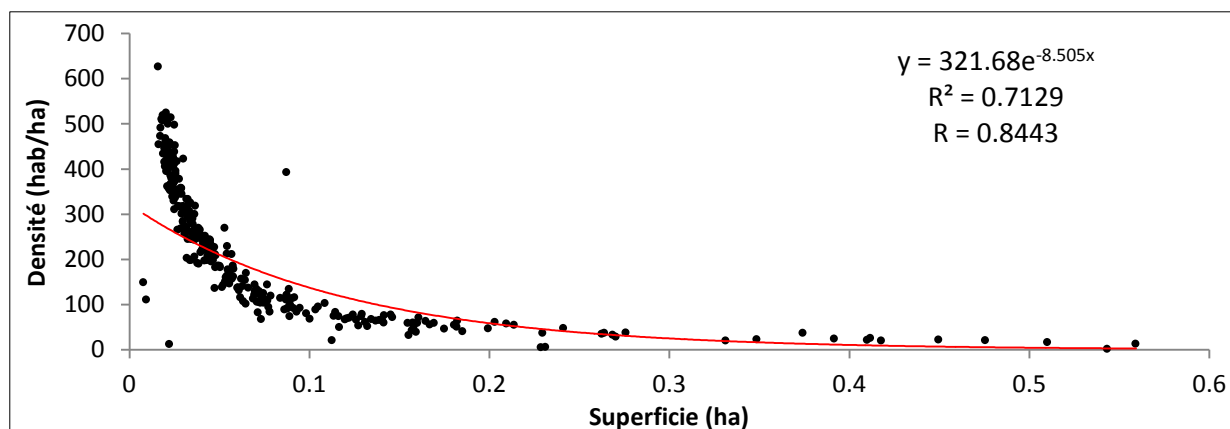


Figure 26. Liaison entre la densité des populations et la superficie des districts urbains.

#### 2-4-1-2 Prédiction de la population aux horizons 2018 et 2028

La prédiction de la population aux différents horizons (court, moyen et long terme) permet de donner un aperçu sur la liaison entre la croissance démographique et l'évolution de la demande en logements. En effet ces prévisions (tableau 17) sont effectuées en basant sur une valeur égale à 1.56 de taux d'accroissement fourni par la direction de planification et d'aménagement du territoire (DPAT) de Batna pour la période 2008-2018 (Benyahia, 2015).

Tableau 17. Prédiction de la population aux horizons 2018 et 2028

Années	2008	2013	2018	2028
Population	290 645	323 908	378 136	441 444

#### 2-4-2 Cadre d'habitat dans la ville de Batna

##### 2-4-2-1 Evolution du parc de logement

Un des phénomènes marquants le lendemain de l'indépendance est sans doute la rapidité du processus d'urbanisation des agglomérations urbaines, le territoire algérien a connu du point de vue de l'occupation des sols un processus accéléré de développement suivi par une explosion de populations. La ville de Batna de par son positionnement géographique favorable, sa forte attractivité sur les populations et les conditions de sécurité marquées la dernière décennie, a connu une poussée de populations rurales vers les centres urbains, traduits spatialement par une énorme pression de l'urbanisation. Une forte croissance démographique a marqué les deux premières décennies de l'indépendance. Elle a été accompagnée d'un exode rural et un flux migratoire important qui ont entraîné un accroissement considérable de la population urbaine et une densification du système urbain (Kateb, 2003). La population agglomérée dans le chef-lieu (tableau 18) est de l'ordre de 290 645 habitants en 2008, soit une croissance de 43 125 habitants en dix ans, représentant par conséquent 99.64% de la population totale de la commune, ce taux

renseigne clairement sur la concentration de la population dans le milieu urbain. En effet, la croissance de la population dans la ville de Batna est suivie logiquement par une croissance rapide du parc de logement.

Tableau 18. L'évolution de la population urbaine et du taux d'urbanisation entre 1998 et 2008

	Population urbaine		Apport de population 1998 - 2008	Taux de progression de la population urbaine	Taux d'urbanisation (%)	
	1998	2008			1987	2008
Ville de Batna	247 520	290 645	43 125	1.90	99.03	99.64

Source : RGPH (1998) et (2008)

Tableau 19. L'évolution du parc de logements dans la ville de Batna entre 1966 et 2012

Années	1966	1977	1987	1998	2008	2012
Nombre de logements	9 111	15 376	27 082	43 917	62 932	77 757
TOL	7.5	7.6	7.8	6.7	4.41	4.04

Source : RGPH (2008) et DPSB (2012)

Le tableau ci-dessus (tableau 19) montre l'évolution temporelle du parc de logements dans la ville de Batna. L'étude de l'évolution montre que le parc de logements s'est accru de plus de 16 800 logements entre 1987 et 1998, soit en un peu plus de onze (11) ans. Elle est passée de 27 082 logements à 43 917 logements. La dernière décennie a enregistré un croît de plus de 19 000, atteignant ainsi 62 932 logements en 2008 et 77 757 logements en 2012. En effet, le taux d'occupation de logement a diminué de 7.8 durant la période 1977-1987 à 6.7 au cours de la période 1987-1998 pour atteindre un taux de 4.41% en 2008 et 4.04 en 2012. Alors, le rythme d'accroissement du parc de logement et la diminution du taux d'occupation de logement confirment clairement l'extension et l'étalement déjà observé sur le terrain. Étalement intense en constructions chaotiques et informelles<sup>53</sup>.

En comparant l'évolution dans le temps entre le nombre des populations avec le parc de logement de la ville, on peut constater que les deux facteurs sont intimement liés. Cette analyse, en effet, nous confirme qu'il y a une corrélation très significative estimée à 99.75% existe entre le nombre de population et le parc de logement (figure 27). Par ailleurs, la forme exponentielle de cette courbe nous fournit une information plus importante, elle justifie clairement le phénomène d'étalement de l'espace urbain dont l'évolution de parc de logement s'augmente à un rythme plus rapide que celui de la population. Prenant en considération que ce parc est traduit

<sup>53</sup> L'étalement urbain dans la ville de Batna a été calculé en adoptant la méthode de Shanon Entropy (annexe 3). La division de la ville de Batna en cercles concentriques de 100 m d'intervalles à permettre d'obtenir les valeurs 0.486, 0.911, 0.962, 1.135 pour les années 1972, 1987, 2001 et 2014, respectivement. Ces valeurs marquent une croissance significative, ce qui signifie que la ville de Batna a connu un étalement.

souvent par un habitat individuel habituellement informel, on peut alors envisager la situation difficile de la ville et l'incapacité des instruments d'aménagement à intervenir.

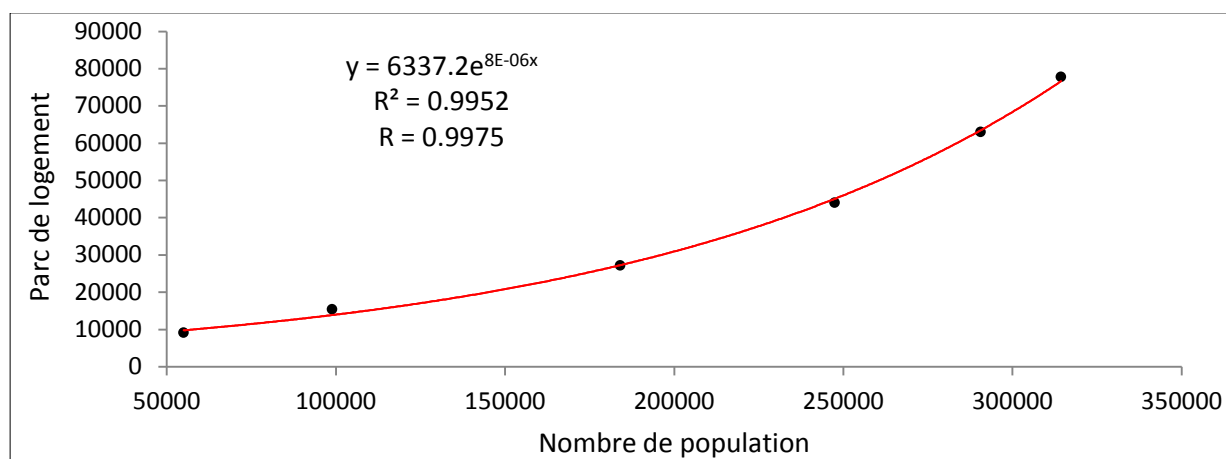


Figure 27. Corrélation entre l'évolution des populations avec le parc de logement.

#### 2-4-2-2 Prédiction des besoins en logements pour les horizons 2018 et 2028

Il est tout fait reconnu que toute future politique d'aménagement repose sur les visions prospectives en basant sur les statistiques d'actualité. La prédiction des besoins en matière de logements selon El hachtouki, (2003) constitue une étape primordiale pour la réussite de toute politique ou action dans le domaine. Elle a pour but d'exprimer les besoins en logements en tenant compte des insuffisances déjà constatées et de la demande prévisible dans un futur plus ou moins proche. Les prévisions obtenues (tableau 20) montrent clairement une demande croissante en logements pour les horizons 2018 et 2028<sup>54</sup>. Il s'agit d'un besoin de 15 868 logements à l'horizon de 2018 et de 91 773 logements en 2028. Cette demande coïncide paradoxalement avec un statut de déficit en termes des terrains urbanisables, ce qui impose forcément le nouveau PDAU révisé en 2005 de trouver des solutions hors le périmètre de la commune de Batna.

Tableau 20. Besoins en logements pour les horizons 2018 et 2028

Années	2008	2013	2018	2028
TOL			4.6	
Besoins en logements	62 932	78 800	98 670	154 705

<sup>54</sup> Suite à sa visite à l'Algérie en 2011, la rapporteuse spéciale des Nations Unies (Raquel Rolnik) note dans son rapport final que pourtant les efforts exercés par l'Algérie à travers le plan quinquennal 2010-2014, des efforts énormes restent à faire pour assurer un accès facile au logement et elle s'interroge plus particulièrement sur la forte spéculation sur les prix du logement lié à la demande importante de logement couplée avec l'absence d'une stratégie de régulation. La rapporteuse souligne aussi sur l'incapacité des autorités d'établir des diagnostics précis sur la situation du logement dans le pays, elle ajoute qu'il existe des données concernant le nombre de logements construits au cours des dernières années sachant qu'il n'existe pas de données analogues concernant la demande et le déficit de logements du point de vue quantitatif et qualitatif. Rolnik R. (2011), Mission en Algérie, rapport sur le logement convenable en tant qu'élément du droit à un niveau de vie suffisant ainsi que sur le droit à la non-discrimination à cet égard, Nations Unies, conseil des droits de l'homme, 19<sup>ème</sup> session, p 12.

### 3- Infrastructures routières et ferroviaires, éléments de liaison

Semblablement aux autres secteurs, le transport est un secteur pivot pour le développement d'un territoire donné. En effet, dans une économie moderne, Bazonzi, (2005) confirme dans ce sens que le transport comme une entité de liaison stratégique joue un rôle prépondérant, car il facilite non seulement les échanges économiques, mais encore il participe à la circulation des personnes et des biens. En Algérie, le transport routier a été l'objet d'un intérêt spécial depuis la colonisation française, en raison de l'étendue considérable du territoire, de la forte mobilité de la population et de l'importance des échanges commerciaux. D'une longueur de 108 302 km, répartie sur 76 028 km de routes nationales et 32 274 km de routes secondaires (MATET, 2008). Le réseau routier de l'Algérie est considéré le plus important du Maghreb et d'Afrique.

La commune de Batna par sa position de centralité territoriale à d'autres villes d'importance est traversée par un réseau routier stratégique qui relie la ville de Batna (chef-lieu) avec d'autres régions. Il est composé en principe de 45 km de routes nationales pour une densité de 0.38 km/100 km<sup>2</sup> et 25.2 km de chemins de Wilaya pour une densité de 0.21 km/100 km<sup>2</sup>, dont le revêtement couvre 100% de ce réseau (SCU, 2009).

Le réseau ferroviaire de la ville de Batna date de l'époque coloniale (1850), constitué d'un axe principal nord-sud. Le long de cet axe se matérialise une seule gare, celle de la ville de Batna, en effet, le réseau ferroviaire qui traverse la ville de Batna voudrait atteindre deux buts majeurs. À l'addition de son effet remarquable dans le développement de la ville à travers l'amélioration des rendements du commerce des céréales,<sup>55</sup> il a réussi également d'établir une liaison solide entre les principales zones de peuplement de toutes les sous-régions de la wilaya, afin de permettre la circulation des personnes et les marchandises, ainsi que relier ces zones aux différents pôles de croissance économique à l'intérieur du pays. Ce réseau se limite par une voie de 148 km, traversant par conséquent la wilaya de Batna du nord au sud sur une longueur d'environ 95 km. Avec ses quatre (4) gares ferroviaires (Ain Yagout, Djerma, Batna et Ain Touta), la ligne relie Batna à Constantine et aux deux ports stratégiques Skikda et Annaba au nord et Batna à Biskra et Touggourt au sud.

Vu sa taille qui dépasse 2 852 ha en 2015, la ville de Batna est desservie par un réseau urbain très important (figure 28 et tableau 21). Avec un total de 451 km divisé en 51km (soit 12%) du réseau primaire, 22km (5%) du réseau secondaire et 378km (soit 83%) du réseau tertiaire, ce réseau joue un rôle fondamental en matière d'attractivité et d'accessibilité à la ville.

<sup>55</sup> Pour plus de détails voir les écrits de J. PERES et E. DELESSERT, (1875) dans le chapitre 7 (section 2-9).



En outre, l'importance de l'activité motorisée et la complexité de la configuration du réseau constituent un obstacle et un souci quotidien aux autorités locales afin de garantir l'entretien et la mise en service de cette entité primordiale. Dans ce sens, l'échec des méthodes classiques de suivi basées essentiellement sur les interventions non programmées (aléatoires), les systèmes d'information géographiques grâce aux capacités de décision et de stockage d'énormes données géo-spatiales peuvent constituer un outil incontournable d'aide à la gestion efficace du réseau urbain et la continuité du service public. A cet égard, notre base de données sur le réseau urbain peut être utilisée afin de maîtriser la gestion de ce système stratégique.

Tableau 21. Le réseau routier de la commune de Batna

Désignation	Longueur (km)	Revêtement	Axes de liaison
Evitement Nord	7.7	100	Batna
Evitement Sud	6.6	100	Batna
Route nationale 3	95.7	100	Nord : Batna-Constantine Sud : Batna-Biskra
Route nationale 31	100.1	100	Batna-Arris-Biskra
Route nationale 77	79.45	100	Batna-Merouana-Sétif
Route nationale 75	43.8	100	Batna-Limites de Sétif-RN3
Chemins de wilaya 15	34	100	RN3-Sidi Mannser
Chemins de wilaya 55	06	100	Batna-Hamla

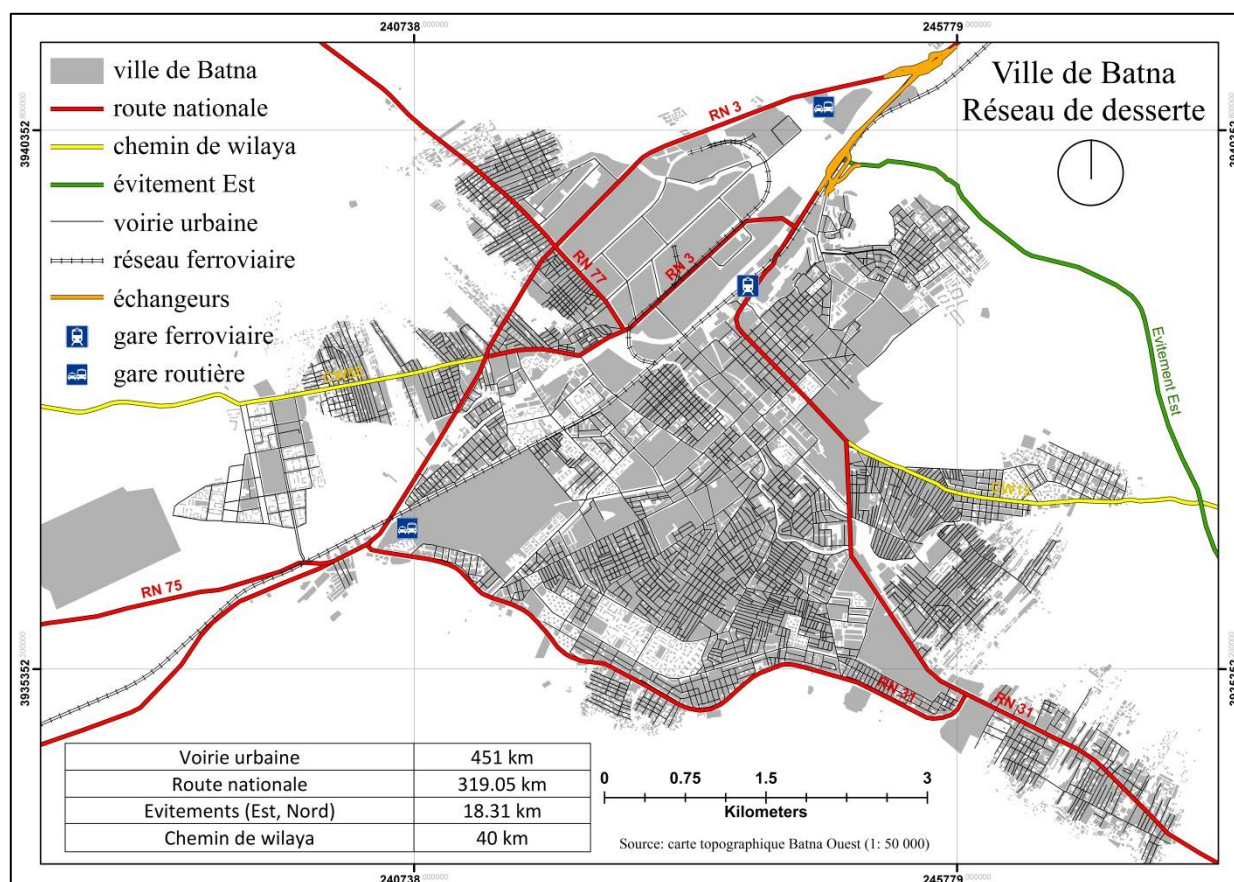


Figure 28. Répartition spatiale du réseau de transport de la ville de Batna



#### **4- Batna, lieu d'attraction régionale et inter communal**

Borja, (2007) dit '*quand on parle d'attractivité, on pense souvent à la captation de capitaux et d'investisseurs extérieurs. Plutôt que d'attirer les capitaux fluctuants d'investissement pur, il est préférable d'attirer les capitaux fixes liés au tissu économique du territoire ou les capitaux humains*'. Dans ce sens, le développement et le bon fonctionnement de la ville d'aujourd'hui dépendent largement de sa capacité à attirer les investissements extérieurs afin de produire les biens et les services, et d'offrir les emplois nécessaires pour sa relance.

##### **4-1 Les échanges commerciaux, un enjeu majeur pour l'avenir des villes**

Depuis l'antiquité et le commerce fait partie intégrant de la vie quotidienne des habitants et une source de leurs richesses. Il constitue le noyau central de renaissance, de structuration et de développement des villes. Et par la dynamique des relations (internes-externes) et les richesses économiques qu'apporte il constitue une donnée majeure de l'urbanisme et l'extension de la ville.

Par sa position stratégique, la ville de Batna est considérée comme un carrefour commercial pour toute la région des hauts plateaux-Est (tableau 22, figure 29) et s'étend au sud vers Biskra, et vers le nord avec Constantine et Sétif. En effet, la ville de Batna du fait de sa situation, de son importance et de son histoire rassemble les territoires relevant de l'attraction économique d'une série d'équipements et d'activités structurants. Dans ce sens, la ville par son influence rassemble selon le schéma de cohérence, (2008) d'un réseau de pôles économiques d'importance disposant d'une offre suffisamment diversifiée pour prétendre à un certain degré d'autonomie de la ville.

Compte tenue les résultats du premier recensement économique (2011), la répartition des entités économiques par grands secteurs d'activités (tableau 23) montre clairement la prédominance de la fonction commerciale avec un total de 8 895 entités soit près de 45% de l'ensemble. Plus de 85% de l'activité se concentre sur le commerce de détail, le reste (14.58%) est partagé entre le commerce de gros et le commerce d'automobiles. En seconde position s'installe le secteur des services avec 7 447 entités représentant par conséquent 38.08%. La panoplie des activités relevant des services est très large dont la majorité exerce leur activité dans le transport avec ses différentes catégories, l'entreposage et dans l'activité de restauration, le reste est partagé entre les services personnels, les télécommunications, les activités juridiques et comptables et les activités pour la santé humaine (médecins privés, chirurgiens privés, dentistes, etc.).

Tableau 22. Répartition des entités économiques –Hautes plateaux-

Code	Wilaya	Grands secteurs d'activités		
		Commerce	Industrie	Services
3	Laghouat	5 183	664	4 002
4	Oum El Boughi	10 752	1 624	6 601
5	Batna	17 224	3 243	9 646
12	Tebessa	8 130	1 105	3 862
14	Tiaret	10 962	1 611	5 190
17	Djelfa	12 874	1 555	6 498
19	Setif	25 541	5 866	15 670
20	Saida	4 731	657	2 532
28	M'sila	12 825	2 044	8 256
32	Elbayad	2 836	403	1 538
34	Borj Bouariridj	11 908	2 592	1 522
38	Tisemssilt	3 281	440	1 605
40	Khenchela	5 180	710	2 810
45	Naama	2 868	574	1 773

Source : Office National des Statistiques (ONS), 2012, p 94

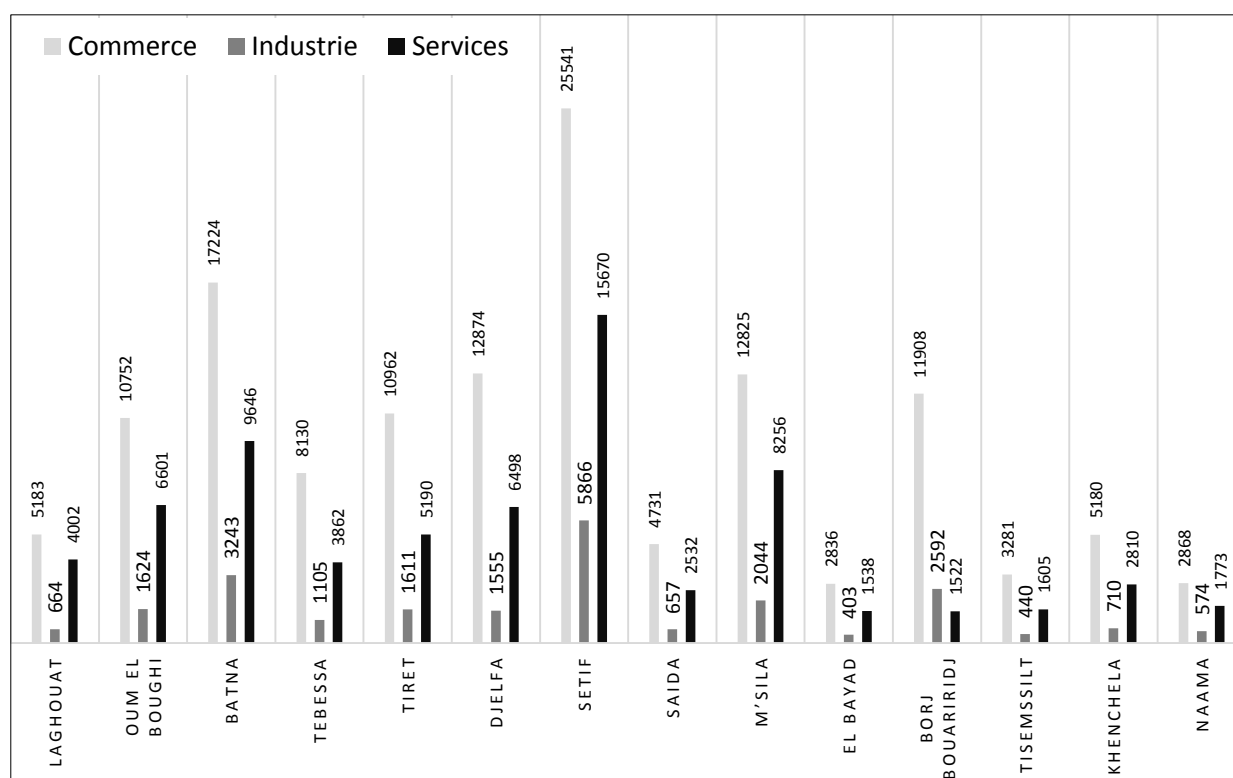


Figure 29. Répartition des entités économiques –hautes plateaux-

Tableau 23. Evolution des entités économiques par secteurs d'activité dans la commune de Batna entre 2009 et 2013

Commune	Années	Entités	Grands secteurs d'activités			Total
			Commerce	Industrie	Services	
Batna	2009	Nombre	6 670	1 348	3 551	11 569
		%	57.65	11.65	30.70	100
	2013	Nombre	8 895	3 120	7 447	19 552
		%	45.50	16.41	38.08	100

Source : SCU (2009) et direction de commerce (2014).

En parallèle, le nombre des entités industrielles recensées en 2013 est de l'ordre de 3 120 soit 16.41%. À titre indicatif, environ 20% des entités industrielles actives dans les industries agro-alimentaires (travail de grain, lait et produits laitiers, boissons, etc.), également environ 20% dans la fabrication de produits métalliques, et le reste sont partagés entre l'habillement, le travail de bois, la fabrication d'articles en bois et en liège, le textile et la réparation et l'installation de machines et d'équipements.

Spatialement, il est à noter que l'augmentation considérable des entités commerciales et les revenus associés dans les dernières années ont participé amplement dans l'amélioration de la qualité urbaine dans de nombreux quartiers périphériques reconnus par leur statut illicite et souvent dangereux. Parmi lesquels on cite le quartier populaire de Bouakal dont l'attention donnée au commerce (de détail notamment) a pour conséquence l'amélioration de la structure du quartier et le perfectionnement de l'image esthétique urbaine de ce quartier. En effet, dans une étude réalisée par Naceur, (2013) l'auteur présente l'effet direct de la dynamique commerciale et l'attractivité de la rue '*H*' et les richesses accompagnées sur le développement esthétique et social du secteur de Bouakal qui est classé précédemment médiocre, violent et isolé.

Globalement, la ville de Batna a connu une mutation fonctionnelle importante caractérisée par le développement commercial. La concentration urbaine joue un rôle central et positif pour la croissance économique, mais en même temps comporte des coûts importants. Toutefois, le phénomène d'urbanisation aboutit trop souvent à des extensions désordonnées. Ce changement observé indique que la ville a profité de sa position comme un pivot de liaison entre le nord et le sud. Ce développement a contribué à une forte extension spatiale de la trame urbaine et une poussée tentaculaire de l'étalement urbain dont les problèmes locaux engendrés peu ou mal traités par l'échelon local aggravent la situation. En résumé, le secteur commercial, malgré sa mauvaise répartition, reste un créneau très développé et très dynamique dans la ville de Batna. Pour cela, il s'agit surtout de mieux le régir, le règlementer, le réguler, et l'encadrer afin d'en faire un secteur dégageant une plus-value pour la société.

#### **4-2 Les activités industrielles**

La zone industrielle développée depuis les années soixante par la politique de l'état dit industrie-industrialisante occupe une place prépondérante dans l'économie de la ville de Batna. L'idée de cette zone industrielle a vu le jour comme une réaction aux désordres et les dysfonctionnements régionaux hérités de la période coloniale, par la concentration de la majorité des activités dans les grandes agglomérations urbaines (Alger, Oran et Annaba). Cette idée de la zone industrielle et son application dans les plans en Algérie postcoloniale apparaît comme la

réponse la plus correcte. En effet, c'est en 1972 que fut lancée la zone industrielle 1 (342 ha) de Batna dans le cadre du programme des Aurès (1967-1968), dans la partie nord-ouest en périphérie de la ville avec une usine de textile, une briqueterie et une tannerie. La zone industrielle 1 est délimitée au nord-ouest par la route nationale N3, au sud-ouest par le chemin de wilaya N5 et au sud-ouest par voirie ferroviaire et au sud par oued ElGourzi. En revanche, la zone industrielle 2 (zone d'activités) a été installée en 1976 avec plusieurs unités de fabrications et de services. Elle s'étend sur une superficie de 44 ha.

Tableau 24. Quelques unités industrielles implantées dans la zone d'étude

Unité	Domain de Production	effectif	Unité	Domain de Production	effectif
SAIDAL	Productions pharmaceutiques	/	SOBAMETAL	Industrie de frigorie	45
COTITEX	Production des tissus	943	NAFTAL CLP	Réservoirs d'hydrocarbures	364
ORALAIT	Laiterie des Aurès	212	NAFTAL BAG	Bouteilles à Gaz	280
SABA	Société algérienne des Batteries	113	NAFTAL GPL	Propane, potane, sirgaz	375
EURL	Transformation d'acier	110	SBRB	Production du Briqueterie	300
IBECHNINEM	Entreprise des Travaux publics	14	SERUB	Electricité rurale et urbaine	50
MEGA	Tannerie Des Aurès	134	TOFIK	Transformation des métaux	380
PETROSAM	Production d'huile industrielle	100	TRAILER	Production des Batteries	40
SAFI	Production des filtres	130	TUDOR	Emballage métallique	12
CHIHAH	Imprimerie GUERFI industrielle	70	EURL DRID	Transformation des métaux	280
			TIRSAM		

Source : Révision PDAU (2005), Monographie de Batna (2010), ANDI (2013) et consultation des sites officiels (<http://tirsam.com/> et <http://sarltoufik.com/>).

Aujourd'hui, suite à l'échec du secteur industriel public et le recours de l'état à la privatisation des entreprises, le secteur industriel privé avec ses quelques unités (Toufik trailer, TIRSAM, etc.) est en train de donner une véritable reprise dans le cadre de la nouvelle politique nationale de mise à niveau et de performance qui commence à se fructifier à travers l'amélioration des produits industriels (SCU, 2009). Cette situation est distinguée notamment pour l'augmentation considérable des entités économiques du secteur industriel, il s'agit de 1 348 en 2009 à 3 120 entités en 2013 soit une relance de plus de 23%. En revanche, la zone industrielle et la zone d'activités dans la ville de Batna (figure 30 et tableau 24) sont implantées pour participer au renforcement des bases économiques locales en offrant un nombre conséquent d'emplois. Si la date de leur création est ancienne, ces zones industrielles dans leur état actuel accusent encore des retards et des dégradations. Il s'agit des manques dans leurs viabilisations

(accès, éclairage public, sécurité, etc.), des dégradations de leurs infrastructures réalisées, également la consommation illégale et la spéculation du foncier industriel peuvent être considérés comme les majeurs obstacles de l'investissement.

#### **4-2-1 La zone industrielle, réalité et perspectives**

La zone industrielle et la zone d'activités de Batna sont aujourd'hui confrontées au même obstacle que celle-ci de la ville mère, à savoir le problème de gestion et l'impossible extension hors le périmètre dessiné initialement. Les zones créent en 1972 pour la première et 1976 pour la deuxième, à l'ère où fleurissait l'industrie nationale se trouve aujourd'hui en proie à une urbanisation galopante qui tend à envahir le site depuis la création notamment du grand quartier de Kechida<sup>56</sup>. Cette réalité est reconnue comme une fatalité par les responsables des autorités locales qui sont, eux-mêmes, participés largement pour aggraver cette situation. Alors comment ils ont autorisé l'approbation d'un nouveau plan d'occupation des sols en 2005 où ils ont conscient que ce dernier empêche toute tentative d'extension future de la zone d'une part, et expose les habitants les plus proches à un vrai risque technologique d'autre part.

Selon l'Urba-Batna (Bureau d'étude d'aménagement et d'urbanisme), la réhabilitation fait partie, également, des soucis du bureau qui a pris le relais en 1986. L'essor économique de la ville et sa situation à proximité de plusieurs pôles importants ont accentué l'intérêt de nombreux investisseurs. Cette situation et suite à une rareté des terrains fait augmenter le prix du terrain industriel à des chiffres astronomiques. Un prix excessif dans une ville qui souffre désormais des freins de la spéculation et de la mainmise d'un group sur les terrains utiles. C'est ce qui génère également un conflit insoluble entre l'URBA et un petit groupe d'acquéreurs qui peinent à décrocher le transfert de propriété. Sur les 123 lots créés, 23 attendent encore leur régularisation, bien que six (06) font l'objet d'un litige juridique<sup>57</sup>. Cette situation à des répercussions sur l'économie de la ville. Batna par la saturation de son foncier et les problèmes accompagnés, perde l'intérêt de nombreux investisseurs qui passent autour du périphérique en allant vers Constantine et Sétif qui pourront faire la différence.

---

<sup>56</sup> A titre d'exemple on peut décrire le nouveau plan d'occupation des sols UB10. D'une superficie globale de 54 ha ce plan qui vise dans ses orientations un programme d'habitat (60%) et d'équipements diversifié et riche, occupe du point de vue des risques majeurs un emplacement discutable et dangereux. D'un part, le POS est considéré en termes de risques liés aux activités industrielles très proche de la zone industrielle (à peine 10m) ce qui peut entraîner des conséquences néfastes sur les habitants en cas d'une explosion, et il ferme toute possibilité d'extension future de la zone industrielle, d'autre part.

<sup>57</sup> Nesrouche N, article publié dans Al Watan, le 03 juillet 2006. <http://www.djazairress.com/fr/elwatan/45871>

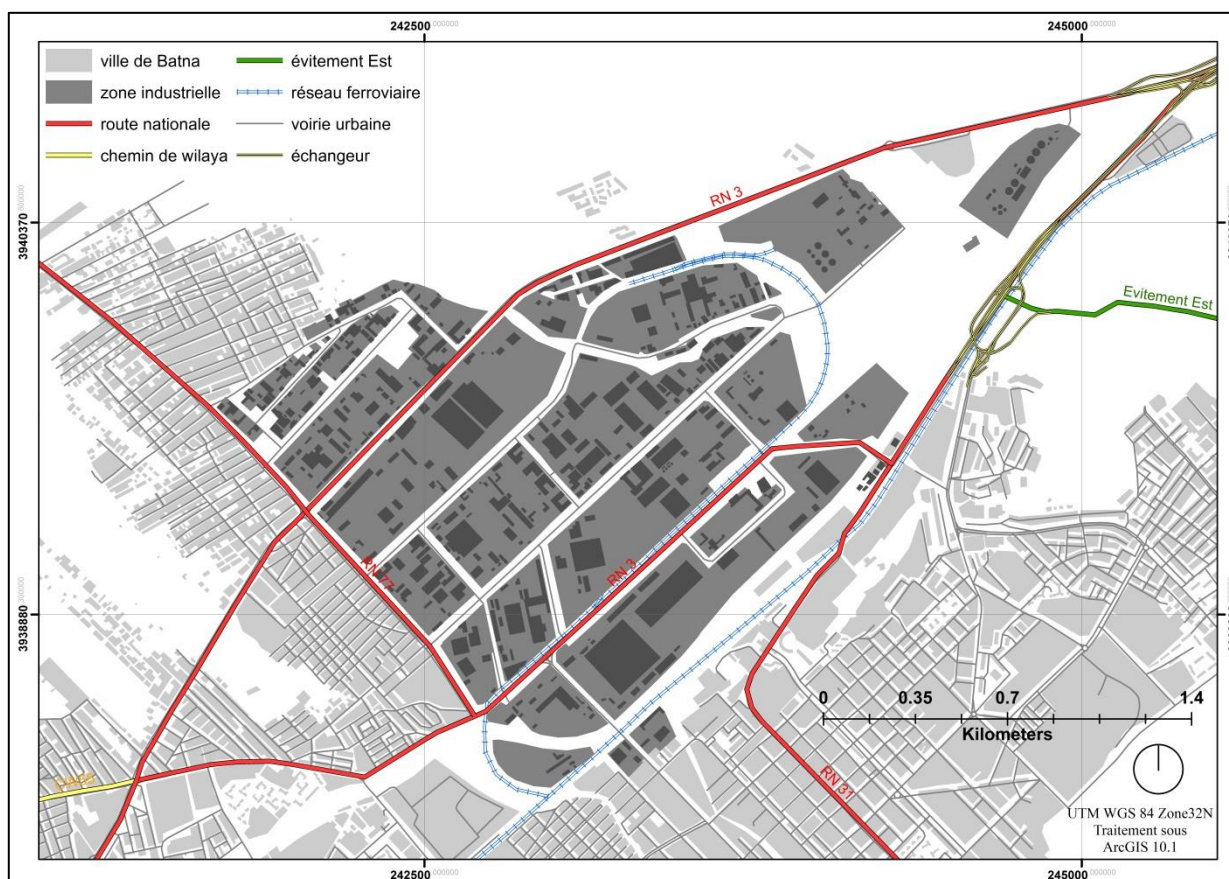


Figure 30. La zone industrielle étouffée entre l’habitat informel et les futurs programmes.

En résultat, le secteur industriel a l’addition avec d’autres facteurs à des répercussions directes sur la ville de Batna. Le taux de chômage marque une augmentation importante en 1998, soit un taux de 46.42% de la population. Ce taux est justifié par l’abondance du modèle économique basé sur le secteur industriel (industries locales) traduit par la fermeture de nombreuses unités de production, s’ajoute l’augmentation brusque et excessive des populations par les mouvements de déplacement à cause des enjeux sécuritaires de la décennie 90. Par contre, en 2008 le taux de chômage a diminué à 19.73%, ce taux est justifié d’une part, par le lancement de nombreux programmes de développement et la dynamique accompagnée (Benyahia, 2015) et d’autre part par l’introduction du secteur privé comme un facteur essentiel dans la chaîne de production locale.

#### 4-2-2 Le foncier Industriel

Dans la ville contemporaine, Il est bien reconnu que la dynamique territoriale est intimement liée avec la dynamique entrepreneuriale, la compétitivité du tissu économique est le moteur du développement de l’espace dans lequel il s’insère et, réciproquement, le territoire influe largement sur les performances des entreprises qui y sont installées. Il s’agit alors de



chercher à articuler au mieux ces deux dynamiques, quel que soit le niveau spatial considéré, pour pouvoir assurer le développement du territoire.

Aujourd'hui, cela ne se vérifie pas totalement pour la ville de Batna, si on compare son extension urbaine galopante et le déficit remarquable en assiettes industrielles (tableau 25), une situation qui a généré la spéculation tout en gênant toute tentative d'investissement qui passe obligatoirement par la disponibilité d'un foncier industriel.

Compte tenu de cette situation et en la persistance de ce déficit foncier, la ville de Batna ne tardera pas à perdre son statut et sa position de pôle attractif régional<sup>58</sup>.

Tableau 25. La consommation du foncier industriel entre 2010 et 2013

	Surface Année	totale (ha)	Cessible (ha)	disponible (ha)	lots attribués	Lots vacants	disponible (ha)
Batna	2010	96	68	00	36	35	01
Extension	2013	96	96	00	36	36	00
Batna zone Industrielle	2010	215	142	00	88	88	00
	2013	215	215	00	88	88	00
Batna zone d'activités	2010	36	32	00	111	111	00
	2013	36	32	00	111	111	00

Source : Monographie de Batna (2010) et ANDI (Agence Nationale du Développement et d'Investissement), 2013.

<sup>58</sup> Cette réalité est constatée également au niveau national où une enquête menée par l'office national des statistiques (ONS) en 2011 a conclu que l'accès au foncier présente des handicaps pour près de 28.6% des entreprises (dont 28.8% sont privées et 20% publiques). Parmi ces obstacles selon les enquêtés le coût élevé avec 25%, la disponibilité des terrains avec 16.6% et le lieu (éloignement, inadéquation avec l'activité, etc.) avec 16.7% ensuite les problèmes administratifs (cadastre, acte de propriété, etc.) avec 11.6% et enfin l'accès aux ressources énergétiques avec 10.9%.



## Conclusion

La ville de Batna fut fondée en 1844 sur un terrain marécageux de faible pente, le décret 1848 lui donna le nom de '*Nouvelle Lambèse*' avant qu'elle ne soit appelée Batna par un décret de juin 1949. Située dans un milieu composé de deux parties :

- (1) parties nord-est et nord-ouest représentant la zone montagneuse d'une topographie accidentée avec des pentes élevées ( $> 25^\circ$ ).
- (2) la zone à basse altitude représentant la plaine et le reste de la commune avec une domination d'une pente faible ( $< 8^\circ$ ).

Batna comme toutes les villes algériennes a connu au cours des deux dernières décennies un développement spectaculaire sur tous les plans (démographique, urbain, économique, etc.) en raison de sa forte polarité en tant que pôle urbain d'importance sur l'ensemble de la wilaya et d'échelle régionale. En effet, l'analyse socio-démographique effectuée dans ce chapitre a permis de synthétiser les éléments nécessaires à l'analyse du territoire en terme d'aménagement et d'urbanisme. L'étude de la population, de l'habitat et des entités économiques nous a permis de mettre en évidence les différentes variables socio-économiques qui influent directement sur le volume et l'attractivité de la ville à savoir l'accroissement de la population et par voie de conséquence, leur état de fait et ses besoins en habitat, équipements, emplois, etc.

Au sens du présent chapitre, la wilaya de Batna avec une superficie de 12.038,76 km<sup>2</sup> et une densité de 100 hab/km<sup>2</sup>, regroupe 61 communes. La population de cette wilaya était estimée à 1 209 500 en 2012. La plupart des établissements urbains se concentrent dans la ville de Batna chef-lieu de la wilaya. La proportion de la population habitant la commune de Batna atteint 25%. Plus de 99%, soit 314 395 des habitants de cette commune vivront dans l'agglomération chef-lieu (ACL). Entre 1998 et 2008, la population urbaine s'est accrue en moyenne de 1.9% par an dans la ville, tendance qui devrait être poursuivie jusqu'en 2012. Pendant les trois dernières décennies la ville à vue sa population presque quadrupler, malgré la perte d'une partie du territoire communal de 1977 au profit d'autres communes nouvellement créées, cet essor démographique enregistré est le résultat de l'accroissement naturel estimé à 2.15% en moyenne par an et l'exode rural important suite à la mise en place de structures sociales résumées en la création d'unités industrielles et récemment à l'état d'insécurité pendant la décennie 90.

L'apport démographique reste composé d'un solde migratoire positif faisant des communes périphériques de Batna qui sont autonomes administrativement, des quartiers périurbains dépendant des services et des équipements de la ville. Également, l'évolution et l'accroissement

démographique de la ville de Batna se sont concrétisés par un développement du parc de logement plus important, cette évolution influe directement et positivement sur les degrés de peuplement des logements (TOL) qui enregistre une baisse importante (6.7 en 1998 et 4.41 en 2008). Plus encore, pour veiller sur la mobilité des personnes et des marchandises ainsi que pour préserver son rôle de tête de région, la ville de Batna est dotée d'une large infrastructure de transport relativement satisfaisante :

- (1) transports routiers, Batna est dotée d'une infrastructure routière diversifiée et relativement satisfaisante avec un total de 66.5 km complètement revêtus.
- (2) transports ferroviaires, Batna est traversée par une ligne ferroviaire, le long de cette ligne se matérialise une seule gare (Batna ville).
- (3) transport aérien, Batna dispose d'un Aéroport international, la réalisation de l'aéroport a permis de dominer la région des hauts plateaux.

Dans le domaine économique, la wilaya de Batna a progressé entre 2008 et 2013 et elle occupe une place importante dans la région des hauts plateaux qui est composée de 14 wilayas. Elle compte 17 224 entités dans le commerce, 3 243 entités dans le domaine industriel et 9 646 entités sont concentrées dans les services. Par ailleurs, c'est la ville de Batna chef-lieu de la wilaya qui contient le plus grand nombre d'entités. La ville de Batna se classe en tête avec le nombre de 8 895 entités commerciales (soit 51.64%), 3 120 entités industrielles (96.20%) et 7 447 entités des services (77.20%). Compte tenu de la densité de la population au niveau de la ville et surtout compte tenu de la concentration des administrations, des équipements et des établissements à caractère varié, cette situation est évidente.

En résumé, le bilan chiffré montre bien que la ville de Batna est devenue un pôle d'attractivité<sup>59</sup> et une locomotive de la croissance économique de la wilaya dont la majorité des activités économiques sont concentrées dans les grands secteurs d'activités ; le commerce (45.50%), les services (38.08%) et l'industrie (16.41%). Cependant et pourtant le rôle non négligeable des données économiques dans la planification future du territoire, aucun rapport du PDAU et l'ensemble des POS associés fait l'accent suffisant sur la question économique de la ville de Batna, sauf dans quelques citations superficielles et générales qui nous paraissent insuffisantes pour étudier une ville de telle complexité.

---

<sup>59</sup> L'attractivité de la ville de Batna est un phénomène très ancien. En basant sur les écrits de l'ancien maire de la ville de Batna Jean PERES et Eugène DELESSERT en 1875, *'la ville de Batna constitue un milieu fertile d'une richesse fabuleuse avec le grand avantage d'être à deux pas de la France [...] dès lors, en peu d'années, Batna deviendra trop petit pour maintenir la masse de ses habitants, croyez-le!'*

## **CHAPITRE 4**

Les instruments d'aménagement, dysfonctionnements et limites

## Introduction

Comme plusieurs villes algériennes, Batna a bénéficié de nombreux programmes de développement (plan des Aurès, plans de développement, plan directeur d'urbanisme, plans quinquennaux, PDAU, POS, etc.) dont la finalité est de contrebalancer les dysfonctionnements régionaux observés. En effet, la ville s'est dotée d'une zone industrielle et quelques projets d'envergure dans le cadre du programme spécial des Aurès en 1968, puis d'un plan d'urbanisme directeur en 1974 et un autre en 1985. Après le désengagement total de l'état et l'adoption de l'économie libérale en 1990, Batna s'est dotée également d'un plan directeur d'aménagement et d'urbanisme PDAU en 1996. Si cet instrument mis en vigueur officiellement en juin 1998 a pour objectif principal de contenir l'urbanisation accélérée héritée et de concrétiser la vision prospective d'un développement harmonieux et durable, alors que sur le terrain la situation est complètement différente, surtout avec l'accélération dans la réalisation de l'habitat individuel à caractère illicite qui épuise de plus en plus les réserves foncières déjà rares. Contrer par des difficultés et un ralentissement étatique dans la réalisation des différents programmes de logements collectifs et d'équipements engagés. Prenant en considération l'effet crucial de ces programmes afin que la ville continue à exercer son effet attractif sur le territoire entourant et notamment sur les investisseurs, la ville par sa situation de blocage actuel continue à perdre son rôle régional et les recettes associées.

Dans le présent chapitre intitulé, dysfonctionnement dans les instruments et vers la nécessité d'une nouvelle approche, que nous divisons en trois sections :

(1) nous nous proposons en premier lieu de clarifier un certain nombre de concepts relatifs à l'analyse du contexte de la ville de Batna et aux instruments de la gestion territoriale notamment le PDAU et le POS et de ressortir l'impact de cette politique sur l'aménagement du territoire. Nous allons ensuite diagnostiquer l'état de la ville de Batna, en basant sur l'état actuel des plans d'occupation des sols approuvés.

(2) puis en second lieu, on s'intéresse de donner les limites de ces instruments en tant qu'outils institués par la loi 90-29 pour vocation de planifier le développement urbain et de garantir une meilleure cohérence dans le domaine de l'aménagement (urbanisme, habitat, économie, déplacements urbains, environnement, etc.).

(3) enfin, et à l'aide des limites constatées nous allons présenter le système d'information géographique (SIG) pour la ville de Batna comme une nouvelle perspective pour l'élaboration, la gestion et la planification territoriale et une véritable approche d'actualité qui s'intéresse au traitement et la communication de l'information géo-spatiale.

## **1- Les instruments d'aménagement entre les logiques administratives et les logiques des citoyens**

Nombreux les facteurs qui sont à l'origine des majeurs dysfonctionnements dans la ville de Batna. Et par leurs origines (endogènes ou exogènes) ils ont des effets et des répercussions non négligeables et qui dépassent souvent ses limites administratives. Par sa position par rapport à d'autres villes et wilayas des hautes plateaux-Est, Batna et à l'aide d'un réseau stratégique (routier, ferroviaire et aérien) d'une importance appréciable constitue un point de jointure et d'attractivité d'un vaste territoire régional. Créant par conséquent de fortes relations entre la ville et les centres urbains voisins (Constantine, Sétif, Biskra, etc.) et drainent un flux important de population des communes et wilayas voisines (Farhi, 1999), alors la ville et dans un laps de temps a connu un développement spectaculaire sur tous les plans (démographique, économique, urbain, etc.).

En effet, cette forte concentration de la population (26% de la population de la wilaya est concentrée sur 0.99% de la surface totale) et des équipements structurants au niveau de la ville d'après le rapport du PDAU n'a pas été sans effet. D'une part, sur l'organisation et l'équilibre de l'armature urbaine, et d'autre part sur l'extension spatiale de l'agglomération. Ce développement incohérent et non durable de la ville de Batna (1.66% entre 2005 et 2014) pose des problèmes plus complexes (ANAT, 1994), traduit par une urbanisation massive et anarchique, avec un développement de différentes formes d'habitat individuel, habitat non homogène, et plus récemment habitat non réglementé, dû à la non-maitrise du foncier (absence de permis de construire et de titre individuel de propriété). Ceci a accentué la précarité de la situation des habitants et a entraîné des contentieux juridiques qui ont provoqué de nombreux blocages (Bendjelid *et al.* 2004). En effet, cette forme d'habitat étant à l'heure actuelle la plus spectaculaire puisqu'elle affecte des vastes surfaces de la périphérie caractérisées souvent par des terrains à vocation agricole.

De ce fait et face à ce développement anarchique, des propositions et des orientations en matière d'extension ont été envisagées pour remédier et contrebalancer les tendances observées. Les instruments d'aménagement et d'urbanisme PDAU (plan directeur d'aménagement et d'urbanisme) et POS (plan d'occupation des sols), d'après la loi 90-29, sont institués pour produire et gérer un cadre bâti urbain et architectural de qualité. Afin de contenir cette situation caractérisée par un rythme rapide et vers des zones insoupçonnées, la ville de Batna s'est dotée d'un PDAU en 1994 pour l'ensemble des communes (Batna, Tazoult, Fesdis, Ayoun el Assafir et Chaaba). D'après Benyahia, (2015) et Nedjai, (2012) ce PDAU qui vient réduire la pression sur l'agglomération chef-lieu, il a été rapidement annulé par une décision politique dont la finalité est de tenter

d'orienter la croissance urbaine vers la future nouvelle ville d'Imedghassen<sup>61</sup> qui en principe n'a jamais vu le jour. En revanche, en 1996 la commune de Batna a bénéficié d'un nouveau PDAU dont l'étude était élaborée par l'agence nationale d'aménagement du territoire (ANAT Biskra). En résumé, ce PDAU selon Benyahia, (2015) fixe les grands axes d'aménagement concernant:

- (1) les grands projets urbains à savoir les opérations urbanistiques, les espaces verts, les équipements de loisirs, etc.
- (2) l'environnement, le paysage et l'embellissement.
- (3) la voirie urbaine.
- (4) la politique d'environnement et le contrôle des nuisances.
- (5) les projets contribuant au rayonnement économique.

Dans le cadre de cette étude approuvée en 1998, l'espace urbain de la commune de Batna est divisé en 4 secteurs : secteur non urbanisable, secteur urbanisé, secteur à urbaniser et le secteur d'urbanisation future, dont les deux derniers trouvent leurs références au moyen des plans d'occupations des sols. Le PDAU a proposé donc 11 POS (il s'agit d'une étude de 13 POS dont deux sont abandonnés pour des enjeux sécuritaires) occupant une surface totale de 1 484 ha. Ce choix d'après le rapport d'orientation est justifié par le caractère urgent de l'opération et le souci de contenir l'urbanisation anarchique que connaît l'agglomération, notamment dans la décennie 90 et le flux migratoire exceptionnel accompagné.

Par la loi 90-29, le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme propose une stratégie future d'occupation du sol qui doit permettre à l'agglomération de :

- (1) contenir la prolifération de l'urbanisation anarchique à la périphérie du secteur urbanisé qui se développe souvent au détriment des terrains agricoles plus fertiles.
- (2) exploitation de toutes les possibilités foncières offertes à l'intérieur du secteur urbanisé dans le cadre de la reconquête du tissu urbain par des opérations de reconstruction, de rénovation, etc.
- (3) répondre aux besoins de l'agglomération en habitat et équipements dans la limite des possibilités foncières dont dispose l'agglomération.

---

<sup>61</sup> Selon Arama, (2007) la nouvelle ville d'Imedghassen constitue l'un des projets régionaux venant pour améliorer les cadres urbains de la région programme des hautes plateaux-Est. Elle est considérée comme une réponse éminente à la saturation du tissu urbain mais également une solution pour le redéploiement démographique des régions nord vers les hauts plateaux.

À cet égard, le plan directeur divise l'espace d'extension de la ville en plusieurs plans d'occupation des sols à court, moyen et long terme. Ainsi celui-ci a défini quatre types d'interventions essentielles (figures 31 et 32),<sup>62</sup> il s'agit d'opérations d'aménagement des nouvelles zones d'extension, de restructuration, de restructuration et aménagement et enfin de restructuration et rénovation, ce qui montre par cette diversité la volonté des autorités locales pour résoudre la situation de déséquilibre (social et urbain) entre le centre-ville et les zones périphériques.

L'évaluation à travers la vérification des taux d'application et de la mise en œuvre des programmes sur le terrain, nous a permis d'effectuer une étude analytique (tableaux 26 à 35) pour chaque plan d'occupation des sols. Les résultats de comparaison obtenus nous confirment dans une grande partie que malgré les orientations ambitieuses, l'application de ces instruments sur le terrain reste souvent confrontée à des enjeux réduisant leur importance à sa plus simple expression. Ce chevauchement entre ce qui est proposé et la réalité perçue suscite des questionnements, à propos de l'efficacité et la force juridique de ces instruments.

Plus encore, et suite aux changements importants constatés sur le terrain et dans le cadre d'entraîner les solutions les plus adéquates de cette situation conflictuelle, l'état et par voie de conséquence s'est imposé pour assigner des nouveaux fonds spéciaux (ou aussi complémentaires) pour financer les nouveaux programmes de viabilisation relatif aux réseaux urbains, la voirie, etc. en résultat de quoi une ville chantier et politiques d'aménagement de type gré à gré font le paysage quotidien de la ville de Batna.

Tableau 26. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 1\_2014

POS	Type d'habitat	Surface projetée	Surface réalisée	Présentation graphique	
POS 1	Habitat individuel	36.71	99.51		
	Habitat collectif	43.80	1.28		
	Habitat semi collectif	4.86	0		
	équipements	30.27	9.06		

<sup>62</sup> Voir aussi l'annexe 4.



Tableau 27. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 2\_2014

POS	Type d'habitat	Surface projetée	Surface réalisée	Présentation graphique					
POS 2	Habitat individuel	73.8	25.63		■ projetée ■ réalisée	HABITAT INDIVIDUEL	HABITAT COLLECTIF	HABITAT SEMI COLLECTIF	ÉQUIPEMENTS
	Habitat collectif	7.15	0						
	Habitat semi collectif	0	0						
	équipements	22.97	3.66						

Tableau 28. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 3\_2014

POS	Type d'habitat	Surface projetée	Surface réalisée	Présentation graphique					
POS 3	Habitat individuel	19.33	0.06		■ projetée ■ réalisée	HABITAT INDIVIDUEL	HABITAT COLLECTIF	HABITAT SEMI COLLECTIF	ÉQUIPEMENTS
	Habitat collectif	0	0						
	Habitat semi collectif	0	0						
	équipements	15.4	10.86						

Tableau 29. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 4\_2014

POS	Type d'habitat	Surface projetée	Surface réalisée	Présentation graphique					
POS 4	Habitat individuel	82.6	69.55		■ projetée ■ réalisée	HABITAT INDIVIDUEL	HABITAT COLLECTIF	HABITAT SEMI COLLECTIF	ÉQUIPEMENTS
	Habitat collectif	22.37	0.85						
	Habitat semi collectif	7.87	0						
	équipements	18.91	8.65						

Tableau 30. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 5\_2014

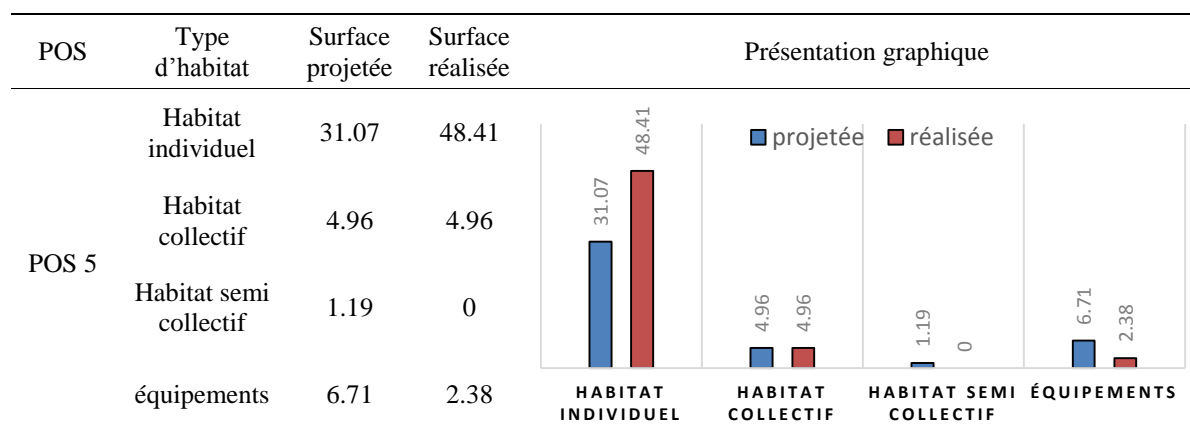


Tableau 31. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 6\_2014

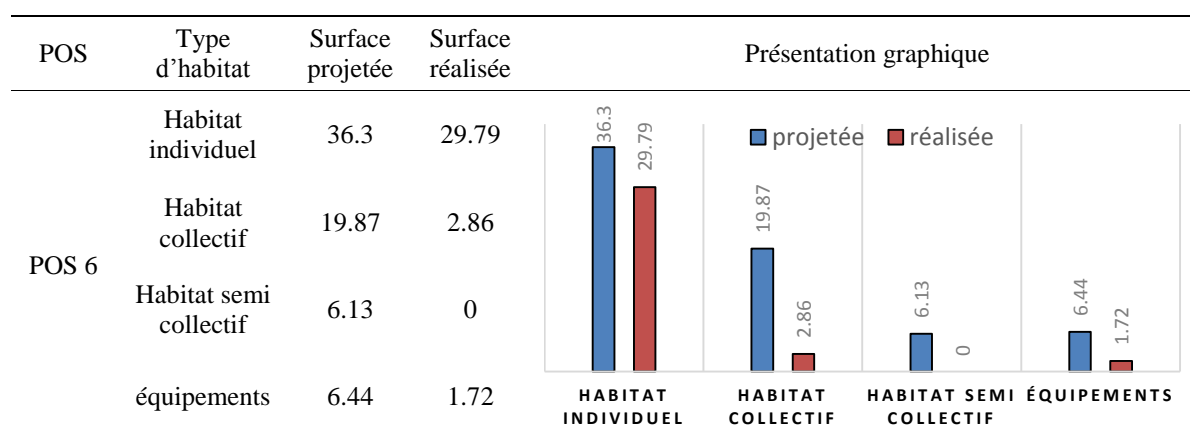


Tableau 32. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 10\_2014

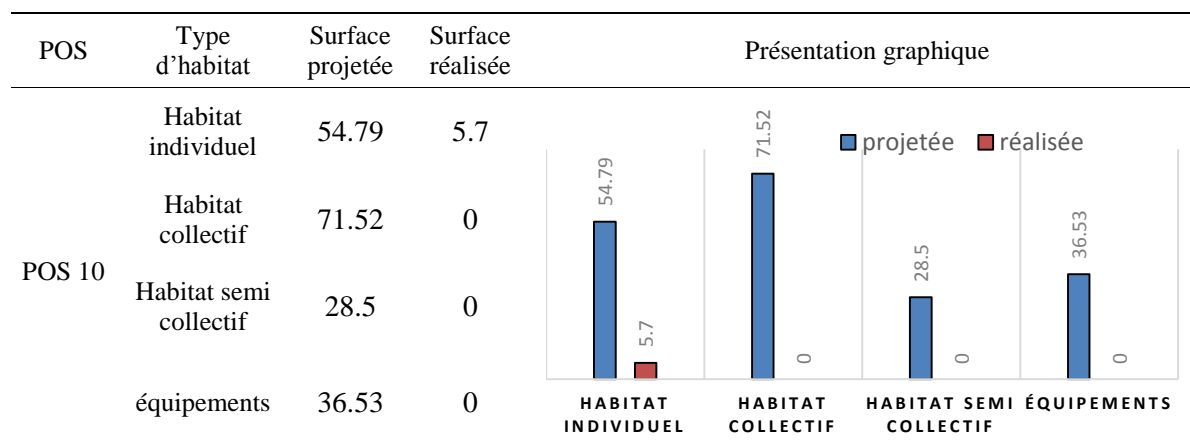


Tableau 33. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS UB10\_2014

POS	Type d'habitat	Surface projetée	Surface réalisée	Présentation graphique			
POS UB10	Habitat individuel	7.89	0				
	Habitat collectif	3.14	0				
	Habitat semi collectif	2.48	0				
	équipements	6.09	0				

Tableau 34. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS UA11\_2014

POS	Type d'habitat	Surface projetée	Surface réalisée	Présentation graphique			
POS UA11	Habitat individuel	15.75	8.86				
	Habitat collectif	0	0				
	Habitat semi collectif	1.084	0				
	équipements	1.09	0.72				

Tableau 35. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS UC2\_2014

POS	Type d'habitat	Surface projetée	Surface réalisée	Présentation graphique			
POS UC2	Habitat individuel	0	7.04				
	Habitat collectif	6.88	0				
	Habitat semi collectif	0	0				
	équipements	2.95	0				





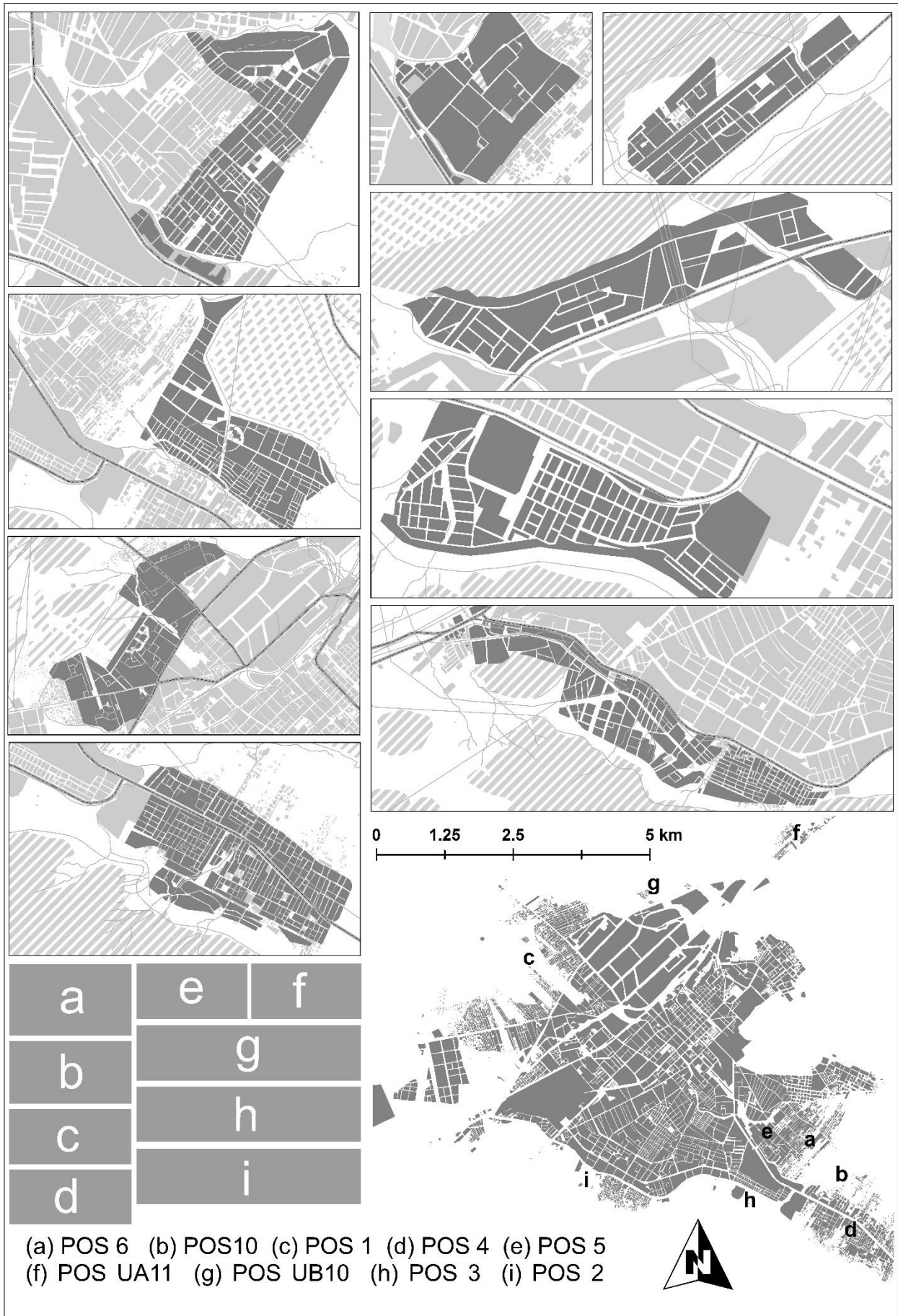


Figure 32. Extrait de quelques plans d'occupation des sols de la ville de Batna (PDAU 1998).

L'approbation en juin 1998 du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme est suivie régulièrement par un processus d'élaboration des différents plans d'occupation des sols par l'APC. Ils sont opposables au tiers et toute procédure de construction doit s'y référer pour aboutir à des conséquences considérables sur la valorisation du sol.

La croissance urbaine ou l'urbanisation sous ces instruments de planification territoriale est souvent le synonyme d'amélioration du cadre physique de vie des populations (construction d'équipements, d'infrastructures, viabilisation des espaces verts, services urbains de base, etc.) mais paradoxalement dans la ville de Batna, ce processus d'urbanisation estimé à 1.66% entre 2005 et 2014 est générateur d'énormes déficits d'ordre social et une forte demande pratiquement insatisfaite par rapport aux ressources disponibles pour garantir le développement.

L'analyse critique d'après les tableaux ci-dessous nous permet de faire ressortir des résultats importants à propos le niveau de concrétisation des programmes sur le terrain et de respect de la réglementation. Il est bien évident que malgré l'approbation tardive des différents plans d'occupation des sols,<sup>63</sup> la concrétisation n'était que partielle et loin de répondre aux normes et aux besoins. En effet, au niveau de la surface réalisée, on observe aisément des incompatibilités et des changements de vocation des terrains (figures 34, 35, 36 et 37) où la composante urbaine la plus dominante est celle de l'habitat individuel caractérisé par son caractère illicite. Spatialement, cette entité constitue de vastes quartiers illégaux tels Kechida (83.06 ha), route de Hamla (65.42 ha), Bouakal (113.94 ha), Parc à Fourrage (176.93 ha) et route de Tazoult (110 ha), dont les conditions sanitaires, environnementales et urbanistiques sont souvent dégradées et loin aux normes reconnues.

---

<sup>63</sup> Il s'agit le 6/9/2002 pour le POS1, 7/9/2001 pour le POS2, le 9/6/2002 pour le POS3, le 14/1/2003 pour le POS4, 8/4/2003 pour le POS5, le 6/9/2002 pour le POS6, le 16/12/2006 pour le POS8, 1/5/2008 pour le POS10, le 1/8/2005 pour le POSUB10, le 1/8/2005 pour le POSUA11 et le 25/12/2004 pour le POSUC2.

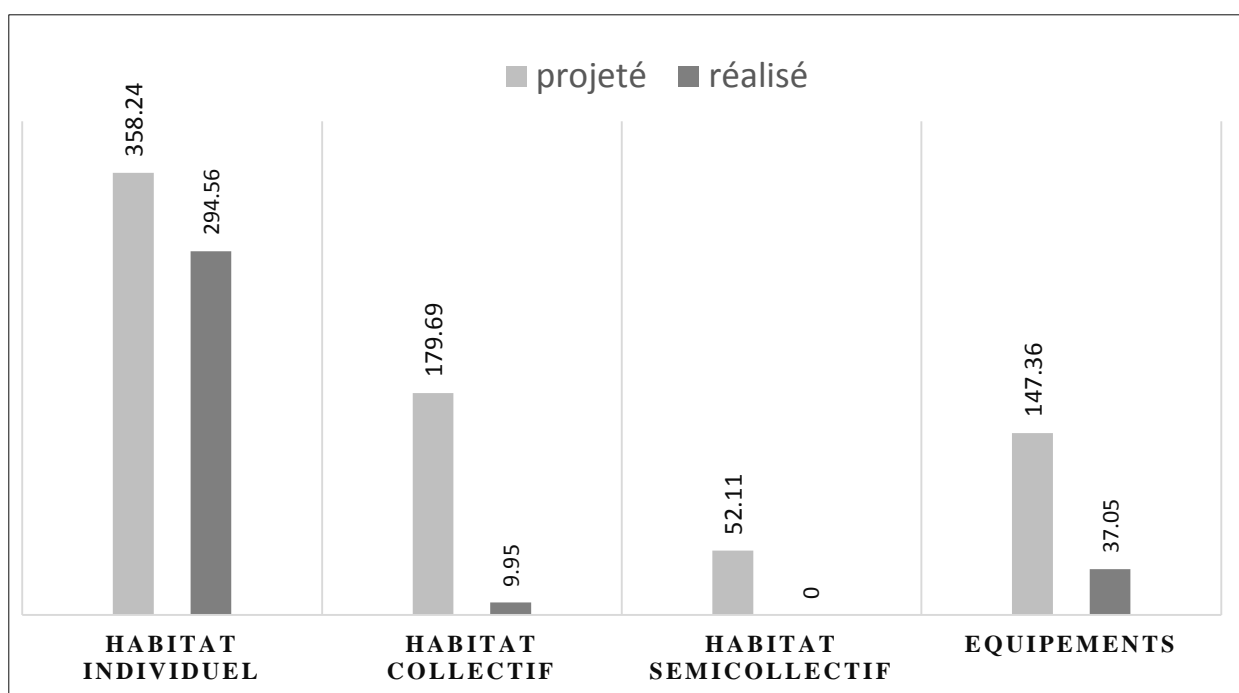


Figure 33. Analyse comparative de la réalisation des plans d'occupation des sols dans la ville de Batna

Statistiquement, si l'on compare pour les dernières années, le rythme de production urbaine, dite réglementaire, à savoir l'habitat collectif, semi-collectif, individuel et équipements, on constate que le fait marquant est que, de façon globale, le secteur réglementaire couvre à peine 20% (soit une surface totale de 151.91 ha) des besoins. Il s'agit de 5.53% (9.95 ha) pour l'habitat collectif, 25.14% (37.05 ha) pour les équipements, 29% (soit 104.91ha) pour l'habitat individuel et 0% (soit 0 ha) pour l'habitat semi-collectif. En revanche, les constructions produites par le secteur informel montrent des écarts significatifs avec 52.93% (189.65ha) de la totalité proposée (figure 33). Cette nette discordance s'explique par la dominance de la logique des populations sur celle administrative, dont les problèmes de forte croissance incontrôlée de l'habitat individuel aux dépens des équipements de base demeurent une question de fond.

Cette analyse montre clairement que la ville de Batna, malgré l'arsenal des instruments de planification et l'enveloppe financière consacrée (30 milliards de dinars pour l'habitat et 12 milliards de dinars pour les programmes d'accompagnement à titre du programme quinquennal 2010-2014)<sup>64</sup> est loin d'atteindre l'objectif d'une ville inclusive (Fayman, 2001) capable de satisfaire les besoins en logements à ces habitants,<sup>65</sup> d'assurer une qualité égale des services à la

<sup>64</sup> [http://www.eldjazaircom.dz/index.php?id\\_rubrique=253&id\\_article=2716](http://www.eldjazaircom.dz/index.php?id_rubrique=253&id_article=2716) [Consulter le 2 avril 2016].

<sup>65</sup> Ceci réside essentiellement dans les taux très faibles de financement des logements en Algérie. D'après Renaud Bertrand, 2002 (consultant de la banque mondiale) dans une intervention au séminaire de la politique de l'habitat en Algérie, le financement de l'Algérie dans le secteur du logement (1.5%) est jugé trop faible par rapport l'USA (53%), UE (35%), Malaysia (21%), Thaïlande (16%), Chili (12%), Maroc (7%), Tunisie (6%), Brésil (4.5%), Iran (2.9%) et Bangladesh (2.2%). Ce qui limite par voie de conséquence l'offre de logement suffisant et diversifié.



population, et de faire face au défi de l'équipement de base des quartiers périphériques pauvres (Beresowska, 2011). Ce déséquilibre chronique dans le parc logement et les équipements de base ou de proximité associés semble trouver son explication dans la méconnaissance des données socio-économiques et leur articulation spatio-temporelle. En effet, il est difficile d'en maîtriser l'ampleur et les tendances. C'est pour répondre à ce souci que nous avons opté pour la mise en place d'un système d'information géographique de la ville de Batna. Un SIG modélisé d'une façon à permettre de dépasser les simples intégrations des différents plans d'affectation dans la base de données, mais aussi démontrer qu'il est envisageable de manipuler ces données par des analyses spatiales véritablement compliquées dans un objectif de gestion et de planification territoriale.

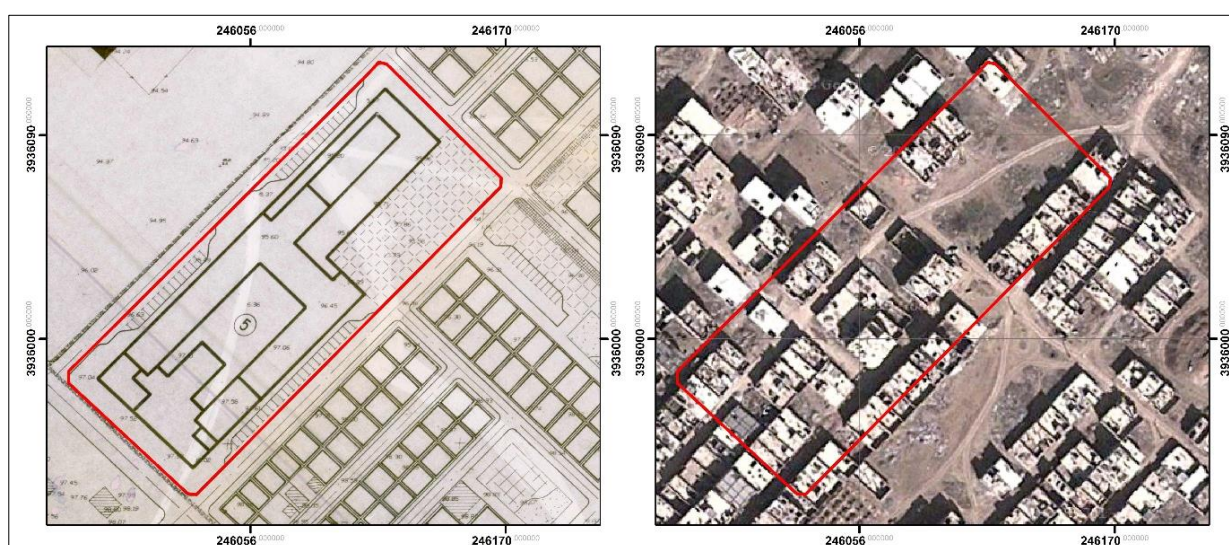


Figure 34. Extrait d'un changement de vocation, il s'agit d'un habitat individuel informel au lieu d'un équipement (CEM), exemple de POS 6 phase 1 (Parc à fourrage).

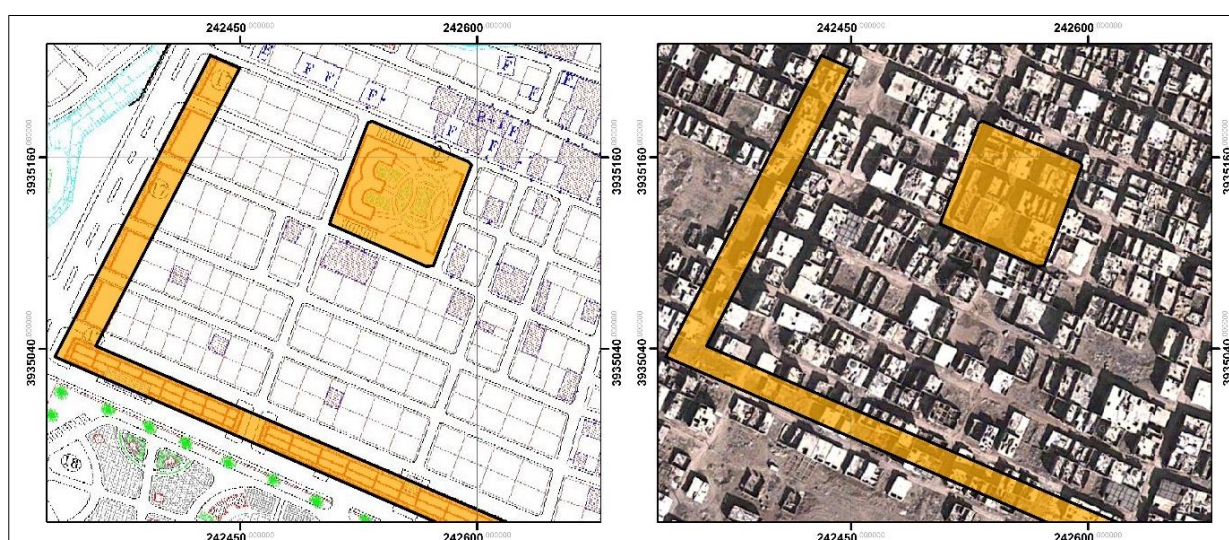


Figure 35. Le POS dans sa variante approuvée propose un jardin d'enfants (au centre) et des locaux commerciaux, alors que sur le terrain c'est l'habitat individuel illégitime qui s'impose, exemple de POS 1 (Tamchit).



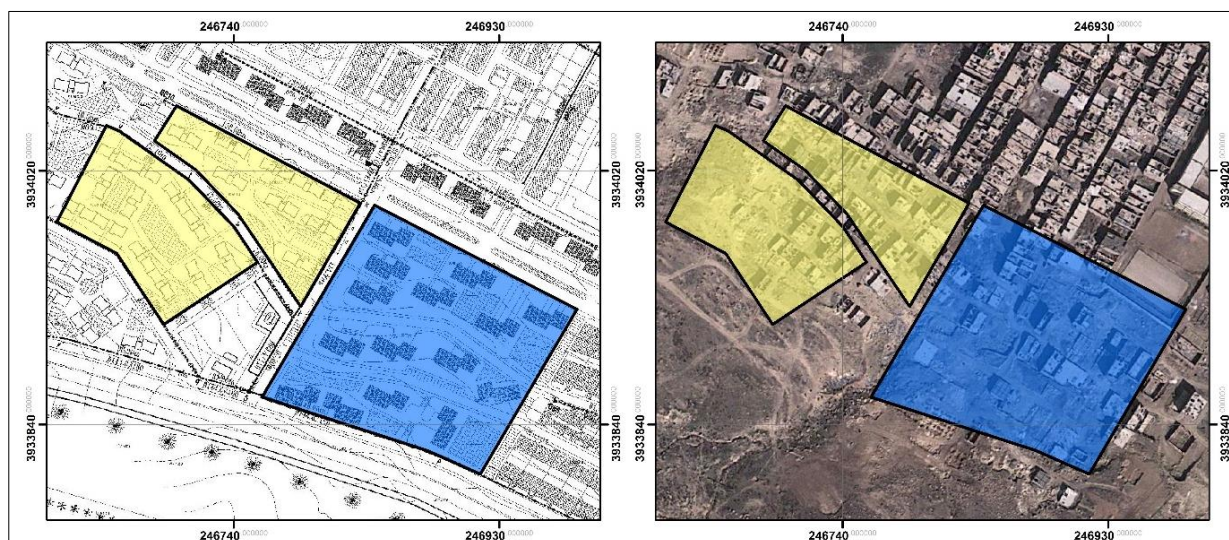


Figure 36. La figure montre clairement l'incapacité des autorités locales à concrétiser les programmes d'habitat collectif (à gauche) et semi collectif (à droite) sur le terrain, alors que la logique des habitants traduit par l'habitat individuel illégal qui s'impose. Extrait du POS 4 phase 1 (Route de Tazoult).

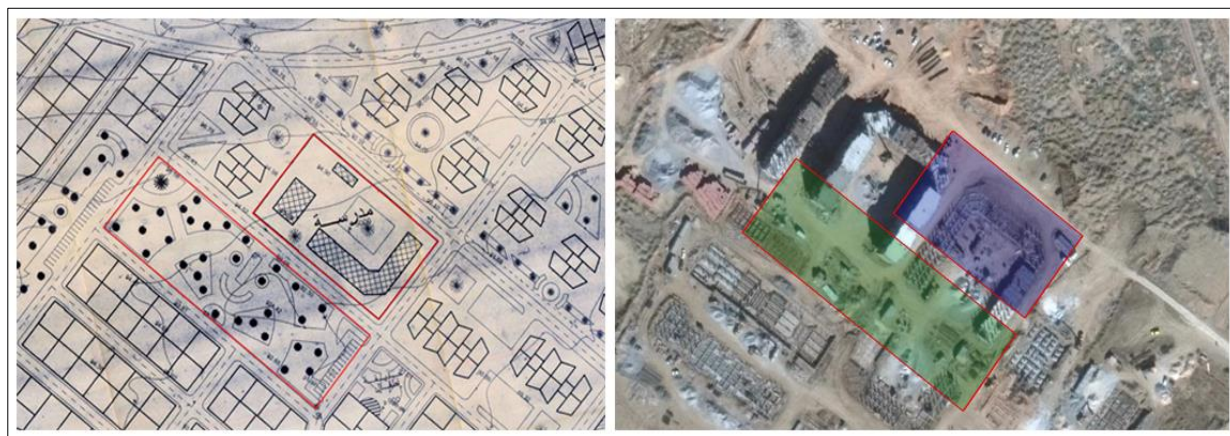


Figure 37. Le problème d'incompatibilités, le souci de logement oblige les autorités locales d'abandonner les équipements d'accompagnement (l'école fondamentale en bleu et le jardin public en vert) au profit de l'habitat collectif, extrait du POS UB10 (El manchar).

En revanche, en dépit que les projets inscrits dans le plan directeur ne soient pas totalement concrétisés sur le terrain à cause des problèmes liés essentiellement à la nature privée des terrains, la spéculation foncière ainsi que la dominance de la logique des habitants traduit par une consommation énorme de la périphérie dans le secteur de l'habitat individuel parfois anarchique et illicite. Nous pouvons remarquer (avec beaucoup de difficulté) que la ville de Batna a réussie d'une façon au d'autre à concrétiser quelques programmes d'utilité publique prévus dans les orientations du PDAU 1998. Il s'agit plus particulièrement des programmes enregistrés dans le secteur d'éducation et de la santé.

Les figures ci-dessous (figure 38 et 39) présentent quelques échantillons d'après les plans d'occupation des sols (POS) disponibles.



Néanmoins beaucoup de défaillance dans les instruments stratégiques sont relevées à l'échelle du PDAU et l'ensemble des POS pour des raisons que nous avons évoqué plus haut.

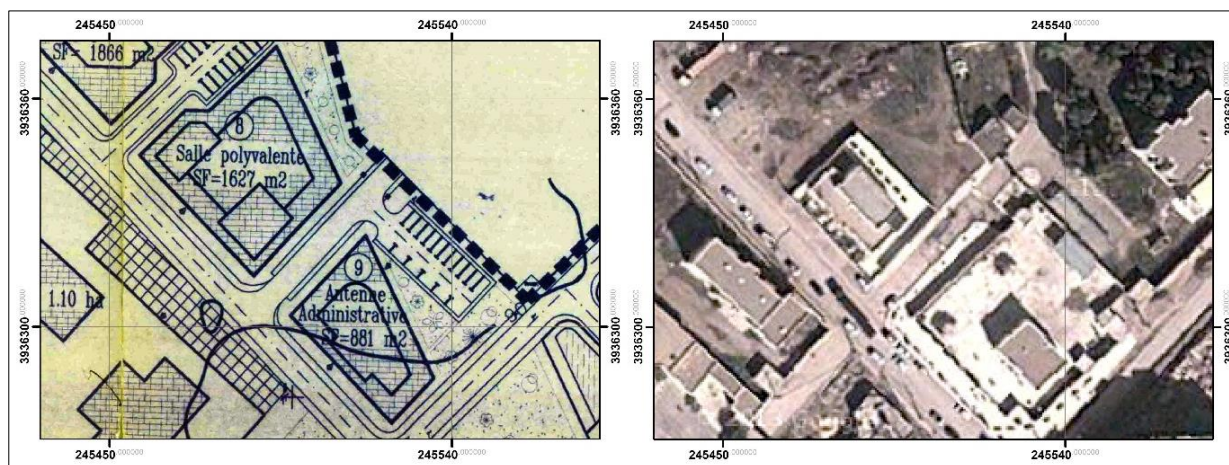


Figure 38. Une antenne administrative et une salle polyvalente ont été réalisées, extrait du POS 5 de Parc à fourrage

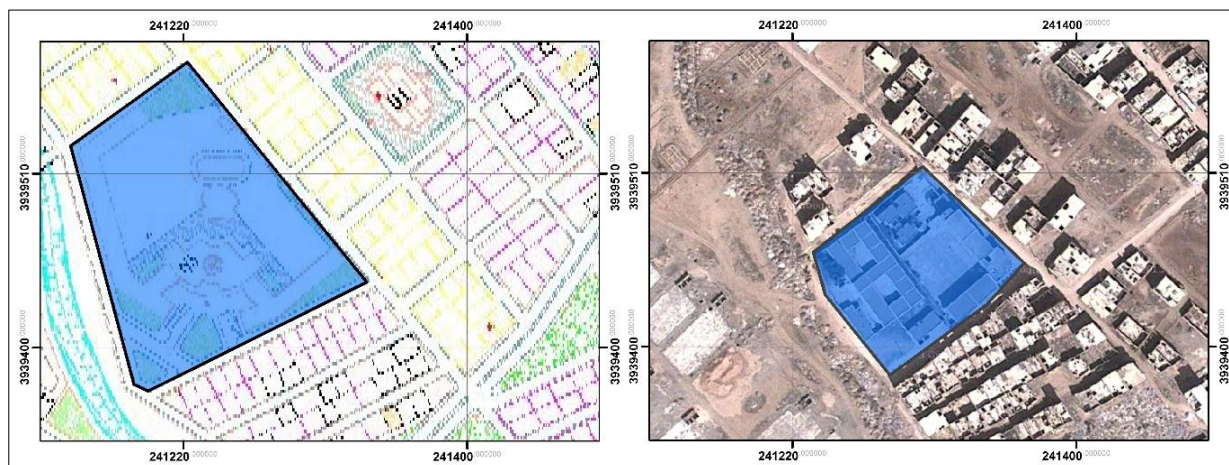


Figure 39. Un lycée concrétisé effectivement sur le terrain pourtant quelques infimes décalages en termes de superficies et de position, extrait de POS 1 de Kechida.

Il est reconnu que la procédure d'élaboration d'un tel plan directeur, consiste à décomposer le territoire communal en secteurs urbanisés, à urbaniser et en secteurs d'urbanisation future, on retrouvait également les limites du périmètre non urbanisable constitué souvent des zones de servitudes et plus particulièrement les terrains à haute qualité agricole à préserver ; ce qui est en contradiction avec les objectifs et les orientations des autorités (Baouni, 2009). On releva que la majorité des terres non urbanisables se trouvaient à l'intérieur du périmètre du PDAU. Ce qui rendait par la suite difficile la préservation de ces zones face à une administration qui n'hésite jamais à modifier sa vocation au profit des programmes résidentiels et urbains, comme nous avons déjà vu dans le cas de Hamla et d'autres cas illustrés notamment dans les figures 40, 41, 42 et 43. Et pour justifier ce point de vue, il suffit de monter une comparaison simple entre les orientations du PDAU 1998 et sa révision en 2005 (figure 44), alors que des vastes terrains

agricoles non urbanisables estimés à plus de 500 ha<sup>66</sup> sont programmés par le bureau d'étude URBA en coopération avec les autorités compétentes comme des futurs plans d'occupation des sols pour accueillir les futurs programmes d'habitats et d'équipements d'accompagnement.

En revanche, et malgré les conditions sévères et les dispositions institutionnelles pour l'accès au foncier industriel à travers la loi des finances de 2016 (PLF 2016) et l'interdiction de détournement des terrains agricoles en zones d'activité ou de zones industrielles, l'offre foncière insuffisante et la demande lourde des opérateurs économiques au foncier ont contribué à justifier toutes les entorses à la loi d'aménagement. À cet effet, des dizaines d'hectares (63.15 hectares en 2016) ont été transformés en unités de production.



Figure 40. Participation de l'état dans le changement de vocation des terrains agricoles au profit de l'habitat collectif.



Figure 41. Même les fermes agricoles ne sont pas exclues de cette transformation.

<sup>66</sup> Calculée d'après la phase 2 du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme du groupement de communes Batna, Fesdis, Oued Chaaba, Tazoult, Ayoun Assafir, Djerma et Seriana révisé en 2005 (URBatna, 10-2009, N°3).





Figure 42. Abondance des terrains agricoles (rendre comme décharges en plein air) comme une stratégie de justification avant le changement de vocation.



Figure 43. La production industrielle privée selon l'état est mieux que celle agricole.

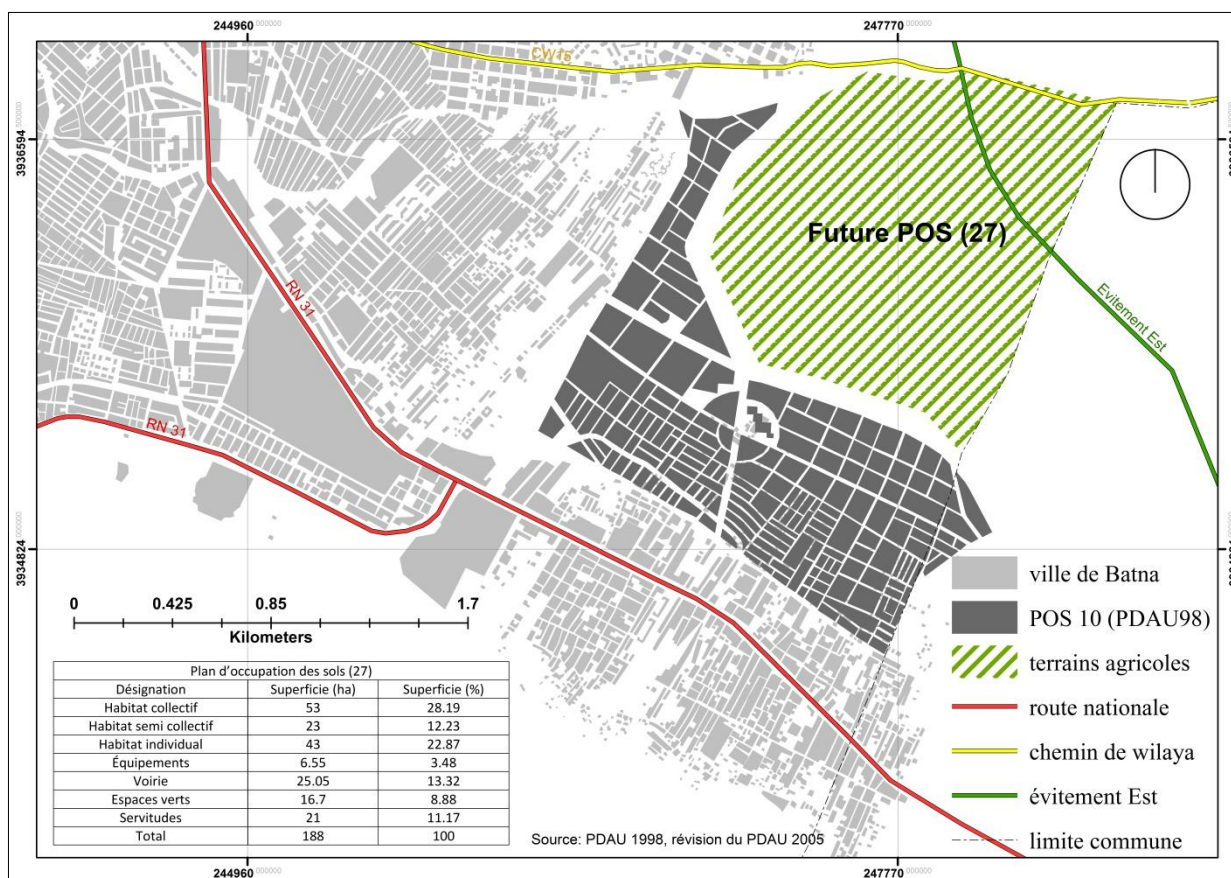


Figure 44. Changement de la vocation d'un terrain agricole avec son rendement à un terrain bâti avec son rendement complètement différent.

De ce fait, on peut conclure que le PDAU et le POS sont deux instruments institués pour combler un vide juridique sur l'action territoriale, parce qu'ils constituent un moyen de maîtrise du développement urbain. Par ailleurs, les différentes études élaborées et les témoignages cités ci-dessus ont montré que leur apport est soumis à des contraintes entamant leur efficacité. Par conséquent, ces instruments deviennent des méthodes de gestion hasardeuses où la majorité des villes algériennes présentent tous les indices d'une dynamique spontanée non maîtrisable. Avec ce résultat d'un développement urbain mal gérable et à des tendances importantes, les pouvoirs publics ne sont plus capables de produire un cadre bâti urbain et architectural de qualité, de gérer les problèmes liés aux réseaux urbains, d'assurer ni un transport de qualité, ni une accessibilité flexible ou de garantir un cadre de vie agréable.

## **2- Les SIG comme une réponse pour gérer le territoire**

### **2-1 Les instruments classiques vers quel avenir**

Avec l'avènement de la loi relative à l'aménagement et l'urbanisme portant le PDAU et le POS et la limitation du rôle de l'état central, rôle devenant uniquement régulateur et complémentaire pour les autres acteurs de l'urbanisation. Les bureaux d'études comme les acteurs et représentants des administrations centrales concernées, sont tous d'accord que les instruments d'urbanisme éprouvent des grandes difficultés pour la mise en œuvre effective sur le terrain pour des raisons déjà évoqués.

Autre, le facteur temps comme nous avons déjà vu dans les études urbaines est classé important et décisif dans toute politique urbaine, la non-réalisation des documents d'urbanisme dans les délais proposés influe négativement sur le contenu et la valeur urbanistique de l'instrument. À titre d'exemple, on se trouve souvent avec un document d'urbanisme approuvé, mais sur le terrain est obsolète, car toutes les études effectuées pour définir ses options d'aménagement sont devenues désuètes (les situations étudiées changent et imposent des nouveaux enjeux) à cause du temps important consacré entre leur établissement et l'apparition finale du document.

Par contre, l'accélération de l'urbanisation durant la longue période d'élaboration et d'approbation de ces instruments a contribué directement de faire de cette étude un document inopérant, alors, et en final un document dépassé et en déphasage avec la réalité du terrain a été généré. Spatialement, ce cas est observé fréquemment dans notre zone d'étude où les onze (11) plans d'occupation des sols approuvés par l'assemblée populaire et communal (APC) sont devenus, au regard des pouvoirs publics, trop théoriques ne coïncident jamais avec ce qui existe concrètement dans le terrain, c'est un dossier caduc nécessitant une actualisation. Dans ce sens,

et avant l'expiration des délais réglementaires par 3 ans, la commune de Batna, et dans le but de rattraper ces lacunes, a lancé une opération de révision du PDAU en 2005<sup>67</sup> pour le groupement de communes (Batna, Fesdis, Tazoult, Seriana, Djerma, Ayoun Ellassafir et Oued Chaaba). Dont la finalité selon les responsables est de permettre de mobiliser les surfaces urbanisables supplémentaires et de maîtriser à nouveau l'urbanisation des terrains nus (notamment POS 2, 3 et 6). Cette étape en effet, suscite plusieurs questionnements à propos la réaction de la commune avec ces nouveaux plans, puisque les conditions fixées à cette finalité (contenir l'anarchie urbaine bien installée depuis les années 90) pour les onze plans d'occupation déjà mentionnés ne sont jamais réalisées et cette anarchie est présente partout ?

En parallèle, si la conception des instruments d'urbanisme est une étape inévitable et déterminante dans le processus de planification urbaine, sa mise en œuvre est en une autre plus importante (Abou Warda et Hadjiedj, 2003). Le processus d'urbanisation et sa dynamique dans la ville de Batna ont montré leurs limites eu égard aux possibilités qu'offrent les instruments classiques, plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et plans d'occupation des sols, et posent sans cesse des contraintes aux gestionnaires des collectivités locales ainsi qu'aux citoyens. Ces contraintes apparaissent en termes de maîtrise de la croissance incohérente de la ville, mais notamment, des difficultés à partager et à accéder simultanément aux données. Ceci génère une perte de temps due à des traitements manuels, un problème d'archivage et de mise à l'échelle. Cette situation justifie et impose la nécessité d'utilisation des moyens modernes de gestion territoriale tels que les systèmes d'information géographique et les bases de données géographiques qui permettent de faciliter le travail traditionnel. Cette deuxième partie de travail traite la géomatique et les systèmes d'information géographique comme une nouvelle approche et discipline pour la gestion urbaine.

Le système d'information géographique (SIG) est un domaine de la technologie de l'information de plus en plus utilisé dans le processus décisionnel public, notamment en matière de planification et de gestion de l'espace urbain. En effet, il constitue un tournant inévitable pour la confection des instruments d'urbanisme. Boumedjane, (2011) note à ce propos que le recours aux techniques géomatiques est indispensable si l'on veut parvenir à une planification rigoureuse du développement urbain.

---

<sup>67</sup> Il s'agit de l'URBA (Bureau d'études et de réalisations en urbanisme) de Batna, qui a bénéficié de prendre en charge l'étude de la révision du PDAU, alors que la philosophie de ce bureau se base toujours sur les méthodes classiques d'élaboration et son personnel n'est pas préparés ou formés pour introduire la géomatique comme une approche impérative pour ce type d'études. Par conséquent on prévoit que le même scénario du PDAU 1998 va se répéter ! Cette problématique a été déjà remarquée, en effet une lenteur incroyable dans l'étude (depuis 2005 jusqu'à 2012) suite par une autre au niveau du ministère et le PDAU jusqu'au ce jour (2017) n'est pas approuvé.



## 2-2 Les SIG, des outils pour la gestion de l'espace urbain

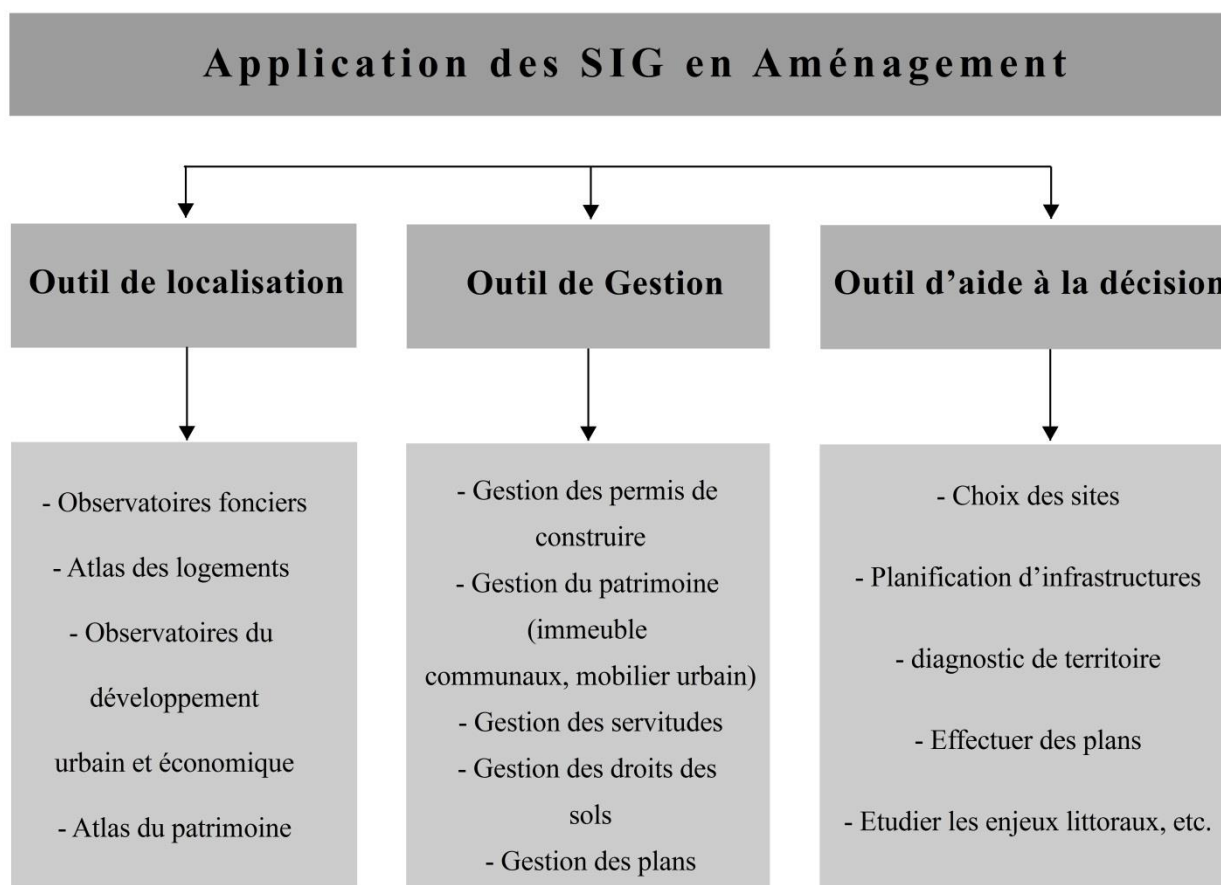
La ville de Batna à l'instar de plusieurs villes algériennes a commencé en 1990 une nouvelle tendance de modernisation urbaine à travers deux instruments d'aménagement innovants, mais en quelques années après, cette méthode classique a entraîné un désordre dans l'espace urbain, puis il a été rapidement écarté de la gestion urbaine. Dans ce nouveau contexte marqué par la dominance du statut informel, les autorités locales sont interpellées pour mieux gérer leurs espaces afin d'éviter certaines difficultés urbaines (étalement urbain, congestion routière, etc.). Par ailleurs, la maîtrise de l'espace urbain nécessite un contrôle de l'étalement urbain et les modes d'occupation de l'espace. Ceci en effet, se gère à travers les outils de planification territoriale qui fixent les orientations globales dans le domaine de l'urbanisme, mais surtout par le développement des nouvelles approches de l'analyse des données géo-spatiales à savoir les systèmes d'information géographiques et les techniques de la géomatique.

Par définition, Les SIG avant tout sont des systèmes d'information, c'est-à-dire un ensemble organisé de ressources permettant d'acquérir, de stocker, de structurer et de communiquer des informations (Ohri et Poonal, 2012). Et par ses multitudes possibilités d'analyse et de simulation urbaine ils permettent de modéliser l'espace géographique à l'aide des représentations numériques, ce qui a généré selon Lakhoua, (2007) une plus grande vitesse dans l'édition des cartes, l'analyse géographique, la compréhension et la résolution des problèmes territoriaux. En parallèle, les SIG permettent de nos jours de mieux appréhender les problèmes urbains complexes (Padonou *et al.* 1995). Également, et par le biais des plateformes logicielles pertinentes, ils permettent d'établir la carte de l'occupation des sols sur laquelle on peut apparaître toutes les entités géographiques comme la composition urbaine, les servitudes, les équipements, les réseaux d'articulation, l'espace physique, etc.

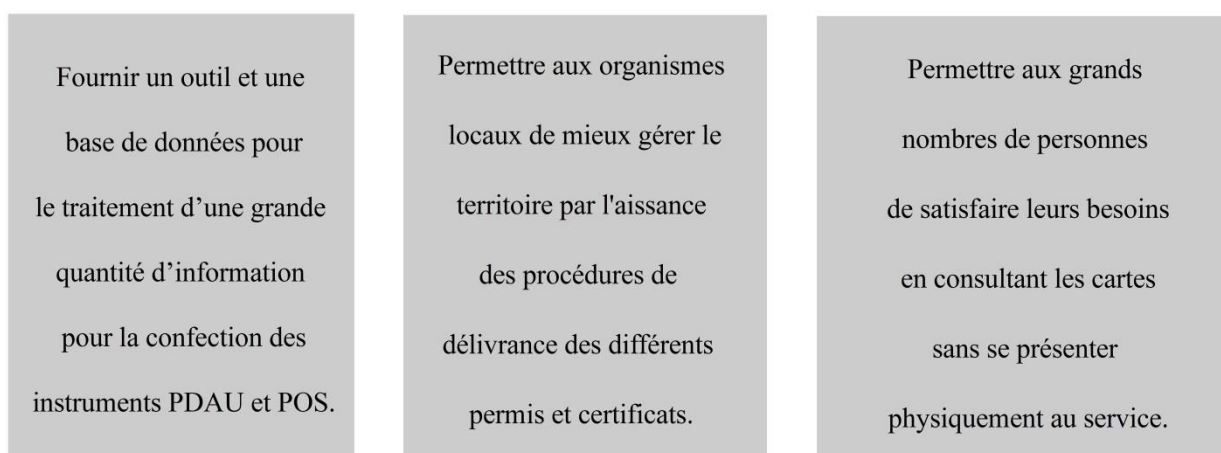
À titre d'exemple, dans le cadre d'un suivi du foncier sur un territoire communal, le SIG comme outil puissant peut utiliser à identifier les terrains libres afin de permettre de créer les réserves foncières nécessaires aux futurs programmes de développement. Plus encore, par sa capacité de stockage des quantités importantes de données il permet facilement de recenser les terrains susceptibles d'accueillir les différents programmes d'habitat et d'équipements sur des territoires plus importants comme les villes, ou encore de gérer d'une façon flexible une quantité importante de données géo-spatiales.

Par le passé, les territoires urbains et leur environnement étaient appréhendés soit par une représentation géographique traditionnelle à l'aide de plans et de cartes sur papier, soit par une approche comptable en exploitant des bases de données alphanumériques. Cependant, l'apport

des SIG aujourd'hui va permettre en simples manipulations une vision globale de ces territoires en proposant, par la mise en œuvre des interfaces dynamiques qui associent à la fois les objets géographiques géo-référenciés et les bases de données numériques.



**Finalité des SIG en matière d'aménagement et d'urbanisme - Ville de Batna -**



Source : Patricia Bordin, (2002) et adaptation de l'auteur

Figure 45. Finalités d'application d'un SIG dans la ville de Batna

Sans aborder les analyses spatiales qui seront développées dans le chapitre 6, les principaux objectifs poursuivis dans la mise en œuvre du présent système d'information géographique de la ville de Batna sont (figure 45) :

### **2-2-1 Les études portant sur la confection des nouveaux instruments d'urbanisme**

Il est bien évident que la confection des instruments de planification urbaine au profit des collectivités locales exige l'acquisition et le traitement manuel des quantités exponentielles de données. Par le passé, ces données d'entrées étaient collectées à partir des missions et inventaires sur le terrain et de lecture de plusieurs documents de référence. L'information ainsi collectée servait à réaliser plusieurs types d'études. Par ailleurs, les données de sorties qui servent des éléments centraux des politiques d'aménagement à mener sont souvent de quantités importantes et moins pertinentes pour appréhender la complexité urbaine. L'analyse spatiale de cette information nécessite la superposition exacte pour la création de nouvelles cartes de synthèse déterminant les grandes affectations du territoire, les zones de contraintes, etc. ce qui exige des efforts et des temps considérables pour accomplir les missions de confection. En conséquence de quoi des multiples erreurs et lacunes sont commises.

En revanche, l'utilisation des techniques géomatiques vient changer les façons de faire.<sup>68</sup> Les cartes d'occupation des sols sont élaborées dans des délais record à partir de l'interprétation des ortho- photographies aériennes ou des images satellitaires multi-dates et les besoins en espace de développement résidentiel, commercial et industriel sont calculés de manière plus précise.

### **2-2-2 L'automatisation de l'administration et la maîtrise de produits cartographiques**

Par la promulgation de la loi de décentralisation en 1990, toutes les communes algériennes sont appelées pour élaborer leurs propres documents d'urbanisme. À Batna, une direction d'urbanisme et de la construction et un service d'urbanisme au niveau de l'APC ont été créés et dotés par le matériel nécessaire pour veiller à la concrétisation effective de la gestion et la rationalisation de l'exploitation des ressources foncières.

Aujourd'hui et en profitant les avantages d'investissement en milieu urbain, la ville de Batna a suscité l'intérêt de nombreux investisseurs immobilier, où la construction de la ville entra dans une phase de développement rapide et immaîtrisable. Cette urbanisation accélérée à

---

<sup>68</sup> Il s'agit de la phase d'état de fait, une première étape décisive aux grandes lignes d'aménagement, l'absence d'une base de données complète et suffisamment actualisée limite considérablement les orientations d'aménagement et les variantes des bureaux chargés aux études.

créer une pression énorme sur les services urbains et engendre divers problèmes, notamment la gestion de la ville. Les collectivités publiques qui délivrent les différents permis et titres (permis de construire, permis de lotir, etc.) reçoivent constamment d'énormes demandes de permis et de certificats. A cet effet, lors de dépôt du dossier au siège de l'APC les agents des services techniques consacrent beaucoup de temps et d'efforts pour répondre aux besoins accumulés. À cet effet, la direction de l'urbanisme et de la construction (DUC) en collaboration avec les autres services concernés lance une série d'enquêtes classiques dont le but est de vérifier la conformité du projet avec les prescriptions d'urbanisme applicables au site. Cette procédure classique d'après plusieurs témoignages est confrontée à des contraintes dont les principales sont d'ordre organisationnel. La dégradation ou même la perte des plans nécessaires,<sup>69</sup> l'absence d'une procédure rapide et efficace et les erreurs comises oblige les demandeurs d'attendre des délais importants pour obtenir leurs permis de construire. Ces lenteurs et les charges supplémentaires qui en découlent vont peser négativement sur la concrétisation effective des instruments d'aménagement et astreindre les citoyens à choisir la voie de l'informel.

Grâce aux nouvelles techniques de géomatique, l'objectif est de promouvoir l'élaboration, la planification, la mise en œuvre et l'utilisation des systèmes d'information géographiques dans les services et les administrations concernés afin de gérer rapidement et précisément le processus. Pour ce faire le chapitre suivant met l'accent sur les étapes et la valeur ajoutée par les SIG comme élément primordial susceptible d'aider les services d'urbanisme dans l'organisation, la mise en œuvre et la délivrance des certificats et les permis de construire.

### **2-2-3 La diffusion à des tiers de certaines informations**

Il est évident que la diffusion de l'information au grand public joue un rôle important dans le développement national, car elle facilite la communication entre les dirigeants, les investisseurs et les citoyens. Et par les récents développements technologiques dans le domaine des technologies de communications, en particulier l'Internet, elles favorisent grandement cette diffusion d'information sous forme des cartes interactives, des bases de données numériques, des analyses spatiales pointues, etc. Cette ouverture des SIG de base (ou encore SIG bureautiques) constitue une transformation radicale dans la manière de la circulation de l'information géographique dans la société où les décisions peuvent être effectuées aisément et en consultation avec tous les partenaires (citoyens, collectivités, etc.).

---

<sup>69</sup> D'après notre propre expérience au niveau de la direction d'urbanisme et de la construction de la wilaya de Batna et l'APC de Batna (service d'urbanisme) où on n'est pas arrivé de collecter tous les plans et les rapports accompagnant soit en matière du PDAU (1998) soit en matière des POS malgré les efforts exercés. D'après Mr Aissaoui A, directeur du service, qui affirme que ces plans sont disparus il y a quelque temps et le service ne possède aucune copie numérique et les décisions sont souvent effectuées sans aucune référence.

Au cours du présent travail et afin d'alimenter notre exigence d'une interface WebGIS dédiée à la ville de Batna, on a fait recours aux décisions du plan d'action du gouvernement (2012)<sup>70</sup> concernant la gouvernance et la modernisation de l'administration publique, notamment les articles 23, 24, 25 et 26. D'après ce rapport, nous avons constaté les consentis exercés par l'état et qui visent à asseoir de nouvelles relations entre l'administration et le citoyen et le renforcement de la confiance entre l'administration et le citoyen. Action qui s'inscrit dans la dynamique d'approfondissement du processus démocratique qui doit mettre fin à toutes formes de dépassements, d'injustice et de marginalisation.

Plus encore, le WebGIS qui sera développé dans le chapitre suivant (chapitre 5) est fondé sur une stratégie qui englobe les principes essentiels :

- (1) le droit des citoyens à la sécurité, à la tranquillité et à un environnement serein.
- (2) le droit des citoyens à l'information, à la transparence des actes de l'administration et à la protection contre les abus de toutes natures (bureaucratie, l'éclipse de l'information, etc.).
- (3) l'amélioration et la simplification des formalités et procédures administratives par l'accès égal de tous au service public.
- (4) un meilleur contrôle du citoyen sur les affaires publiques locales.

En résumé, parmi les finalités de notre SIG est la diffusion de l'information géographique au moyen d'une interface interactive, qui peut aider l'organisme local à mieux répondre aux besoins de ses citoyens qui peuvent ainsi directement de chez eux ou de leur lieu de travail, consulter des cartes thématiques traitant les différents sujets et y trouver facilement une réponse satisfaisante sans avoir se présenter personnellement à l'administration.

Par ailleurs, cette diffusion de l'information géographique n'est pas sans poser de nouveaux problèmes aux collectivités locales. Selon plusieurs écrits (Courmont, 2015) cette ouverture de l'open data au grand public fait apparaître des défis énormes d'ordre organisationnel à savoir l'homogénéisation et l'ajustement des données. Également, et vu la sensibilité de certaines informations (le cadastre et les titres individuels de propriété à titre d'exemple) le facteur de sécurité nous paraît fondamental. De ce fait, ce mouvement de la diffusion des données invite les collectivités locales et les gestionnaires techniques à assurer une certaine qualité de sécurité de l'information afin que les acteurs externes puissent les utiliser librement dans un sentiment de sécurité et de confiance.

---

<sup>70</sup> <http://www.mf-ctrf.gov.dz/presse/Planaction%20fr.pdf> [Consulter le 22 janvier 2014].

## Conclusion

La ville de Batna connaît une croissance démographique importante, rendant son évolution spatiale difficile à prévoir et même à maîtriser. Par ailleurs, les instruments d'urbanisme en vigueur présentent de multitudes déficits pour assurer une gestion cohérente et durable. Cette situation se répercute sur le territoire, au travers les indices classiques du mal développement, habitat informel, dégradation de l'environnement urbain, insuffisance des programmes d'accompagnement et plus récemment un énorme étalement urbain.

L'étude de comparaison effectuée dans ce chapitre entre les programmes projetés et ceux réalisés indique que la réponse sur le terrain atteint 46.31% en considérant l'habitat individuel. Par contre, si on considère que l'habitat individuel qui coïncide avec les orientations du POS en écartant cela dit informel, la concrétisation effective sera alors 29.35%. Cette situation justifie clairement que ces instruments d'aménagement du territoire dans leur état actuel sont peu efficaces, et ce pour plusieurs raisons. Ces outils par leur statut figé ont été rapidement dépassés par les dynamiques territoriales souvent non réglementaires. Pire encore, ces instruments sont construits de façon standardisée dont l'information (documents papier, cartes, plans, etc.) subit à une croissance exponentielle du volume des données générées. Cependant, cette disponibilité d'informations fait l'objet d'une mauvaise exploitation et archivage. L'absence d'un mécanisme et une structure informatisée d'échange de données entre les différents services demeure une contrainte majeure d'accès aux données pertinentes et pose de nouveaux enjeux. Outre, ces plans par plusieurs auteurs se sont également révélés trop rigides et manquent de flexibilité pour pouvoir s'adapter aux spécificités de chaque territoire.

Pour obtenir, traiter, conserver et rendre disponible toute les données nécessaires pour gérer l'espace urbain, les autorités locales sont appelées aujourd'hui à utiliser les nouvelles technologies informatiques. Les SIG et les bases de données géographiques créent un environnement de travail approprié, et elles établissent des procédures de travail qui permettent de coordonner le tout à l'intérieur de coûts, délais, contextes et efficacité déterminés. Plus encore, afin de s'adapter au nouveau contexte de production et de gestion de l'information sur le territoire urbain de la zone objet d'étude, il est nécessaire de développer une nouvelle approche qui soit plus globale, plus systémique. La géomatique représente cette nouvelle approche.

Nous retrouvons dans le chapitre suivant l'ensemble des techniques et les procédures utilisées d'abord pour modéliser notre base de données et l'implantées sur un SIG qui va permettre d'analyser des énormes bases de données beaucoup plus rapidement qu'avec les techniques de recherche classiques, puis de développer une application cartographique



dynamique (WebGIS) permettant aux citoyens la consultation d'une quantité importante d'informations autorisées. Grâce à cet ensemble de pratiques, nous en tant qu'utilisateurs, on peut cartographier, modéliser, chercher, analyser et diffuser de grandes quantités de données réunies au sein d'une seule base de données.

## **CHAPITRE 5**

Application de la géomatique pour une gestion cohérente du

territoire

## Introduction

La ville de Batna vu sa position stratégique et les atouts associés connaît un développement rapide de sa population urbaine (3.86%) dû à la croissance démographique, à l'exode rural et à plusieurs autres facteurs socio-économiques. Cette croissance, traduite par une urbanisation massive (7.87%), a généré une multitude de problèmes parmi lesquels l'étalement urbain, les problèmes liés au transport urbain, le manque et même la mauvaise distribution des équipements d'accompagnement, la dégradation de l'environnement urbain et l'absence d'une politique de gestion de l'espace urbain efficace et décisive.

Dans ce cadre, deux documents d'urbanisme (plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et plan d'occupation des sols) définissant les règles d'utilisation du sol et le contrôle des activités urbaines ont été approuvés en 1998, mais comme nous avons déjà vu dans le chapitre précédent (chapitre 4), ces instruments sous les procédures classiques d'élaboration, d'exploitation et de consultation restent figés, caducs et dans la plupart des cas dépassés par la dynamique urbaine rapide de la ville.

Les planifications suivies d'une gestion urbaine rigoureuse sont l'un des enjeux importants pour n'importe quelle ville soucieuse de son développement durable (Zeroili, 2010), en l'occurrence la ville de Batna. Les organismes en charge (bureaux d'étude, services techniques de l'APC, la DUC, etc.) demeurent confrontés à des énormes problèmes liés à l'augmentation du volume de données à gérer, la difficulté de partage et d'accéder simultanément aux données et le problème d'archivage, d'intégrité et de mise à l'échelle, ce qui fait apparaître un besoin réel en termes des nouvelles technologies pour la gestion du territoire telles que les systèmes d'information géographiques, la télédétection et les bases de données géographiques. Outre, depuis quelques années, plusieurs administrations algériennes<sup>71</sup> se sont dotées des nouvelles technologies de la gestion de l'espace urbain (SIG, bases de données, télédétection, WebGIS, etc.) en vue d'automatiser leurs services. Parce que la gestion et l'exploitation d'un volume

---

<sup>71</sup> A ce propos, il est indispensable de signaler que pourtant le classement (5<sup>ème</sup>) et l'importance de la ville de Batna au niveau national, la ville (notamment la DUC) n'a pas bénéficiée d'un SIG à l'occasion de la convention signée entre le ministère de l'habitat et de l'urbanisme et l'agence spatiale algérienne (ASAL) le 23 février 2008. Pour objet la conception et la réalisation d'un SIG dédié au suivi des programmes d'habitat et l'évaluation des instruments d'urbanisme. Par contre d'autres wilayas (au total 30) moins importantes sont concernées par l'application de cette convention qui déjà et d'après Bouarfa Fadila (Sous directrice des systèmes d'information dans MHU) aboutit à des résultats appréciables parmi lesquels :

- (1) la mise à niveau des techniciens dans le domaine de géo-référencement et la numérisation.
- (2) la normalisation des procédures et uniformisation de la digitalisation.
- (3) le contrôle des plans numériques remis par les bureaux d'études.
- (4) l'autonomie confirmée pour la plupart des cadres des cellules SIG des DUC pilotes dans la réalisation du travail demandé dans le cadre du projet ainsi que l'exploitation et la personnalisation de la base de données obtenue.

croissant de données géo-spatiales exigent l'utilisation des technologies récentes rapides et performantes.

Ce travail alors, est fixé donc pour objectif principal de fournir deux outils innovants (SIG et une interface WebGIS) dédiés pour l'amélioration des informations et la culture géomatique au sein des administrations de la gestion urbaine, par la conception d'une base de données géographique cohérente, structurée et suffisamment précise pour les instruments d'aménagement mis en vigueur dans la ville de Batna. Ce qui constituera un gain considérable en termes de temps, de la précision et de la capacité de prévoir le futur grâce à des visions prospectives.

En plus, ce chapitre décrit en détail les différentes démarches et manipulations techniques pour développer une plateforme de qualité accompagnée d'une interface WebGIS centralisée et interactive pour la publication des données urbaines au grand public. Tout en orientant notre choix vers des solutions open source.

## 1- Ingénierie géomatique, gestion territoriale et prises de décisions

*‘La construction d’informations peut être considérée comme plus importante que l’information elle-même, tout comme la prise de décisions a plus d’importance que ses résultats’ (March et Olsen, 1985).*

### 1-1 La géomatique, outil de gestion territoriale

La géomatique par définition est considérée souvent comme le croisement de deux disciplines l’informatique et la géographie (ENSG, 2017<sup>72</sup> ; Viau et Boutinot, 2007). Et par le biais des logiciels de traitement de l’information géographique, cette nouvelle approche regroupe les outils et les méthodes nécessaires permettant de représenter, d’analyser et d’intégrer les données géo-spatiales (Tchotsoua, 2009). Elle permet de gérer le caractère spatial de l’information, que ce soit pour constituer des inventaires dans les divers domaines d’intérêt (population, équipements, infrastructures, etc.), pour superposer et comparer les données spatiales, ou bien encore pour effectuer les différentes analyses pour permettre une prise de décision concrète et correcte. De ce fait, la géomatique peut intégrer plusieurs types de données pour produire des éléments de synthèse utiles aux questions territoriales. Concrètement, et suite aux responsabilités assumées par les différentes administrations et organismes locaux, les gestionnaires et les responsables du domaine subissent des pressions croissantes liées à des processus urbains de plus en plus lourds et à des ressources souvent limitées pour l’accomplir. Ce contexte oblige les décideurs d’aller trouver des moyens permettant de moderniser les approches et les outils de gestion. Sur ce dernier point, l’implantation de la géomatique est une discipline qui présente de multiples avantages et intérêts. D’après Roche *et al.* (1997) l’utilisation des technologies géomatiques comme support aux activités d’aménagement apporte aux acteurs une forme d’enrichissement des perceptions spatiales. Ces outils ouvrent les portes d’une vision monothématique vers une nouvelle vision multithématique de l’espace. En résumé, et d’après Beaulieu *et al.* (1990) considèrent que *‘la géomatique dans son aspect global vise à définir les bases de la référence spatiale, développer et utiliser les méthodes, techniques et outils pour localiser et mesurer les différents éléments du territoire existants ou à mettre en place, intégrer ou rendre intégrables les données obtenues en fonction des systèmes de référence choisis et enfin, offrir les données de qualité permettant d’améliorer les traitements’.*

Dans cette étude, et dans le but de produire un travail complémentaire qui traite tous les aspects de la ville de Batna, on s’intéresse plus particulièrement aux notions liées aux SIG, les bases de données géographiques, la télédétection et la diffusion de l’information (WebGIS).

---

<sup>72</sup> <http://www.ensg.eu/Geomatique> [Consulter le 15 Mars 2017].

## **1-2 Les systèmes d'information géographiques (SIG)**

À partir du milieu des années 90 et suite aux problèmes qu'ils posent les méthodes classiques d'analyse de l'information spatiale souvent complexes, plusieurs autorités ont commencé à se moderniser et adopter les nouvelles techniques de l'information comme des supports puissants et innovants d'aide à la décision, dans le but d'appréhender les pratiques spécialisées, de chercher des solutions à des problématiques, et de monter les différentes analyses et scénarios dans des domaines variés (Zeroili, 2010).

Dans le cadre d'aide à la décision, les SIG sont souvent utilisés pour mener des études permettant de valider les hypothèses ou de comprendre un phénomène localisé. De ce qui précède, il est évident que les SIG sont des outils puissants pour l'édition, le stockage, la gestion et l'analyse des données à référence spatiale assurant des traitements de haut niveau dans plusieurs domaines (Elfatih *et al.* 2003). En effet, par les potentialités qu'offrent les SIG en termes de la gestion des données souvent diverses et hétérogènes, ils trouvent leurs applications dans plusieurs domaines notamment la gestion de l'espace urbain.

Dans le cadre de notre présent travail concernant la géomatization des instruments d'aménagement et d'urbanisme, on envisage l'acquisition de moyens matériels et informatiques conséquents. Ces derniers doivent permettre l'acquisition et le traitement de données, et pour cela nous avons développé un modèle explicatif (diagramme de classes) de notre future base de données géographique dont l'objectif est de fournir un système sophistiqué capable de répondre aux besoins divers (cartographie, analyses numériques, analyses spatiales, etc.).

## **1-3 La base de données, une composante au cœur des SIG**

Dans l'architecture des systèmes d'information géographiques (SIG) il est absolument reconnu que les données tiennent une place prépondérante, et par leur importance certains auteurs et experts du domaine les définissent comme étant la solution SIG elle-même. Alors que pour d'autres, elles ne sont qu'une composante additive, servant à alimenter le logiciel, dans le cadre d'une ou plusieurs applications (Bordin, 2002). Et si les définitions s'accordent que les applications, les logiciels et les données composent les trois principales composantes techniques des SIG. On peut dire que les données sont alors complémentaires des applications qu'elles aident à réaliser et les logiciels qui les exploitent.

En termes de définition, la base de données peut être considérée comme étant un ensemble structuré, cohérent, exhaustif, et non redondant des données enregistrées sur des supports accessibles afin de satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective et en temps



opportun (Delobel et Adiba, 1982), ou bien comme une collection informatique de données opérationnelles stockées qui servent les besoins de multiples utilisateurs dans un ou plusieurs organismes (Teorey et Fry, 1982). Selon Ruas, (1999) cette base de données est composée d'objets comportant une partie géométrique et une partie sémantique (attributaire). En final, et loin aux concepts théoriques, l'acquisition de la base de données dans la présente étude constitue un élément fondamental dans l'alimentation de notre support SIG. Elle sert un moyen unique de décrire les caractéristiques des objets, comme un élément fondateur de toute analyse spatiale à développer.

## **2- Modélisation et conception de la base de données**

*'Un modèle est une représentation simplifiée d'une réalité'* (Roy et Hasni, 2014). Ce modèle reflète le monde tel que nous le percevons et l'observons. Il est aussi dépend des outils que nous utilisons et des contraintes qui s'imposent. La complexité de certains problèmes et la quantité d'informations à intégrer pour les résoudre dépassent souvent les capacités manuelles de traitement. Ces volumes de données et leur exploitation nécessitent d'effectuer des synthèses et de construire des modèles dans une opération de simplification, d'extraction appelée *'modélisation'*. Les modèles générés sont une représentation schématique de la réalité étudiée, en vue de la comprendre. En effet, selon Harvey, (2008) la clarté du modèle est très importante pour d'autres personnes qui ont besoin de comprendre les représentations géographiques et cartographiques de la base de données.

### **2-1 Besoins de collecte et traitement des données**

La connaissance, la gestion et les procédures administratives d'appréhender les territoires exigent des données pertinentes à des fins d'analyse et de diagnostic de l'espace. Par ailleurs, les différentes utilisations montrent bien tout l'intérêt de l'existence de ces données figurants dans les principaux documents juridiques que sont le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et le plan d'occupation des sols, qui servent par la suite des références aux opérations de géomatrisation de ces documents. En basant sur l'expérience française dans ce domaine (prescriptions nationales pour la dématérialisation des documents d'urbanisme), cette dématérialisation des documents d'urbanisme a pour finalité de :

- (1) construire une archive centrale et pérenne afin de faciliter la gestion et le suivi des PDAU et des POS par les autorités locales, dont le but est de permettre une meilleure exploitation de l'information.
- (2) permettre de faciliter l'échange d'informations entre les intervenants avec une grande fluidité et transparence ce qui facilite le fonctionnement de tous les services municipaux.

(3) permettre un accès facile et simplifié à l'information. À travers des interfaces web simples et dynamiques, le citoyen sans besoin de se déplacer et sans contrainte d'horaire ni de lieu, il peut accéder aux documents, leur manipulation et leur superposition.

(4) communiquer l'information aux citoyens par la mise en ligne des données actualisées permettant au citoyen de connaître les contraintes réglementaires liées à sa parcelle.

Pour atteindre cet objectif, notre présent travail s'installe sur deux points complémentaires. En premier lieu, il s'agit de la collecte, l'organisation et l'harmonisation des données collectées auprès les services concernés, puis en deuxième lieu de la préparation des performances techniques (logiciels, matériel informatique, etc.) permettant une gestion fiable à l'échelle de la ville de Batna. Cela signifie la réalisation d'un système d'information géographique permanent de recueil et de traitement des données et des informations en vue de faciliter les actualisations futures. En revanche, et avant d'entamer dans la réalisation de notre SIG, il est primordial de fixer un objectif principal qui consiste de recueillir, mettre en forme et organiser l'information disponible en vue de la fournir en tant que donnée d'entrée au SIG. Cependant, au cours de ces missions de recherche et de collecte et malgré nos demandes fréquentes, nous n'avons pas pu obtenir les données complètes, soit à cause des obstacles administratifs, l'absence et même la dégradation des données, ou bien encore et d'après les responsables des services concernés, les données recherchées sont classées confidentielles.

Dans la deuxième étape de ce travail, on a fait état de la qualité des données collectées de manière synthétique. Avant d'intégrer les données collectées dans un système d'information géographique (SIG), un travail d'harmonisation des données a été réalisé, dans un premier temps, nous nous intéressons au choix des données à retenir de celles à écarter. Puis, dans un deuxième temps, nous précisons la projection des données en Mercator WGS84 Zone32N, afin de limiter les infimes décalages produits. Le travail est achevé par une série des corrections topologiques pour optimiser les requêtes appliquées notamment aux réseaux. À cette fin, notre approche est basée donc sur une image satellitaire QuickBird de 2005, très haute résolution (65cm dans sa bande panchromatique) et une très haute résolution image satellitaire de Google Earth (2014).<sup>73</sup>

### **2-1-1 Plateforme logicielle**

Dans cette étude, les informations acquises de diverses sources sont traitées et modélisées sous une plateforme multi-logicielle et ce dans le but d'élaborer une base de données bien

---

<sup>73</sup> D'après notre propre expérience, des décalages énormes ont été détectés au cours du présent travail entre les documents réalisés par les différents bureaux d'études et la vérité du terrain, ce qui rend par voie de conséquence le processus de géo référencement très difficile et très compliqué.

structurée, riche permettant la manipulation, l'interrogation et l'actualisation des données ainsi que la visualisation des différents résultats. Pour ce faire nous avons eu recours à six outils informatiques principaux et deux extensions de connexion OLE DB et ODBC. Cet ensemble a été mis en œuvre afin de permettre le regroupement et l'exploitation idéale des données. Notre choix de cette gamme software se justifié à plus d'un titre ; nous avons recherché l'efficacité en orientant notre choix vers des solutions plus simples n'exigeant pas des moyens logistiques importants, afin de permettre facilement l'exploitation et la valorisation de séries de données de sources souvent diverses et hétérogènes. Par ailleurs, ce rassemblement exponentiel de données numériques nous a obligés d'envisager les modes de gestion, et de mise à disposition en ligne. Pour ce faire, des solutions d'échanges de fichiers ou de gestion SIG en open sources ont été adoptées. En revanche, pour une parfaite maîtrise de ce système et de ses composants, des nombreuses recherches bibliographiques, navigation web, tutoriaux destinés à l'initiation aux bases de données, formation sur les SIG en général et les techniques de publication en ligne ont été effectuées.

#### *2-1-2-1 ArcGIS10.1 (ESRI)*

L'ArcGIS 10.1 (d'ESRI) est un logiciel permettant d'exploiter un SIG. Il permet l'acquisition, le stockage, la mise à jour, la manipulation et le traitement de données géographiques. En effet, il permet de créer des bases de données cartographiques (géographiques) formées par les données spatiales attributaires. Dans notre cas, la plateforme ArcGIS est utilisée pour l'acquisition et le géo-référencement des documents graphiques nécessaires, le développement des vues en 3 dimensions ainsi que pour monter des analyses spatiales performantes. Aussi, et grâce à une connexion de type OLE DB, l'ArcGIS nous permet d'importer des données descriptives à partir d'une base de données Access sous forme de tableaux.

#### *2-1-2-2 ENVI 4.7*

ENVI (Environment for Visualizing Images) est un logiciel de télédétection et de traitement d'image développé par la société RSI (Research Systems, Inc). C'est un logiciel puissant qui permet la transformation d'images (combinaison des bandes), fusionnement des bandes à haute et moyenne résolution et les travaux de classification et la détection des changements d'occupation des sols. Le format utilisé par ENVI est un format raster brut associé à un fichier entête ASCII (texte). Le fichier entête (header) contient toutes les informations utiles au logiciel pour lire le fichier. Ce logiciel est adopté dans notre cas d'étude afin de repérer les changements spatio-temporelle de la ville de Batna grâce à une classification supervisée SVM.

### 2-1-2-3 MS Access 2007

Access 2007 est un système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) qui gère toutes les informations de la base dans un même fichier unique. Ce logiciel présente l'intérêt d'être largement répandu et muni d'une interface conviviale et personnalisable. Il gère bien entendu des relations de type (1 à 1, 1 à plusieurs et plusieurs à plusieurs) entre entités ; ce qui au passage n'est pas permis avec ArcGIS. Nous avons exploité ce logiciel dans notre projet afin de structurer la base de données alphanumérique.

### 2-1-2-4 Sybase poweramc15.1

L'outil de modélisation qui sera étudié dans ce travail est PowerAMC 15.1 de Sybase, un éditeur de système de gestion de bases de données. Ce produit maintenant largement utilisé, ayant atteint un niveau de maturité avancée, répond aux critères énoncés plus haut. En somme PowerAMC15.1 permet la modélisation des bases de données en se basant sur le langage de modélisation UML (Unified Modeling Language). Ce logiciel est utilisé pour produire des modèles de données telles que le diagramme de classe, le modèle physique de données (MPD) et le diagramme de cas d'utilisation relatifs à notre application WebGIS. Plus encore, à l'aide de la fonctionnalité '*générer un rapport*' le logiciel nous fournit rapidement des rapports détaillés de la structure de nos modèles.

### 2-1-2-5 Géoserver 2.5.0

Afin que notre système d'information géographique devient disponible et utilisable, on a choisi l'internet comme un moyen de diffusion des données concernant les instruments d'aménagement géomatisés (PDAU et POS). Des pages web interactives comprenant des tableaux statistiques et des cartes thématiques représentant les données de base ainsi que des résultats de nombreuses requêtes ont été produites. La solution choisie pour diffuser les données se base essentiellement sur l'utilisation du serveur cartographique Géoserver. Ce dernier permet d'ajouter la dimension géographique et les capacités d'analyse à de nombreuses applications. Ce serveur garantit aux concepteurs de créer, mettre à jour et gérer les sites. Il agit comme intermédiaire entre une interface web (côté client) et la base de données géographiques.

### 2-1-2-6 Apache Tomcat 7.0.54

D'après le site officiel,<sup>74</sup> Apache Tomcat est un serveur web qui est une implémentation open source de logiciel des technologies Java Servlet et JavaServer. Apache Tomcat est

---

<sup>74</sup> <http://apache-tomcat-remove-only.updatestar.com/fr>

développé dans un environnement ouvert et participatif et publié sous la version de la licence Apache 2. D'après les travaux d'Agrawal et Gupta, (2014) Apache Tomcat joue un rôle central dans le développement de tout cadre WebGIS. Il gère les requêtes HTTP provenant du client web et renvoie par conséquent les réponses aux utilisateurs finaux.

## 2-1-2 Vérification topologique des données spatiales

Le contrôle de la qualité des données est une étape longue, onéreuse et décisive afin d'éviter toutes les redondances lors des requêtes, cette étape a été effectuée en appelant l'extension Data Reviewer (Reviewer Batch Job Manager) du logiciel ArcGIS 10.1 (figure 46 et 47). En effet, les objets collectés se regroupent en plusieurs couches vectorielles et pour chaque couche nous avons déterminé le type de topologie à mettre en œuvre pour la correction des erreurs de proximité ou de contiguïté entre les objets (Features class).

Il s'agit des erreurs comises lors de la phase de digitalisation des objets géographiques où nous avons distingué essentiellement la topologie de voisinage qui exprime les relations de proximité entre les surfaces. À titre explicatif, on peut noter que deux polygones ne peuvent se chevaucher ou d'avoir un espace vide entre eux. En appliquant cette étape importante, on peut garantir dans la sortie de travail une base de données géographique complètement homogène et consistant, pour être adopter aux différentes analyses spatiales qui seront développées dans le chapitre suivant (chapitre 6).

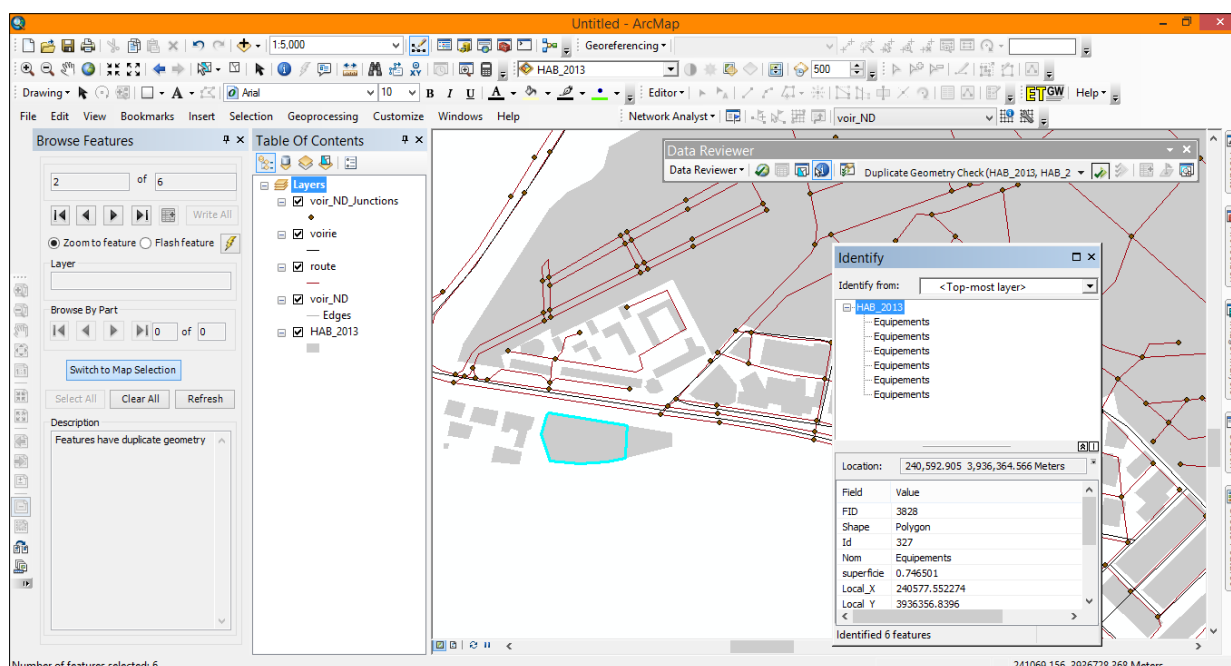


Figure 46. Capture d'écran de six erreurs topologiques sous Reviewer Batch Job Manager d'ArcGIS 10.1.

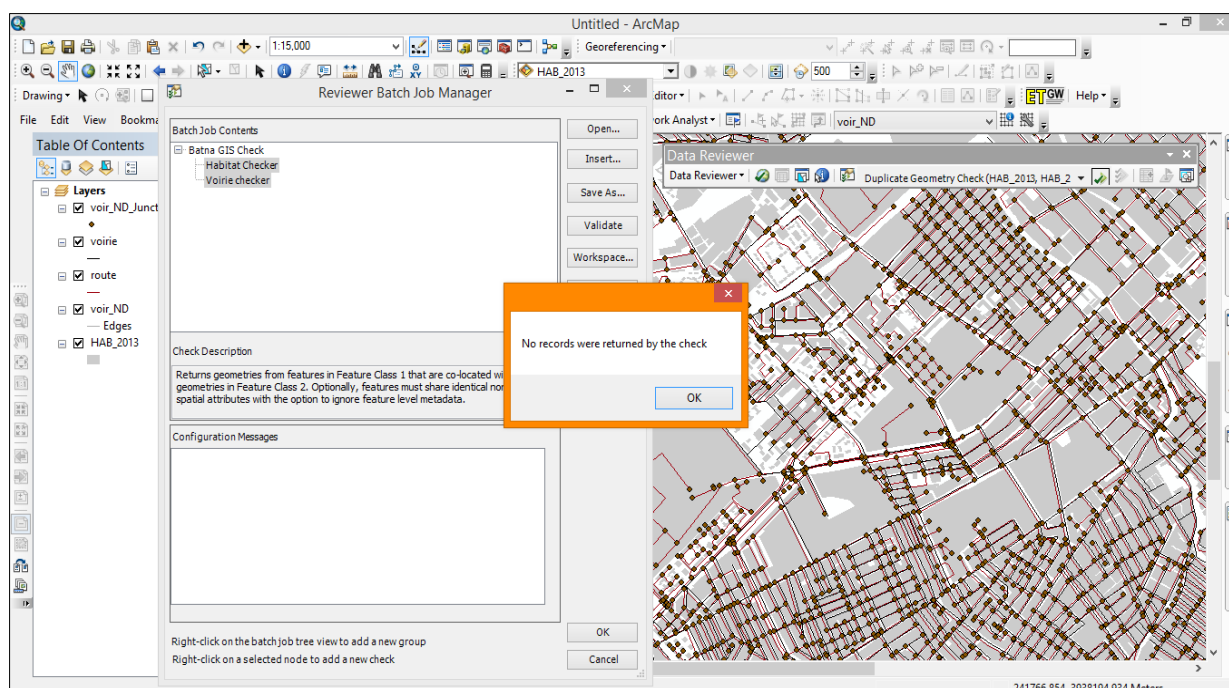


Figure 47. Capture d'écran d'une correction topologique sous Reviewer Batch Job Manager d'ArcGIS 10.1.

## 2-2 Méthodologie technique de modélisation de la base de données

En termes de définition, la base de données est une structure de données permettant de recevoir, de stocker et de fournir des données à de nombreux utilisateurs (définition AFNOR-ISO, dictionnaire de l'informatique, 1989). La réalité d'un territoire caractérisée fréquemment par la complexité peut être représentée et schématisée par une base de données géographique résumant tous les objets ou phénomènes présents sur ce territoire, ainsi que les relations entre ces objets. Ce modèle de la réalité est en fait une abstraction du monde réel, dont la complexité est trop grande pour être tout entière représentée par une ou même plusieurs bases de données géographiques.<sup>75</sup> La modélisation spatiale des données consiste à identifier et à délimiter des éléments spatiaux dans l'espace géographique, à représenter ces éléments par des unités graphiques (points, lignes, polygones) et à les répartir sur différentes couches afin de les stocker dans la base de données d'un SIG (Schneuwly et Caloz, 2013). Eu à cet égard, avant de choisir le langage de modélisation UML, des efforts particuliers ont été optés dans le sens de retenir les méthodes de modélisation des données convenables. Plus encore, la modélisation est essentielle au développement des bases de données et des SIG. Elle constitue la première étape dans le processus de développement de notre SIG et elle joue un rôle incontournable pour la compréhension, structuration, interprétation et manipulation des données utilisées pour la création de notre propre modèle.

<sup>75</sup> Le serveur éducatif de l'IGN et de l'éducation nationale sur l'information géographique. <http://seig.ensg.ign.fr>



Dans le cadre de la conception de notre base de données concernant les instruments d'aménagement et d'urbanisme PDAU et POS dans la ville de Batna, une première étape consiste à développer une modélisation conceptuelle à travers la détermination de l'essentiel des données géographiques (objets géographiques) et leurs attributs convenables, pour arriver à déterminer les relations qui existent entre ces dernières. Puis une deuxième étape de conceptualisation de la base de données consiste à vérifier la fonctionnalité de notre modèle afin de générer le modèle physique de données (MPD). La figure 48 résume notre démarche en basant sur les données d'entrées collectées et notre propre savoir-faire.

L'ensemble des données recueillies ont été devisées en cinq (05) systèmes, elles se présentent comme suit :

- (1) le système des réseaux urbains : il est composé du réseau d'AEP, d'assainissement, de gaz, d'éclairage public et basse tension, le réseau moyen tension (10Kv), de la voirie, le réseau de télécommunication (fibre optique) et le réseau de transport des matières dangereuses.
- (2) le système du secteur non urbanisable : ce système est composé par les secteurs surfaciques (terrains agricoles, forêts, cimetières, stations de pompage de gaz, la zone industrielle, la zone militaire, les centres d'enfouissement et les ouvrages d'entonnements), les secteurs linéaire (lignes d'électricité haute et moyenne tension, le canal de ceinture, l'oued moulé, le gazoduc, le chemin de fer, la route nationale, le chemin de wilaya et le réseau hydrographique) et ponctuel (les postes transformateurs, les réservoirs d'eau (et/ou château d'eau) et les stations de service).
- (3) le système des plans d'occupation des sols (POS) : ce système comporte la composition urbaine existante en termes d'habitat individuel, collectif, semi-collectif et les équipements, ainsi que la composition urbaine projetée traduite par les mêmes entités.
- (4) le système du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) : ce quatrième système est constitué par les principales orientations d'aménagement approuvées en 1998 et la réglementation associée (POS, PV, etc.).
- (5) le système de la commune de Batna : il se compose par les limites administratives, les districts, le foncier (les sections cadastrales), les stations météorologiques et le cadre physique de la zone (hypsométrie, pentes, géologie, lithologie, etc.).

### **2-2-1 Ville de Batna, vers une modélisation d'un système complexe**

La ville est envisagée comme un système vivant où s'imbriquent divers systèmes eux-mêmes complexes (Morvan, 2011). Un système se définit comme '*un complexe d'éléments en interaction*' (Von Bertalanffy, 1968). La complexité de ce système est reliée à trois dimensions essentielles : (1) la quantité, soit le nombre d'éléments le constituant ; (2) la connectivité, soit le

nombre de connexions entre ces éléments ; (3) la fonctionnalité, soit l'interconnexion fonctionnelle entre les éléments (Stermann, 2000, cités par Bérard, 2010). Ou encore, Ray (2003) précise que le degré de complexité d'un système urbain est souvent défini à partir du nombre de niveaux d'organisation, d'éléments par niveau, de relations entre les niveaux, de relations entre les éléments par niveau et de la nature ou de la complication des relations. Rien que ce point de vue permettrait de classer la ville de Batna, avec l'interaction de la foule de paramètres - qu'ils soient relatifs aux réseaux d'articulation '*lifeline Systems*', à la composition urbaine, et surtout aux relations multiples, notamment aux boucles de rétroaction, comme un système urbain complexe (figure 49) pouvant être étudié à des niveaux de granularité différents. Or l'évolution spatio-temporelle de ce système, aussi bien que les échanges avec le monde complexe qui l'entoure de l'échelle locale à l'échelle régionale, lui confère également un caractère ouvert et évolutif. Sujet à des nombreuses fluctuations dues à un déficit en gestion du phénomène d'étalement urbain, congestion et problèmes de circulation, manque d'équipement de base, etc. En ajoutant la complexité et la diversité des interactions entre les éléments statiques ou dynamiques, on peut conclure qu'il s'agit d'un système sur lequel les études sont difficiles à affiner et les décisions souvent opaques et hasardeuses.

Et comme nous l'avons vu, eu égard au volume de données à traiter (en augmentation exponentielle), les prises de décision représentent de véritables défis, elles sont affectées tant par les structures complexes des systèmes, que par les limites cognitives des décideurs (Rouwette *et al.* 2004). Ceci est particulièrement vrai dans le cas de la ville de Batna, où les actions menées dans un système complexe créent souvent des effets qui diffèrent des résultats attendus.

En effet, notre approche vise à surmonter les difficultés d'interprétation et de compréhension de la ville, et cela exige de proposer de manière précise les outils susceptibles d'aborder la complexité qui sous-tend à la fois les organisations spatiales, mais également les systèmes d'acteurs qui le font évoluer.

D'après François, (1997) plusieurs pistes s'offrent actuellement, qui reposent sur la combinaison d'outils (Systèmes d'information géographique, les systèmes de gestion de base de données, etc.) constituant le socle sur lequel on va pouvoir ancrer une analyse des différents phénomènes en interrelation sur un territoire donné, en fonction d'un projet porté par des acteurs. Basant sur les contraintes des méthodes classiques pour étudier et appréhender les systèmes complexes et les possibilités qu'offrent les nouvelles techniques de l'information géographique, notre système constitue un outil privilégié et une approche pluridisciplinaire pour maîtriser la complexité de la ville de Batna.

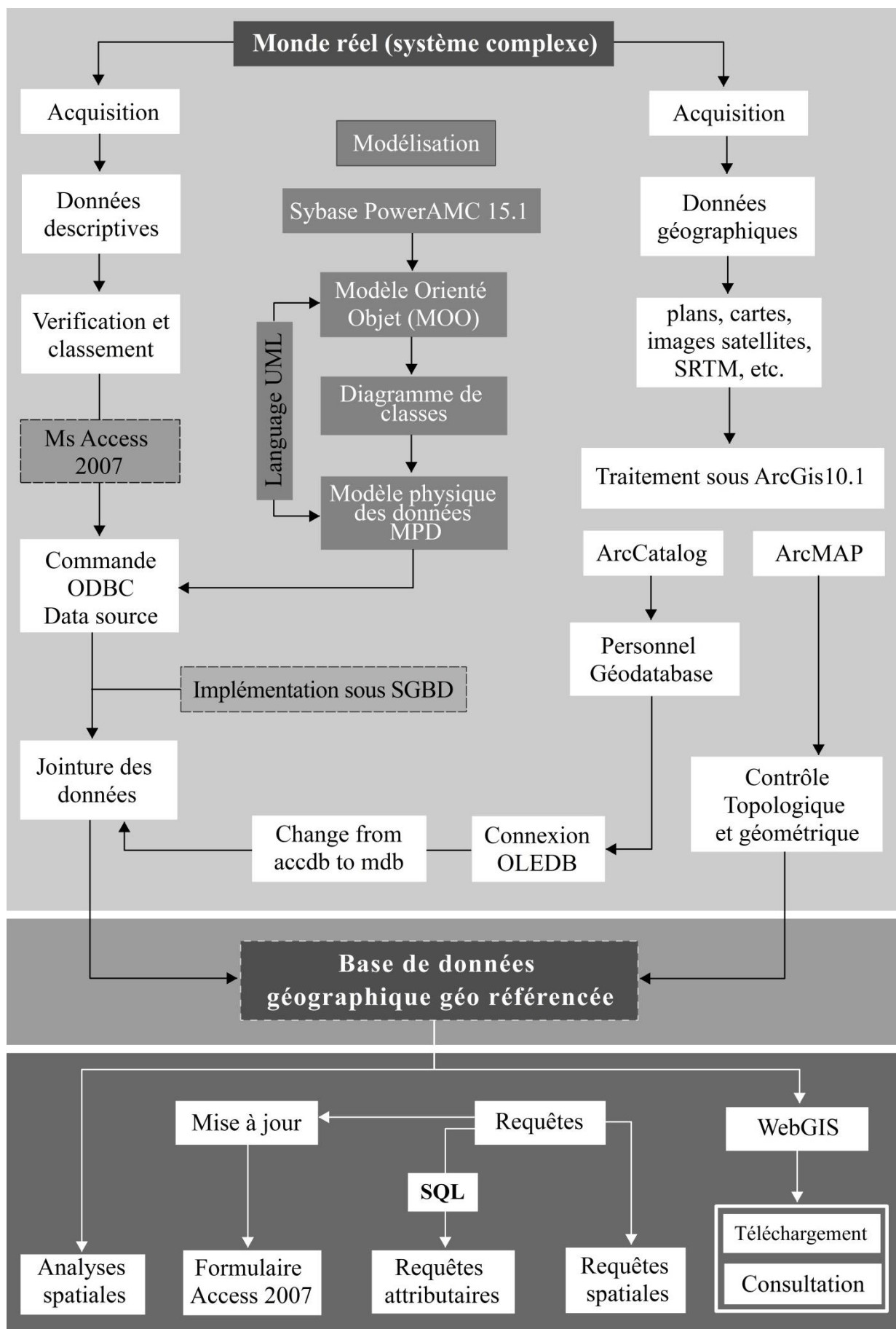


Figure 48. Organigramme des étapes de réalisation de système d'information géographique



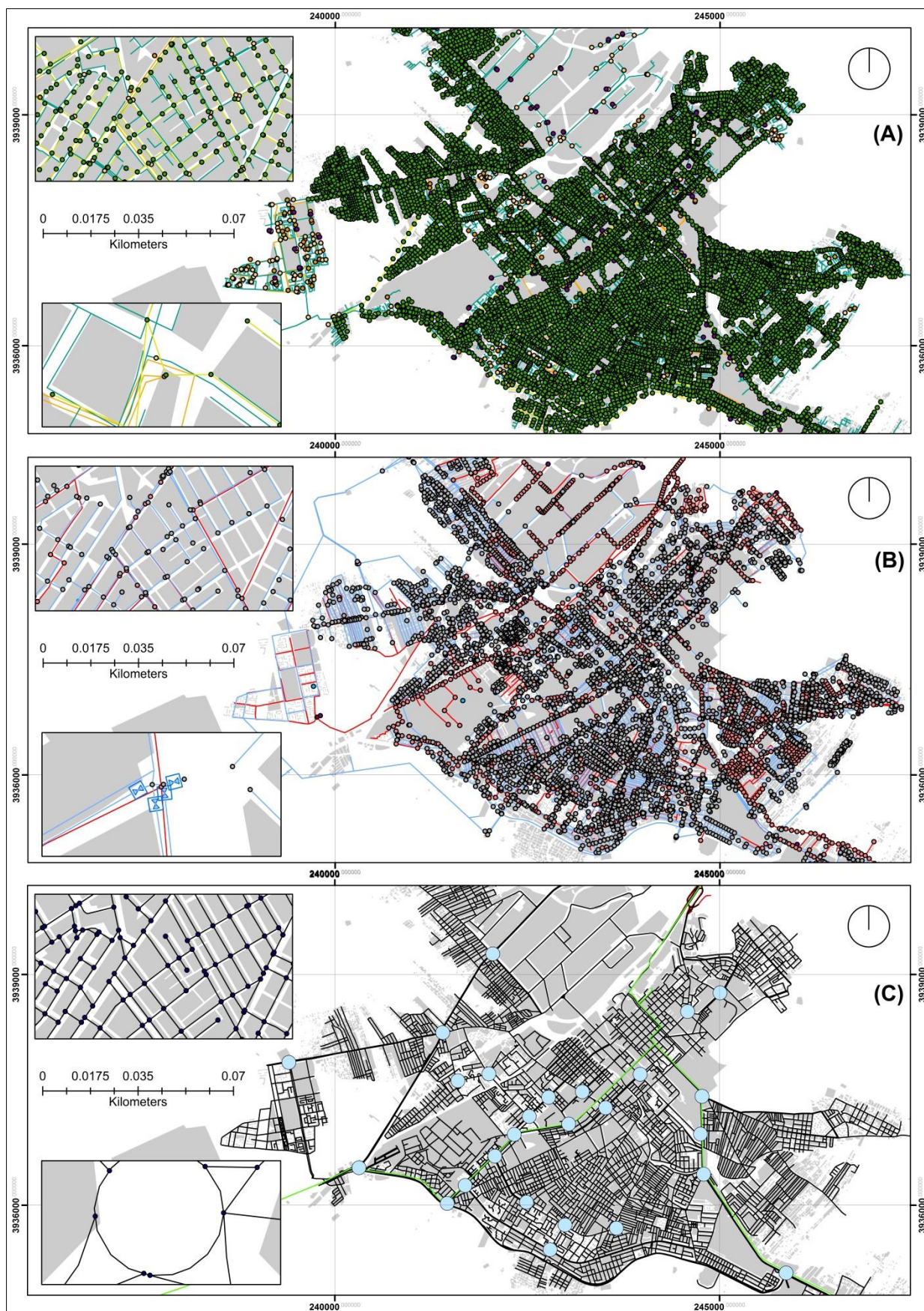


Figure 49. Ville de Batna, Exemple d'un système urbain complexe (habitat et réseaux). (A) réseau d'éclairage public, réseau de gaz et réseau d'électricité moyenne tension (10Kv). (B) réseau d'adduction en eau potable et réseau d'assainissement. (C) réseau routier et fibre optique.

## La légende

● Rond_point	• Crosses d'éclairage	— Echangeurs	— Réseau d'éclairage
• Intercalaires	• Poste de gaz	— Dispositifs d'AEP	— Réseau de gaz
• Forages	• Vanne de gaz	— Poteaux d'incendies	— Réseau d'électricité MT
• Regards	• Post MT10kv	— Réseau d'AEP	■ Ville de Batna
• Déversoirs d'orages	— Fibre optique	— Vannes d'AEP	
• Rejets	— Voirie	— Réseau d'assainissement	

Notre démarche purement technique, se positionne dans un processus de développement dont la finalité est de produire une application de qualité capable de représenter et faciliter l'étude d'un système urbain existant. En outre les systèmes urbains (cas de la ville de Batna) devenant de plus en plus complexes (Perret *et al.* 2010), leur compréhension et leur maîtrise globales dépassent les capacités d'un seul et/ ou même groupe d'individu. Cela nécessite la construction d'un modèle opérationnel qui est fortement dépendant de l'existence d'une base de données.

Dans ce stade, afin de modéliser les interrelations entre les classes, nous optons pour une méthode orientée objet (MOO). À cet effet, nous avons utilisé des diagrammes de classe d'UML (Unified Modeling Language) pour la modélisation des données et des traitements.

### 2-2-2 Vue globale de notre approche de modélisation (UML)

Suite à l'avènement de MERISE, conçu en France, plusieurs méthodes du même type ont fleuri dans le monde entier. Ensuite est arrivé le temps de la standardisation avec les méthodes orientées objet (MOO). Contrairement à MERISE, les méthodes MOO reposent sur la traduction du monde réel en objets encapsulant à la fois les données et les traitements. Né de la fusion de plusieurs méthodes existantes auparavant (Booch, Rumbaugh, Jacobson, OMT, OOSE), l'UML comme choix, est un langage et une référence de modélisation objet (Roques et Vallée, 2007), conçu pour construire, visualiser, et spécifier les systèmes d'information. Plus encore, dans le domaine des systèmes d'information géographique cette méthode (orientée objet) est largement adoptée, car elle permet une modélisation plus précise pour les entités spatiales. L'UML repose sur deux concepts essentiels, la modélisation au moyen de l'approche orientée objet et l'élaboration d'une série de diagrammes facilitant l'analyse et la conception du système d'information (Davoine, 2011).

En effet, l'approche orientée objet a pour objectif principal de représenter les objets du monde réel sous forme de classes, sous classes et objets, en terme de définition, une classe est une



abstraction du monde réel qui regroupe un ensemble d'objets ayant des caractéristiques et des comportements communs.

### 2-2-3 Conception du diagramme de Classe (DDC)

Ce titre décrit la première étape dans la réalisation de notre base de données géographique, l'élaboration d'un diagramme de classe. C'est une représentation simplifiée et une représentation abstraite des données d'un système d'information. D'après les travaux de Roy, (2009) un modèle conceptuel de données<sup>76</sup> est une représentation des besoins en matière de données pour un système d'information. Il met en évidence les entités, leurs attributs et les associations entre ces entités (figure 50). Cette représentation, de nature sémantique, ne comporte aucune indication concernant la structure de mémorisation des données associées aux entités. Le modèle conceptuel est généralement représenté à l'aide du formalisme entité-association. En effet, le diagramme de classe qui concerne cette étude (figure 51) est un modèle qui est inspiré suite aux caractéristiques intrinsèques de la ville de Batna, il est réalisé dans le cadre d'une analyse des besoins portant sur les données collectées pour assurer le bon fonctionnement de notre SIG. Au cours de cette étude, le diagramme édifié est en conséquence un modèle non technique (indépendamment du logiciel ou de la structure de stockage des données) compréhensible par tous. Il s'agit d'un outil de communication pour assurer une interprétation commune des besoins exprimés.

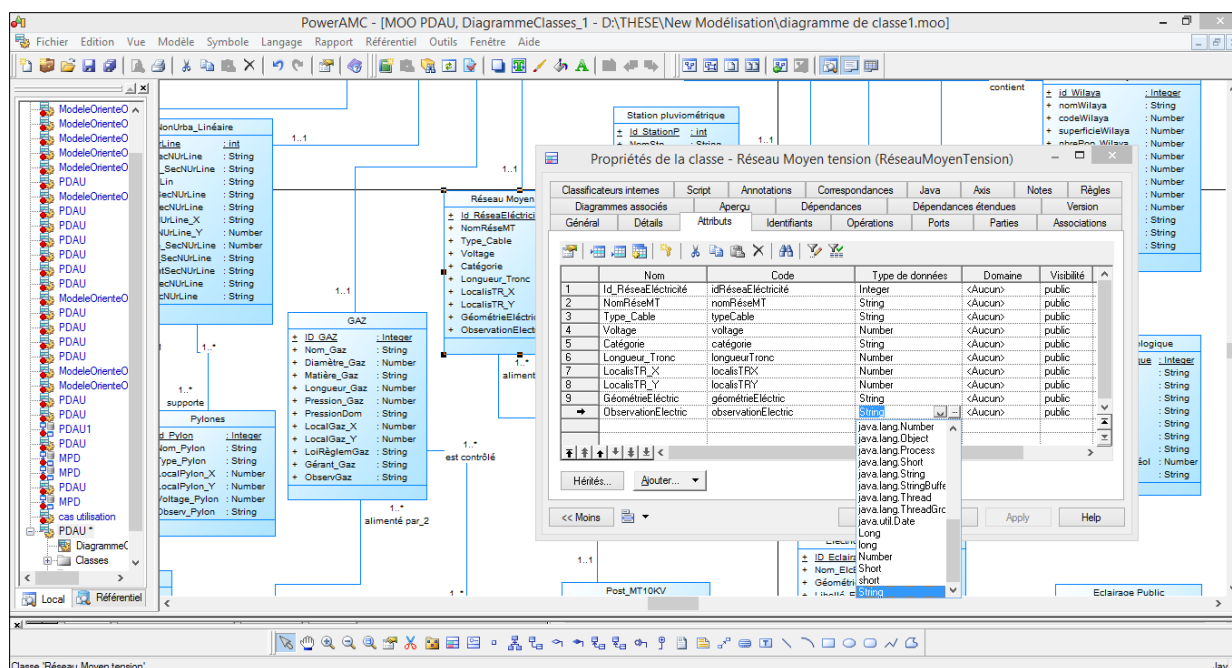


Figure 50. Extrait de l'étape d'insertion des attributs et leur type sous Sybase Power AMC 15.1.

<sup>76</sup> On peut utiliser le terme MCD en UML mais la réalisation d'un modèle conceptuel doit impérativement se faire avec un MOO et pas avec un modèle de type MCD (Modèle conceptuel de MERISE).



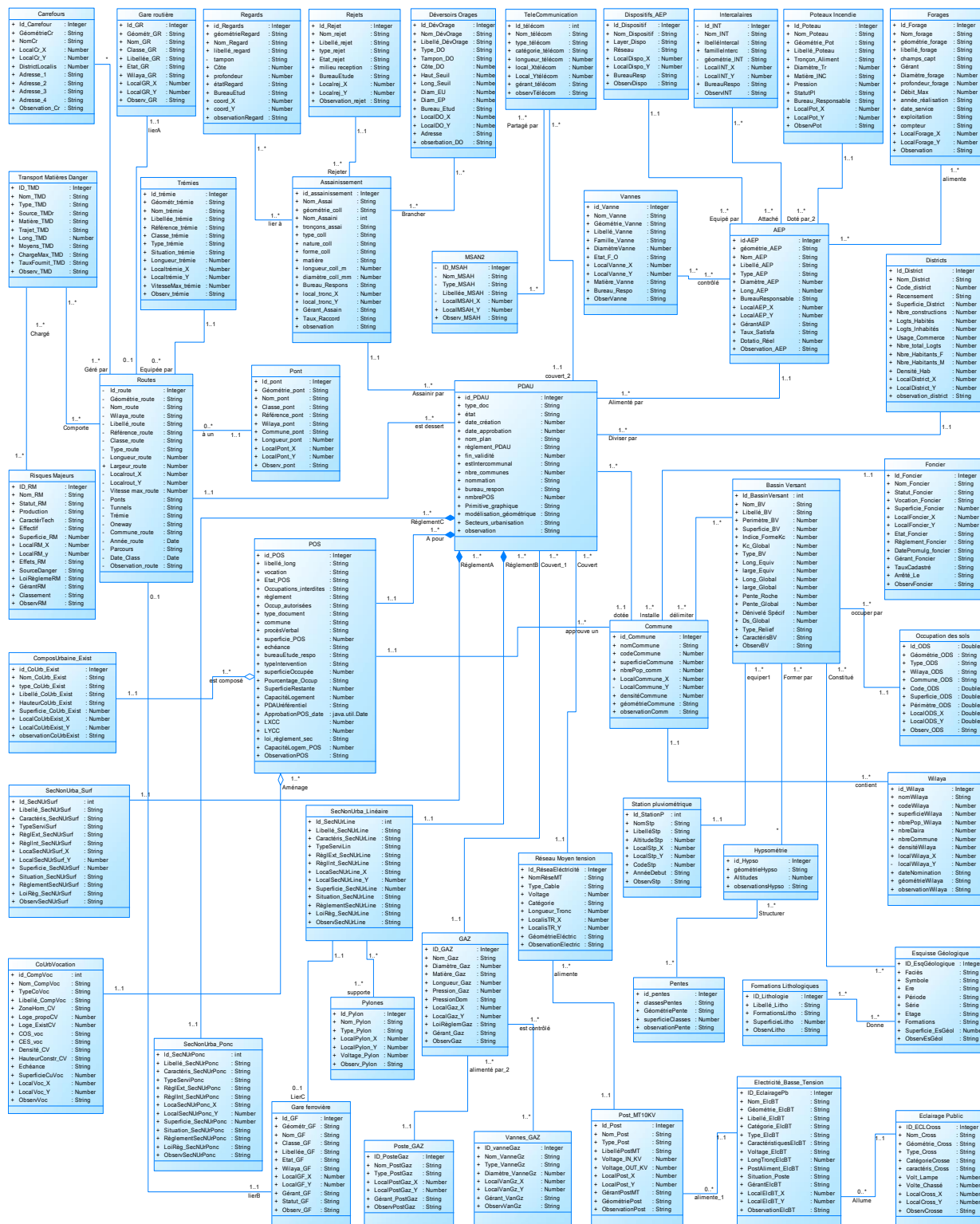


Figure 51. Diagramme de classe d’UML sous Sybase PowerAMC15.1<sup>(77)</sup>

<sup>77</sup> Les classes des secteurs non urbanisables peuvent être divisées en sous classes avec leurs propres attributs :

- (1) secteur non urbanisable ponctuel peut donner les classes de réservoirs d’eau (14 objets), postes transformateurs (5 objets), stations de services (12 objets) et les stations de pompage de gaz (6 objets).
- (2) secteur non urbanisable linéaire peut donner les classes de canal de ceinture (7 objets), chemin de fer (6 objets), gazoduc (9 objets), ligne haute tension (8 objets), ligne moyenne tension (18 objets), oued moulé (4 objets), oued recouvert (2 objets) et le réseau hydrographique (152 objets).
- (3) secteur non urbanisable surfacique peut donner les classes de la zone forestière (8 objets), terrains agricoles (17 objets), terrains naturels (7 objets), terrains pastoraux (5 objets), les cimetières (9 objets), la zone militaire (4 objets), la zone industrielle (63 objets).

---

Le modèle édifié est en conséquence constitué par 46 classes d'objet (tableau 36 et 37), élaboré à l'aide de langage de modélisation UML qui permet de concevoir un système d'information d'une façon standardisée et méthodique (Laplanche, 2002). Ce modèle a été construit en suivant trois phases essentielles. Premièrement, il s'agit d'identifier toutes les classes d'objets, puis en deuxième étape d'identifier les attributs et les opérations pour chaque classe d'objets afin d'identifier les relations (associations et cardinalités) entre les classes d'objets en troisième phase. Tout ça en observant une attention particulière aux règles de passage.

Par ailleurs, les relations permettent d'établir des liens logiques entre les tables de la base de données, c'est-à-dire des chemins d'accès aux données ayant des liens logiques entre elles, mais qui sont stockés dans des classes séparées. En outre, les cardinalités permettent de caractériser les liens qui existent entre une entité et la relation à laquelle elle est reliée. Selon Uwineza, (2007) la cardinalité d'une relation est composée d'un couple comportant une borne maximale et une borne minimale, intervalle dans laquelle l'entité peut prendre sa valeur. Par exemple, dans le cadre du travail présent, une association '*Avoir*' permet de faire le lien entre les tables '*PDAU*' et '*POS*', un POS est délivré par un seul PDAU et un PDAU peut être concerné un ou plusieurs POS.

## 2-2-3-1 Liste des classes

Tableau 36. Extrait des classes d'objets du futur système d'information géographique

Nom	Code	Parent	Générer	Visibilité	Type
AEP	Aep	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Assainissement	Assainissement	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Bassin Versant	BassinVersant	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Carrefours	Carrefours	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Commune	Commune	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
ComposUrbaine_Exist	ComposUrbaineExist	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
CoUrbVocation	CoUrbVocation	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Dispositifs_AEP	DispositifsAep	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Districts	Districts	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Déversoirs Orages	DéversoirsOrages	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Eclairage Public	EclairagePublic	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Electricité_Basse_Tension	ElectricitéBasseTension	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Esquisse Géologique	EsquisseGéologique	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Foncier	Foncier	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Forages	Forages	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Formations Lithologiques	FormationsLithologiques	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Gare ferrovière	GareFerrovière	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Gare routière	GareRoutière	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
GAZ	Gaz	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Hypsométrie	Hypsométrie	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Intercalaires	Intercalaires	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
MSAN2	Msan2	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Occupation des sols	OccupationDesSols	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
PDAU	Pdau	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Pentes	Pentes	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Pont	Pont	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
POS	Pos	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Post_MT10KV	PostMt10kv	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Poste_GAZ	PosteGaz	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Poteaux Incendie	PoteauxIncendie	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Pylones	Pylones	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Regards	Regards	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Rejets	Rejets	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Risques Majeurs	RisquesMajeurs	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Routes	Routes	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Réseau Moyen tension	RéseauMoyenTension	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
SecNonUrba_Linéaire	SecNonUrbaLinéaire	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
SecNonUrba_Ponc	SecNonUrbaPonc	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
SecNonUrba_Surf	SecNonUrbaSurf	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Station pluviométrique	StationPluviométrique	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
TeleCommunication	TeleCommunication	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Transport Matières Danger	TransportMatièresDanger	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Trémies	Trémies	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Vannes	Vannes	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Vannes_GAZ	VannesGaz	MOO 'PDAU'	X	public	Classe
Wilaya	Wilaya	MOO 'PDAU'	X	public	Classe

## 2-2-3-2 Liste des associations

Tableau 37. Extrait des associations entre les classes d'objet

Code	Classe B	Classe A	Rôle A	Rôle B	Multipli cité A	Multipli cité B
association6	Bassin Versant	Commune	délimiter		1..*	1..*
association9	Commune	Wilaya	contient		1..*	1..1
association10	Commune	POS		approuve un	1..1	1..*
association14	Pentes	Hypsométrie	Structurer		1..*	1..*
association16	PDAU	AEP		Alimenté par	1..1	1..*
association17	PDAU	Assainissement		Assainir par	1..1	1..*
association18	PDAU	Routes		est dessert	1..1	1..*
association20	ComposUrbaine_Exist	POS	est composé		1..*	1..1
association21	PDAU	Districts		Diviser par	1..1	1..*
association22	Déversoirs Orages	Assainissement	Brancher		1..*	1..*
association23	Carrefours	Routes	Géré par		1..*	*
association25	Rejets	Assainissement	Rejeter		1..*	1..1
association26	Intercalaires	AEP	Attaché		1..*	1..*
association27	POS	PDAU	À pour		1..*	1..1
association28	Post_MT10KV	Réseau Moyen tension	alimente		1..*	1..1
association29	Regards	Assainissement	lier à		1..*	1..*
association30	Forages	AEP		alimente	1..*	1..*
association31	Vannes	AEP	contrôlé		1..*	1..*
association32	Dispositifs_AEP	AEP	Equipé par		1..*	1..1
association33	AEP	Poteaux Incendie		Doté par_2	1..1	1..*
association34	TeleCommunication	PDAU	couvert_2		1..1	1..*
association35	PDAU	Réseau Moyen tension		Couvert	1..1	1..*
association37	Commune	PDAU		dotée	1..*	1..1
association38	Post_MT10KV	Electricité_Basse_Tension		alimente_1	1..1	0..*
association39	Electricité_Basse_Tension	Eclairage Public		Allume	1..1	0..*
association40	PDAU	GAZ		Couvert_1	1..1	1..*
association41	TeleCommunication	MSAN2		Partagé par	1..*	1..*
association42	Vannes_GAZ	GAZ	est contrôlé		1..*	1..*
association43	Poste_GAZ	GAZ	alimenté par2		1..*	1..1
association44	Foncier	Commune	Installe		1..*	1..1
association45	Transport Matières Danger	Routes	Comporte		1..*	1..*
association46	Risques Majeurs	Transport Matières Danger	Chargé		1..*	1..*
association47	Formations Lithologiques	Esquisse Géologique	Donne		1..*	1..*
association48	Esquisse Géologique	Bassin Versant	Constitué		1..*	1..*
association49	Station pluviométrique	Bassin Versant	equiper1		1..*	1..1
association50	CoUrbVocation	POS	Aménage		1..*	1..1
association51	Pylones	SecNonUrba_Linéaire		supporte	1..*	1..*
association51	SecNonUrba_Surf	PDAU	RéglementA		1..*	1..1
association52	SecNonUrba_Linéaire	PDAU	RéglementB		1..*	1..1
association53	SecNonUrba_Ponc	PDAU	RéglementC		1..*	1..1
association54	Trémies	Routes	Equipée par		0..*	1..1
association55	Pont	Routes	à un		0..*	1..1
association56	Gare routière	Routes		lierA	0..1	1..1
association57	Gare ferrovière	Routes		lierB	0..1	1..1
association58	SecNonUrba_Linéaire	Gare ferrovière	LierC		0..1	1..1
association59	Occupation des sols	Bassin Versant	occuper par		1..*	1..1
Association60	Bassin Versant	Hypsométrie		Former par	1..*	*

### 2-2-4 Constitution du dictionnaire de données

Le dictionnaire de données (voir aussi l'annexe 5) est défini comme étant l'ensemble des informations (attributs) que notre système d'information géographique doit acquérir afin d'atteindre les résultats souhaités. En effet, notre dictionnaire élaboré a pour finalité d'assurer la cohérence d'utilisation en fournissant une définition unique faisant autorité pour tous les éléments de données utilisées. Le dictionnaire des données comporte l'élément indispensable de notre SIG, car il permet de regrouper l'ensemble des définitions des attributs et tables constituant les couches du SIG. Il fait aussi apparaître les métadonnées<sup>78</sup> nécessaires notamment au processus de suivi des missions d'actualisation. Plus encore, le dictionnaire développé constitue une référence de base où les utilisateurs de ce SIG devront le conserver à leurs côtés afin d'utiliser correctement la plateforme géante et de comprendre facilement sa structure et son mode de fonctionnement. Les tableaux 38 et 39 présentent un extrait de l'ensemble des entités de la future base de données.

Tableau 38. Extrait d'un dictionnaire de données (classe d'entité poste d'électricité MT10Kv)

Id	Nom	code	libellé	type	Volt- in	Volt-out	Local_X	Local_Y	gérant
1	Poste électrique	225	Bouakal 49	Poste de distribution	10 kv	380-220 volts	243985.01	3936510.31	Sonelgaz Batna

Tableau 39. Extrait d'un dictionnaire de données (classe d'entité Batna foncier)

Id	nom	code	Statut	Vocation	S (ha)	Local_X	Local_Y	état	gérant	Taux
472	Section Cadastrale	46	privé	habitat	1.76	242167.59	3938560.40	Section urbaine	cadastre Batna	40%

### 2-2-5 Modèle physique de Données (MPD)

Cette étape constitue la dernière démarche dans la réalisation de notre base de données avant l'implantation dans un SIG, il s'agit de l'élaboration d'un modèle physique de données MPD. D'abord nous le consacrons essentiellement aux techniques de génération d'un MPD avec Sybase powerAMC15.1 à partir d'un diagramme de classe, puis en deuxième étape on va démontrer comment alimenter ce modèle dans un SGBD qui est dans notre cas d'étude MS Access (2007) via une commande de type ODBC. En effet, le MPD définit la configuration physique de la base de données et permet d'en connaître les détails (Ouedrogo, 2001). Le MPD s'intéresse au stockage des données à travers le type et la taille des attributs du diagramme de

<sup>78</sup> Les métadonnées contiennent la documentation sur les données de la carte numérique, permettant ainsi leur utilisation pertinente : source de données, date de saisie, système de référence géodésique, projection cartographique, méthode et échelle de numérisation, structure des données, précision, format des fichiers, etc. Les métadonnées sont indispensables pour l'archivage, l'indexation et l'échange de fichiers.

classe (MCD dans MERISE). Cela permet de prévoir la place nécessaire à chaque table dans le cas d'un SGBD. Outre, notre modèle physique de données (figure 52) a été généré automatiquement à partir du diagramme de classe. Tout en apportant les corrections et les améliorations nécessaires (à savoir l'affectation de nom de rôle, etc.).

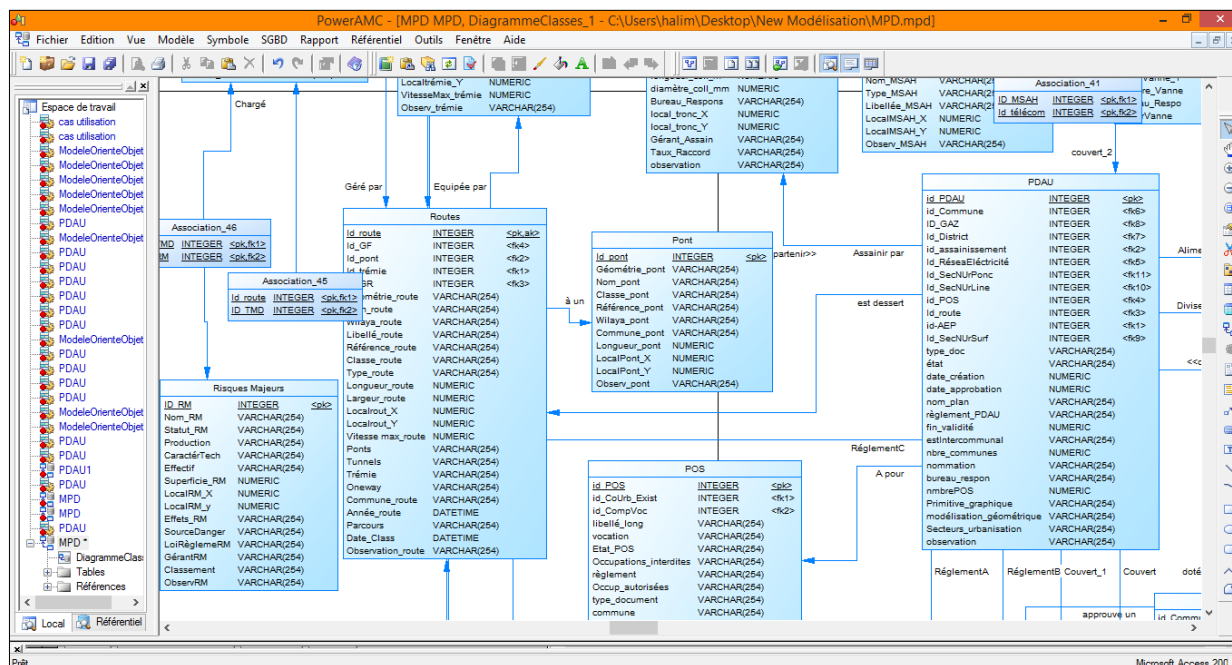


Figure 52. Capture d'écran d'un modèle physique des données sous Sybase PowerAMC 15.1

### 2-2-6 Intégration des données dans un SGBD

Une fois les données vérifiées et harmonisées et la base de données conceptualisée à travers la réalisation d'un diagramme de classe puis le modèle physique de données, il sera donc possible d'intégrer les données dans un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) compatible avec notre base de données en termes de qualité et de quantité d'informations à traiter, pour une gestion cohérente de la base. Pour cela, nous avons opté pour le logiciel MS Access2007.

Le SGBD Microsoft Access a été adopté dans ce travail du fait de nombreuses caractéristiques qui favorisent son utilisation dont celle qui liée à la taille des fichiers et surtout du nombre d'objets dans la base de données. Cette étape consiste à établir une interaction entre un SGBD et les sources de données (dans notre cas c'est le modèle physique de données), alors une connexion de type ODBC a été utilisée (figures 53 et 54). En termes de définition, Microsoft<sup>79</sup> considère ODBC comme une interface stratégique pour accéder à des bases de données dans un environnement hétérogène de système de système de gestion de base de données (SGBD) relationnel et non relationnel.

<sup>79</sup> <https://support.microsoft.com/fr-fr/kb/460738>



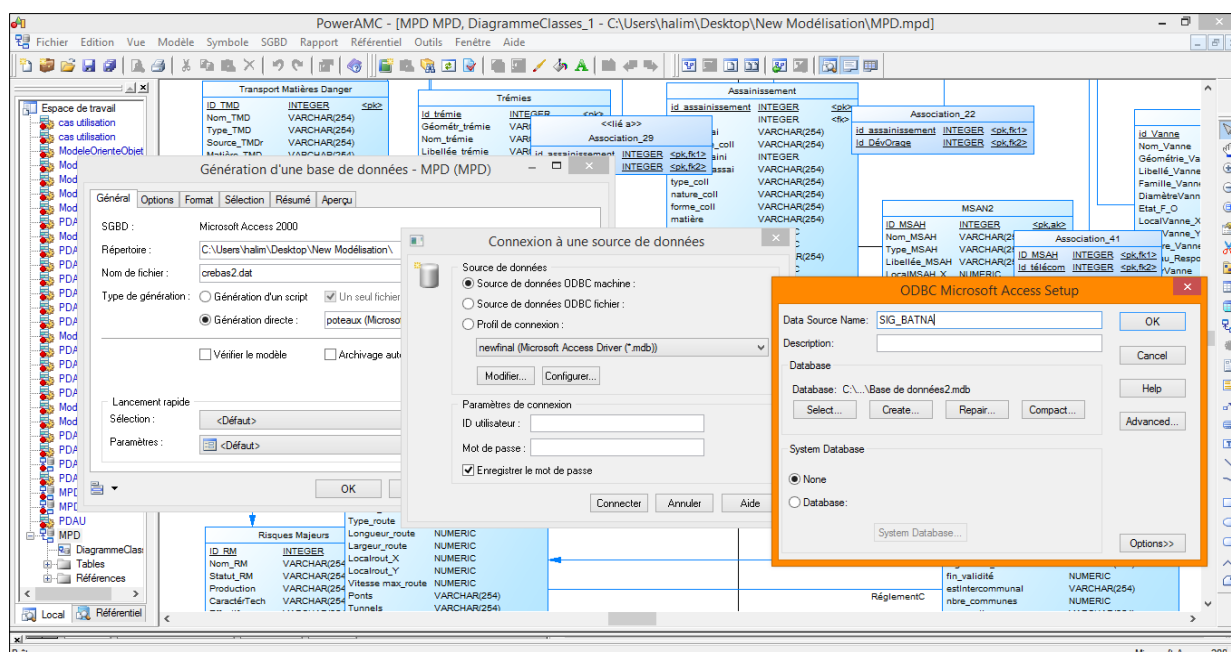


Figure 53. Application de la commande ODBC pour MS Access sous Sybase PowerAMC 15.1.

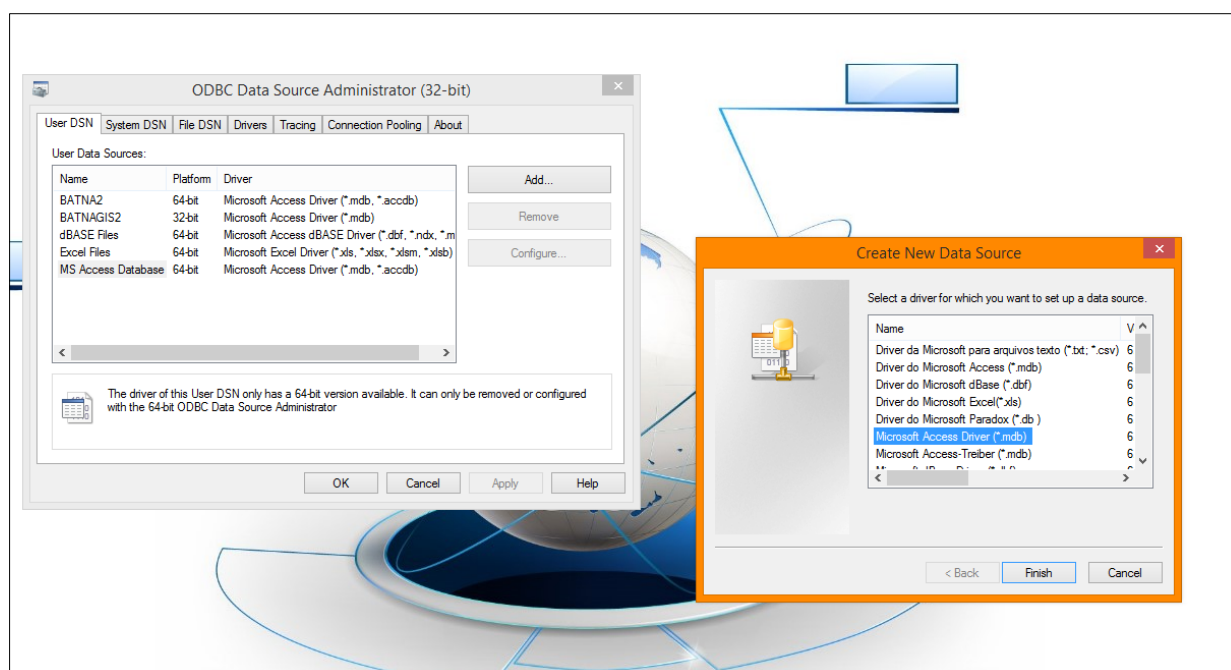


Figure 54. Capture d'écran de l'intégration des données via une commande de type ODBC.

Une source de données ODBC est un jeu de paramètres auquel on donne un nom. Ces paramètres (variables en fonction du pilote ODBC) permettent d'établir la connexion avec la base de données ciblée. Par la suite, dans des applications compatibles ODBC, on fait référence à ce jeu de paramètres en utilisant son nom, c'est-à-dire le nom de la source de données (Data Source Name, abrégé en DSN).<sup>80</sup>

<sup>80</sup> <http://docplayer.fr/4870735-Procedure-d-installation-et-d-utilisation-pilote-odbc-open-database-connectivity-solune.html>

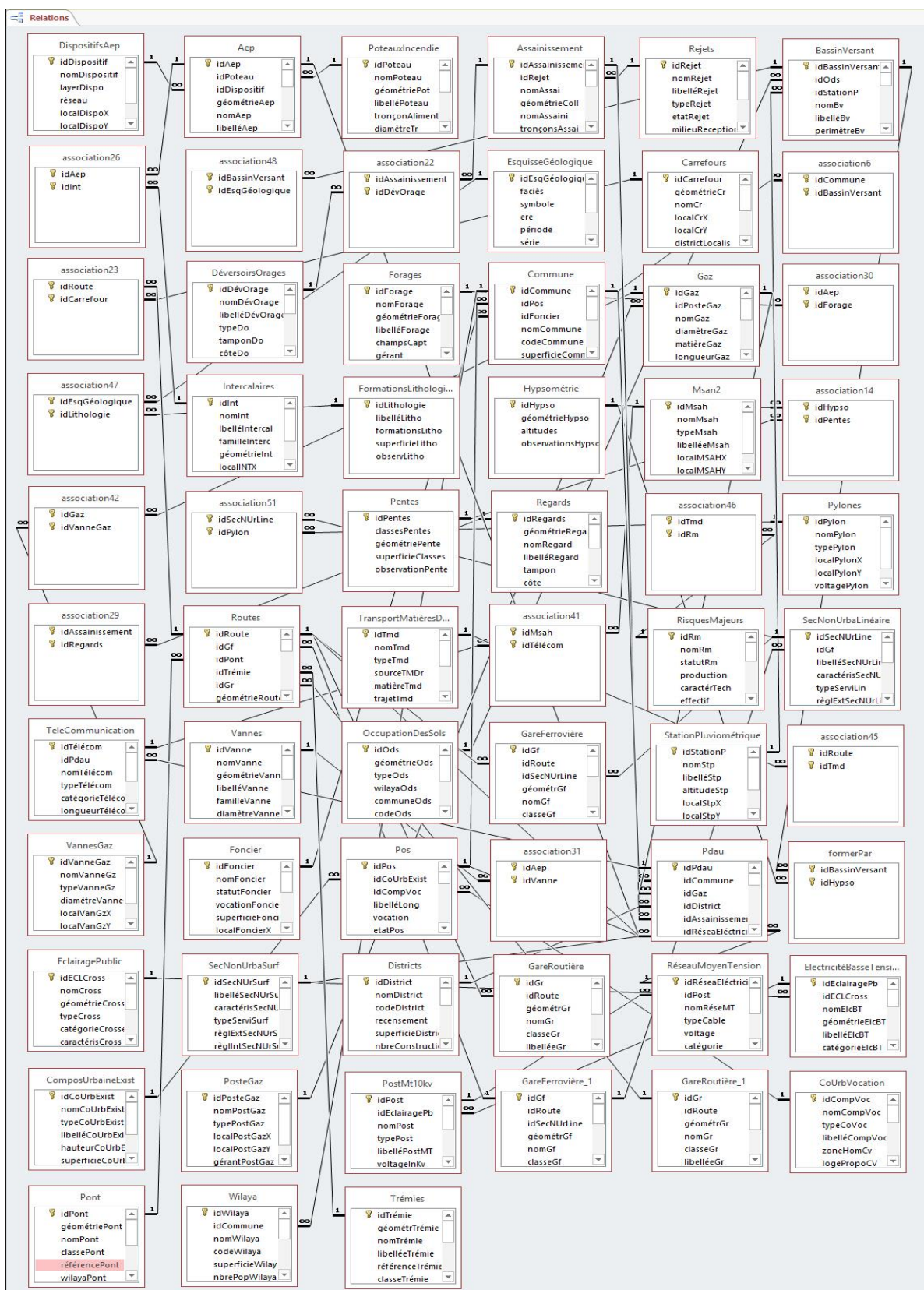


Figure 55. Extrait des entités sous un SGBD avec les liens entre tables.

Après l'intégration des données dans un SGBD (figure 55), les relations établies dans le diagramme de classe et qui définissent la position des objets entre eux dans le système sont également générées automatiquement sous MS Access. Par la définition, une relation est un lien

reliant deux tables et il associe les données du premier objet avec celles du deuxième. En effet, il existe plusieurs raisons pour former des relations entre tables, lorsque nous créons une base de données complexe, il sera fortement utile d'utiliser les relations entre les différents objets afin de comprendre leur fonctionnement. L'utilité des relations est de permettre d'éviter les erreurs et les redondances générées par les enregistrements répétés. En plus, les relations entre les tables nous permettent de matérialiser l'intégrité et la cohérence pour éliminer les enregistrements orphelins dans notre base de données, ce qui permet d'éviter les problèmes de mise à jour.

### 2-2-7 Connexion de la base de données dans un SIG

Le SGBD nous a permis de créer, gérer et interroger efficacement une base de données, indépendamment du domaine d'application. On lui reconnaît des fonctionnalités remarquables, parmi lesquelles de supporter les concepts définis lors de la modélisation, de rendre transparent le partage des données entre clients, d'en assurer la confidentialité, l'intégrité et la cohérence, de fournir différents langages d'accès selon le profil de l'utilisateur, de posséder une capacité de stockage élevée, de répondre à des requêtes avec un niveau de performance adapté, ou encore de faciliter la gestion des métadonnées. En effet, les données numériques et alphanumériques rassemblées et organisées au sein des instruments PDAU et POS de la ville de Batna conformément au diagramme de classe déjà mentionné ont été mobilisées et implémentées sous le SIG (ArcGIS) avant l'intégration avec les données cartographiques (géographiques). Dans le présent travail, la connexion de la base de données MS Access vers le logiciel SIG se fait grâce une connexion de type OLE DB (figure 56) qui constitue un module de transmission de données vers ArcCatalog à partir de la base d'Access.

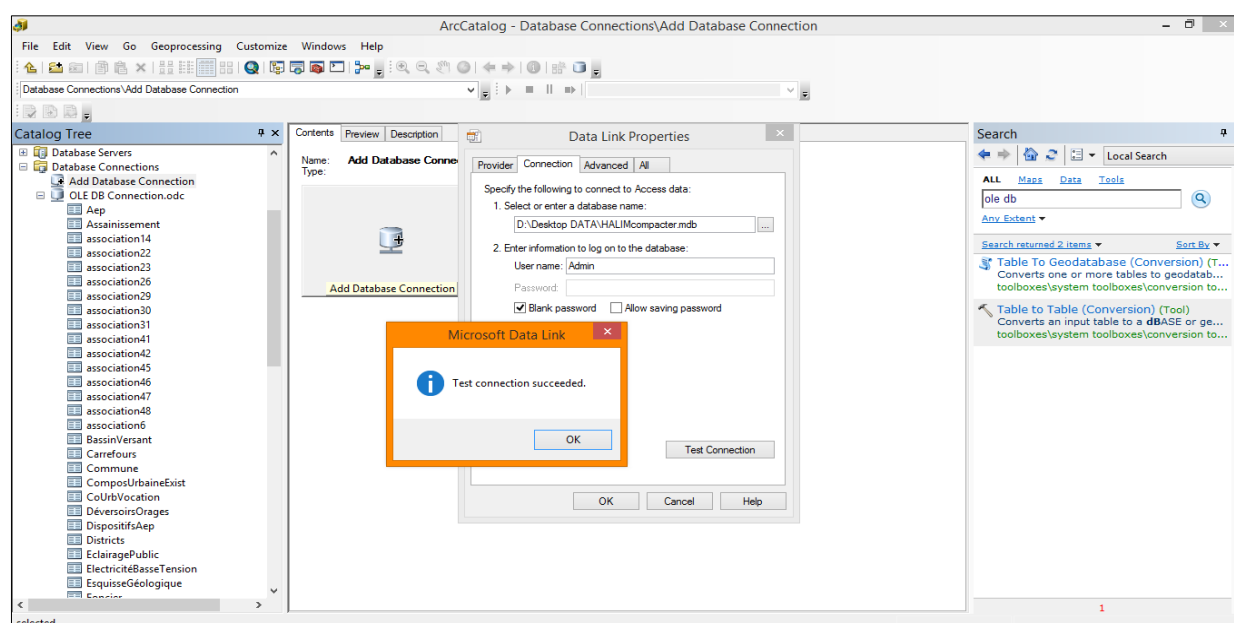


Figure 56. Capture d'écran de la connexion OLE DB (Test connection succeeded).



En final, cette opération a débouché sur la mise en place d'une base de données géographique de la ville de Batna (figure 57 et figure 58), composée de plus de 50 couches thématiques superposables comprenant plus de 62 000 objets et leurs attributs respectifs. Cette base de données en effet, est organisée sous forme d'un système d'information géographique couvrant une superficie totale de 129.85Km<sup>2</sup> où les informations recherchées peuvent être identifiées aisément grâce à des requêtes SQL ou spatiales offrant la possibilité d'effectuer des différentes analyses performantes (spatial analyst, network analyst, geostatistical analyst, etc.) applicables à différents niveaux et échelles pouvant couvrir des domaines d'application variés.

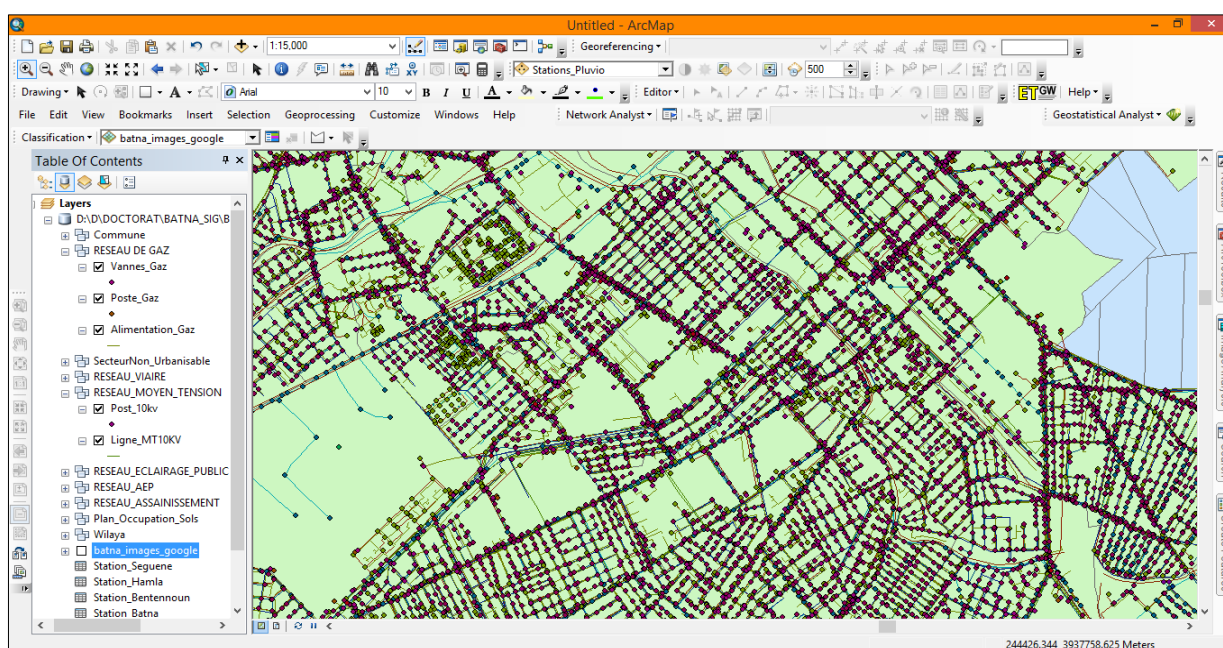


Figure 57. Extrait du système d'information géographique de la ville de Batna.

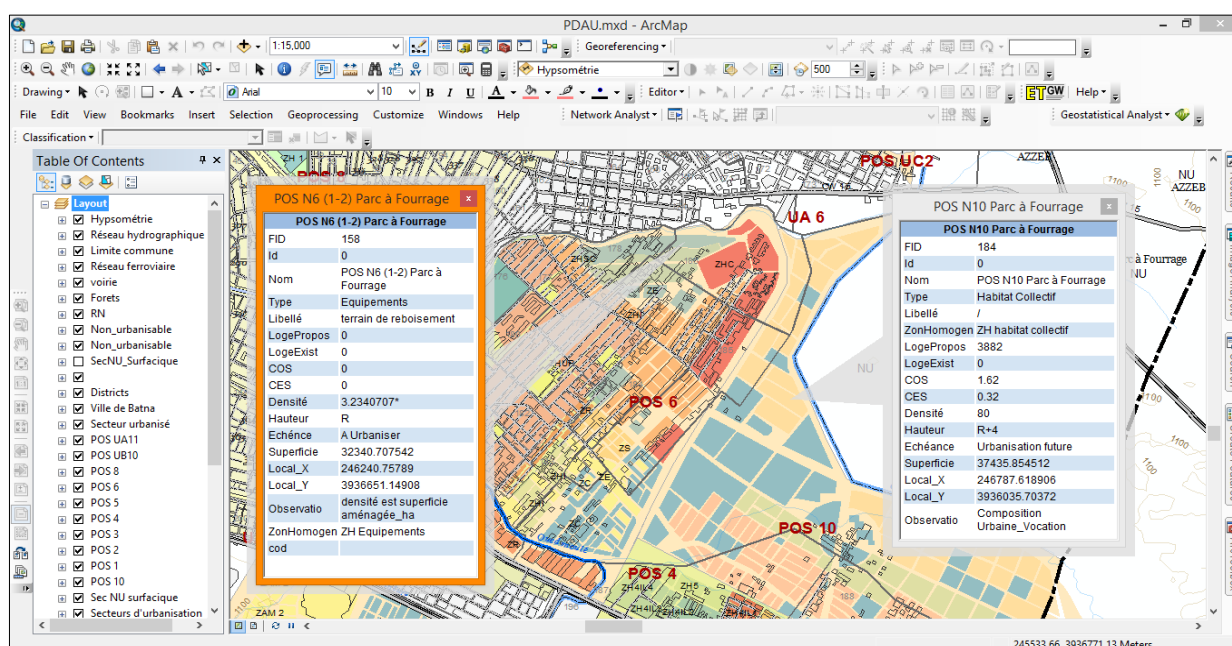


Figure 58. Extrait du système d'information géographique de la ville de Batna.

### 3- Mise en place d'un WebGIS accessible via internet

La portée des WebGIS s'est accrue d'une manière remarquable (Hazzard, 2011) tant au niveau du nombre des utilisateurs qu'au niveau des domaines d'application. En effet, les fonctionnalités d'un logiciel SIG sont de plus en plus diversifiées et surtout de mieux en mieux reconnues par une vaste communauté d'utilisateurs. Le progrès conséquent de la cartographie en ligne est lié principalement aux progrès dans le domaine des nouvelles technologies. Les technologies de communication, en particulier Internet, jouent un rôle extrêmement important dans le développement des WebGIS (Yang *et al.* 2011). Les WebGIS peuvent être définies comme étant des sites internet permettant d'accéder à distance à des fonctionnalités SIG telles que l'édition et l'analyse des cartes géographiques, l'affichage des données attributaires à propos un objet spatial particulier, l'analyse d'un phénomène spatial particulier, etc. (Li *et al.* 2011 ; Yang *et al.* 2005 ; Gillavry, 2000). Par ailleurs, ces nouvelles fonctionnalités comme étant aujourd'hui nombreuses sur l'internet. Elles restent cependant en Algérie encore assez rares. C'est dans ce contexte que s'inscrivent nos travaux. En effet, l'objectif principal consiste à développer une interface interactive de la ville de Batna, accessible via internet du SIG élaboré.

#### 3-1 Installation et configuration du serveur cartographique

Au cours de ce travail, le choix du serveur cartographique était plus ouvert. Il existe en effet plusieurs serveurs : MS4W, MapGuide Maestro, Mapserver et Geoserver. Pour le travail présent, le choix s'est fait rapidement, dans la mesure où nous avons déjà une préférence pour Geoserver. Son utilisation est assez facile et également très intuitive, il se fait en interface graphique bien développée (Briquet, 2012), ce qui nous permettra de le réutiliser facilement par la suite. En effet, la mise en ligne et l'accès aux données géographiques sur internet doivent respecter les protocoles définis par l'OGC (Open Geospatial Consortium). Leurs standardisations ont permis de développer des normes et des spécifications de services, qui permettent de visualiser, explorer, télécharger et échanger des données géographiques sur le Web. Pour notre cas, nous avons besoin de services permettant la visualisation et l'interrogation des données géographiques. Le Geoserver utilise les web services : Web Map Service (WMS) et le Web Feature Service (WFS) qui permettent de répondre à ce double objectif.

Dans un second temps, on a installé le serveur d'application Java. À ce niveau-là, nous avons choisi Apache Tomcat, comme serveur web. Il est le serveur web le plus utilisé dans le monde avec 50% des serveurs fonctionnels (NETCRAFT, 2015).<sup>81</sup> Une fois cette étape est achevée il sera donc possible dans la troisième étape de déployer le Geoserver via

<sup>81</sup> <http://linuxfr.org/news/sondages-sur-les-serveurs-web-netcraft-et-securityspace-de-decembre-2015>

Geoserver.War (C:\Tomcat 7.0\webapps\Geoserver.War) (figure 59).<sup>82</sup> Dans la quatrième étape, un répertoire spécifique a été créé dans Geoserver pour enregistrer la configuration future (C:\Program files\Geoserver 2.5\data\_dir\BatnaSIG), puis nous avons configuré le serveur cartographique sur ce répertoire. La dernière étape consiste à relier le Geoserver (figure 60) à la base de données géospatiale créée précédemment par un logiciel SIG (ArcGIS 10.1).

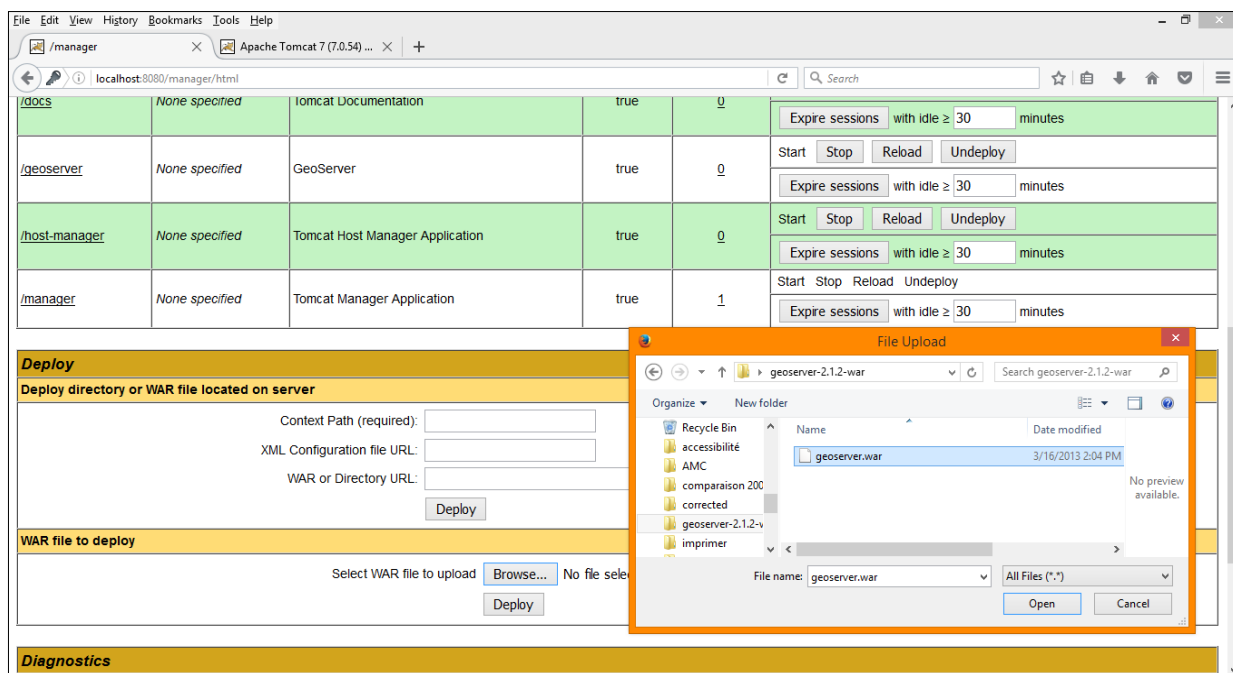


Figure 59. Capture d’écran du déploiement de Geoserver via Geoserver.War

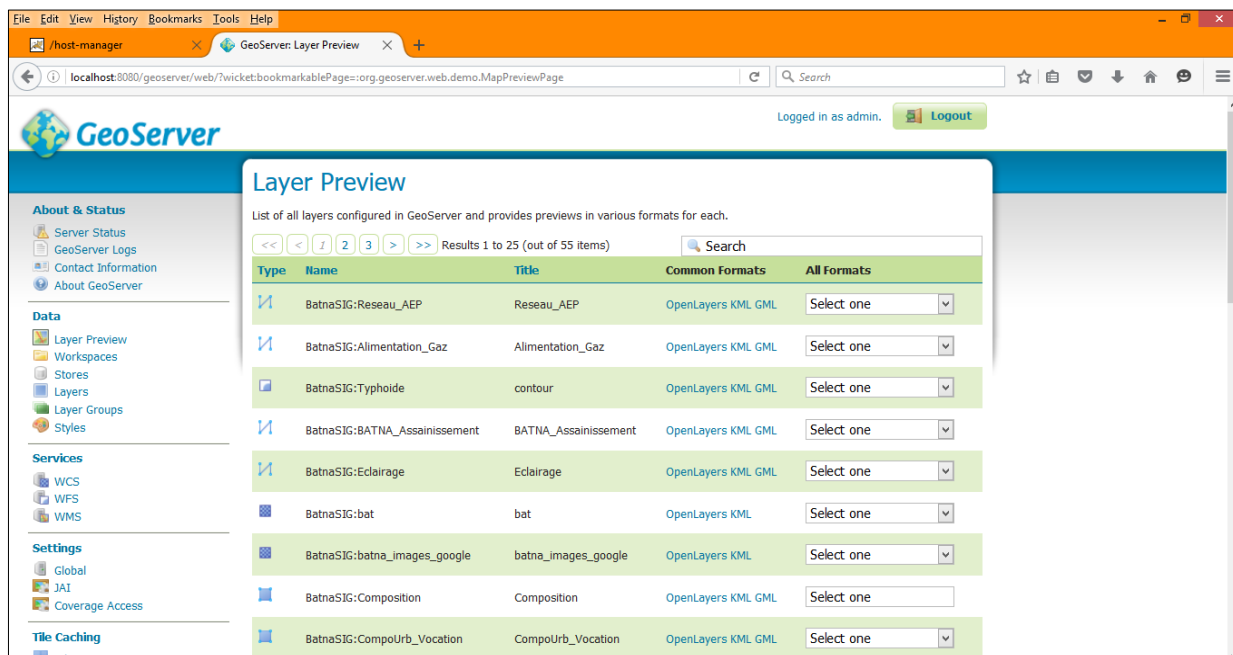


Figure 60. Couches du SIG de Batna importées dans Géoserver

<sup>82</sup> Cet emplacement dépend de notre propre configuration du serveur web (Apache Tomcat) sur la machine (Ordinateur). Une fois cette étape est achevée cela veut dire que le geoserver est installé complètement avec succès.



Les données du SIG de la ville de Batna sont riches et variées constituant le résultat d'un long travail de collecte, de vérification et de classification. Elles sont, en effet, constituées : des limites administratives, d'habitat, d'équipements, du mode d'occupation des sols, du réseau d'assainissement, d'AEP, de la voirie, du réseau d'électricité, des données hydrographiques, des servitudes, des majeures orientations d'aménagement (PDAU et POS), du foncier, de télécommunication et le cadre physique de la zone. S'ajoute à cela d'autres données constituant le résultat des analyses spatiales effectuées. Toutes ces données sont au format Shape d'ESRI et chacune d'elles à des données attributaires qui lui sont propres comportant une base de données exhaustive, à l'exception de l'image de Google Earth très haute résolution (Géo Tiff). La plupart de ces bases de données ne sont plus disponibles pour le grand public. De ce constat est issue notre idée de centraliser toutes ces bases de données au sein d'un WebSIG participatif : un outil en ligne, permettant l'ajout des données, la consultation des bases de données, l'interrogation de ces bases via une interface dynamique, ainsi que la génération de cartes sous forme de couches (Layers) successives en fonction du choix de l'utilisateur identifié.

L'objectif de notre travail se postule à la publication des données à travers un réseau dans le but d'en rendre la consultation et l'utilisation de ces données simple.<sup>83</sup> Et pour atteindre cet objectif, une étape d'intégration des données dans le serveur d'application est indispensable. Dans Géoserver cette étape consiste à créer un espace de travail (BatnaSIG) pour regrouper l'ensemble des entrepôts, puis la publication de l'ensemble des couches en spécifiant les paramètres généraux (nom, titre, système de référence de coordonnées et les emprises). La figure 61 nous fournit un aperçu des différents composants et la façon dont ceux-ci fournissent un flux de données pour la publication. En effet, l'architecture la plus simple d'un WebGIS devrait avoir au moins un serveur et un client (appelée client-serveur de deuxième génération), où le serveur est un serveur d'application, et le client est un navigateur web (Pascual *et al.* 2012). En revanche, l'architecture de notre présent WebGIS se compose de trois niveaux essentiels (architecture conceptuelle 3-tiers) :

(1) le premier niveau est côté client (interface ou couche d'affichage), ce niveau offre les différentes fonctionnalités qui permettent l'interaction avec le WebGIS ainsi que l'affichage des résultats.

(2) le deuxième niveau est le côté server (niveau logique ou la couche fonctionnelle), il comprend en principe le serveur web (Apache Tomcat) et le serveur cartographique (Geoserver), le niveau logique offre toutes les fonctions d'accès aux données et exécute

---

<sup>83</sup> Pour ne pas alourdir la lecture de ce chapitre, on a choisi de présenter notre travail sur l'interface web en essayant d'éviter d'aborder les détails trop techniques et nous n'évoquerons que les parties qui nous apparaîtront comme étant réellement intéressantes.

les différentes tâches de traitement. Également, le serveur répondra aux requêtes de l'utilisateur (Client).

(3) le troisième niveau est le côté des données (stockage des données ou la couche de données), dans ce niveau les services de base de données sont pris en charge par un SGBD.

Techniquement, lorsque l'utilisateur choisit de se connecter et de demander des données à partir du serveur web à l'aide d'un navigateur web. Apache Tomcat dans la première étape établit une connexion entre l'internet et le serveur en envoyant la requête HTTP à Geoserver. Dans la deuxième étape, Geoserver reçoit la demande, qui est analysée par la définition des concepts et les restrictions logiques. Dans la troisième étape, les résultats trouvés dans la base de données sont renvoyés au Geoserver, qui renvoie lui-même les résultats au serveur web. Dans la dernière étape, le serveur web affiche les résultats aux utilisateurs finaux sur le côté client sous forme de cartes, tableaux, figures, etc.

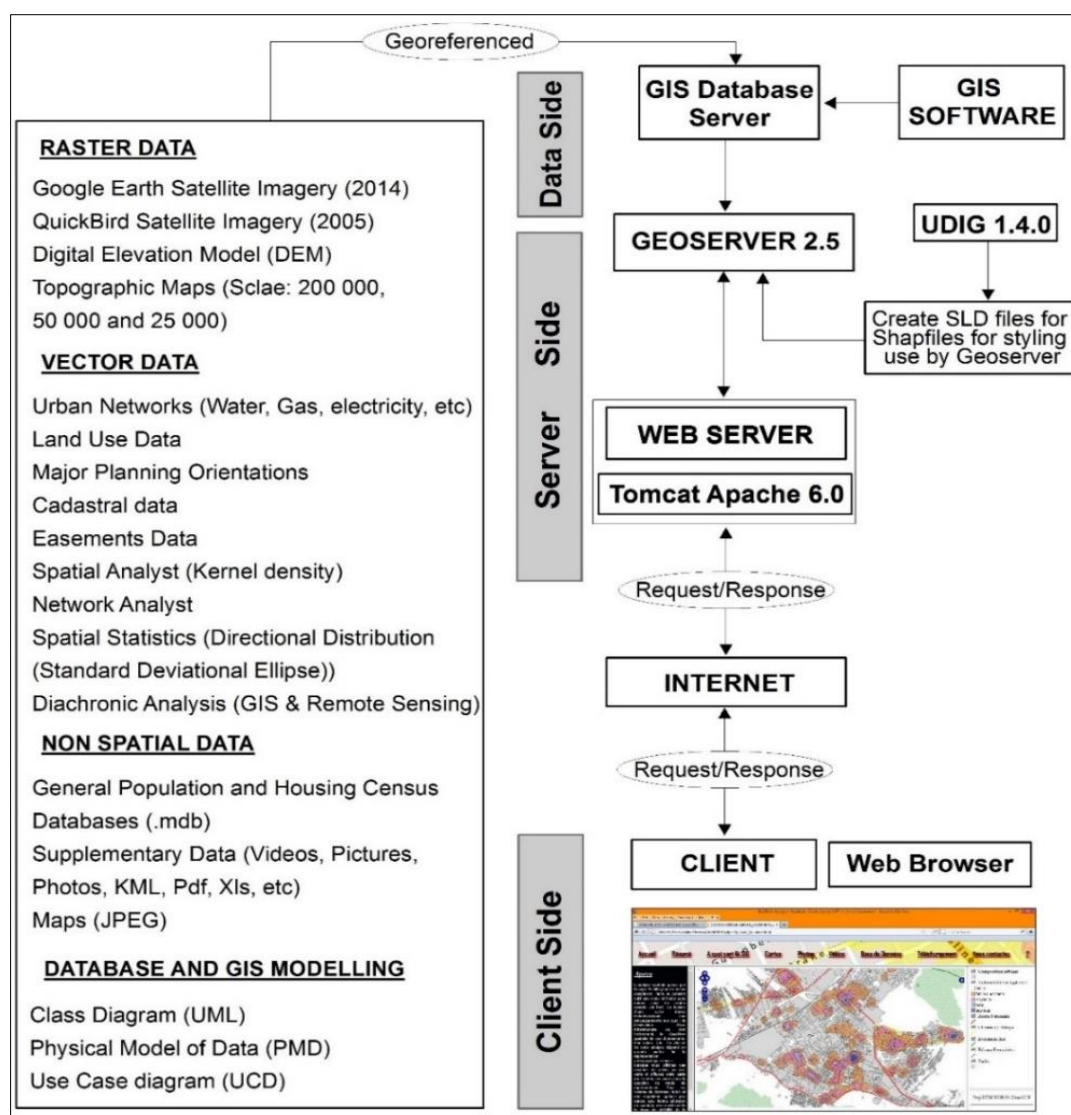


Figure 61. Schéma explicatif de l'architecture de notre WebGIS (architecture 3-tiers)

L'objectif de ce travail est de publier des données représentatives à travers un réseau. Pour ce faire une étape importante consiste à assigner un style d'affichage à chaque couche publiée par Geoserver (figure 62). Les styles créés dans celui-ci permettent de définir la couleur et le remplissage des entités géographiques, mais aussi l'épaisseur de leur contour ou bien encore leur niveau de transparence. Pour réaliser cela, Geoserver s'appuie sur des fichiers de style utilisant les spécifications SLD (Styled Layer Descriptor), définies par l'OGC. Cette syntaxe est très puissante, elle s'appuie sur le schéma Extensible Markup Language (XML). En connaissant les balises utilisées dans le format SLD, il est facile donc d'élaborer des fichiers de style très complexes, par exemple ceux qui permettent de réaliser des analyses thématiques sur les couches.

Pour notre travail on a utilisé le logiciel open source UDig (User Friendly Desktop Internet GIS), il s'agit d'un excellent programme pour réaliser des modifications géométriques sur les couches chargées (figure 63).

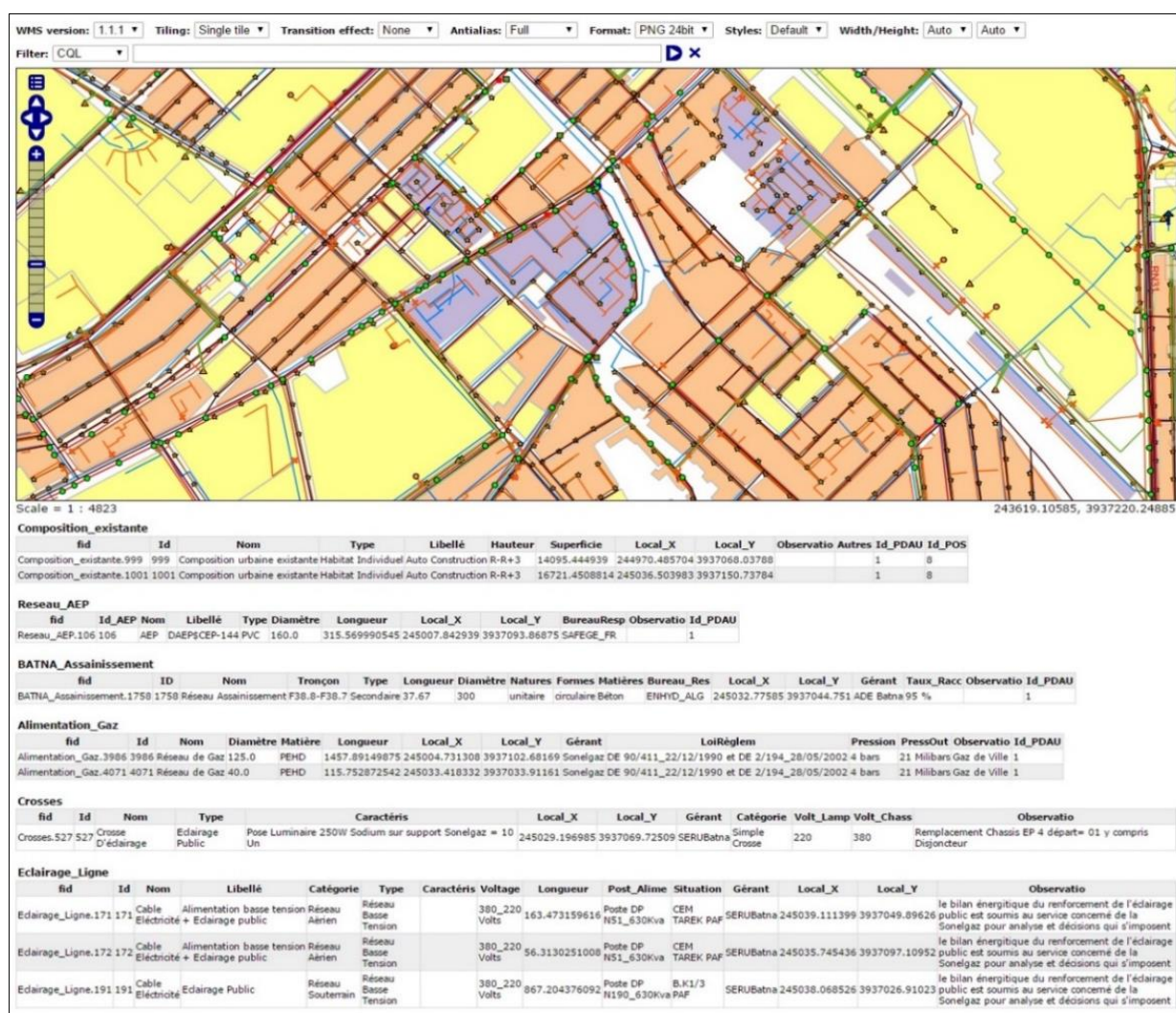


Figure 62. Extrait de résultat de symbolisation des réseaux d'articulation sous Geoserver



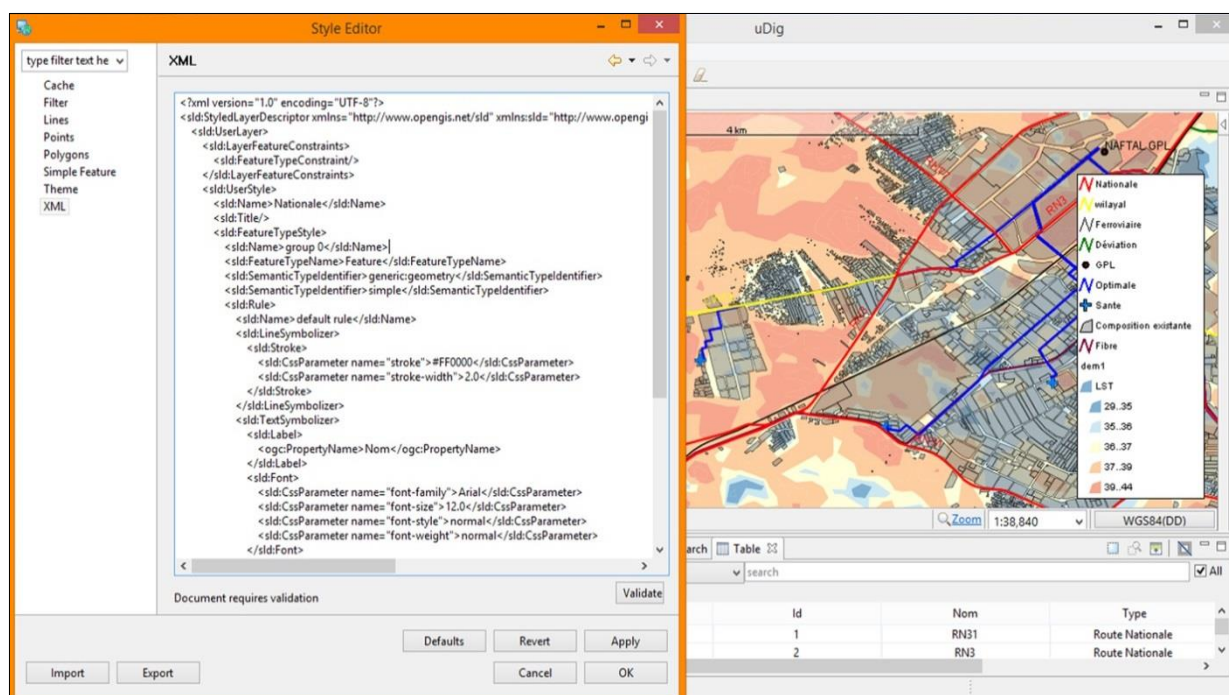


Figure 63. Langage XML pour la symbolisation des couches d'information dans uDig.

### 3-2 Interaction diagramme de cas d'utilisation et interface Web

D'après les travaux de Charroux *et al.* (2010) un cas d'utilisation est une manière spécifique d'utiliser un système. Les acteurs sont à l'extérieur du système ; ils modélisent tout ce qui interagit avec lui. Le diagramme de cas d'utilisation est utilisé dans notre travail dans l'activité des spécifications des besoins, il constitue une aide à la spécification des différentes fonctionnalités du système selon les catégories d'utilisateurs envisagés et montre les interactions fonctionnelles entre les acteurs et le système à l'étude. Il permet de présenter de façon graphique et synthétique l'ensemble des événements menant à l'affichage des résultats sous la forme de cartes et de pages HTML (Lhomme, 2013). En effet, l'analyse de ce diagramme permet d'entrevoir la composition de l'interface, de même que les principaux processus informatiques.

La figure 64 représente le diagramme des cas d'utilisation du système. Il montre en principe nombreux cas d'utilisation. Selon ce diagramme, l'utilisateur (client) sera en mesure d'exécuter des fonctions principales comme :

- (1) la visualisation des cartes (avec une capacité de manipulation, le zoom (in/out), la sélection de la couche désirée et effectuer les différentes mesures).
- (2) l'exploitation des données en téléchargeant les bases de données ainsi que d'autres informations autorisées.
- (3) l'utilisateur peut également afficher l'aide, l'impression et la capture d'écran.

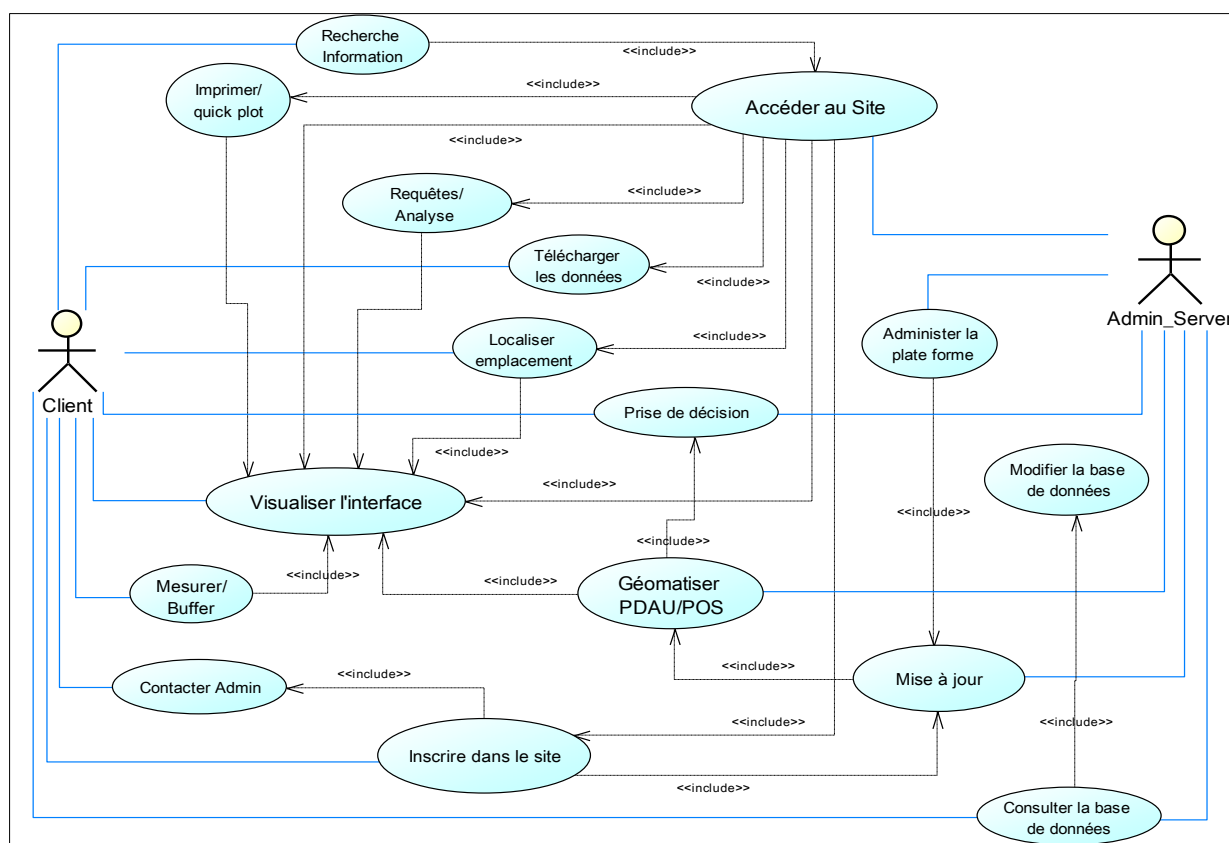


Figure 64. Diagramme de cas d'utilisation du présent WebGIS

### 3-3 Aperçu sur le fonctionnement de WebGIS

L'interface graphique est le dispositif qui permet à l'utilisateur d'accéder et d'interagir avec le système développé en exploitant les fonctionnalités implémentées. Cette interface est divisée en quatre zones principales (figure 65) :

- (1) un espace cartographique affichant les couches d'information géographique comportant les outils permettant d'interagir avec la carte (Layer switcher, zoom, etc.).
- (2) un menu permettant de se connecter vers d'autres thématiques issues de la méthodologie.
- (3) un ruban permettant d'afficher la légende de chaque thématique proposée.
- (4) une zone complémentaire permettant d'avoir un aperçu et une idée générale sur le contenu.

Le présent WebGIS (dynamique) développé conformément à nos besoins permet la diffusion des données sur l'internet. En effet, il peut permettre la publication des cartes de haute qualité, avec la capacité de manipuler et d'interagir avec un grand volume de données. Il peut afficher facilement les données matricielles (Raster) et vectorielles, comme les images satellitaires, modèle d'élévation numérique, les cartes topographiques, les plans cadastraux, les données d'analyse spatiale, les données de Google Earth (KML), et les données Shapefiles. Ce

WebGIS peut également accueillir et intégrer d'autres types de données non géo-spatiales (images, vidéos, PDF, etc.). En principe, pour garantir la performance de cette interface, le WebGIS est par conséquent divisé en plusieurs pages (8 pages), il s'agit de (Bendib *et al.* 2016) :

Page 1 : page d'accueil ou l'interface principale (figure 66), cette page fournit un résumé (directives) du contenu de chaque page du présent WebGIS. La page d'accueil du WebGIS permet, en plus de consulter les cartes disponibles, de consulter la liste des données accessibles (onglet 'A quoi sert le SIG') ou de télécharger des documents de références (onglet 'Téléchargement').

Page 2 : fournit un aperçu des différentes analyses spatiales développées en utilisant un logiciel SIG (fonctionnalités du SIG), il s'agit notamment de :

- (i) une analyse de l'état de fait pour un futur aménagement intégré.
- (ii) un outil de planification des mesures de suivi et d'intervention (croisement des réseaux urbains).
- (iii) une analyse pour la gestion des catastrophes industrielles (la zone industrielle de la ville de Batna).
- (iv) le centre-ville administratif base de l'embouteillage de la ville de Batna (analyse statistique).
- (v) une analyse diachronique de consommation des terrains agricoles au profit d'une urbanisation informelle.
- (vi) une analyse spatio-temporelle pour la détection des déphasages entre les programmes projetés et réalisés.
- (vii) un SIG pour l'analyse de la configuration fonctionnelle du centre-ville.

Page 3 : page de galerie des cartes réalisées traitant des disciplines variées (topographie, social, économie, urbanisme, risques, etc.).

Page 4 : c'est une page de toutes les données supplémentaires comme les photos, les vidéos, les rendus 3D, les fichiers KML de google earth, etc.

Page 5 : c'est une page de consultation online de toutes les bases de données alphanumériques et géo-spatiales.

Page 6 : page de téléchargement des données autorisées.

Page 7 : page de modélisation du notre système d'information géographique et WebGIS (diagramme de classe et diagramme des cas d'utilisation).

Page 8 : c'est une page de contact pour participer au site et partager les données.



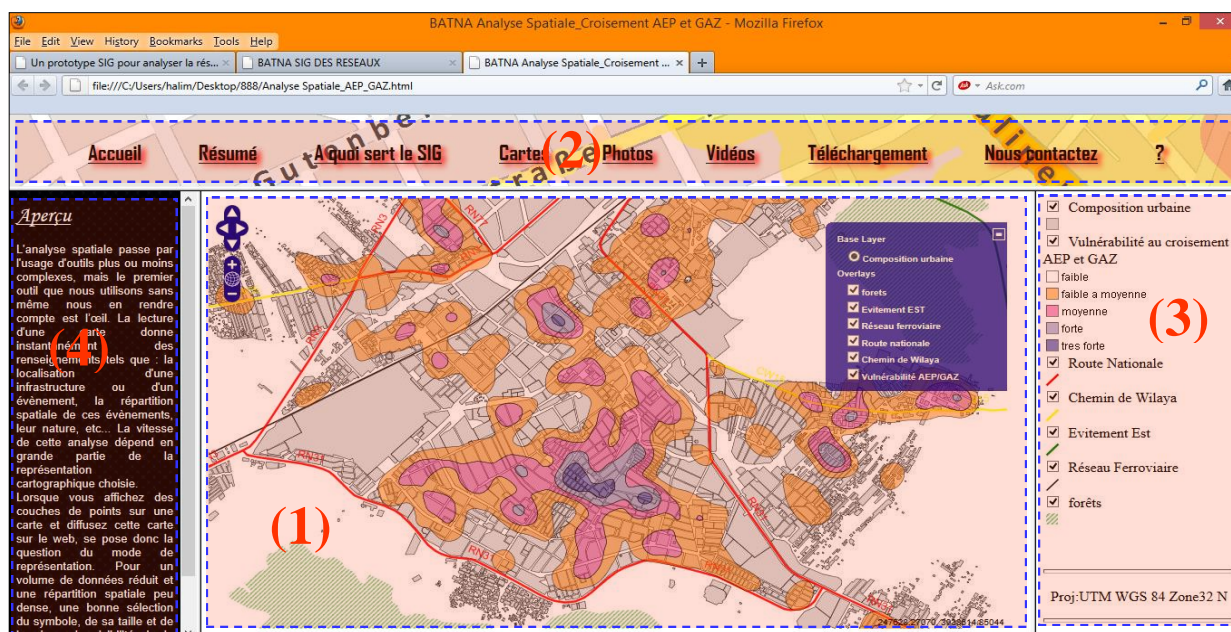


Figure 65. L'interface WebGIS (1) l'espace cartographique (2) le menu de connexion (3) le ruban de la légende (4) la zone complémentaire.

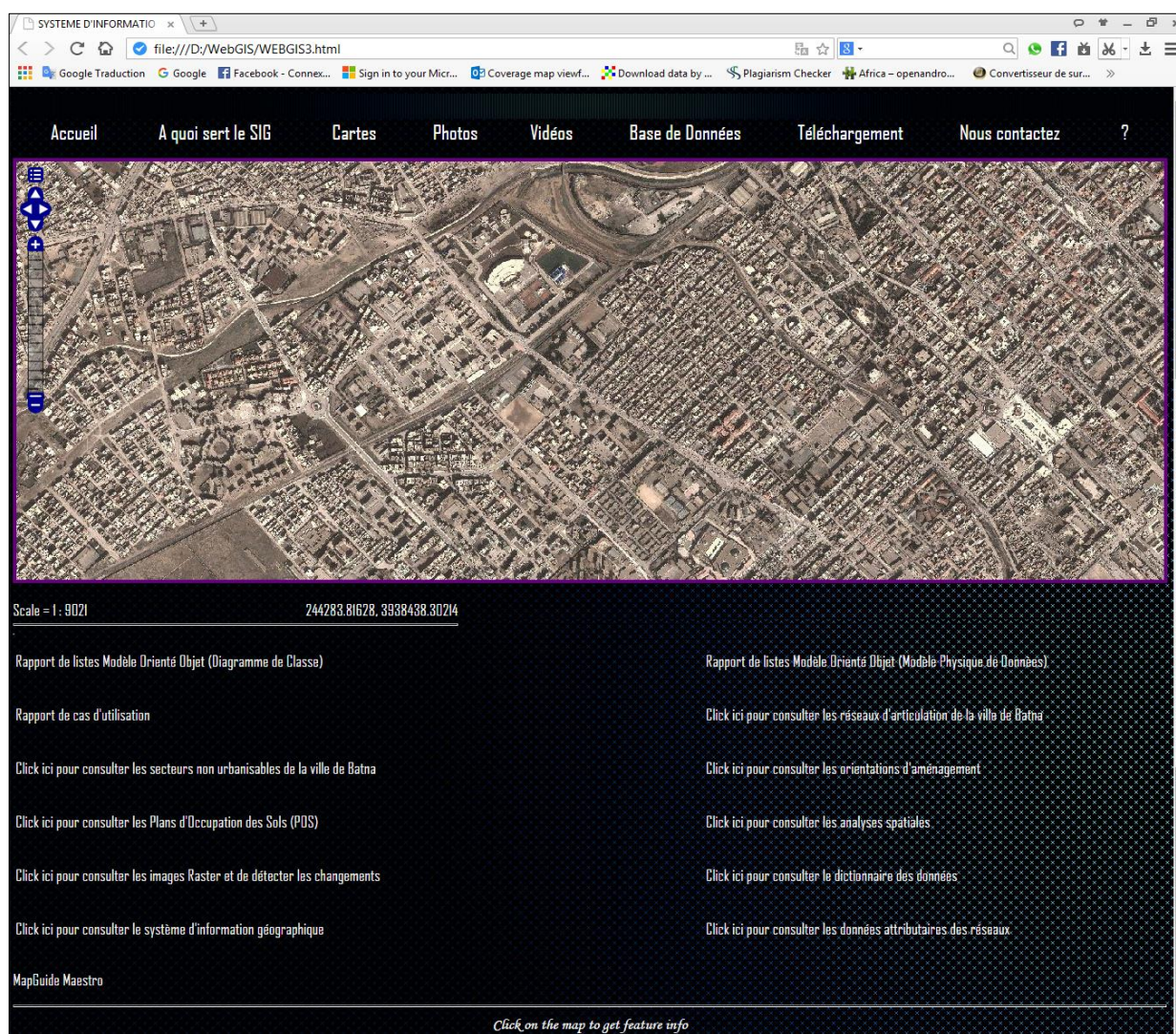


Figure 66 : Capture d'écran de la page d'accueil (interface principale)

Outre, la carte est le concept de base dans OpenLayers. Il nous permet de visualiser les informations de différents types de couches (Perez, 2012). La conception graphique de la présente interface vise à améliorer la qualité des conceptions telles que les combinaisons de couleurs et la taille de la carte. En effet, OpenLayers comme une bibliothèque cartographique suggère que les caractéristiques de la carte et les légendes doivent être clairement communiquées avec une haute qualité et dans toutes les échelles. Aussi, la taille du cadre (Interface) sélectionnée (900x464 pixels) doit donner l'impression que le contexte de la carte est facilement compréhensible et clairement visible pour interpréter la carte sans effort. De plus, les applications les plus importantes que présente WebGIS offre aux utilisateurs sont par conséquent le grand nombre des contrôles. Les contrôles en principe permettent de naviguer dans la carte (Pan), de choisir les couches désirées (Layer Switcher), de changer le zoom (in /out) et d'effectuer les différentes actions telles que l'édition (points, polygones et polygones), la mesure des distances, les requêtes, buffer et l'impression selon les besoins. En résumé, les contrôles permettent d'interagir facilement avec les couches, ce qui la rend plus flexible.

L'exemple suivant montre la structure du code pour les contrôles ajoutés à la carte :

```
// setup single tiled layer

        untiled = new OpenLayers.Layer.WMS(
            "Geoserver          layers          -          Untiled",
            "http://localhost:8080/geoserver/BatnaSIG/wms",
            {
                STYLES: "",
                LAYERS: 'Composition,forets,Deviation,Ferroviaire,Nationale,wilalay,typho',
                format: format
            },
            {
                singleTile: true,
                ratio: 1,
                isBaseLayer: true,
                yx : {'EPSG:32632' : false}
            }
        );

        map.addLayers([untiled, tiled]);
// build up all controls
map.addControl(new OpenLayers.Control.PanZoomBar({
    position: new OpenLayers.Pixel(2, 15)
}));
map.addControl(new OpenLayers.Control.Navigation());
map.addControl(new OpenLayers.Control.LayerSwitcher());
map.addControl(new OpenLayers.Control.Scale($('scale')));
map.addControl(new          OpenLayers.Control.MousePosition({element:
$('location')}));
map.zoomToExtent(bounds);
```



En revanche, pour améliorer notre interface web en ajoutant quelques fonctionnalités qui permettent de développer facilement des analyses thématiques et des requêtes SQL, un serveur MapGuide Maestro accompagné de MapGuide OpenSource ont été intégrés dans la page principale (figure 66) et les résultats obtenus sont affichés dans l'annexe 6 (figures 129 et 130).

### 3-4 HTML langage balisé pour une interface interactive

Il est répondu que l'information urbaine joue un rôle essentiel dans toute politique urbaine, et pour garantir la flexibilité et la facilité d'utilisation par le grand public quoi que ce soit professionnel ou non, l'outil développé doit répondre à plusieurs critères qui nous paraissent essentiels, il s'agit notamment :

- (1) être exhaustif, cela signifie de proposer les outils dont auront besoin ses utilisateurs en termes des données à insérer et les contrôles nécessaires.
- (2) être ergonomique, il s'agit de disposer d'une interface simple, conviviale, confortable et d'une prise en main rapide et une apparence simple.
- (3) être agréable à voir, et pour atteindre cet objectif les codes couleur doivent être bien compris pour améliorer la compréhension, à cet égard des signes conventionnels en matière de la cartographie ont été adoptés.

Le respect de ces exigences d'après Briquet, (2012) passe par un travail de personnalisation sur l'Hyper Text Markup Language (HTML) qui permet de configurer la structure et le graphisme de la page web. Dans ce chapitre consacré à la manipulation et le développement d'une interface web, nous allons voir le concept du code HTML, puis en basant sur plusieurs études (Jamsa *et al.* 2002 ; Barksdale and Turner, 2011 ; Robbins, 2012) nous aborderons l'édition du contenu d'une page HTML en ajoutant, modifiant les lignes du script (code). En effet, l'Hyper Text Markup Language est un langage informatique utilisé sur l'internet, c'est un langage de structuration de document pour la navigation en hypertexte. Ce langage est utilisé pour créer des pages web alors c'est un langage qui permet de mettre en forme du contenu. Les balises (<H1> et </H1>, <p> et </p>, <link> et </link>, <iframe> et </iframe>, etc.) permettent de mettre en forme le texte et de placer des éléments interactifs, tels des liens, des figures (il s'agit dans ce travail des différentes cartes thématiques et les photos de la ville de Batna), les cartes interactives (Open Street Map, Google Satellite, Google Hybrid, Google Physical, etc.) ou bien encore des animations (vidéos notamment) (Lemainque, 2009). Et pour établir cette étape, on a fait recours à un éditeur de texte (Notepad++ v6.6.9) de Windows.

En final, et à la base des modifications ajoutées dans le script HTML (figure 67), on a réussi à développer les pages indiquées dans la figure suivante (figure 68) et l'annexe 6 :

```

C:\Users\halim\Desktop\888\code\Réseaux.html - Notepad++
Fichier Édition Recherche Affichage Encodage Langage Paramétrage Macro Exécution Compléments Documents ?
Réseaux.html
105
106 <script type='text/javascript' src='OpenLayers.js'></script>
107 <script type='text/javascript'>
108
109 var map;
110 var untiled;
111 var tiled;
112 var pureCoverage = false;
113
114
115 function init() {
116
117   map = new OpenLayers.Map('map_element', {
118     projection: new OpenLayers.Projection("EPSG:900913"),
119     units: "m",
120     maxResolution: "auto",
121     maxExtent: new OpenLayers.Bounds(237008.30635974935, 3932422.427021026, 249730.38679064505, 3941131.883300001),
122     zoom: 15,
123   });
124
125   var wms_Composition = new OpenLayers.Layer.WMS(
126     'Composition urbaine',
127     'http://localhost:8080/geoserver/BatnaSIG/wms',
128     {layers: 'Composition'},
129     {isBaseLayer: true}
130   );
131
132   var wms_forets = new OpenLayers.Layer.WMS(
133     'forets',
134     'http://localhost:8080/geoserver/BatnaSIG/wms',
135     {layers: 'Forets',
136       transparent: true,
137       opacity: .9},
138   );
139
140

```

Figure 67. Extrait d'une balise HTML permettant la superposition de plusieurs couches thématiques.

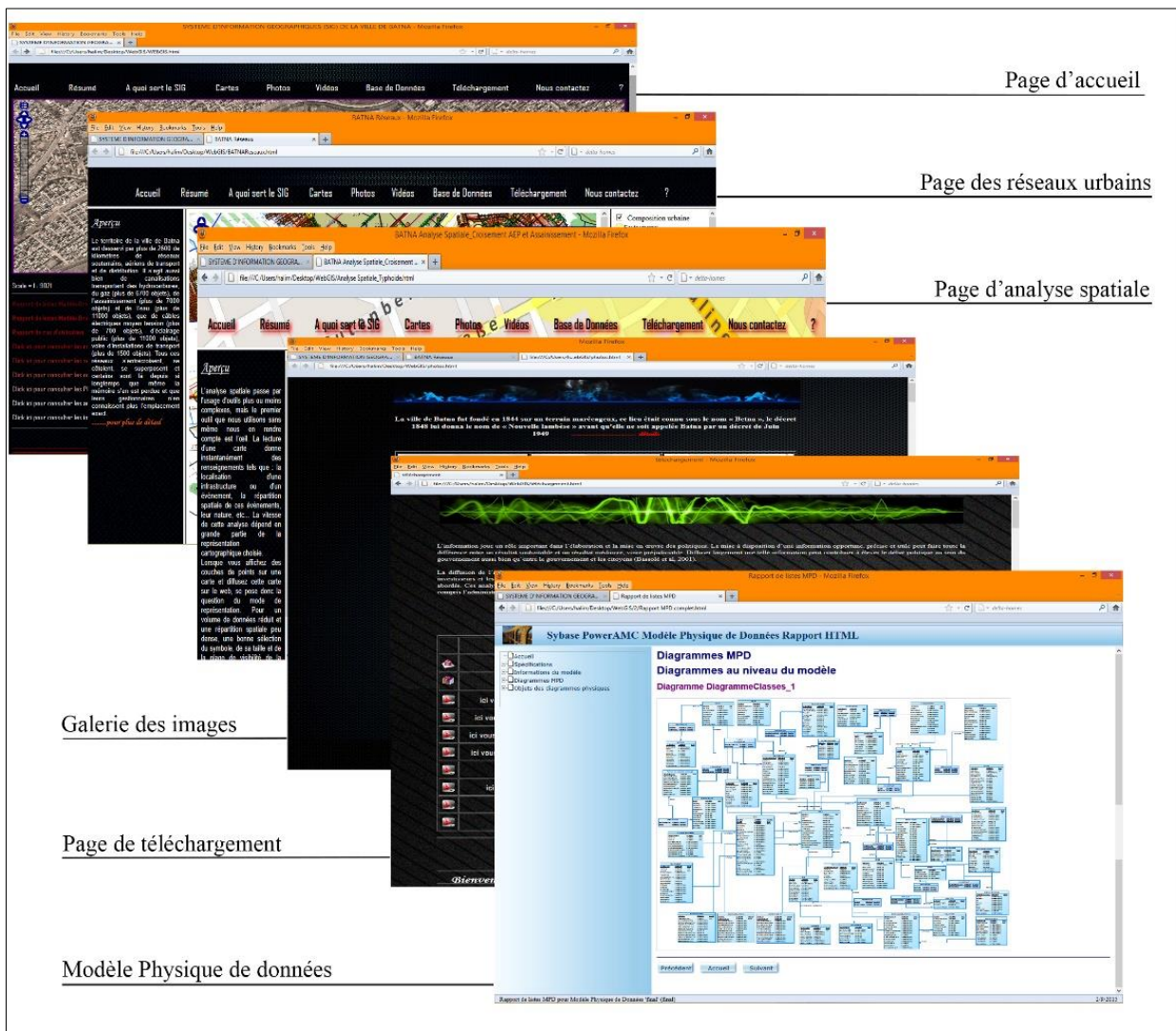


Figure 68. Extrait des majeures pages développées dans le présent WebGIS.

## Conclusion

L'analyse de la gestion de la ville de Batna a mis en évidence les contraintes d'organisation, d'information et de communication entre les différents acteurs intervenants sur le territoire. Pour y résoudre, un système d'information géographique pour une gestion territoriale a été modélisé et élaboré. Ce système rallie les acteurs locaux (services, personnes, etc.) et une base de données d'échange d'information pertinente et accessible par tous. En plus, notre projet SIG est un projet de système d'information dans toutes ses dimensions (technologies informatiques, données, organisation et processus), il se distingue des autres SIG par le fait qu'il concerne une quantité importante des données géo-spatiales dont la finalité est l'homogénéisation des données pour la géomatrisation des instruments d'aménagement à travers :

- (1) faciliter la gestion et le suivi des plans d'occupation des sols avec un meilleur contrôle de l'information (exhaustivité, mise à jour, etc.) et l'échange d'information entre les services.
- (2) permettre un accès facile et illimité aux actes d'urbanisme pour la consultation, la manipulation et la superposition des couches de données.
- (3) communiquer l'information urbaine aux citoyens par la mise en ligne des dispositions et des contraintes réglementaires.
- (4) la modernisation et une meilleure efficacité du service public en simplifiant les démarches administratives et développant de l'administration électronique.

Au cours du présent chapitre et sans existant préalable, on a réussi d'élaborer un SIG couplé à un système de gestion de base des données, le tout consultable. Grâce à ses capacités pertinentes, les utilisateurs peuvent réellement consulter et gérer l'ensemble des entités et documents d'urbanisme, rendre plus efficace le travail et apporter aux décideurs de la ville un outil performant d'aide à la décision. En effet, le WebGIS développé dans cette section est une application web dont l'objectif est ambitieux : il offre une solution complète de gestion de l'information, il permet divers traitements de données géo référencées et la publication en ligne de ces dernières au grand public.<sup>84</sup>

Il est évident que cette plateforme développée s'installe sur des fonctionnalités impressionnantes. À cet égard, et dans le cadre de tester les capacités de cette plateforme stratégique, le chapitre suivant sera consacré au développement de nombreuses analyses spatiales qui prennent de ce SIG un support de départ afin de résoudre les problèmes urbains compliqués.

<sup>84</sup> L'interface web développé est en quelque sorte un outil puissant de sensibilisation libre, transparente et loin de la bureaucratie administrative, permettant au citoyen d'exercer son droit d'avoir une information complète et sans limite.

## **CHAPITRE 6**

Synthèse et perspectives : système de monitoring participatif,  
gestion territoriale et gouvernance urbaine



## Introduction

Par définition, les systèmes d'information géographiques (SIG) sont des outils performants qui permettent d'appréhender les espaces complexes. Et par leurs fonctionnalités intégrées dans des plateformes logicielles puissantes, elles participent à la concrétisation effective des orientations et des concepts liés au développement durable des territoires. Dans ce contexte, cette étude ne sera exhaustive que si ce SIG de la ville de Batna soumettra à des analyses puissantes permettant non seulement de montrer ses potentialités en termes de la gestion des données géographiques, mais également d'aboutir à des résultats efficaces et utiles pour résoudre les problèmes d'actualité comme le repérage des zones de risque, le choix des terrains, la gestion des situations critiques, l'analyse de l'adaptation des politiques d'aménagement actuels, etc.

Dans ce chapitre nommé synthèses et perspectives, nous allons présenter une analyse synthétique des instruments élaborés pour la gestion territoriale de la ville de Batna ainsi que sa configuration spatiale et ses relations avec les processus socio-économiques, démographiques et environnementaux. Le travail débute par un rappel sur les défauts de la gestion et d'organisation de la collectivité locale, puis une évaluation des outils, en regard des perspectives de pérennisation du système de monitoring (le système de monitoring est à la fois une plate-forme d'échange de l'information et un outil d'aide à la décision). Il revient ensuite sur les hypothèses centrales du travail et la méthodologie adoptée pour élaborer notre système d'information géographique (SIG). Le chapitre poursuit avec une évaluation des perspectives ouvertes dans le champ de la planification et de la gestion territoriale telle que les possibilités d'application de l'outil pour une analyse de l'état de fait, la planification des mesures de suivi et d'intervention, les perspectives méthodologiques sur la gestion d'une catastrophe technologique, ainsi que l'effet des nouvelles actions d'aménagement sur l'amélioration de la configuration fonctionnelle de la ville. Il se termine par une analyse multicritère et une autre de type network analyst (zones de desserte) pour proposer l'emplacement idéal d'une nouvelle administration d'ordre technique.

Plus encore, le choix de ces analyses est effectué d'une façon à permettre d'achever à des résultats qui permettent non seulement de comprendre la situation difficile de l'espace urbain, mais également de participer par des solutions venant des algorithmes et des méthodes de traitement de l'information géographique choisies (Kernel, Dijkstra, DRASTIC, etc.) dans la maîtrise et la pérennité de cet espace. Par ailleurs, suite aux nombreuses études réalisées sur la ville et qui justifient d'une manière évidente l'état d'incohérence de la ville de Batna, cette section par sa hiérarchisation méthodique et ses résultats optimaux nous fournit une autre perspective pour percevoir et appréhender cet espace complexe.

## 1- Synthèse analytique de la méthodologie élaborée

En élaborant un système d'information géographique urbain, notre objectif n'est pas de rêver à la ville de Batna totalement parfaite, mais de renforcer les autorités locales, dans leurs missions de diagnostic, de coordination et de décision. Notre analyse de la gestion de la ville de Batna nous a permis de mettre en évidence les défauts d'organisation, d'information et de communication entre les différents services et acteurs intervenants. Pour y remédier, un concept de monitoring participatif pour une gestion territoriale dynamique qui rallie les acteurs locaux et une plate-forme d'échange d'information pertinente et accessible, a été élaboré. Afin d'apprécier la pertinence de l'instrument technique réalisé, nous proposons une réflexion qui intègre des éléments méthodologiques et les résultats de l'application du système de monitoring à la ville de Batna.

Depuis la promulgation de la loi 90-29 d'aménagement et d'urbanisme, les responsables locaux se sont trouvés confrontés à de nombreux problèmes urbains liés à la gestion et l'organisation des collectivités locales, auxquels ils ne peuvent apporter des solutions décisives sans disposer d'informations de qualité, consultables rapidement. À cet effet, les visions ont été détournées vers les outils qui lui permettraient d'avoir une vue des potentialités de la ville en termes de la gestion et de mieux appréhender les incohérences spatiales qui existent, pour aboutir à des propositions d'aménagement justes et efficaces.

Pour participer à la résolution de cette problématique, notre travail consiste à modéliser et développer un système d'information géographique de la ville de Batna. L'étude effectuée au cours des précédents chapitres nous a permis d'identifier et de choisir les outils nécessaires à la mise en place d'une application de qualité (sophistiquée, complète et pilote). En effet, la complexité de la ville de Batna et la complexité de certains problèmes liés et les quantités d'informations à intégrer pour les résoudre dépassent notre capacité de traitement. Ces volumes exponentiels de données et leur exploitation nécessitent d'effectuer des synthèses, de construire des modèles dans une opération de simplification, d'abstraction appelée la modélisation. Le modèle généré dans ce travail est une représentation schématique d'une ville incohérente et compliquée, en vue de la comprendre. Cette simplification de la ville de Batna se fait au prix d'une sélection parmi les différentes composantes de la réalité, c'est alors notre choix est fixé sur 46 classes d'objets indispensables pour exercer nos connaissances et compétences. C'est dans cet objectif qu'une qualité de précision a été consacrée lors du processus de modélisation. Pour ce faire, nous avons choisi une méthode Orientée Objet (Diagramme de classe d'UML) qui nous permette non seulement d'appréhender le système objet de traitement et les relations entre le

processus et les données, mais également il propose un diagramme de cas d'utilisation pour envisager les interactions fonctionnelles entre les acteurs constituant notre système d'étude.

Après cette modélisation une étape d'élaboration de la base de données constitue la partie la plus importante de notre travail. La disponibilité de cette base de données au sein des collectivités locales devrait permettre de faciliter les processus concernant le développement urbain et d'effectuer des analyses onéreuses et répétitives. Plus concrètement, il s'agit en premier lieu d'intégrer les données dans un système de gestion de base de données compatible, cette démarche est effectuée via un logiciel MS Access à l'aide de la commande Open DataBase Connectivity (ODBC). Puis en second lieu de connecter notre base de données dans un SIG (l'intégration des données descriptives avec les couches géographiques), pour ce faire un module de partage des données de type OLEDB est indispensable. En outre, afin d'encourager le partage et la diffusion des données au grand public et de permettre aux citoyens d'exercer leurs droits dans une information accessible et complète, notre travail exige alors le développement d'une interface web avec une possibilité d'être utilisée le plus largement possible à travers un réseau internet. Géoserver comme serveur pertinent permet de publier sur le réseau des cartes et des données spatiales, ce qui les rend accessibles à de nombreux utilisateurs potentiels, qu'ils se trouvent à l'intérieur ou à l'extérieur de l'administration.

En somme, le système réalisé intégrant une base de données à référence spatiale et une interface informatisée d'accès à l'information (WebGIS via Géoserver) est soumis dans ce chapitre à un ensemble important d'indicateurs pour objectif de montrer ces potentialités dans l'analyse, la cartographie, la gestion et l'exploitation des données urbaines. Nous avons retenu onze (11) exemples différents pour des raisons différentes, il s'agit notamment :

- (1) analyse de l'état de fait pour un futur aménagement intégré.
- (2) un outil de planification des mesures de suivi et d'intervention.
- (3) un SIG pour une action territoriale, construction sur la bande de servitude autour d'un gazoduc.
- (4) un SIG pour la gestion des catastrophes industrielles.
- (5) le centre-ville administratif base de l'embouteillage de la ville, analyse spatio-statistiques.
- (6) un SIG pour l'analyse de la configuration fonctionnelle du centre-ville.
- (7) la fonctionnalité Urban Network Analysis (UNA) pour juger une proposition d'aménagement (plan d'occupation des sols 10).
- (8) l'application de l'analyse multicritère (AMC) pour la proposition des sites optimaux aux nouveaux équipements administratifs.
- (9) application de l'extension network analyst (zones de desserte) pour l'aide à la décision territoriale.
- (10) aspect de la ville de Batna dépend d'une administration qui autorise l'étalement sur les terrains agricoles et la capacité des SIG à intervenir.

(11) un SIG puissant pour l'analyse et la détection des majeurs déphasages.

Plus encore, notre travail exige également le recours aux données géographiques générées des techniques spatiales à savoir la télédétection et les techniques de classification pour montrer leur capacité dans la détection des changements spatio-temporelles et la mise à jour de l'information géographique afin de permettre aux services en charge de disposer d'informations actualisées sur l'occupation des sols dans la ville de Batna. À cet égard des images satellitaires QuickBird 2005 (65cm dans sa bande panchromatique), image Google Earth 2014 (R<1m) et Landsat 2001 (15m dans sa bande panchromatique) haute et moyenne résolutions ont été adoptées.

## 2- Perspectives d'application et de transposition

Quelle que soit sa forme, la ville constitue le vecteur de développement. Elle est un espace où se concrétisent à la fois tous les progrès, toutes les réussites, mais également tous les dangers des sociétés contemporaines. *'Bien gérer [elle] peut devenir un puissant outil de développement durable'* (Polese, 1997). Aujourd'hui, on admet que les documents d'urbanisme en vigueur en Algérie (PDAU et POS) sont nécessaires à la planification et à la gestion, mais ils restent cependant largement incapables de jouer pleinement le rôle qui lui est assigné par les textes et insuffisants pour prendre en charge l'urbanisation des périphéries de la ville. La réflexion approfondie sur les modes de gestion de la ville de Batna et les instruments classiques mis en œuvre nous obligent de penser et de poser les questions suivantes ;

- (1) sous cette situation constatée, pourquoi ces efforts importants de la commune, alors que les conséquences sont toujours frustrantes ?
- (2) est-il possible de réduire ces efforts jugés inutiles par une simple requête ou un simple clic ?
- (3) existe-il d'autres outils innovants plus rapides et plus rentables permettant de mieux appréhender ce territoire compliqué ?
- (4) existe-il d'autres analyses puissantes capables de proposer des scénarios performants afin de prévoir les actions futures ?
- (5) est-il possible de rendre le simple citoyen écarté, un élément de puissance et un facteur indissociable de la politique urbaine locale ?
- (6) si on peut concrètement améliorer cette situation alors quelles sont les approches pour une évaluation et une analyse conséquente du territoire ?

Les enjeux donc sont multiples, améliorer la productivité des services locaux ainsi que leur efficacité, mettre en place d'un outil d'aide à la décision pour les autorités locales et finalement donner une plus-value sur l'ensemble du travail fourni par les services techniques et la collectivité dans son ensemble. Ainsi, l'objectif fixé était de développer et d'apporter aux

différents services techniques et à l'ensemble des services de la ville une technologie novatrice d'organisation, de gestion et d'analyse de l'information géographique. Au cours des précédents chapitres on a réussi de mettre en place un SIG de type, un SIG qui dépasse les simples visualisations des données spatiales. En effet, il dispose d'un ensemble d'outils permettant à l'utilisateur de représenter, d'interroger et d'analyser les modèles spatiaux.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent chapitre. Nous parlerons de la combinaison et l'interrogation des couches spatiales en utilisant des opérations et d'analyses (spatiales, statistiques, géostatistiques, etc.) pour en extraire des objets spatiaux selon les problématiques objet de résoudre.

### **2-1 Un SIG interactif pour l'élaboration des instruments d'aménagement (analyse de l'état de fait pour un aménagement intégré)**

En Algérie, et dans le but de produire un aménagement opérationnel et plus harmonieux, les acteurs intervenants (les bureaux d'études plus particulièrement) ont à leur portée les moyens incontournables pour toute intervention dans l'espace urbain pour le traiter, l'améliorer, le développer et le promouvoir en fonction des différentes échelles. Selon la loi 90-29, le dossier technique des deux instruments d'urbanisme en vigueur (PDAU et POS) se traduit par un règlement accompagné de nombreux documents graphiques (plans), un rapport qui présente une analyse détaillée de l'état de fait de l'espace étudié, une partie de l'aménagement proposé et finalement un règlement qui fixe les dispositions applicables pour chaque secteur. La phase première de toute étude d'aménagement d'un plan directeur d'aménagement et d'urbanisme s'intitule '*analyse de la situation existante et les principales perspectives de développement*'. Celle-ci consiste à dresser un bilan exhaustif et critique du périmètre d'intervention par l'établissement d'un diagnostic pertinent sur le plan physique, urbanistique, fonctionnel, socio-économique, démographique, etc. Avec détermination des atouts et des contraintes (faiblesses) du périmètre étudié. La mise en évidence de ses insuffisances établies dans cette phase devra permettre d'évaluer les projections de développement pour la commune ou les communes concernées à court moyen et long terme.

En principe, cette première phase d'après plusieurs études est plus qu'un état des lieux exhaustif, il s'agit d'un diagnostic stratégique dont la finalité est d'aboutir à des propositions d'aménagement plus objectives et plus précises. Le schéma de cohérence (SCU, 2009) dans son rapport à exposer l'intérêt de cette première phase stratégique, elle est à la fois un état des lieux de l'existant et une analyse objective des données récoltées. Elle a surtout pour objectif de

construire une image réaliste et concrète du territoire étudié afin de le rendre compréhensible et lisible.

Basant sur ce principe et d'après notre lecture de nombreuses études d'état de fait (étude PDAU et POS) et plusieurs entretiens avec les professionnels d'urbanisme, plusieurs limites ont été révélées dans ce premier stade d'élaboration d'étude parmi lesquelles : En termes de collecte de données, l'étude s'appuie souvent sur des données très générales, réduites, peu fiables, anciennes, leurs attributs sont inexistantes, sans représentation graphique et ne respecte pas les spécificités de chaque commune ou chaque secteur d'une commune elle-même. En conséquence il y a fréquemment des variantes d'aménagement limitées et ne s'élever jamais aux attentes des citoyens. S'ajoute l'allongement des délais de réalisation de l'étude, sous l'absence des bases de données suffisamment actualisées et facilement accessibles, un travail énorme est consacré pour collecter et harmoniser les données recueillies c'est alors que les phases de préparation et d'étude des instruments d'urbanisme ont toujours pris beaucoup de temps (des années parfois) ce qui rend les conclusions récoltées et les propositions relatives souvent caduques vis-à-vis une urbanisation continue illicite. Cette situation chahute souvent le choix des programmes ou des localisations futures.

Davantage, l'analyse de l'état de fait prévoit le travail sur plusieurs niveaux d'analyses et échelles (stratégiques, tactiques et opérationnelles) (Mineau, 2003 ; Berezowska, 2006). Ceci permet d'intégrer les décisions et les actions dans un contexte global ou détaillé. Cette intégration implique de faire coexister les diverses interprétations du territoire utilisées par chacune des applications.

Comme montre la figure 69, l'information géographique (ville de Batna dans notre cas) prend une signification différente suivant le point de vue que l'on adopte : groupement de quartiers ou nœud d'un réseau d'échanges nationaux ; sa description géographique et en particulier géométrique varie suivant le regard porté sur l'objet. On ne travaille pas de la même façon sur une ville existante à part entière, dessinée par une tâche (petit polygone) au 1 : 100 000 à celle figurée par la réunion au 1 : 25 000 des plusieurs polygones et poly-lignes représentant les bâtiments et les infrastructures qui la composent ou avec celle dessinée par une échelle au 1 : 1000 représentant les réseaux d'articulation urbains constituant la ville.

Évidemment, il est très important de remédier rapidement ces manques, pour donner aux opérateurs de l'aménagement de l'espace les outils nécessaires, afin de pouvoir situer les responsabilités et prendre les mesures nécessaires.



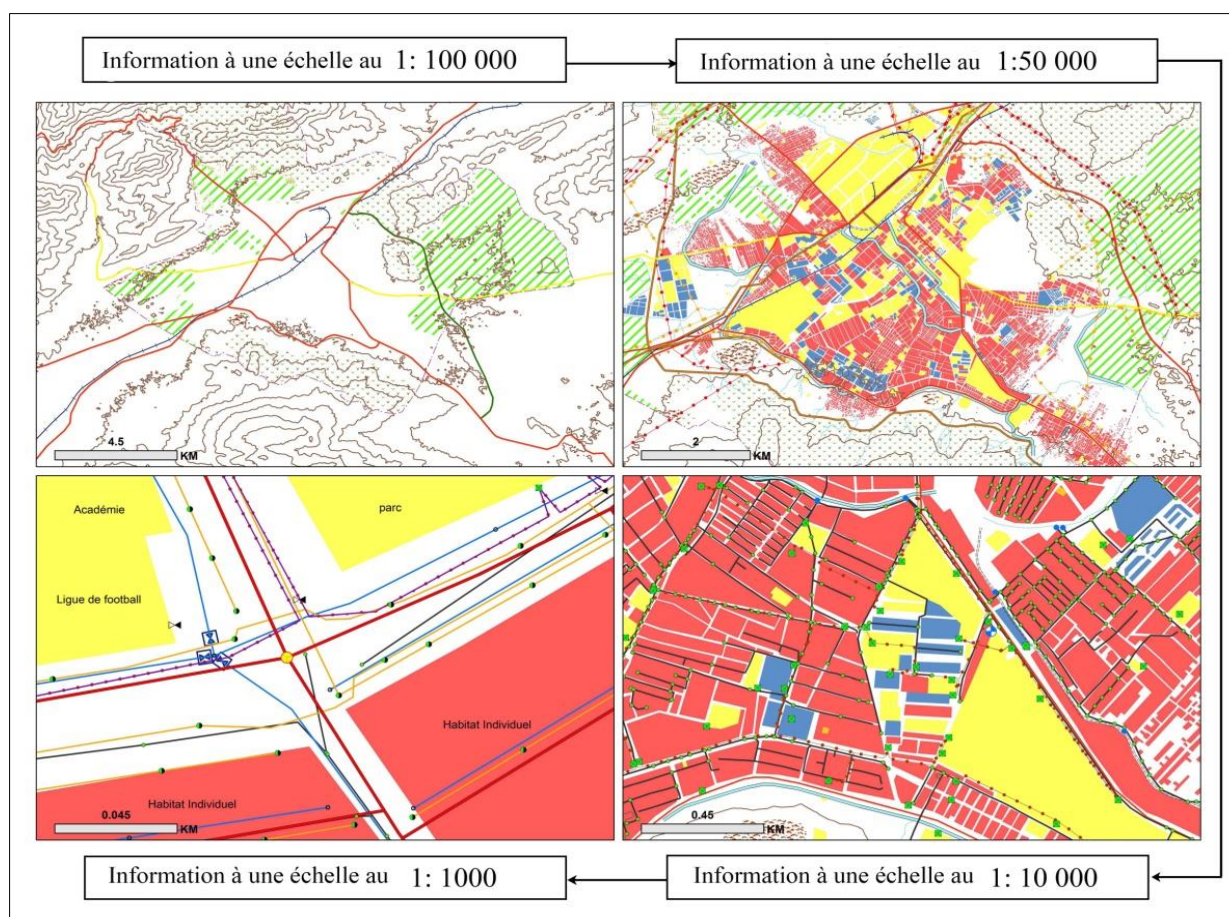


Figure 69. Système d'information géographique de la ville de Batna, échantillons de classification par la multi-échelle<sup>85</sup>.

Afin de résoudre cette situation contraignante, nous avons réussi à construire une base de données géographique<sup>86</sup> qui va permettre d'analyser les données urbaines beaucoup plus rapidement qu'avec les techniques classiques. Grâce à cette base de données, on peut rechercher et analyser de grandes quantités de données réunies au sein d'une seule base de données dans la première phase puis cartographier ces données selon l'échelle appropriée dans la deuxième étape. Alors le bureau d'étude responsable de ces études, peut entreprendre des études spécifiques, compliquées et dans toutes les échelles<sup>87</sup> dans un objectif de planification

<sup>85</sup> En urbanisme en générale, les études et les analyses exigent souvent un certain niveau de précision pour monter une cartographie représentative. A titre d'exemple, une échelle au 100 000 offre un bon niveau de couverture communale et permet d'obtenir de l'information globale sur la localisation des entités géographiques principales (réseau routier, les forêts, etc.), alors qu'une échelle au 50 000 offrira une vue d'ensemble de la ville. On peut l'utiliser pour localiser certains éléments par rapport la ville. Sachant qu'une échelle au 10 000 offrira une information précise sur l'emplacement et la forme des entités géographiques, des infrastructures et de certains phénomènes présents sur le territoire. Alors qu'une échelle au 1 000 nous permet une vue précise et détaillée de l'articulation des réseaux urbains.

<sup>86</sup> Il s'agit d'une base de données composée de plus de 50 couches thématiques avec plus de 62 000 objets (avec les attributs convenables) organisés sous forme d'un système d'information géographique où l'information recherchée est identifiée aisément via des requêtes SQL avec une possibilité d'effectuer des différentes analyses.

<sup>87</sup> La notion d'échelle est déterminante dans le choix des données géométriques, car elle en détermine la précision et le niveau de détail. La question d'échelle alors devra donc être posée dès le départ afin de s'assurer que la couverture du territoire corresponde aux besoins de représentation et d'analyse.

territoriale. La réalisation de cette mission a été possible via l'investissement dans nouvelles innovations notamment les SIG et la télédétection.

## 2-2 Un outil de planification des mesures de suivi et d'intervention

*‘Comment peut-on continuer de nos jours à mener des politiques de gestion du territoire sans y intégrer les probables risques encourus ? Il est indispensable d'actualiser les PDAU et donc les POS et de compléter ces plans par des informations d'ordre socioéconomique, et leur intégrer des informations concernant les risques majeurs encourus’* (Menad, 2012).

Le territoire de la ville de Batna est desservi par plus de 2 600 de kilomètres de réseaux souterrains, aériens de transport et de distribution des matériaux (tableau 40). Il s'agit aussi bien de canalisations transportant des hydrocarbures, des produits chimiques, du gaz, de l'assainissement et de la distribution en eau potable, que de câbles électriques (haute, moyenne et basse tension), d'éclairages publics, de télécommunication, ainsi que des réseaux de transport en commun et des matières dangereuses. Tous ces réseaux s'entrecroisent, se côtoient, se superposent (figure 70) et certains d'eux sont là depuis longtemps et la mémoire s'en est perdue et que leurs gestionnaires n'en connaissent plus l'emplacement exact. C'est à ce niveau que dans notre démarche d'implémentation de la base de données SIG, nous avons en parallèle mis à jour la spatialisation des réseaux techniques avec beaucoup de difficulté. En effet, de nombreux changements sont réalisés dans les réseaux avec le temps ou par rapport aux réseaux. Et quand les bases de données SIG sont bien renseignées et mises à jours elles garantissent alors l'articulation spatiale précise des réseaux.

Chaque année, la ville de Batna recensait plus de 400 incidents<sup>88</sup> sur ces réseaux moyens tension suite à la réalisation de travaux à proximité. Or l'endommagement des réseaux où ouvrir une tranchée sur la voie publique devient de plus en plus risqué et peut entraîner donc de lourdes conséquences, tant sur la sécurité des travailleurs, des citoyens et des biens, que sur la protection de l'environnement et a posteriori sur l'économie des projets pour atteindre en fin le budget public.

Tableau 40. Base de données des réseaux urbains de la ville de Batna.

Type du réseau	Nombre d'objets	Longueur Km	Taux de raccordement	Observation
AEP	5 153	474.6	71 %	Vannes, poteaux d'incendies, pompes, etc.
Assainissement	4 848	232.2	95 %	Regards, rejets, déversoirs d'orages, etc.
Gaz	6 752	636.1	91 %	Vannes de gaz, postes de gaz, etc.
Eclairage public	11 819	406.8	99 %	Crosses d'éclairage.
MT 10Kv	728	104.7	/	Postes moyenne tension 10Kv
Voirie urbaine	8 134	549.1	/	Rond points, sens interdits, échangeurs, etc.

<sup>88</sup> D'après les recensements de la société d'électricité et de gaz (SONELGAZ) en 2014.



Figure 70. La ville et ses réseaux de servitudes souterraines- le quotidien des opérateurs et des managers. Un système complexe (Belkhatir, 2012).

Le présent système d'information géographique (SIG) de la ville de Batna a pour objectif principal la collecte d'une masse importante d'informations sur les réseaux et leur encadrement réglementaire dans un support informatique dont la finalité est l'archivage, la cartographie et la gestion des données<sup>89</sup> ainsi que le développement des différentes analyses spatiales. Il s'agit d'un système d'information qui s'adresse essentiellement aux maîtres d'ouvrages, aux gestionnaires de voiries et notamment aux exploitants des différents réseaux, aux particuliers qu'aux collectivités territoriales. Il vise aussi à renforcer la connaissance des réseaux en fiabilisant et actualisant leur cartographie, en les localisant lors de l'élaboration des projets et préalablement à la consultation des entreprises de travaux puis en détectant les zones de vulnérabilité afin de garantir la sécurité sur les chantiers en jouant plus particulièrement sur les zones d'intersection des réseaux (crosses connexions).<sup>90</sup> À cet égard, un travail d'analyse spatiale a été appliqué en utilisant la méthode dite DRASTIC<sup>91</sup> proposée par Aller *et al.* (1987) ainsi que les fonctionnalités de la densité de Kernel fournies par l'ArcGIS10.1 (ESRI).

<sup>89</sup> Le présent système d'information développé constitue ainsi un outil puissant pour planifier et organiser les entretiens périodiques des différents réseaux urbains. En effet, il est facile grâce à des requêtes attributaires (SQL) sur la date de pose ou d'entretien de n'importe quel dispositif, de programmer les futures interventions dont l'objectif essentiel est de garantir la continuité du service public.

<sup>90</sup> Pour plus de détails voir aussi l'annexe 7 concernant la carte des connexions transversales entre le réseau d'adduction en eau potable (AEP) et le réseau d'assainissement.

<sup>91</sup> Cette approche a été appliquée aussi pour la cartographie de la vulnérabilité à la fièvre typhoïde par le croisement entre le réseau d'AEP et le réseau d'assainissement en adoptant les paramètres illustrés dans l'annexe 7.



### 2-2-1 Analyse spatiale par Kernel Density

Afin de présenter une cartographie plus proche de la réalité de la vulnérabilité du risque étudié et de permettre de comprendre la manière dont a été occupé l'espace, nous avons appliqué la méthode de densité du noyau (Kernel Density). En effet, cette méthode a été adoptée par plusieurs auteurs grâce à sa compatibilité aux études sur la densité de zones résidentielles (Perry *et al.* 2013), l'analyse des crimes (Nakaya et Yano, 2010 ; Chainey, 2013), l'influence des réseaux de distribution des eaux (Borusso, 2003), mais notamment sur l'influence des réseaux de distribution ou des routes sur une ville (Silverman, 1986). En termes de définition, l'outil '*densité de Kernel*' répartit une quantité mesurée d'une couche de points en entrée sur l'ensemble d'un paysage, de manière à générer une surface continue (ou smooth continuous surfaces), cela veut dire qu'il existe, en matière de densité de points, un voisinage qui calcule la densité de la population pour chaque cellule en sortie. La densité de noyau répartit les valeurs connues de la population pour chaque point qui se trouve en dehors de l'emplacement de point. Les surfaces obtenues autour de chaque point dans la densité de noyau sont basées sur une formule quadratique, la plus grande valeur se trouvant au centre de la surface et s'approchant de zéro à la distance du rayon de recherche. Le nombre total d'intersections accumulées des surfaces individuelles réparties est calculé pour chaque cellule en sortie.

En statistique, la densité du noyau, ou Kernel, est une méthode non paramétrique d'estimation de la densité d'une variable aléatoire. Elle se base sur un échantillon d'une population statistique et permet d'estimer la densité en tout point du support. Le fonctionnement de cette méthode s'applique de la façon suivante :

Si  $x_1, x_2, \dots, x_n \sim f$  est un échantillon d'une variable aléatoire, alors l'estimateur non paramétrique par la méthode de densité du noyau est :

$$f_h(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

Où  $K$  est un noyau (kernel) et  $h$  est un paramètre qui contrôle le degré de lissage.

Dans la présente étude, l'intérêt de cette méthode est qu'elle effectue un lissage des données pour les représenter sous la forme d'un plan continu dépassant par conséquent les ruptures et les contraintes artificielles causées par les découpages administratifs comme les secteurs et les districts (Bendib *et al.* 2016). Ainsi, cette méthode propose une lecture de la distribution totale des points de croisement sur la surface d'étude en reproduisant fortement la réalité du risque. Selon les recensements de la société Sonelgaz de Batna en 2014, pour les seuls travaux effectués à proximité des réseaux de gaz (plus de 5 400 tronçons, 108 postes de détente

et plus de 1 230 vannes), plus de 561 fuites surviennent chaque année, dont certaines sont suivies d'explosions capables d'entraîner des conséquences dramatiques sur les habitants de la ville. Ces événements ont mis en évidence la nécessité d'une refonte réglementaire de l'encadrement des travaux à proximité des réseaux, mais également de l'obligation de procéder à des systèmes d'information géographique pour la prévision et la réduction des risques.

Afin de renforcer la prévention des endommagements des réseaux lors de travaux exécutés à proximité de ces ouvrages, et de prévenir les conséquences qui pourraient bien atteindre la sécurité des personnes et des biens et la continuité du fonctionnement normal de ces réseaux, une carte de vulnérabilité aux risques de croisement entre le réseau de gaz et le réseau d'électricité moyenne tension a été réalisée, en basant sur des techniques d'analyse spatiale. Il s'agit dans la première étape de collecter les données nécessaires sur les réseaux puis de détecter les intersections entre le réseau de gaz de ville géo-référencé et le réseau d'électricité moyenne tension (figure 71) couvrants la ville de Batna, pour ce faire l'extraction des connexions croisées a été effectuée avec l'extension '*Intersect Geoprocessing tools*' d'ArcGIS 10.1. La méthode consiste à superposer les deux réseaux, et en utilisant les outils d'intersection, ArcGIS 10.1 par voie de conséquence transforme chaque intersection en point de cross-connexion potentiel.

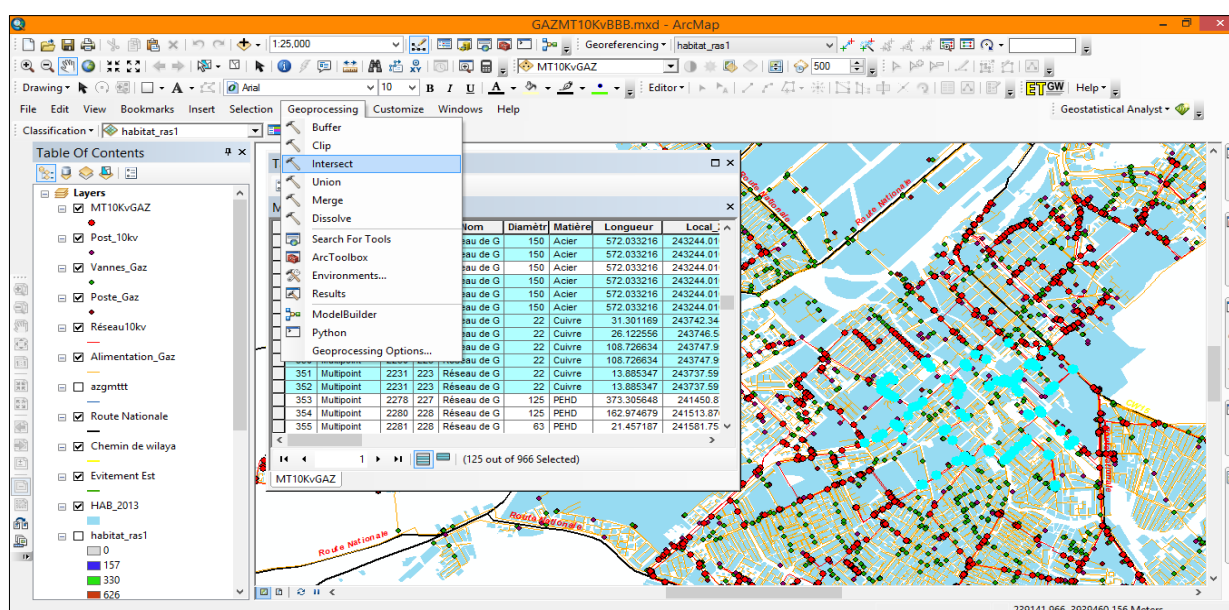


Figure 71. Capture d'écran de la base de données pour l'analyse spatiale densité de Kernel.

Une fois cette étape est achevée, un deuxième travail consiste à introduire la densité des populations en tant facteur essentiel (utilisé pour pondérer davantage certains points que d'autres en fonction de leur signification) pour simulé le poids et la tendance des dégâts. Pour ce faire, une requête de transition des données de la couche d'information des districts urbaines à celle des connexions croisées a été effectuée (figure 72). Alors et en fin de ce parcours, une carte de

vulnérabilité aux risques par une fonctionnalité de la densité de Kernel (figure 73) a été construit, cette carte est capable d'être utilisée comme une référence fiable pour les différents travaux à proximité des réseaux enterrés, ou bien encore pour suivre l'état du réseau en concentrant sur les zones les plus menacées sans gaspillage ni du temps, ni des moyens financiers en préservant l'intégrité des réseaux et la continuité du service public.

D'après la carte localisant les zones de vulnérabilité (figure 74), l'étude spatiale du croisement des réseaux par la densité de Kernel<sup>92</sup> nous a permis d'une façon claire de détecter la présence de quelques zones potentiellement risquées. Du point de vue spatial, il apparaît une hétérogénéité en termes de vulnérabilité. En effet, l'analyse comparative montre que les zones de vulnérabilité sont identifiées dans la ville de Batna et justifie clairement que les quartiers les plus démunis et les plus denses sont les plus exposés aux risques. Ces quartiers (notamment Bouakal, Zemala, centre-ville, etc.) sont souvent des secteurs marginalisés de la ville échappant aux contrôles techniques de la mairie en termes des branchements des réseaux.

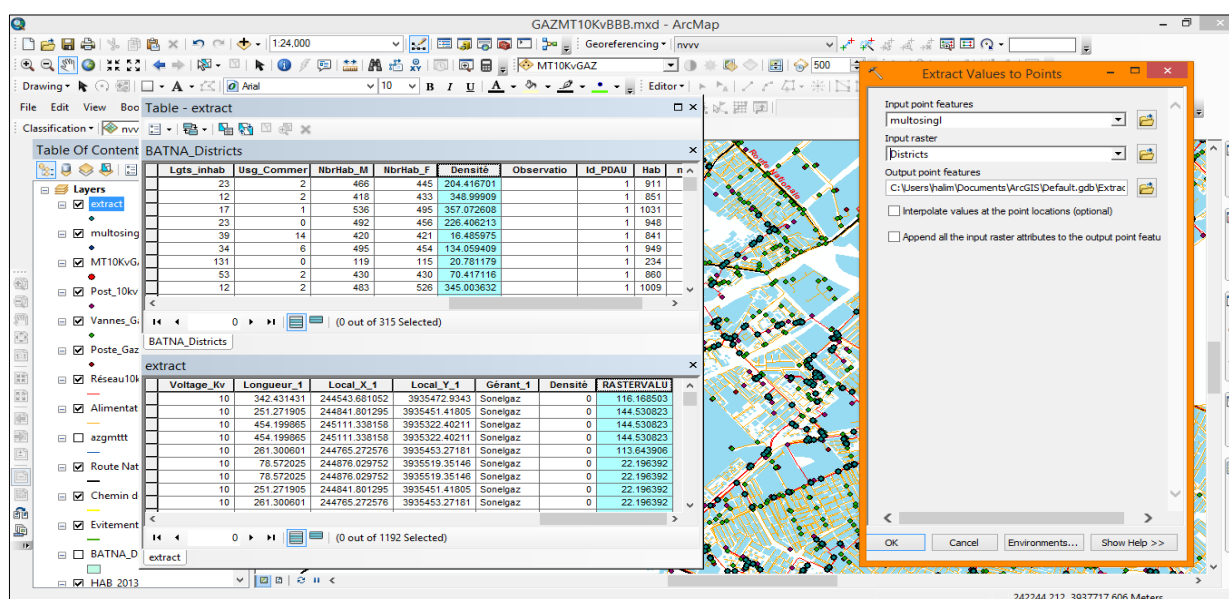


Figure 72. Capture d'écran de jointure entre deux couches de données (Extract values to points).

Statistiquement, 85% de la surface totale de la ville présente une vulnérabilité faible, 14% à une vulnérabilité moyenne, sachant qu'à peine 1% de la ville à une vulnérabilité très élevée dont la densité de population peut atteindre 182 hab/km<sup>2</sup>. Par ailleurs, nous avons peu de données et de retours d'expériences consolidés sur les accidents, les incidents et les dysfonctionnements survenus sur le réseau de gaz à Batna. D'une façon globale, les résultats de la présente analyse spatiale nous montrent comment une base de données SIG en addition avec les données

<sup>92</sup> Cette technique de la densité de Kernel (ou KDE) a été appliquée également à d'autres réseaux, il s'agit du croisement du réseau d'AEP et celui de gaz ainsi que l'assainissement et le gaz. Et en fonction des résultats obtenus, nous avons réalisé les cartes présentées dans l'annexe 8.



appropriées peut constituer un outil appréciable d'aide à la décision et de gestion des situations à risques dans une ville largement caractérisée par des incohérences remarquables. Ces résultats peuvent jouer un rôle déterminant dans la prévision des risques potentiels liés aux réseaux urbains et qui peuvent atteindre le fonctionnement normal de la ville.

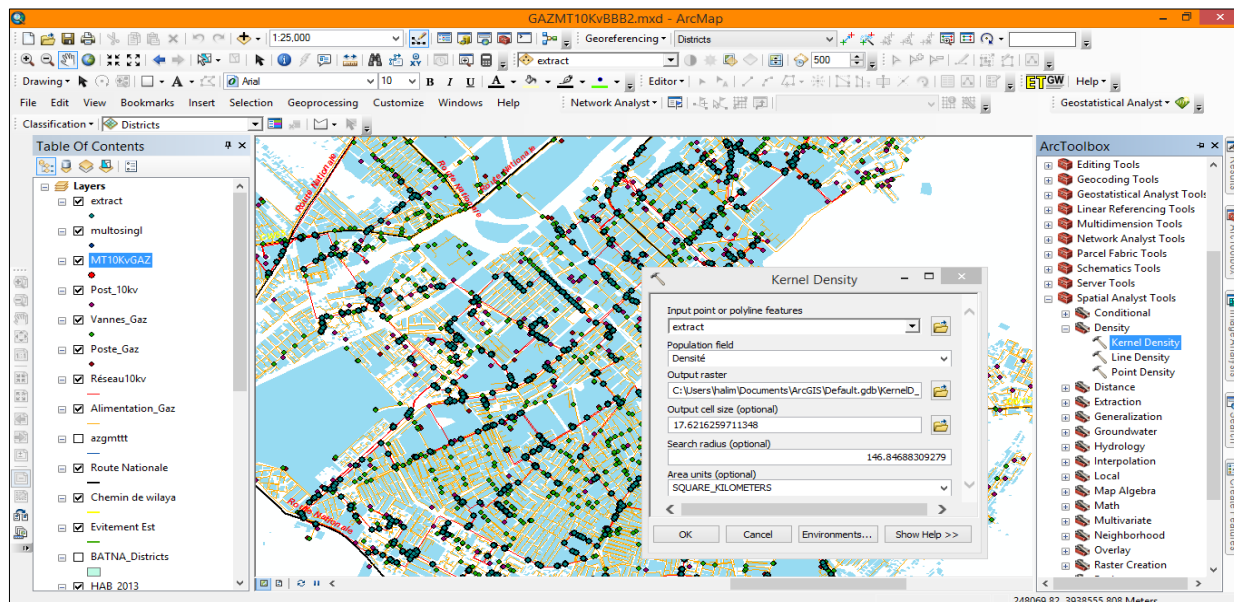


Figure 73. Capture d'écran de l'application Kernel Density.

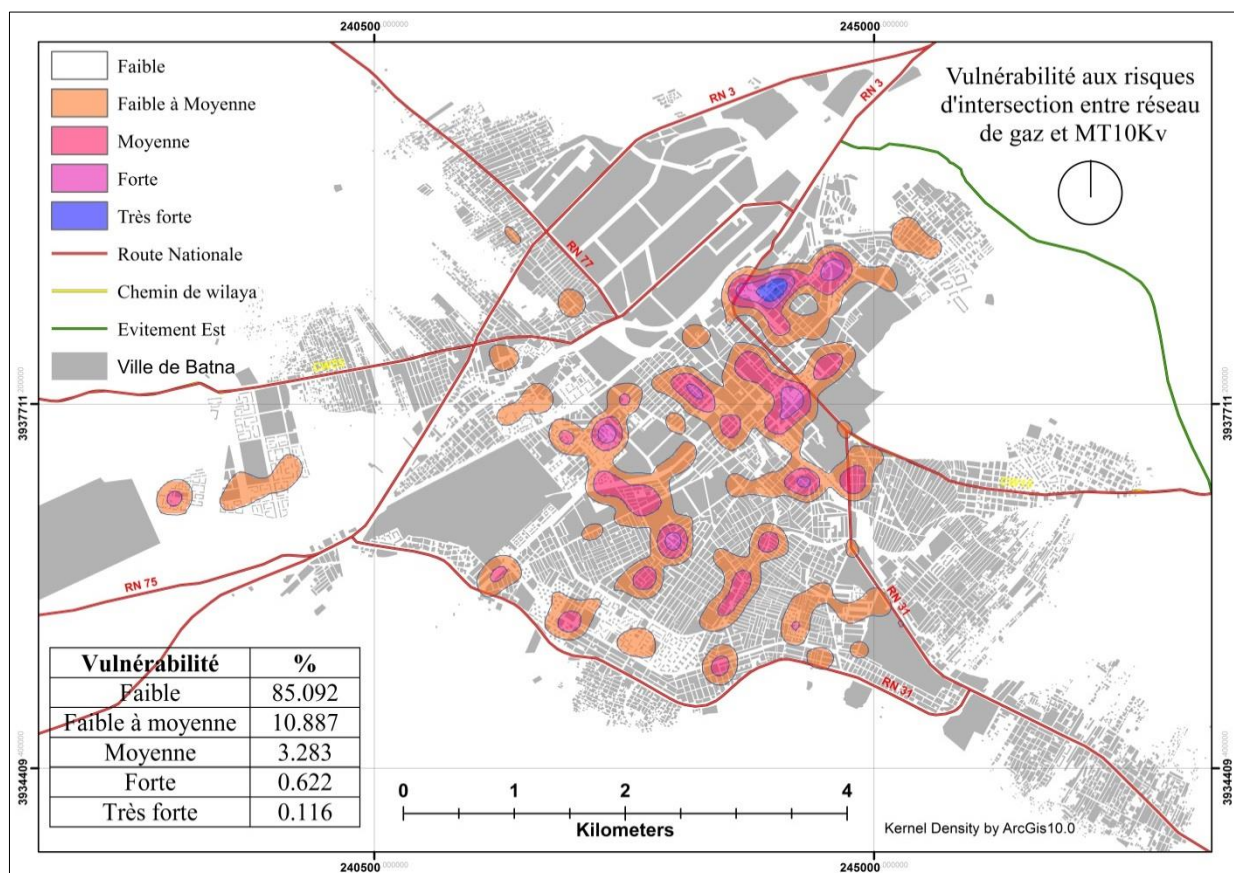


Figure 74. Vulnérabilité aux risques de croisement entre les réseaux de gaz et le réseau d'électricité moyenne tension (10Kv).

### 2-3 Un SIG pour une action territoriale, construction sur la bande de servitude autour d'un gazoduc

À l'addition des risques liés au croisement des différents réseaux à l'intérieur de la ville de Batna, un autre risque plus important est lié à la présence d'une ligne principale de transport et d'alimentation en gaz naturel à haute pression (gazoduc). Avec un calibre nominal de 10" et une pression de 70 bars, les conséquences sur les nombreuses constructions individuelles réparties anarchiquement peuvent entraîner des dégâts et des dommages considérables.

En effet, pourtant la réglementation sévère dans le domaine, notamment la loi 02-01 du 5 février 2002 et l'arrêté interministériel de 14 juin 2011 qui fixent les servitudes de 150m (75m de part et d'autre) en dehors des périmètres urbains, et un couloir de 20m (10m de part et d'autre) pour les gazoducs traversant les zones urbaines. Des infractions et des dépassements dangereux ont été enregistrés dans la ville de Batna mettant, par conséquent, des centaines de personnes et leurs biens devant un réel risque.

A l'aide de la fonctionnalité '*Geoprocessing Buffer*' et une base de données actualisée de la composition urbaine de la ville de Batna (habitat individuel notamment), l'ArcGIS 10.1 peut facilement générer une bande de 75m de part et d'autre du gazoduc principal (figure 75). Dans un second temps, une requête spatiale de type '*select by location*' de syntaxe [*Select features from target layer (Ville de Batna) where source layer (servitude 150m) intersect the source layer feature*] permettant de ressortir toutes les constructions situées à l'intérieur du couloir de 150m, a été adoptée (figure 76). Statistiquement, en 2013 plus de 20 ha (soit 1.16%) de la ville est située à l'intérieur des couloirs réglementaires mettant 51 constructions (dont 9 sont d'habitat collectif et 14 équipements) à un vrai danger. Alors qu'en 2016, 131 constructions de plus de 24 ha de la ville (soit un taux d'accroissement de 5.67%) sont situées dans la zone d'influence du gazoduc (y compris 10 habitats collectifs et 16 équipements).

Sous l'absence des mesures nécessaires de suivi des espaces urbains (SIG, télédétection, etc.), cette situation fait apparaître clairement l'incapacité des autorités locales à maîtriser leur territoire et de ressortir les bilans statistiques exacts d'extension, ainsi que les emplacements des constructions urbaines. Cela justifie les nombres importants de constructions implantées dans les endroits réservés aux servitudes. En ajoutant quelques activités qui peuvent entraîner des endommagements dans la conduite enterrée (les activités de construction non autorisées), on peut envisager l'état fragile dont une petite intervention illicite peut produire une catastrophe. En résumé, la présence d'un système d'information géographique suffisamment actualisé peut participer à une amélioration des missions de suivi et de contrôle des activités d'occupation de

l'espace périphérique, et encore pour prendre les décisions adéquates pour une action territoriale plus juste. En revanche cette technique de travail peut être utilisée par les services compétents (à savoir la DUCH, l'APC, etc.) pour répondre aux besoins accumulés des demandes des permis de construction. Elle est utile pour les servitudes liées aux réseaux d'alimentation en gaz, d'électricité (MT, HT), d'AEP, des réseaux hydrographiques, la voirie, etc. en vue de vérifier la conformité des demandes avec les prescriptions d'urbanisme applicables au site.

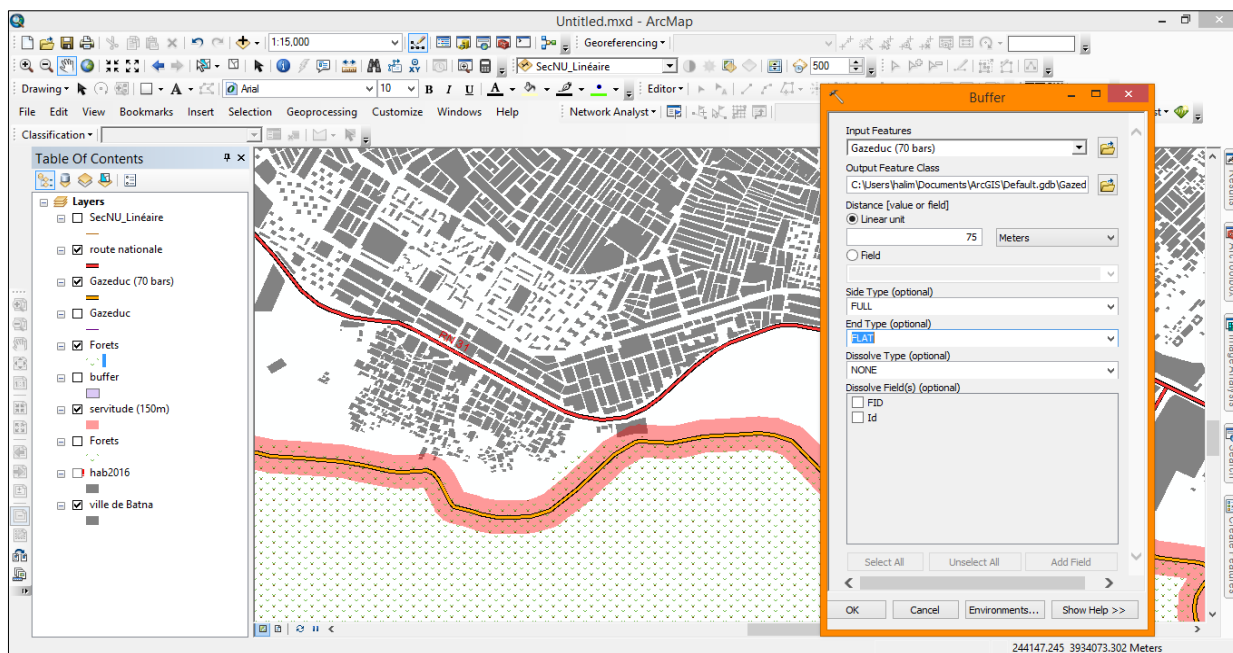


Figure 75. Construction sur la bande de servitude autour d'un gazoduc (Extrait POS2).

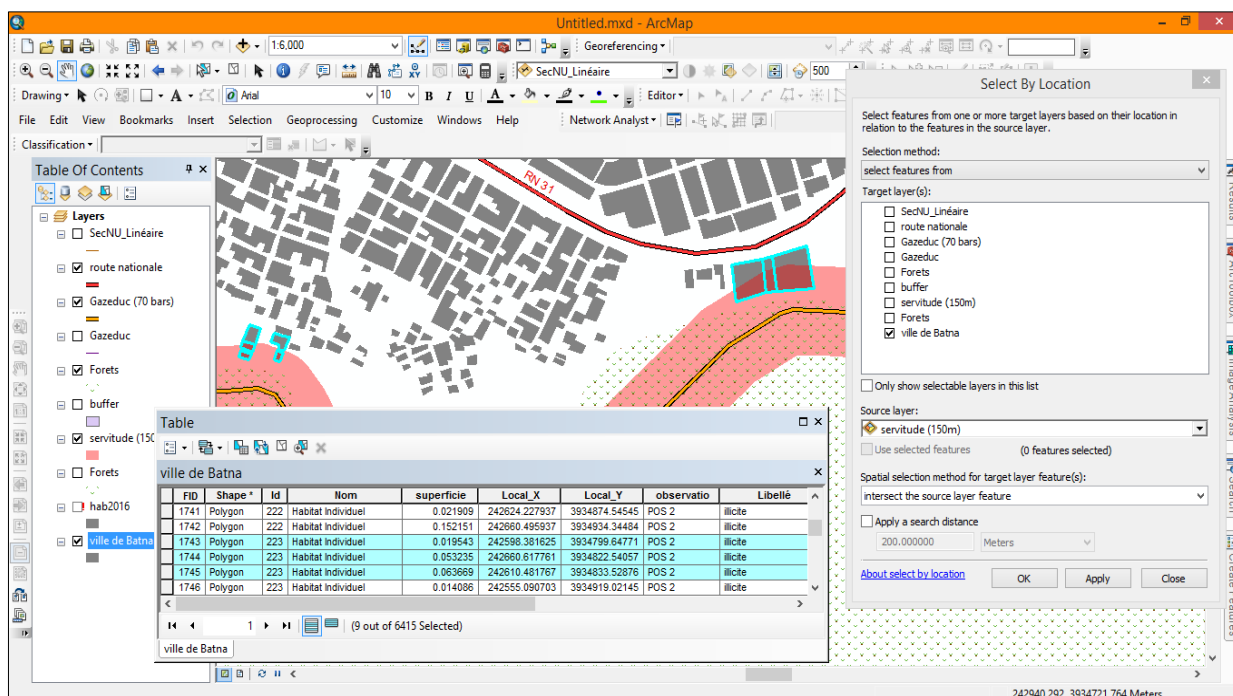


Figure 76. Extrait d'une requête spatiale montrant les constructions situées à l'intérieur de la bande de servitude du gazoduc (Extrait POS2).

## 2-4 SIG pour la prévention des risques majeurs et gestion des catastrophes

Le risque industriel selon Gleyze (2002) se caractérise par un accident se produisant sur un site industriel et pouvant entraîner des conséquences graves pour le personnel, les populations, les biens, l'environnement ou le milieu naturel.

La ville de Batna de par son importance et son statut régional localise des espaces industriels hautement vulnérables et constituent des sources de risques majeurs sur la localité. À titre d'exemple et non à titre exhaustif, au sein de la zone industrielle de Batna est installé plusieurs unités industrielles classées hautement dangereuses parmi lesquelles (tableau 41) : le centre Enfuteur Naftal GPL d'une capacité de stockage de 4 300m<sup>3</sup> (Gaz de Butane, Propane et Sirgaz avec un taux de remplissage égal à 80%) et l'unité régionale Naftal CLP de distribution du carburant d'une capacité de stockage de 40 700m<sup>3</sup>. En effet, selon la nature des produits et les quantités impliquées, les risques qui en découlent peuvent prendre la forme d'un BLEVE (Boiling liquid expanding vapour explosion) mettant en jeu un produit inflammable, d'une explosion ou d'une émission de produits toxiques ou radioactifs. Ses conséquences peuvent affecter les personnes, l'environnement ou les biens. Plus encore, prenant en considération la distance faible qui sépare les deux établissements (à peine 422 mètres), les zonages d'explosion considérés dans cette étude peuvent être augmentés considérablement par l'effet de l'enchaînement des événements (effet domino).

Tableau 41. Les caractéristiques techniques des établissements NAFTAL CLP et NAFTAL GPL.

NAFTAL CLP		NAFTAL GPL	
Hydrocarbures	Essence, Diesel, Huiles	Gaz	Potane, Propane, Sirgaz
Superficie	18.40 ha	Superficie	8.44 ha
Effectif	364 employés	Effectif	375 employés
Stockage	40 700 m <sup>3</sup>	Stockage	4 300 m <sup>3</sup>
Essence super	2 réservoirs (2 000 m <sup>3</sup> )		
Essence normal	2 réservoirs (6 000 m <sup>3</sup> )	Potane	2 sphères (1 000 m <sup>3</sup> ), 1 sphère (2 000 m <sup>3</sup> )
Diesel	3 réservoirs (8 000 m <sup>3</sup> )		
Huiles	700 m <sup>3</sup>	Propane	2 cigares (150 m <sup>3</sup> )

Dans la ville objet d'étude le risque étant parfaitement localisé et identifié, il est le plus souvent circonscrit à l'enceinte de ces deux établissements. L'aménagement préventif passe alors par une réflexion sur la gestion de la crise, tant en terme d'organisation des secours que d'infrastructures adaptées. En effet, pour prouver ce point de vue, on a eu recours au bilan de la gestion du post catastrophe d'explosion d'AZF<sup>93</sup> où deux enjeux principaux se dégagent des

<sup>93</sup> Il s'agit d'explosion d'un hangar de l'usine AZF (AZote Fertilisants) Toulouse. Ce hangar contenait plus de 300 tonnes de nitrate d'ammonium. L'explosion a causé la mort de 31 personnes, dont 21 étaient employées à l'usine AZF, environ 4 500 blessés ont été secourus. En tout, ce sont 31 000 logements atteints, dont 16 000 logements HLM, 14 000 logements en copropriété et un millier dans le secteur diffus, 192 bâtiments communaux ont été touchés dont 85 écoles maternelles et primaires, 18 collèges et 11 lycées.

retours d'expérience de la gestion des effets de l'explosion. Il s'agit en premier lieu de la gestion d'une quantité importante de sinistrés, ce qui requerrait l'évacuation le plus rapide dans un premier temps puis l'intervention médicale par la suite. Puis de l'impact de l'intervention médicale sur les sinistrés évacués. En effet, d'après ce rapport c'est vrai qu'il y a une mobilisation exceptionnelle des moyens humains et matériels pour l'évacuation, mais cette mobilisation a souffert d'un manque d'organisation et de coordination entre les acteurs intervenants. Situation qui n'est pas surprenante s'il n'y a pas de planification ou de dispositif d'organisation reconnue par les acteurs et défini au préalable.

Partant de ce constat, afin d'éviter les phénomènes de retard et de panique lors d'un accident industriel, un système d'information géographique sur le réseau urbain de la ville de Batna, préparé et testé, permet de mieux faire face. Ceci comprend un travail sur les itinéraires urbains existants et les possibilités d'évacuation des blessés vers les différents centres médicaux existant de manière rapide et en choisissant les itinéraires les plus courts. Pour cela, une première étape consiste à développer une base de données géo-référencée comportant tous les tronçons constituant le réseau urbain de la ville (1 534 tronçons) avec leurs signalisations<sup>94</sup> aussi qu'une analyse spatiale via Network Analyst (figure 77) qui a été mise en application (algorithme de Dijkstra)<sup>95</sup>. Selon Liu *et al.* (2012) le calcul des itinéraires les plus optimaux dans les systèmes d'information géographique (SIG) constitue l'une des fonctionnalités importantes de l'analyse des réseaux et par voie de conséquence la méthode de base pour d'autres types d'analyses notamment l'analyse d'itinéraire vers la ressource la plus proche, analyse de zone de service, etc.

#### 2-4-1 Définition des paramètres de l'algorithme de Dijkstra

À partir d'un graphe  $(G)^{96}$  composé des sommets (nœuds) et d'arêtes (arcs), l'algorithme de Dijkstra par le classement des sommets par ordre croissant des distances minimales permet de trouver le chemin de distance minimale qui relie la source donnée (départ) et toutes les destinations du graphe. Le graphe  $(G)$  est représenté par la notation suivante:

$$G = (N, A) \quad (2)$$

Avec  $N$  est l'ensemble fini des sommets du graphe  $G$ ,  $A$  est l'ensemble des arêtes de  $G$  tel que s'il existe deux sommets  $(n_1, n_2) \in A$  il existe également un arc reliant  $n_1$  avec  $n_2$ .

<sup>94</sup> Afin de monter une simulation représentative de la réalité, notre travail prévoit l'utilisation des signalisations notamment les sens interdits, alors des barrières ponctuelles et linéaires ont été ajoutées dans cette base de données. Par ailleurs, la congestion routière (points noirs) et l'état de la route n'ont pas été inclus.

<sup>95</sup> Du nom de son développeur Néerlandais Edgser Wybe Dijkstra (1930-2002). L'algorithme est proposé en 1959.

<sup>96</sup> L'algorithme de Dijkstra est valable pour les graphes dont l'origine est unique, pondérés (soit par des mesures métriques ou temporelles), orientés ou non orientés.



Le fonctionnement du processus consiste que pour une paire donnée de sommets, l'algorithme trouve un itinéraire depuis le sommet de départ vers le sommet d'arrivé de moindre poids. Techniquement, et en se basant sur le tableau 42 et la figure 78 qui résumet le processus, on affecte tout d'abord un poids 0 au sommet de départ (la ville de départ ne porte aucune distance) et on attribue un poids  $\infty$  aux autres sommets, et par l'élimination (\*) du reste des étapes liées au sommet de départ, on garantit que l'algorithme ne reviendra jamais au point de départ (A). Puis, en second temps on choisit le sommet dont le poids est minimal 2A(C). On fixe définitivement le nouveau sommet obtenu et on répète le processus par l'élimination de la deuxième étape et on choisit le suivant poids minimal parmi les nouveaux poids [(3C(B), 10C(D) et 12E(E)] ainsi que les poids résiduels de l'étape précédente 4A(B), ceci donne par conséquent un sommet d'ordre de 3C(B). On répète le processus jusqu'à la fermeture de la boucle 13E(F).

En résumé, l'itinéraire optimal entre le point de départ (A) et d'arrivé (F) est de 13km, et il est donné comme suit : {A(2)-C(3)-B(8)-D(10)-E(13)-F}.

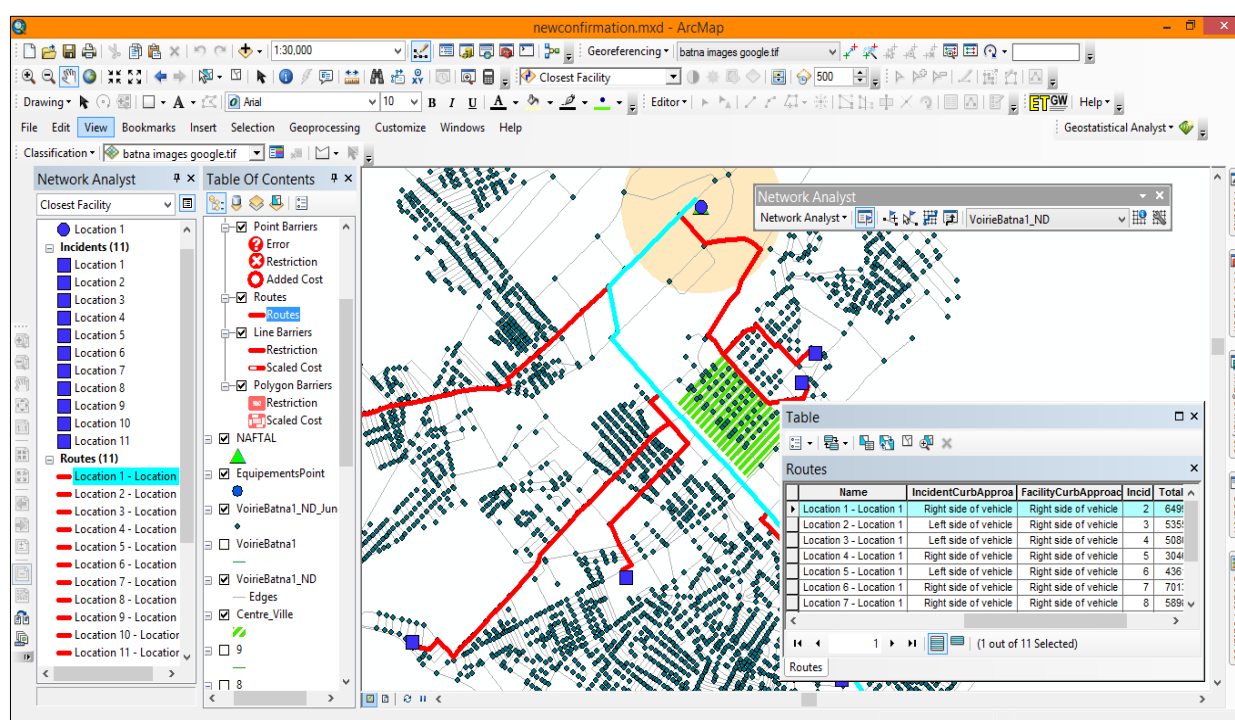


Figure 77. Capture d'écran des étapes essentielles pour générer le chemin le plus court.

Prenant en considération la réalité compliquée de la ville de Batna caractérisée par de nombreux obstacles et points noirs en termes de la circulation routière (heures de pointe), l'itinéraire d'évacuation pris donc n'est pas forcément le plus court, mais souvent le plus simple à entreprendre, c'est pourquoi des balises linéaires et d'autres surfaciques (pour le centre-ville) sont ajoutées ce qui permet d'obtenir d'autres solutions plus flexibles et plus efficaces.



Tableau 42. Matrice de fonctionnement de l’algorithme de Dijkstra pour un chemin plus court.

	A	B	C	D	E	F
1	0	4A	2A	$\infty$	$\infty$	$\infty$
2	*	3C	2A	10C	12E	$\infty$
3	*	3C	*	8B	$\infty$	$\infty$
4	*	*	*	8B	10D	14D
5	*	*	*	*	10D	13E
6	*	*	*	8	*	13E

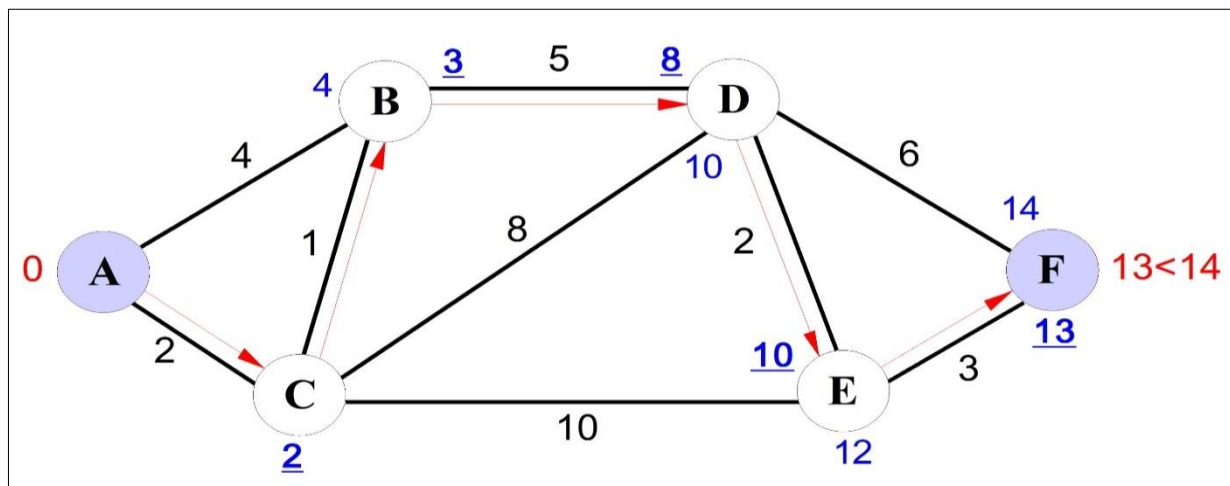


Figure 78. Schéma du principe d’exécution de l’algorithme Dijkstra

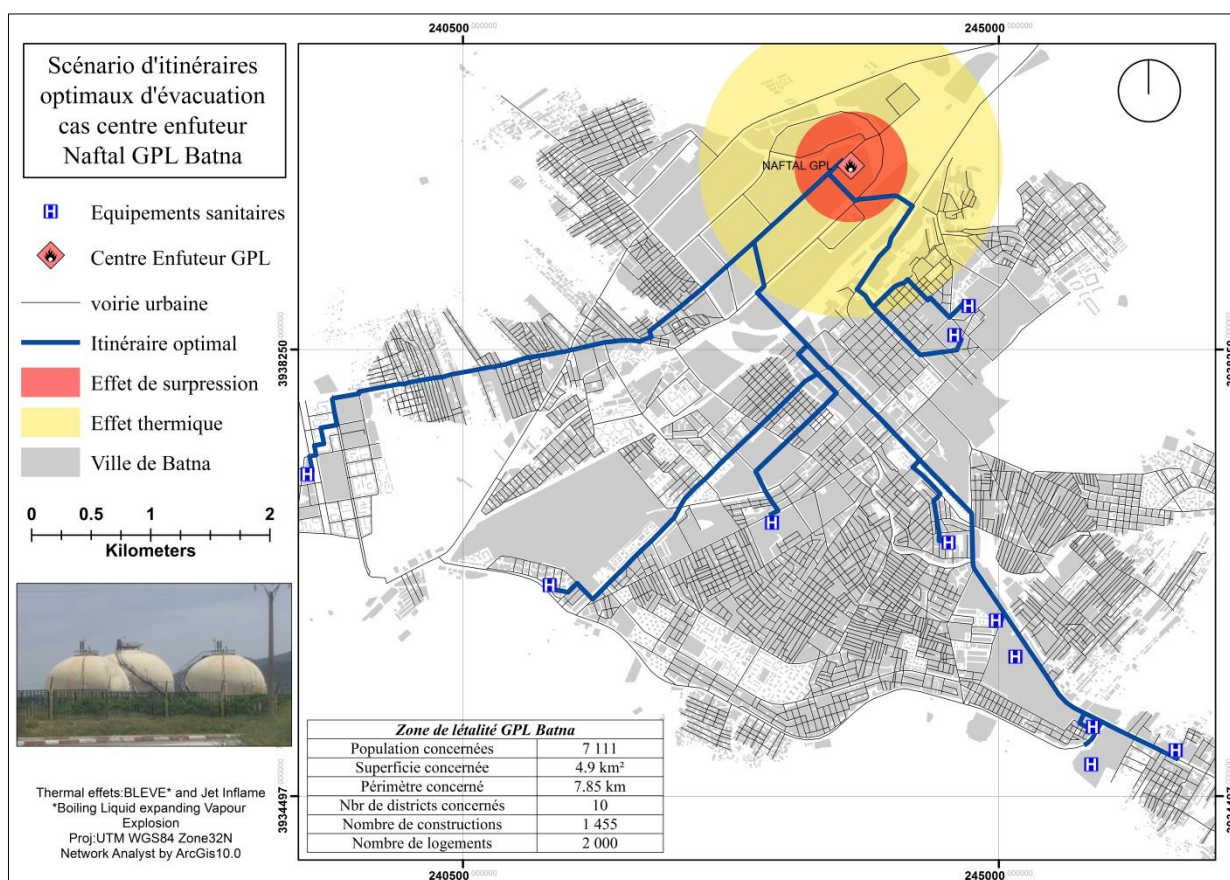


Figure 79. Les itinéraires optimaux d’évacuation dans le cas d’une catastrophe déclarée en s’appuyant sur une base de données géo-référencée et une analyse spatiale (Network Analysis).

ObjectID	Shape	FacilityID	FacilityRank	Name	IncidentCurbApproach	FacilityCurbApproach	IncidentID	Total_Length
13	Polyline M	13	1	Location 1 - Location 1	Right side of vehicle	Right side of vehicle	2	6.502657
14	Polyline M	13	1	Location 2 - Location 1	Left side of vehicle	Right side of vehicle	3	5.357287
15	Polyline M	13	1	Location 3 - Location 1	Left side of vehicle	Right side of vehicle	4	5.082613
16	Polyline M	13	1	Location 4 - Location 1	Right side of vehicle	Right side of vehicle	5	3.047305
17	Polyline M	13	1	Location 5 - Location 1	Left side of vehicle	Right side of vehicle	6	4.363628
18	Polyline M	13	1	Location 6 - Location 1	Right side of vehicle	Right side of vehicle	7	7.016288
19	Polyline M	13	1	Location 7 - Location 1	Right side of vehicle	Right side of vehicle	8	5.900777
20	Polyline M	13	1	Location 8 - Location 1	Right side of vehicle	Right side of vehicle	9	5.601585
21	Polyline M	13	1	Location 9 - Location 1	Left side of vehicle	Right side of vehicle	10	3.127869
22	Polyline M	13	1	Location 10 - Location 1	Right side of vehicle	Right side of vehicle	11	4.092786
23	Polyline M	13	1	Location 11 - Location 1	Right side of vehicle	Right side of vehicle	12	6.299307

Figure 80. Récapitulation des longueurs des itinéraires optimaux.

Démarrant de la notion qui consiste que si aucune politique de préparation précise n'a été mise en place, les interventions d'urgence seront confuses et floues, nous avons réussi de construire une plateforme solide pour gérer et maîtriser les mesures d'interventions. D'après les résultats observés dans la figure 79 et le figure 80, l'algorithme Dijkstra implémenté dans une plateforme ArcGIS10.1 a réussi à chaque fois à calculer et à trouver le chemin le plus court entre la zone de catastrophe (foyer) et tous les centres sanitaires capables à intervenir.

En résumé, lors d'une catastrophe, une évacuation rapide des sinistrés permet de sauver des vies. Démarrant d'une réalité caractérisée par l'indisponibilité des couches des données géospatiales du réseau routier, cette analyse spatiale effectuée sur le réseau urbain de la ville de Batna montre que notre système d'information offre à ses utilisateurs (notamment l'administration de pilotage et les acteurs d'intervention) des fonctionnalités essentielles en cas de catastrophe en termes d'information, de communication et de décision. Ceci permettra alors d'appréhender des solutions plus objectives et plus efficaces. Ces tests de calcul démontrent la capacité de notre SIG à produire des jeux de données adéquates, cohérentes avec la réalité et de les utiliser efficacement tout en temps réel.

Par ailleurs, si les nombreuses études effectuées dans le domaine (UNESCO, 2008) s'accordent que pour une évacuation efficace des sinistrés, il est important de choisir les itinéraires les plus courts, mais également les plus directs possibles vers les sites d'évacuation. Partant d'une situation caractérisée par des embouteillages et de la congestion urbaine dans des endroits stratégiques (le centre-ville dans notre cas), il est primordial d'analyser cette situation et d'envisager un aménagement plus efficace. Les sections suivantes seront alors consacrées dans l'enrichissement de ce sujet.

## 2-5 Le centre-ville administratif base de l'embouteillage de la ville

Les acteurs locaux dans la ville de Batna ont, à leur disposition, deux documents essentiels pour planifier l'espace urbain et fixer la destination des sols. Il s'agit des outils incontournables pour aller dans le sens d'une urbanisation durable et d'une réduction des problèmes liés à la congestion et l'embouteillage de la ville. Introduit par la loi 90-29, le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) est un document créé pour permettre une plus grande cohérence dans la planification urbaine entre les communes ou la commune elle-même. Il permet de coordonner les politiques d'urbanisme, de développement économique, d'habitat, de déplacement et notamment le choix et l'implantation harmonieuse des administrations et les différents services dans un cadre marqué par des équilibres entre rapport centre-périphérie ou encore équipements-densité. Dans ce sens, afin de concrétiser un développement durable du territoire, il est impératif de prendre en considération les aspects relatifs aux conditions de desserte routière (contrôle d'attractivité et les taux d'accès au centre-ville). La localisation des services publics et des équipements constitue également un enjeu majeur des instruments d'aménagement, qui visent la mise en cohérence des politiques d'implantation des services avec celles de l'habitat, de densité et des déplacements. En effet, le rôle polarisant des équipements et des services peut être pris en compte comme outil d'organisation et d'équilibrage du territoire.

Par ailleurs, l'application du principe de mixité urbaine (habitat, équipements, services et activités) telle que le prévoit la loi, est l'occasion de favoriser une politique d'aménagement globale et non plus par zones spécialisées. Cependant il est intéressant de rappeler que cette situation n'est pas vraie dans la zone d'étude, où la ville de Batna à l'instar de toutes les grandes villes algériennes continue à s'étendre et s'étaler anarchiquement sur les espaces périphériques, souvent en l'absence des infrastructures, et loin des équipements administratifs concentrés au centre-ville. Situation favorisée par l'accroissement de la population d'un côté et par la disponibilité des terrains totalement privés. Cette situation engendre des difficultés énormes pour l'implantation d'un projet d'utilité publique.

Dans cette section, nous sommes optés dans la démonstration de la situation anarchique dans la répartition des administrations urbaines et ses répercussions néfastes sur la mobilité motorisée (déplacements, flux au centre-ville, congestion urbaine, etc.). À cet effet, une fonctionnalité Directional Distribution (Standard Deviational Ellipse)<sup>(97)</sup> de l'ArcGIS 10.1 a été

---

<sup>97</sup> Cette technique fait l'objet d'une autre analyse comparative, il s'agit d'une analyse spatiale de densité de points (point density) d'ArcGIS 10.1 dont les résultats indiqués dans l'annexe 9 montrent clairement la dominance du centre-ville sur l'essentiel des administrations et équipements de base. Cette même figure montre l'hétérogénéité entre la répartition spatiale des équipements et la densité des populations avec un taux faible de 18%.

mise en œuvre. Plus encore, prenant en considération l'effet primordial des équipements administratifs sur la dynamique urbaine, alors on ne s'intéresse dans cette analyse que des services urbains d'ordre administratif en excluant les établissements éducatifs, religieux, etc.

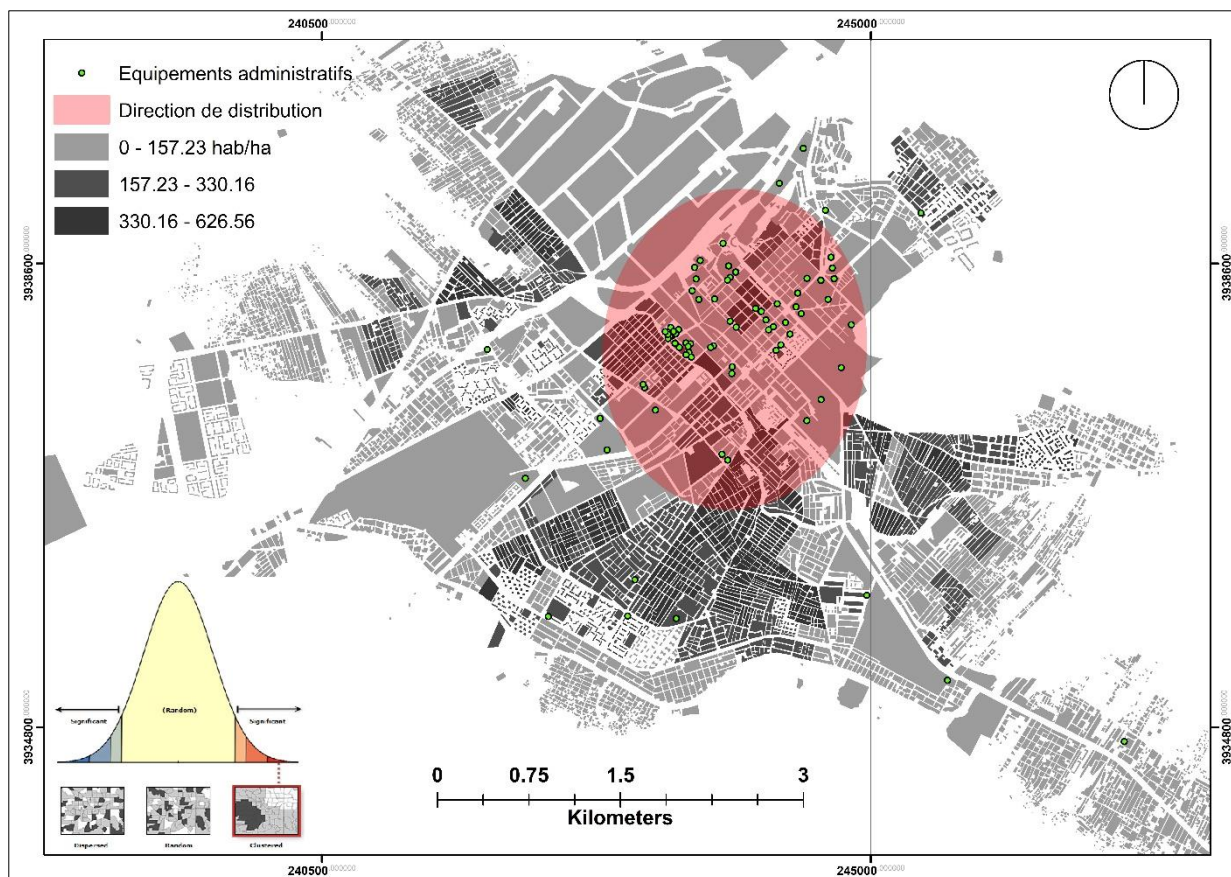


Figure 81. Distribution spatiale des équipements administratifs et leur relation avec les densités de population – analyse statistique Directional Distribution (SDE)-

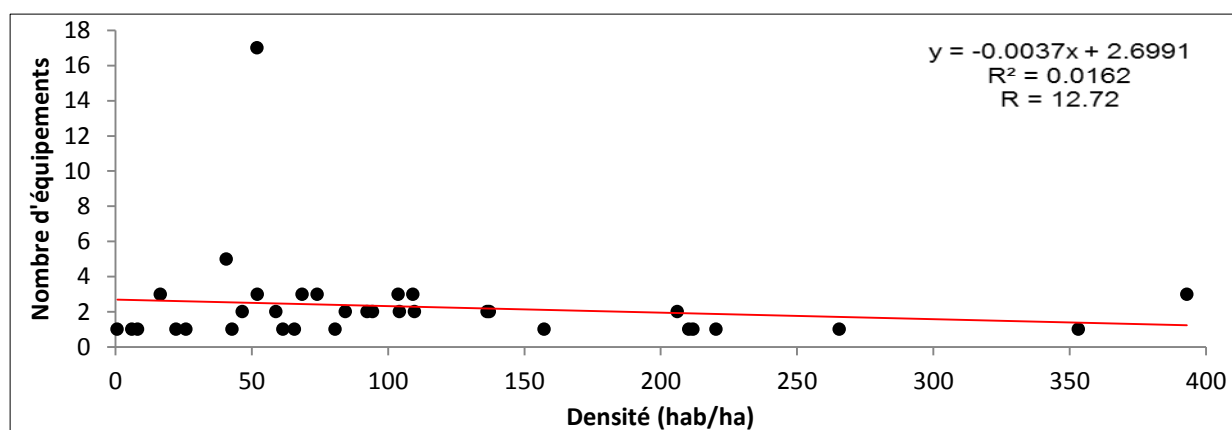


Figure 82. Corrélation entre la répartition des équipements et la densité de population.

Tableau 43. Récapitulation par densité de population des équipements administratifs.

Densité (hab/ha)	(0-157.23)	(157.23-330.16)	(330.16-626.56)
Nombre d'équipements	68	9	2
(%)	86.07	11.39	2.54

L'analyse de la carte des directions de distribution des équipements publics<sup>98</sup> (figure 81) justifie cet état, elle montre clairement que seuls 60 districts sur 315 existants (19 % soit) sont dotés de la gamme minimale d'équipements, par contre 255 districts (soit 81 %) n'ont aucun équipement ni service de base. Il s'agit le plus souvent des vastes districts de plus de 300 habitants/ha (figure 82), situés en grande majorité à la périphérie de la ville (Bouakal, Kechida, Parc à fourrage, route de Hamla, etc.).<sup>99</sup> En effet, via une droite de régression, la comparaison pour chaque district, entre sa gamme d'équipements et de services et sa population montre qu'il y a, en règle générale, une disparité et une incohérence remarquable ( $R = 12\%$ ) entre ces deux paramètres (tableau 43).

Cependant, avec une superficie totale de plus de 304 hectares, le centre-ville se distingue par un niveau d'équipement très élevé (plus de 90%) au regard de sa population. Cette situation nous amène à conclure qu'à l'échelle régionale, l'offre en équipements administratifs dans la totalité de la ville de Batna apparaît performante et agréable, alors de ce point de vue, Batna et sans complexe peut supporter la comparaison avec d'autres pôles régionaux plus peuplés tels que Sétif et Constantine en termes de compétitivité et de l'attractivité territoriale. Par ailleurs, au niveau de la ville elle-même, paradoxalement, la disparité en termes de distribution des services est très alarmante. Le centre-ville est le centre de décision et le plus doté de services administratifs et des fonctions tertiaires. Même s'il existe quelques annexes dans certains secteurs de la ville (délégations de la mairie, postes, etc.), le problème de concentration persiste encore.

Pareillement, on a vérifié précédemment que 90% des administrations publiques se concentrent dans le centre-ville qui reçoit à lui seul plus des masses et des flux (figure 83). De telles disparités ne pouvaient que contribuer à l'affluence massive des populations (que ce soit local ou bien d'autre wilaya de la région) au centre-ville. La fréquentation de ces équipements n'est pas aisée si l'on a accès à la mobilité automobile<sup>100</sup> puisque la plupart des voies de communication intra-urbaines n'ont pas été conçues pour les densités de circulation actuelles, ils restent presque les mêmes,<sup>101</sup> du moins, elles diminuent dans leur qualité et capacité. Alors que,

<sup>98</sup> Par l'attractivité qu'exercent sur les flux notamment externes, les équipements choisis dans cette étude sont d'ordre administratif (directions, annexes, postes, services, etc.) et sanitaire (hôpitaux, cliniques, etc.).

<sup>99</sup> Résultats obtenus par la superposition de la couche des districts (comportant les densités) avec celle des équipements administratifs en appliquant une sélection spatiale d'intersection et une analyse statistique (Directional Distribution-Standard Déviation Ellipse) via ArcGIS10.1.

<sup>100</sup> Selon une enquête menée par EGIS Rail/Transurb en 2008, sur 16 346 déplacements par bus durant les heures de pointe, 3 389 déplacements (soit 20.7%) sont enregistrés dans le centre-ville. En ajoutant les déplacements effectués par voiture particulière (estimés entre 18 000 et 26 000 dép/jour) et ceux des étudiants (71 bus en 2017), on peut envisager la pression énorme exercée sur la fluidité de la circulation.

<sup>101</sup> Il s'agit de dysfonctionnement spatial et l'inadéquation entre l'offre et la demande de transport. A titre d'exemple sur 15% de l'offre au centre-ville il s'agit de 40% de la demande avec un taux d'occupation TO de 95%, par contre dans les rues des limites de la ville sur 51% de l'offre seulement 7% de la demande a été accueilli (un TO de 5%).



dans un laps de temps Batna devient de plus en plus saturée, ses installations en équipements et les infrastructures sont devenues tout à fait insuffisantes pour desservir les flux importants de populations, alors la question de la desserte s'impose fortement pour le centre-ville. Ce qui répercute directement sur les phénomènes d'embouteillage de la ville et le parking sauvage des véhicules (figure 84).

Plus encore et pourtant les interventions non conséquentes effectuées par les services compétents (services techniques de l'APC) à travers le changement de quelques tronçons et l'ajout des nouveaux panneaux (panneaux de signalisation, feux de signalisation, etc.), la situation de congestion du centre-ville continue en aggravant la situation d'angoisse des milliers de personnes qui cherchent atteindre leurs destinations plus facile et plus vite (voir annexe 10).

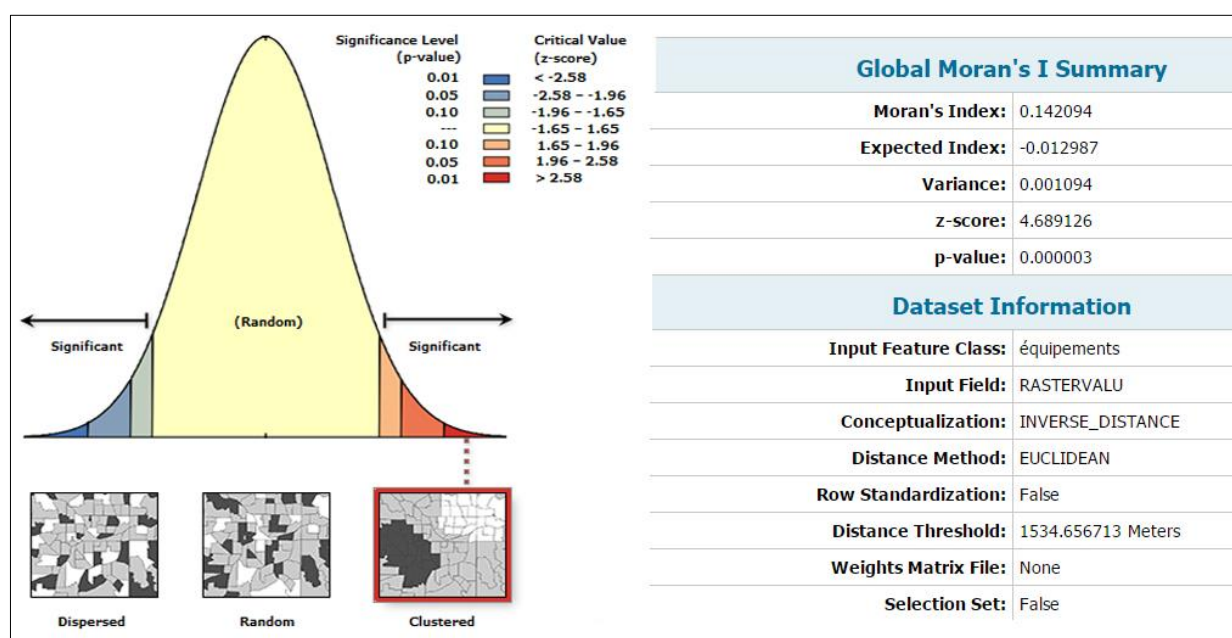


Figure 83. Justification statistique de la répartition regroupée (en boucle) des équipements administratifs – Spatial Autocorrélation (Global Moran's I Statistic).



Figure 84. Congestion urbaine au niveau du centre-ville (à gauche) et formes de stationnement sauvage (à droite). Source : Benyahia *et al.* (2014) ; Kouaoucha (2015).



En se basant sur les travaux de Berezowska, (2011) cette réalité constatée, nous amène à conclure que ces équipements dans leurs états actuels sont répartis arbitrairement<sup>102</sup> et ne correspondent jamais aux orientations du plan d'occupation des sols (POS), aux unités de structuration urbaine habituellement reconnues par la grille d'équipement (unité de base, de voisinage, etc.), ou même aux périmètres de structuration de la centralité et des unités de vie (unités urbaines). Il en résulte l'apparition de zones de non-programmation, d'exclusion urbaine et des déséquilibres spatio-temporels fréquents. En somme, sous le manque d'une politique des transports efficace pour la ville (amélioration des modes de transport en commun, politique de stationnement, politique de péage, utilisation des parcs relais, etc.), leur répartition<sup>103</sup> sur l'ensemble du territoire (décentralisation des services) peut participer d'un côté à réduire l'affluence vers l'espace central de la ville et à favoriser l'émergence de centralités urbaines<sup>104</sup> dynamiques dans les espaces périphériques<sup>105</sup> de cette ville et d'autre côté de participer pour mieux desservir un centre-ville asphyxié (voir aussi le rapport de consultation sur l'accessibilité et la mobilité au centre-ville de Montréal, 2016, p 16).

En outre, et dans le but de prendre en considération cette problématique, les sections suivantes (2-6, 2-7, 2-8 et 2-9) seront consacrées notamment au développement des procédures et techniques de travail permettant de localiser les emplacements optimaux pour implanter les futurs programmes d'équipements (d'ordre technique). À cet égard, nous sommes opté un ensemble de paramètres choisis soigneusement, il s'agit notamment des entités liées au réseau de voirie, la densité de population, la centralité et l'intermédiarité urbaine, l'accessibilité aux équipements, le voisinage des équipements, etc.). En effet, par ces choix nous souhaitons plus particulièrement résoudre les problèmes liés à la desserte urbaine comme de participer à l'élimination de l'état de l'exclusion de la périphérie ainsi que d'améliorer les notions de voisinage et de proximité urbaine.

<sup>102</sup> Il est évident que l'emplacement des équipements de base est soumis aux conditions liées à la disponibilité foncière dans l'espace urbain, c'est pourquoi ces équipements sont souvent regroupés dans des cités administratives concentrées dans des espaces géographiques limités (à titre d'exemple on peut citer la nouvelle cité administrative du centre-ville).

<sup>103</sup> Il est à noter que les résultats de cette analyse ne sont jamais absolus et définitifs. Si certains services et administrations répondent facilement à des logiques de dispersion ou de distribution dans un objectif de l'équité dans l'accès de la population à des équipements publics, d'autres équipements peuvent répondre à des logiques d'agglomération et de concentration, notamment lorsqu'ils ont un niveau élevé de rareté.

<sup>104</sup> Selon Abo Elela (2011), la notion de centralité peut se définir comme un état spatial qui centralise des fonctions aussi bien économiques (services bancaires, tertiaire de commandement, etc.), politiques et civiques (ministères, organismes gouvernementaux, palais de justice, etc.), que culturelles (universités, théâtres, bibliothèques, musées, etc.), caractérisé par des lieux précis, des modes d'organisation et de gestion spécifiques.

<sup>105</sup> Dans une question concernant la cité rêve posée dans le cadre d'une thèse de magister sur la cité de Hamla menée par Nezzar, (2016) l'auteur montre que la majorité des personnes interrogées évoquent comme prioritaire la disponibilité des équipements de service, sanitaires, de loisir, aires de sport, etc. Cette tendance montre le malaise des habitants périphériques de dénudation du secteur de Hamla de tels équipements de base au profit d'un centre-ville difficile à atteindre.

## 2-6 Un SIG pour l'analyse de la configuration fonctionnelle du centre-ville

Devant les phénomènes d'urbanisation et d'étalement, les espaces urbains font face à des problèmes sérieux liés aux processus de la mobilité et d'organisation de la vie urbaine (Gil, 2014). Les moyens de la maîtrise de la configuration spatiale des villes, leur centralité et leurs processus socio-économiques et environnementaux constituent un facteur clé dans la formation de l'espace urbain dans un contexte d'une urbanisation durable. Dans ce sens l'extension analyse du réseau urbain (Urban Network Analysis) est un outil open source qui permet aux concepteurs et planificateurs urbains d'analyser et de décrire les structures spatiales complexes des villes en utilisant des méthodes mathématiques d'analyse des réseaux et ainsi de répondre à certaines problématiques fondamentales d'une bonne conception de la ville. Dans ce cadre, et par la combinaison de certains éléments de l'environnement urbain, Sevtsuk et Mekonnen, (2012) décrivent que cet outil aide à expliquer, par exemple, sur lequel des rues ou des bâtiments on est plus susceptible de trouver le commerce local, où est prévu la circulation des véhicules à être plus élevés, et pourquoi la valeur des terres de la ville varie d'un endroit à un autre. Selon Bohaken, (2013)<sup>106</sup> cet outil de mesure de centralité (figure 85) nous a permis de calculer cinq mesures d'analyse des réseaux (reach, gravity, betweenness, closeness et straightness), en tenant compte de la position relative des nœuds les uns par rapport aux autres.

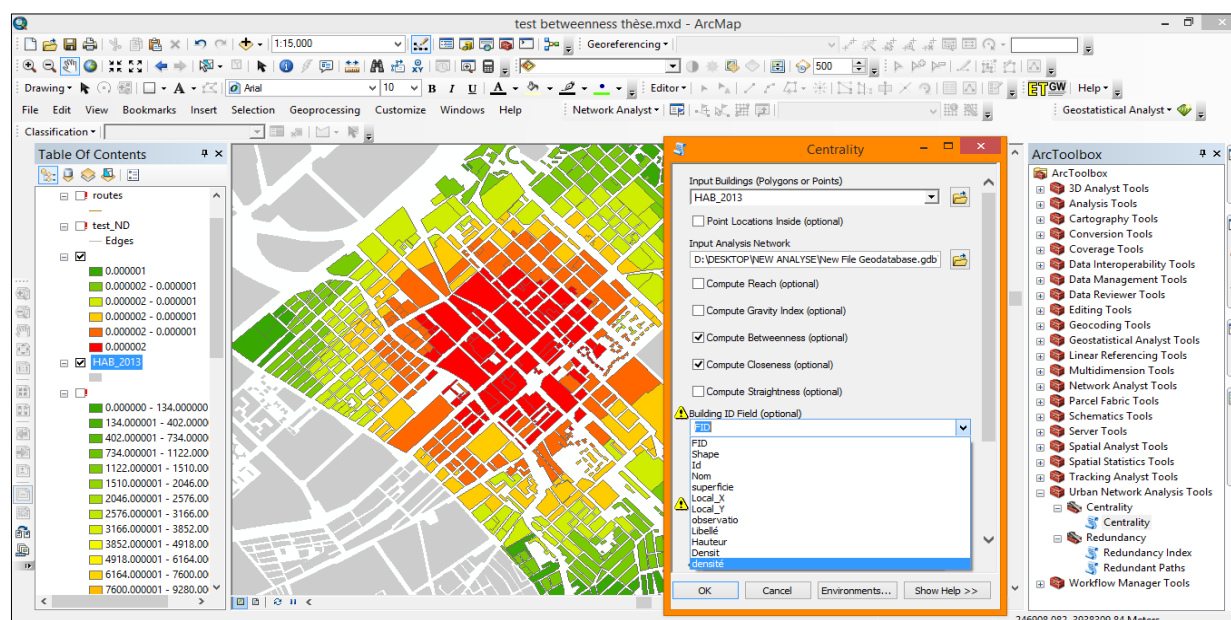


Figure 85. Extrait de la mise en œuvre de la fonctionnalité UNA sous ArcGIS 10.1.

Dans ce travail qui nous paraît essentiel pour évaluer la structure fonctionnelle du centre-ville de la ville de Batna, on s'intéresse plus particulièrement aux mesures de centralité intermédianité et de proximité. À cette fin une base de données du réseau routier accompagné par

<sup>106</sup> <https://groupefmr.hypotheses.org/219> [Consulter le 28 août 2016].

les jonctions (figure 86) et une couche de la composition urbaine pondérée par la densité de population ont été adoptées.

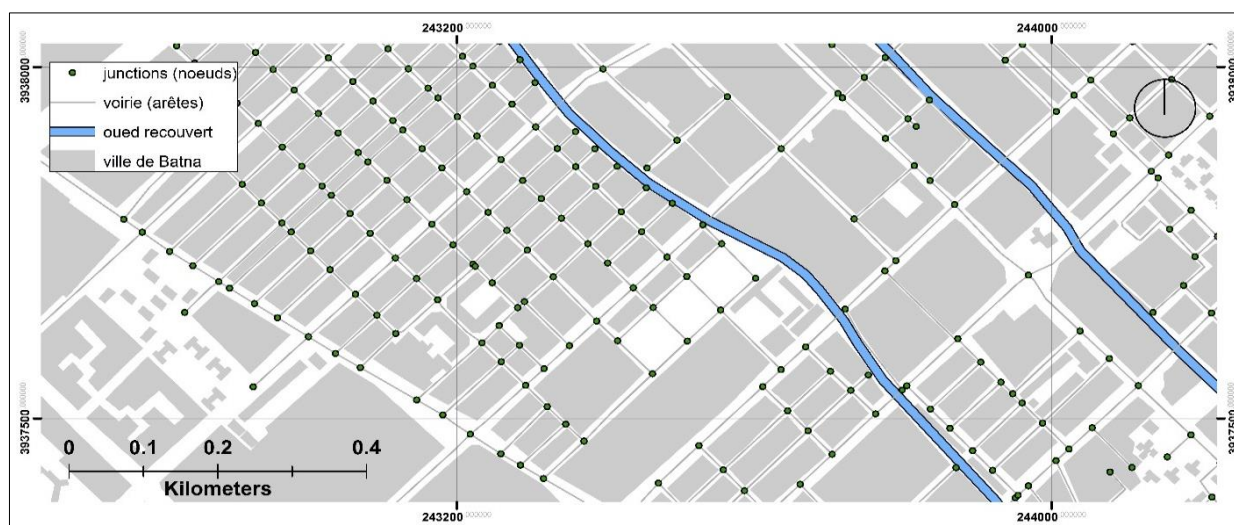


Figure 86. Extrait de la combinaison des nœuds, le réseau routier et la composition urbaine.

### 2-6-1 La centralité de proximité (Closeness) $C[i]$

Selon Sabidussi, (1966) la mesure de centralité de proximité d'un nœud  $i$  dans un graphe  $G$  correspond à l'inverse de la distance moyenne cumulée nécessaire pour atteindre ce nœud depuis n'importe lequel des autres nœuds du réseau si aucun critère de distance n'est défini. La centralité de proximité est une mesure basée sur l'intuition qu'un nœud (construction) occupe une position stratégique (ou avantageuse) dans un graphe s'il est globalement proche des autres nœuds de ce graphe. Par exemple dans un réseau urbain, cette mesure correspond à l'idée qu'une construction est importante s'il est capable de contacter facilement un grand nombre d'autres constructions avec un minimum d'effort. Elle est donnée par l'équation suivante :

$$C[i] = \frac{1}{\sum_{j \in V(G) - \{i\}, d[i,j] \leq r} (d[i,j] \cdot W[j])} \quad (3)$$

$C[i]$  est la centralité de proximité,  $d[i, j]$  est le chemin le plus court entre le nœud  $i$  et  $j$  et  $W[j]$  est le poids de chaque destination  $j$ .

### 2-6-2 La centralité d'intermédiation (Betweenness) $B[i]$

La mesure de centralité intermédiation d'une construction  $i$  dans un graphe  $G$  mesure le nombre de fois  $i$  où cette construction est liée sur le plus court chemin entre deux autres constructions (Freeman, 1977). De cette définition il apparait clairement que l'intermédiation est un indice destiné essentiellement pour identifier les différents nœuds qui permettent une circulation rapide au sein d'un réseau urbain donné, en limitant la distance à parcourir. Et pour atteindre cet objectif, la centralité d'intermédiation est basée sur l'idée que les nœuds ne

communiquent entre eux qu'à travers les chemins les plus courts. Cette mesure selon Sevtsuk *et al.* (2013) est souvent utilisée pour estimer le potentiel des passants à différents bâtiments sur le réseau ce qui la rend très intéressante pour évaluer l'adaptation du centre-ville aux activités commerciales. Elle est définie par l'équation développée par Brandes (2001) :

$$B[i] = \sum_{j,k \in V(G) - \{i\}; d[j,k] \leq r} \frac{n_{j,k}[i]}{n_{j,k}} \cdot W[j] \quad (4)$$

$B[i]$  est la centralité de d'intermédiarité,  $n_{j,k}[i]$  est le nombre total des chemins entre les nœuds  $j$  et  $k$  qui passent par le nœud  $i$ ,  $n_{j,k}$  est le nombre total des plus courts chemins entre la construction  $j$  et la construction  $k$  dans un graphe  $G$  et  $W[j]$  est le poids de chaque destination  $j$ .

Si le commerce est incontournable dans l'approche de l'urbanité et si les nouvelles formes de la mobilité urbaine ont un impact non négligeable sur la structuration d'une offre commerciale conditionnée par les flux de déplacements des consommateurs, l'analyse des figures 87 et 88 présentant respectivement l'extrait d'une analyse de centralité par proximité et intermédiarité basée sur une approche primaire (ou aussi l'approche directe),<sup>107</sup> nous a permis de dégager les lieux centraux que d'autres. Ainsi que de mettre la lumière d'une part sur la corrélation positive entre la notion de centralité et la densité du commerce de détail<sup>108</sup> et de remarquer la situation d'incompatibilité entre le centre-ville et la distribution spatiale des services et les différentes administrations qui nécessitent en premier lieu une fluidité et accessibilité facile. Par sa structure et sa configuration spatiale caractérisée souvent par une forme de grille (voir aussi l'annexe 11) et une intermédiarité faible (moins de 1 510 avec 77.7% de la surface totale), le réseau urbain de la zone donnée en vert offre des multitudes itinéraires et possibilités pour atteindre la destination finale désirée. Ce qui donne par voie de conséquence des avantages appréciables pour accéder à n'importe quelle administration sans besoin de se diriger et/ou même de suivre impérativement un chemin donné. Cette zone en principe constitue un lieu privilégié pour implanter les différents services tout en profitant la fluidité de la mobilité.

En opposition, l'évolution de l'appareil commercial et, en particulier, de sa localisation dans l'espace urbain, ont des répercussions sur la mobilité et sur les déplacements, notamment pour motif d'achats. Le centre-ville de la ville de Batna, centre de concentration élevée en pôles d'attraction, présente une situation complètement différente à sa périphérie où la configuration

<sup>107</sup> Porta *et al.* (2006) définissent l'approche primaire comme étant l'approche qui modélise les intersections par des nœuds et les rues (ou relations) par des arcs. Cette représentation paraît la plus naturelle dans le cadre de réseaux à fortes composantes géographiques, ce qui signifie que la distance n'est pas mesurée simplement par des critères topologiques (sauts) – comme, par exemple, les réseaux sociaux – mais plutôt en termes spatiaux (mètres), comme les systèmes de voirie urbaine.

<sup>108</sup> Le centre-ville s'accapare sur plus de 23% (soit 2 061 locaux commerciaux) du commerce de détail, suivi par le secteur de Bouakal avec 14% et cité Chikhi avec 11%. Par contre la périphérie présente des records assez faibles avec 7% à parc à fourrage, 6% à Kechida, 4% à Bouzorane, 3% à route de Tazoult et 2% à Ouled Bechina.

du réseau routier arborescent caractérisée par la convergence de plusieurs réseaux de transport et une intermédiarité élevée (plus de 11 416 avec 22.3% de la surface totale) impose largement la mobilité (motorisée et piétonnier) de se diriger vers des endroits inévitables. Ce cas en effet fait apparaître au plan spatial un phénomène de concentration des habitants et des lieux dits pivots (en orange et en rouge) adéquats pour le développement du commerce de détail plus particulièrement. En outre, dans le cadre de cette étude, l'outil de modélisation UNA intermédiarité a été utilisé essentiellement pour juger une proposition de planification à travers la mise en œuvre de quelques infrastructures nouvelles et leur effet sur l'accessibilité au centre-ville. À ce propos, notre choix est centré sur le nouveau recouvrement des oueds du centre-ville (partie nord). Il s'agit d'un aménagement de plus de 2.3 km où le tracé peut être utilisé comme un accès automobile, piétonnier ou même par tramway pour lier la rue Boukhlouf Mohamed Elhadi (Tazmalt) à celui de Benflis (la verdure). Les résultats obtenus par cette technique nous ont permis de retirer les changements fondamentaux et d'appréhender les modifications qui seraient liées à la nouvelle desserte. Partant d'une situation de référence (figure 88) le scénario traité dans la figure 89 indique une augmentation considérable d'accessibilité<sup>109</sup> au centre-ville, dont plusieurs services et équipements publics à l'instar de la cité administrative peuvent être atteints facilement. Quantitativement, avec un taux important de possession d'automobiles par personne estimé à 0.31 véhicule par habitant (Aouragh, 2015)<sup>110</sup> et une circulation de plus de 6 000 véhicules chaque heure (y compris plus de 400 bus), ce nouvel itinéraire proposé peut participer à une fluidité importante de plus de 3.18 ha, ce qui présente 1.6% de la surface totale du centre-ville.

En résumé, si la distribution des différentes fonctions urbaines (commerce, services, etc.) dans la ville de Batna est caractérisée par une banalité remarquable et une absence quasi totale des notions liées à la planification stratégique des territoires, la présente analyse spatiale dans sa globalité peut constituer d'une part, une solution inévitable et une source de données riche pour appréhender la complexité urbaine et de participer à la résolution des problèmes d'actualité, d'autre part. En effet, prenant en considération les résultats obtenus on peut alors procéder facilement à des propositions d'aménagement plus équilibrées et plus efficaces.

<sup>109</sup> Avant d'entamer dans l'analyse spatiale dans le centre-ville de Batna il est important au préalable de définir la notion d'accessibilité. Si l'accessibilité dans un système territorial définit par Dumolard, (2008) comme la facilité avec laquelle un lieu peut être atteint (à l'aide des moyens de transport existants) par un ou des individus. La mesure de l'accessibilité de ce lieu (dans notre cas c'est le centre-ville) selon Chapelon, (2003) revient à quantifier la plus ou moins grande facilité avec laquelle ce lieu peut être atteint à partir d'un ou de plusieurs autres lieux qui sont un point localisé avec précision dans l'espace, un ensemble de points, une surface ou un territoire lui-même.

<sup>110</sup> Selon les recensements de l'office national des statistiques (ONS), Batna possède un parc automobile important estimé à 137 249 véhicules en 2013 (dont 80 765 véhicules de tourisme), la plaçant au 8<sup>ème</sup> rang des wilayas algériennes. En parallèle, selon Aouragh, (2015) la ville de Batna accapare un parc automobile qui avoisine 95 000 (soit 2% du parc national) dépassant par conséquent le taux national estimé à 0.13 (taux de 0.31 véhicules/hab).



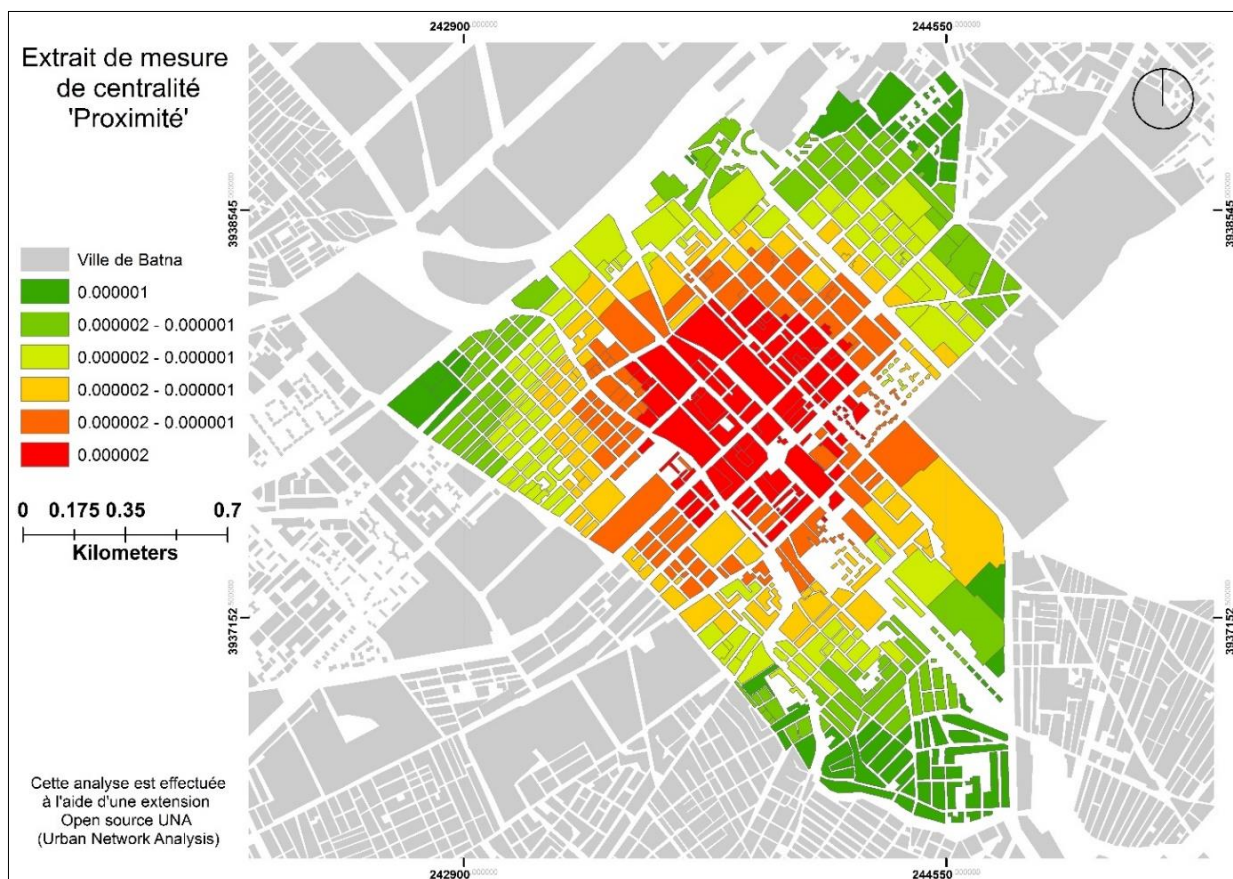


Figure 87. Extrait de mesure de centralité –proximité–

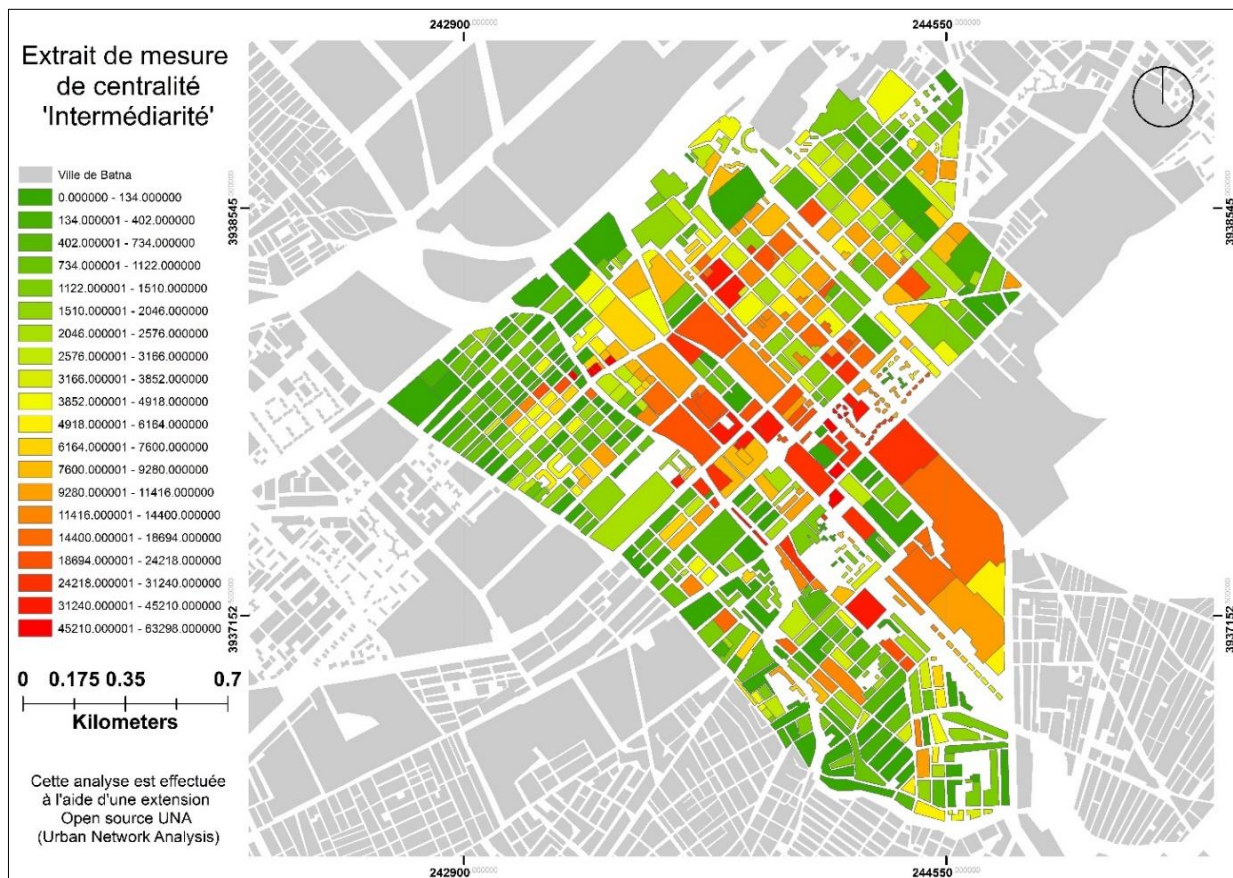


Figure 88. Extrait de mesure de centralité –intermédiation–



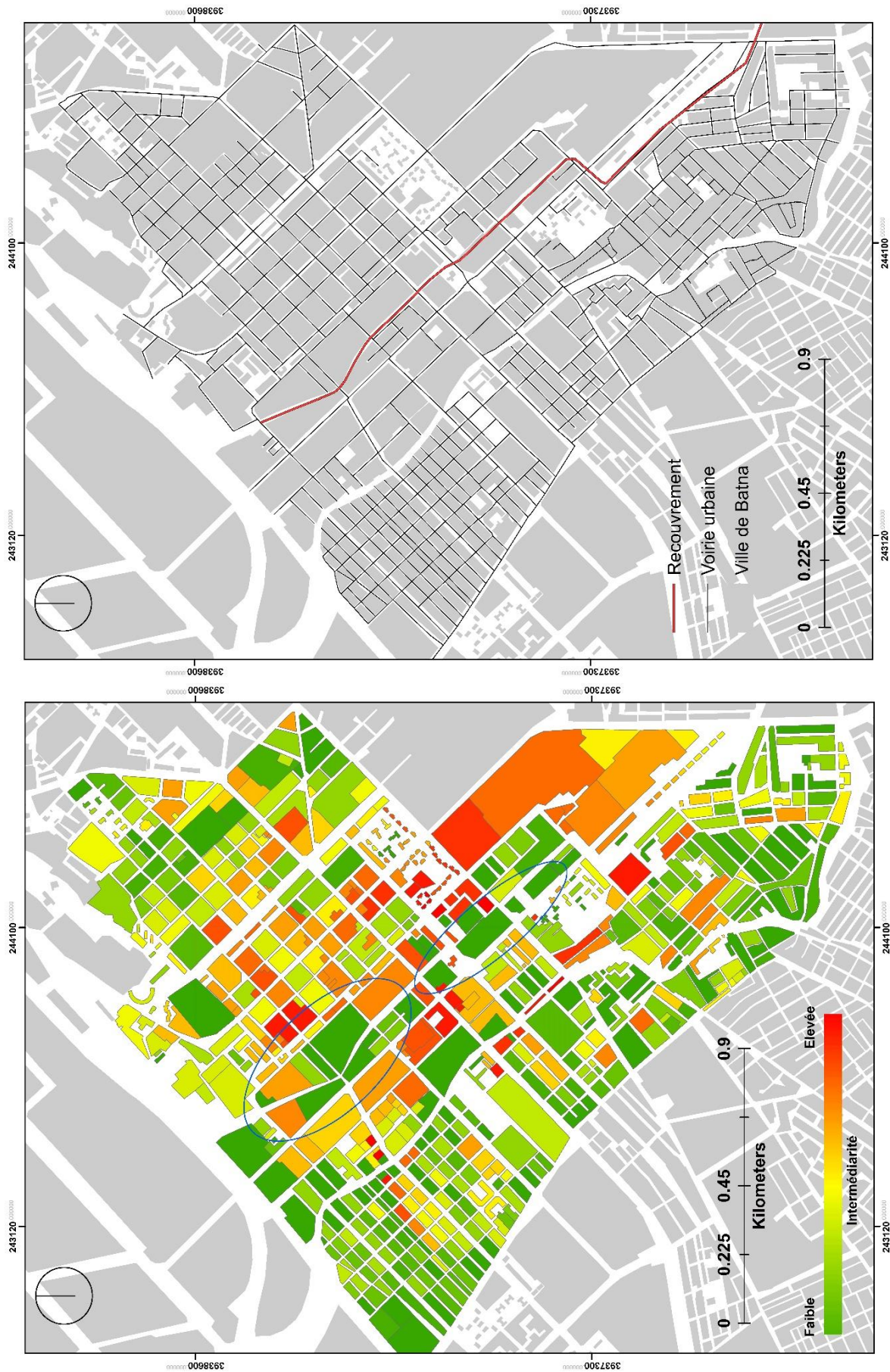


Figure 89. Conséquences d'un projet d'aménagement d'un oued en voirie urbaine (haut) sur l'accessibilité des zones avoisinantes (bas).

## 2-7 La fonctionnalité UNA pour juger une proposition d'aménagement (POS 10)

Dans cette étude l'extension UNA1.01 a été également adoptée pour juger le plan d'occupation des sols n°10 réalisé par le bureau d'étude URBA et de comprendre les lignes directrices de ce choix. Et suite à la dernière actualisation effectuée, le POS est occupé à 3.5% ce qui le rend adéquat pour appliquer cette analyse spatiale. En effet, par sa superficie de plus de 164 ha, le POS 10 de Parc à fourrage constitue un programme riche en habitats et équipements de base (tableau 44). Selon le règlement accompagné, le présent programme réalisé en suivant des critères architecturaux et urbanistiques de qualité doit assurer un développement cohérent et global de la ville de Batna, tout en garantissant l'homogénéité et la cohérence des entités proposées, ainsi que de réduire les inégalités existantes entre la ville et sa périphérie (espace étudié).

Plus encore, dans une période où la ville de Batna est soumise à de nombreuses pressions liées à un étalement et une extension non maîtrisée, un transport dégradé et une déficience quasi totale des équipements d'accompagnement, ce programme est destiné pour appréhender ces préoccupations et de remettre l'équilibre spatial entre la ville et ces espaces périphériques. A cet effet, notre objectif consiste à vérifier l'applicabilité et la fidélité de ce programme en termes des contraintes d'actualité à savoir la fluidité des déplacements et l'accessibilité aux établissements et lieux de travail ainsi que de promouvoir le commerce périphérique et de finir l'état de marginalisation avec le centre-ville. Et pour atteindre cet objectif, une analyse spatiale a été effectuée pour illustrer la relation spéciale entre l'espace urbain, la mobilité et le commerce.

Il est reconnu que l'accessibilité d'un territoire et au cœur des préoccupations en matière d'attractivité, de structuration de l'espace urbain et de développement durable (Leclercq *et al.* 2015). En basant sur la figure suivante (figure 90) et les valeurs de la centralité d'intermédialité obtenus (82% élevées, 9% moyennes et 9% faibles), il est évident que le présent choix de l'articulation du réseau routier (tableau 45) et la répartition spatiale des entités proposées offre des capacités d'accessibilité importantes (en vert) aux différents équipements programmés estimés à 90% de la surface totale. Et par les longueurs et les largeurs proposées, il doit permettre une fluidité facile de la mobilité urbaine non seulement à l'intérieur du POS, mais également avec les tissus urbains avoisinants. En effet, cette mutualité observée dans ce POS va mettre de ce nouveau système territorial un système dynamique axé sur l'échange et les interdépendances territoriales avec la ville mère.

En revanche, si la majorité des politiques d'aménagement modernes s'orientent dans un objectif de connaître quelle place donner à l'urbanisme commercial dans l'aménagement urbain,

alors que les mêmes résultats obtenus montrent clairement que le commerce (notamment de détail)<sup>111</sup> ne présente pas les mêmes avantages que la mobilité. Avec une répartition spatiale de l'habitat individuel caractérisé par une intermédiarité élevée (96%) et une architecture routière qui ne favorise guère la concentration commerciale et la notion des axes pivots, la question de l'offre commerciale peut paraître dans cette zone trop limitée. Prenant en compte l'effet du commerce sur le développement territorial comme sur l'attractivité des espaces, les décideurs publics sont interpellés à prendre en considération ces résultats qui peuvent être utilisés pour aménager un nouveau territoire fonctionnel, et de donner une nouvelle mutation spatiale du commerce dans ces espaces marginalisés.

En résumé et partant d'une représentation spatiale du réseau urbain intégré à une entité des constructions urbaines pondérées en fonction de leurs caractéristiques attributaires (densité), nous arrivons à produire une analyse et une description utile sur le tissu urbain et à différents échelons, à partir des interprétations simples basées sur des analyses quantitatives. Cette approche dite structurelle basée sur une extension de l'analyse des réseaux (UNA1.01)<sup>112</sup> et les cinq mesures de centralité accompagnées, nous ouvre des possibilités d'utiliser cette technique de travail à d'autres fins et branches d'études à savoir les questions économiques, sociales ainsi que de transport et la dynamique des populations. Dans ce sens, les résultats obtenus de cette technique fiable nous ont permis de prévoir l'impact des politiques publiques (plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, plan d'occupation des sols, plan de transport, etc.) et d'obtenir des indicateurs utiles pour la planification future de la ville tout en réduisant les problèmes de durabilité.

Tableau 44. Récapitulation des différents programmes proposés POS 10.

Programme	Superficie (ha)	Superficie (%)
Habitat individuel	40.98	30.74
Habitat collectif	32.36	24.26
Habitat semi collectif	19.03	14.27
Equipements	40.98	30.73

Tableau 45. Articulation du réseau routier du POS 10.

Réseau routier	Longueur (Km)	Largeur (m)	Superficie occupée (%)
Primaire	14.46	3 - 12	45.37
Secondaire	09.09	3	16.00
Tertiaire	15.65	3 - 2	38.63
Total	39.21	/	100

Source : POS 10 Parc à fourrage, phase finale, 2009, p 13.

<sup>111</sup> Dans cette étude on a supposé que le commerce de détail est intimement lié avec la présence d'un habitat individuel, alors comme montre l'aspect global de la ville de Batna, la majorité des habitants préfèrent un style de construction garantissant à la fois le domicile et un revenu financier à travers le commerce et les activités associées.

<sup>112</sup> Disponible dans : <http://cityform.mit.edu/projects/urban-network-analysis.html> [Consulter le 12 juillet 2016].





Figure 90. Urban network analysis d'un nouveau projet d'aménagement et ses conséquences sur les mutations spatiales d'un espace périphérique marginal –accessibilité et commerce-, composition urbaine (haut) et centralité d'intermédialité (bas).

## **2-8 L'application de l'analyse multicritère (AMC) pour la proposition des sites optimaux aux nouveaux équipements administratifs**

Suite aux différentes analyses spatiales développées précédemment, il est évident que cette section porte un enchaînement méthodique qui nous a permis d'atteindre les objectifs voulus. Premièrement, il débute par un diagnostic via une analyse statistique (Standard Deviatonal Ellipse) des contraintes liées à la concentration d'un nombre important des services et administrations urbaines dans un espace géographique central et limité, puis en deuxième temps une analyse spatiale à travers une extension open source UNA1.01 (Urban Network Analysis) de City Form Lab nous a permis clairement de conclure que cette distribution des équipements ne se réfère à aucune logique ou une vision prospective, alors que les résultats obtenus montrent une incompatibilité entre la concentration des activités commerciales et les équipements vis-à-vis aux possibilités d'accéder et d'atteindre les destinations désirées. La même technique de travail a été adoptée dans le sens de tester une configuration urbaine nouvelle (proposition d'aménagement) dans laquelle les mêmes erreurs ont été également signalées.

En parallèle, par sa richesse et sa robustesse, notre présent système d'information géographique (SIG) ne doit être limité dans un aspect étroit, c.à.d. pour le jugement des situations existantes et les propositions d'aménagement en vigueur. Mais il s'agit également d'un outil puissant qui sert à la participation effective dans la proposition des sites idéaux (optimaux) pour installer les nouveaux équipements et de garantir la cohérence et l'efficacité urbaine souvent recherchées. De ce fait, cette section sera consacrée à la présentation d'une analyse multicritère (AMC) pour le choix d'un site optimal pour un équipement d'ordre technique.<sup>113</sup>

Dans une période marquée par des bouleversements importants dans les espaces urbains, les autorités locales, dans un système souvent complexe et évolutif, doivent définir des propositions d'aménagement plus adéquates et plus équilibrées. Elles doivent assurer la prise en compte des préoccupations des habitants, comme de garantir l'équilibre fonctionnel de la ville. De ce fait, plusieurs démarches et techniques basées sur l'intégration de plusieurs facteurs ont été proposées pour améliorer les actions urbaines d'une manière plus intégrer. Parmi les approches largement utilisées, on cite l'analyse multicritère AMC (ou encore aide multicritère à la décision AMCD). Par définition, l'analyse multicritère est un outil d'aide à la décision développé pour résoudre des problèmes multicritères complexes qui incluent des aspects qualitatifs et/ou quantitatifs dans un processus décisionnel (Guillermo Mendoza et Macoun, 2000). Aujourd'hui,

---

<sup>113</sup> A titre d'exemple on a choisi un siège d'une direction d'urbanisme (DUCH) et les unités de voisinage technique sont la direction (y compris les subdivisions) des équipements publics, la direction de logement, les services techniques de l'APC, la direction d'hydraulique, le cadastre et les bureaux d'étude (URBA et ETB).



par la prise en considération des nombres importants de paramètres, l'intégration des analyses multicritère dans des plateformes SIG constitue la démarche efficace pour aboutir à des systèmes d'aide à la décision territoriale à référence spatiale plus précis et plus fidèles.

Dans cette analyse, nous nous sommes intéressés plus particulièrement à l'exploitation d'une base de données urbaine de la ville de Batna qui permet de proposer des lieux privilégiés que d'autres, dépassant de loin les décisions classiques des experts et même des aménagistes. À cet égard, quatre paramètres prépondérants ont été choisis, il s'agit notamment de l'accessibilité aux équipements, la densité de population, la centralité urbaine et le voisinage aux entités urbaines. Cette sélection est effectuée afin que leurs interactions nous permettent non seulement d'exploiter les potentialités qu'offrent les SIG, mais également de faciliter et de simplifier le processus décisionnel dans une ville montrant tous les indices d'incohérence et d'échecs dans sa planification.

En effet, avant de classer nos couches d'information en classes pour les intégrer dans l'analyse spatiale, de nombreuses requêtes attributaires (figures 91 et 92) affectant notre base de données ont été générées. A titre d'exemple, il s'agit des requêtes SQL de type :

(A) [SELECT FROM 'Clos avec poid\_Featureclass' WHERE 'Closeness' > 9.85360031525E-11 AND 'Closeness' <= 1.50032156769E-10].

(B) [SELECT FROM 'Voisinage' WHERE "Libellé" LIKE 'cadastre' OR "Libellé" LIKE 'bureau d'étude' OR "Libellé" LIKE 'D hydraulique' OR "Libellé" LIKE 'D services agricoles' OR "Libellé" LIKE 'D travaux publics' OR "Libellé" LIKE 'Direction des biens d'état' OR "Libellé" LIKE 'Direction Environnement' OR "Libellé" LIKE 'DLEP' OR "Libellé" LIKE 'DUCH' OR "Libellé" LIKE 'subdivision hydrolique' OR "Libellé" LIKE 'cité administratif'].

En plus, cette étape est incontournable pour la préparation de toutes les données nécessaires de telle analyse spatiale.

Une fois les facteurs intervenants sont choisis et classés, une deuxième démarche consiste à effectuer une standardisation (figure 93) de ces facteurs pour les intégrer dans le modèle (calcul de l'aptitude) et de faciliter par la suite les calculs dans le logiciel SIG choisit (ArcGIS10.1), cela signifie de générer une échelle commune permettant de rendre les classes comparables entre eux. Dans le cadre de cette étude (tableau 46, 47, 48 et 49), il s'agit d'une échelle continue en nombres entiers allant de 1 (pour la classe défavorable) à 4 (pour la classe la plus favorable), en évitant par ce fait d'attribuer les valeurs nulles (0) parce que, à notre avis, même ces classes ne représentent pas un poids considérable, elles influent d'une façon ou d'autre sur le produit final.

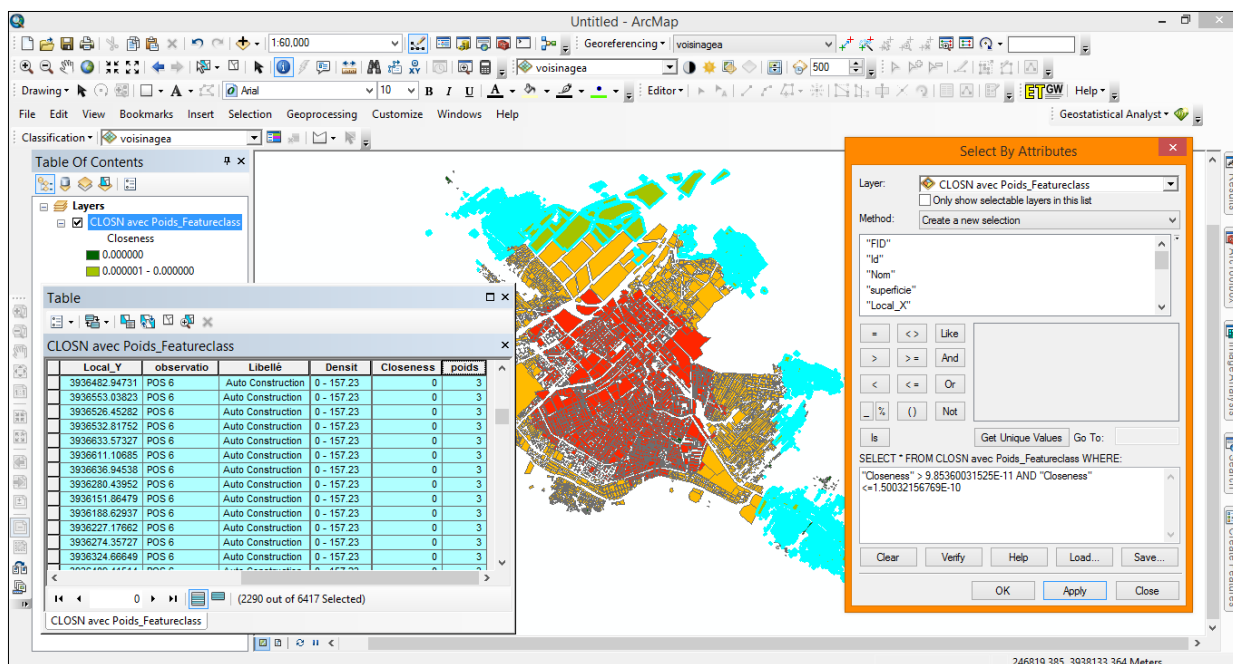


Figure 91. Exemple d’une requête SQL illustrant les classes de la centralité pour saisir les poids.

Tableau 46. Classification de la centralité urbaine selon le poids et l’influence.

Classes	Poids	Influence	Description
2.52636655225E-10 – 1.96384939472E-10	1	40%	Centralité très élevée
1.96384939472E-10 – 1.50032156769E-10	2	40%	Centralité élevée
1.50032156769E-10 – 9.85360031525E-11	3	40%	Centralité moyenne
9.85360031525E-11 – 0.0000000000000000	4	40%	Centralité faible

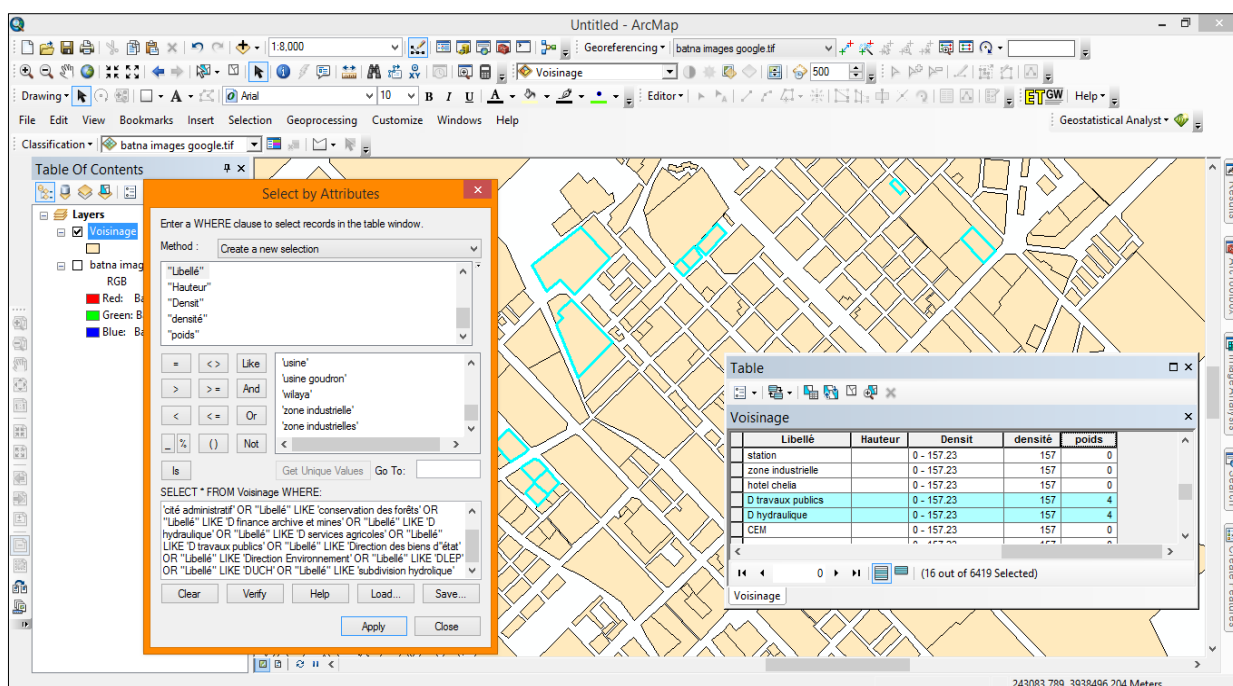


Figure 92. Exemple d’une requête SQL de tous les équipements d’ordre technique.

Tableau 47. Classification de voisinage aux entités urbaines selon le poids et l'influence.

Classes	Poids	Influence	Description
Habitat (coll, indiv, s_coll)	1	5%	Voisinage faible
Equipements	2	5%	Voisinage moyen
Equipements d'ordre technique	4	5%	Voisinage élevé

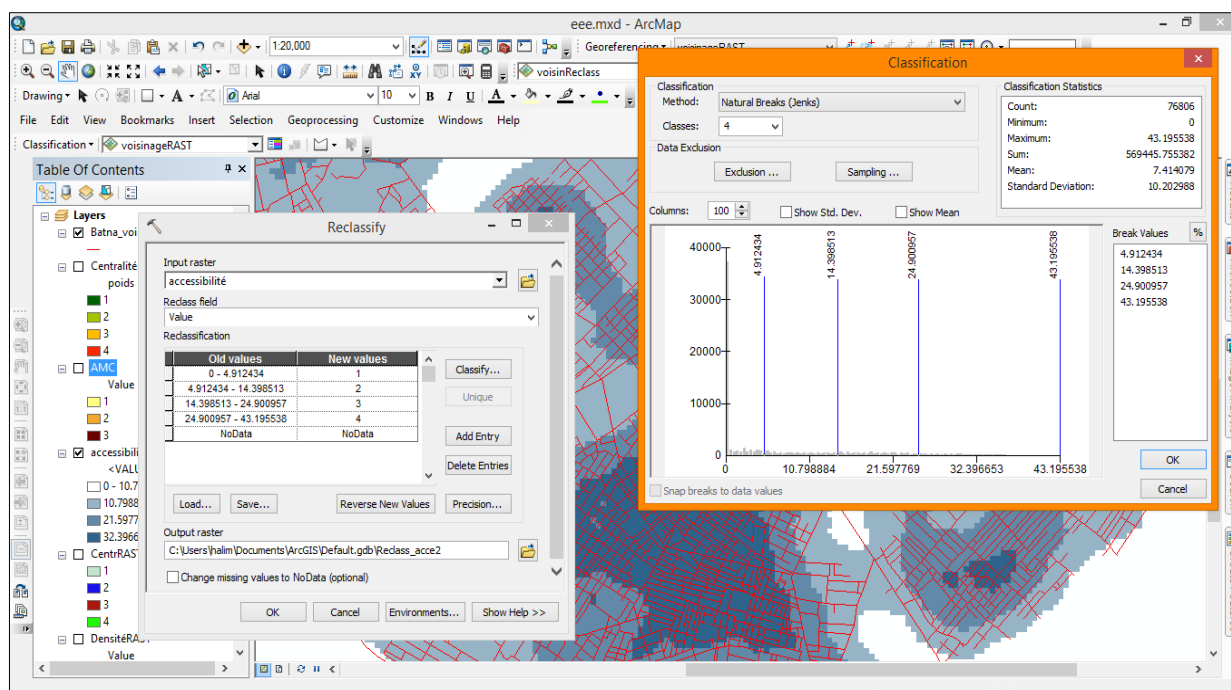


Figure 93. Extrait de la standardisation des facteurs (accessibilité aux équipements).

Tableau 48. Classification de l'accessibilité aux équipements selon le poids et l'influence.

Classes	Poids	Influence	Description
0 – 5.04	1	15%	Accessibilité faible
5.05 – 14.79	2	15%	Accessibilité moyenne
14.80 – 25.76	3	15%	Accessibilité élevée
25.76 – 44.39	4	15%	Accessibilité très élevée

Tableau 49. Classification de la densité de population selon le poids et l'influence.

Classes	Poids	Influence	Description
0 – 95.43	1	40%	Densité faible
95.44 – 204.41	2	40%	Densité moyenne
204.42 – 338.80	3	40%	Densité élevée
338.81 – 626.56	4	40%	Densité très élevée

Cette étape en revanche est suivie par une autre plus importante, elle consiste d'affecter des pourcentages d'influence en pondérant chacun des facteurs intervenant (figure 94). D'une part, des valeurs maximales estimées à 40% ont été retenues pour la densité de population et la centralité urbaine. D'autre part, des valeurs estimées à 15% et 5% ont été affectées pour l'accessibilité aux équipements et le voisinage aux entités urbaines, successivement.

Il est essentiel de noter que la pondération des paramètres à un effet délicat sur le produit final et reflète souvent notre volonté à diriger l'aménagement vers les endroits qui nous paraissent essentiels. À cet égard, elle exige une connaissance approfondie du phénomène étudié. Cependant, nos choix sont appuyés sur les finalités désirées vis-à-vis aux problèmes que souffre la ville de Batna. À titre d'exemple, par ce choix (taux d'influence de 40%) nous cherchons servir des nombres considérables de populations en visant par cette action les secteurs urbains les plus peuplés. Pareillement, nous sommes dans le sens où nous cherchons desservir un centre-ville en congestion contraignante, alors un taux significatif est affecté à la centralité urbaine (annexe 12 figure 141). Par contre, des taux de 15 et 5% sont empruntés aux facteurs d'accessibilité aux équipements et le voisinage aux entités urbaines, respectivement. Duquel leur effet est moins important.

Une fois cette étape est achevée, il sera donc possible de comparer et de combiner les facteurs à l'aide des fonctionnalités SIG de l'ArcGIS10.1. Par une fonctionnalité de ModelBuilder et une extension Weighted Overlay d'Arc ToolBox (annexe 12 figure 142) le logiciel délimite les zones aptes ou non aptes suivant une matrice décisive d'une échelle de 1 to 9 by 1, et par ce processus une carte décisionnelle des emplacements optimaux est finalement élaborée (figure 95). Il s'agit d'un fichier de type Raster qui montre la somme pondérée de tous les critères déjà évoqués.

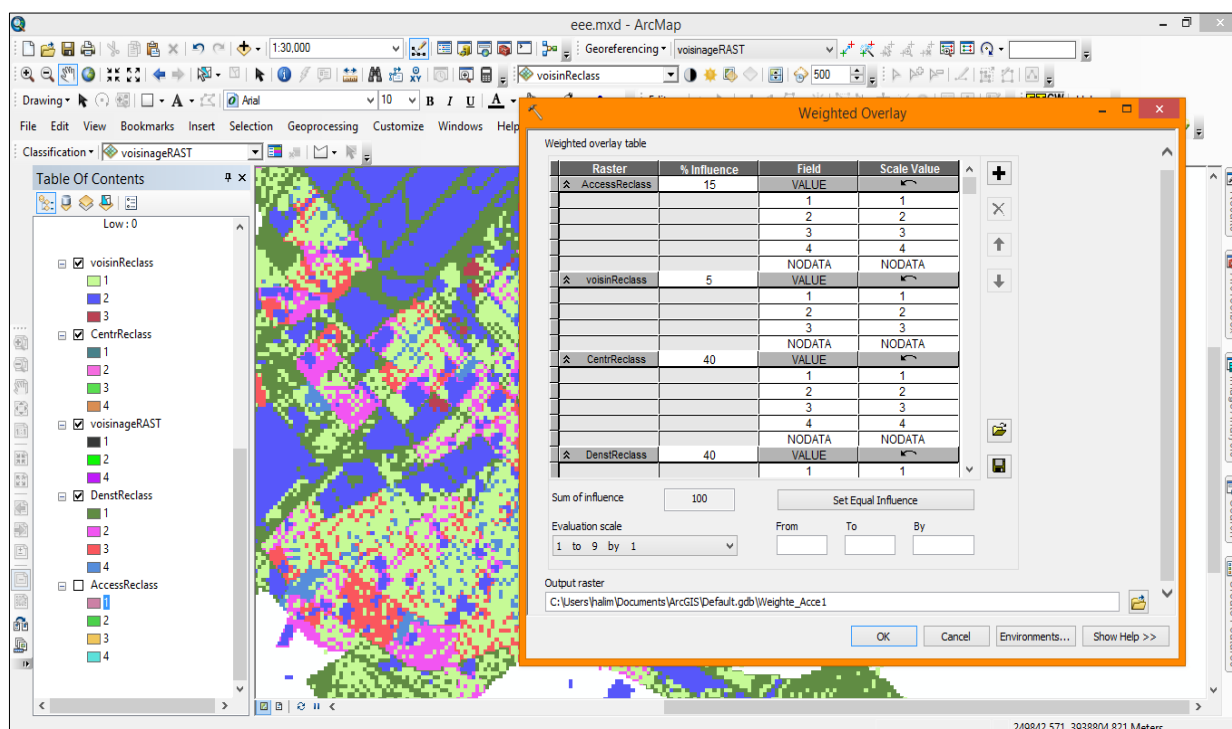


Figure 94. Extrait de la matrice de décision entre les paramètres affectés à l'analyse multicritère: l'accessibilité aux équipements, la densité de population, le voisinage aux entités urbaines et la centralité urbaine.

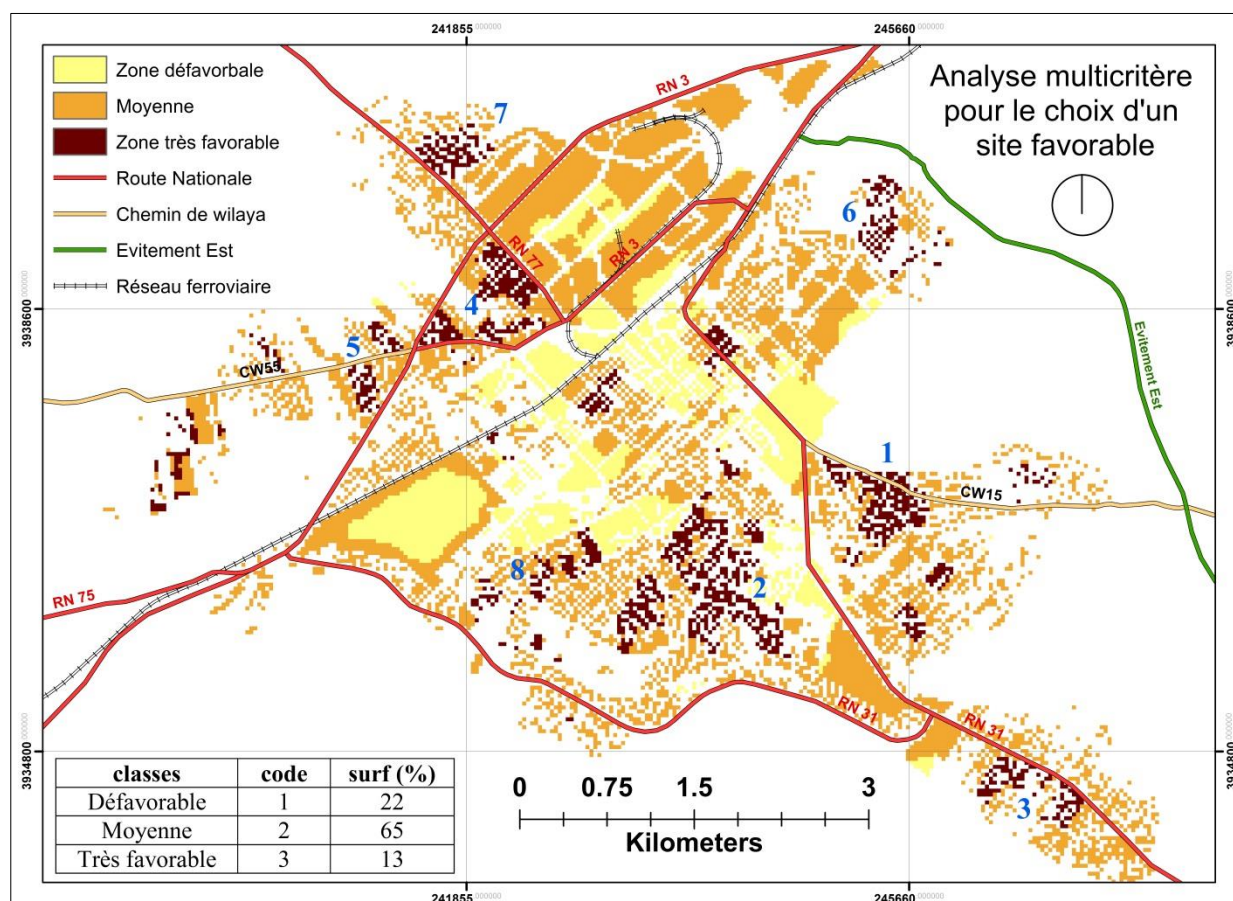


Figure 95. Analyse multicritère pour le choix d'un emplacement optimal.

Comme montre la figure précédente, le présent système d'information géographique a réussi de repérer et de classer la ville de Batna en trois types de zones distinctes ; favorables, moyennement favorables et défavorables. Par l'interaction de certains paramètres choisis d'une façon à permettre de résoudre les problèmes d'actualités en termes d'accessibilité facile et l'évitement d'aggraver les contraintes liées à la congestion au centre-ville notamment, on a pu ressortir des surfaces importantes prioritaires capables d'être servi pour installer une nouvelle proposition d'ordre technique.

Statiquement, le tableau 50 montre qu'une surface de 13% (soit 160.41 ha) de la ville est classée très favorable pour telles constructions, 22% (272.94 ha) de la ville est défavorable alors que 65% (804.94 ha) est moyennement favorable. Plus encore, de cette figure on peut également ressortir des informations utiles sur la répartition spatiale des zones favorables. Elles se localisent souvent dans les secteurs périphériques de la ville (Parc à fourrage (1), Bouakal (2), route de Tazoult (3), Kechida (4), route de Hamla (5), Bouzorane (6), Ouled B'china (7) et cité 1200 (8)) classés par les autorités locales des espaces marginalisés, d'un statut social médiocre et dépourvu en équipements de base qui permettent d'attirer les différents investissements (le commerce plus particulièrement). Dans l'ensemble, le résultat obtenu dans cette analyse est une



carte décisionnelle pour la planification stratégique, son exploitation peut participer largement à une nouvelle organisation de la ville en améliorant la vie quotidienne des habitants, garantissant l'équilibre global de la ville et de participer à l'égalité des chances dans un contexte de développement durable des territoires.

Tableau 50. Classification des résultats de l'analyse multicritère par superficies.

Classes	Code	Surface (ha)	Surface (%)
Emplacement défavorable	1	272.94	22
Moyennement favorable	2	804.94	65
Emplacement très favorable	3	160.41	13
Total	/	1 238.29	100

En outre, suite aux résultats obtenus dans les sections précédentes (2-5 et 2-6) concernant les complications de parking et d'embouteillage au centre-ville et par l'application de cette technique de travail sur d'autres équipements, la répartition des équipements via une analyse multicritère qui prend en considération l'essentiel des facteurs participant à cette problématique nous a permis d'envisager une fluidité appréciable dans la circulation urbaine que ce soit piétonnière ou motorisée.

De plus, en concertation avec les experts compétents dans des domaines divers, l'approche présentée pourrait aussi être améliorée en appelant d'autres facteurs (existence des parkings réglementaires, taux et origine des flux externes, caractéristiques socio-économiques des habitants, etc.), dont leur effet sur le dégagement des meilleurs emplacements n'est pas négligeable. Pareillement, elle peut être améliorée en choisissant parmi les sites obtenus l'emplacement le plus idéal selon des critères décisifs qui seront traités en détail dans la section suivante (2-9).

## 2-9 Application de l'extension network analyst (zones de desserte) pour l'aide à la décision

Par une récapitulation du nombre total des sites obtenus, il est incontestable que le nombre proposé par la précédente analyse multicritère est important (résumé en 8 sites) pour valider un choix optimal et décisif. Cela nous conduit par la suite à rechercher une approche et méthode de travail qui nous aide à effectuer une analyse comparative entre les sites selon des critères liés à la desserte (accessibilité) par rapport à la surface totale de la ville. Du côté technique, cette méthode repose sur une couche d'information du réseau urbain et le point qui représente l'équipement à atteindre. Le logiciel ArcGIS10.1 et à l'aide des traitements numériques puissants peut établir des zones de desserte concentriques qui varient spatialement selon les impédances (temporelles ou métriques) choisies.

Dans la mesure où nous souhaitons mettre le choix final, une analyse network analyst (zones de desserte) qui s'appuie sur le brillant algorithme de Dijkstra utilisé dans la section précédente (2-4)<sup>114</sup>, est effectuée pour chaque emplacement en utilisant les impédances 5, 10, 15 et 30 minutes. Une fois cette étape est achevée des couches d'analyse du réseau (polygones) peuvent alors ressortir. Étant donné que le site optimal doit impérativement desservir une superficie importante et doit être atteindre dans des délais courts. Ces deux restrictions nous conduisent par conséquent à classer les emplacements par superficies dont le choix final sera facile.

En appuyant sur le système d'information géographique (SIG) déjà développé, la méthode consiste à ressortir d'abord les paramètres quantifiables permettant de calculer les impédances, il s'agit notamment de la longueur des tronçons et la vitesse des déplacements motorisés. En effet, si les vitesses concernant les routes nationales (3 et 31) et les évitements Ouest et Sud ainsi que les évitements Est et Nord sont de l'ordre de 60, 50, 60 et 80 km/h, respectivement. À l'intérieur de la trame urbaine, la situation est complètement différente où on a déjà une difficulté de quantifier la vitesse moyenne pour chaque tronçon routier. Par ailleurs, une étude menée par Boutrid *et al.* (2015) qui s'appuie sur les statistiques de la direction des transports de la wilaya de Batna<sup>115</sup>, a montré que la vitesse moyenne est de l'ordre de 25Km/h. Partant de cette donnée importante on a pu ressortir toutes les impédances (figure 96 et tableau 51) et par la suite les zones (isochrones) de desserte concentriques autour de chaque emplacement.

<sup>114</sup> <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/algorithms-used-by-network-analyst.htm>.

<sup>115</sup> D'après cette étude confirmée par une enquête sur le terrain, la vitesse 25km/h est le résultat de nombreux facteurs intervenant dans la circulation routière de la ville de Batna à savoir l'absence des endroits réservés pour le stationnement et l'absence de tramways. En considérant par ce fait que tous les véhicules sont confrontés aux mêmes contraintes.

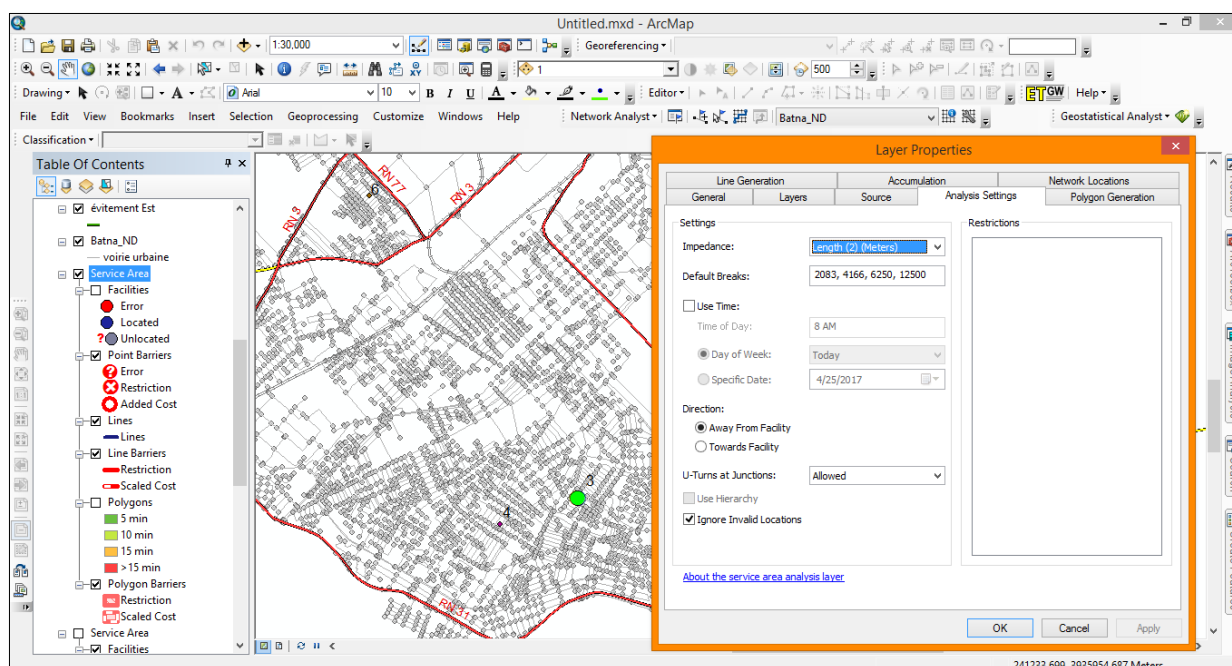


Figure 96. Capture d'écran des impédances 2 083, 4 166, 6 250, 12 500 mètres correspondant à 5, 10, 15 et 30 minutes, respectivement.

Dans la figure suivante (figure 97) sont présentées en vert foncé toutes les zones autour la localisation accessibles en 5 minutes, en vert clair les zones desservies en 10 minutes, en orange les zones accessibles en 15 minutes, alors qu'en rouge les zones accessibles en 30 minutes. En interprétant cette figure, il est évident que le site (3) (Bouakal) nous offre des statistiques impressionnantes en termes d'accessibilité par rapport la totalité de la ville de Batna. En effet, plus de 700 ha soit 23.31% de la ville est desservi en moins de 5 minutes, 1 189 ha (38.83%) en 10 minutes, 819 ha (26.74%) en 15 minutes, alors que 340 ha (soit 11.12%) est desservi en 30 minutes.

En outre, par la similarité de la configuration routière et le voisinage spatial avec le site (3) l'emplacement (4) (Bouakal) nous fournit des statistiques encore utiles. Avec une surface de 679 ha (22.14%) desservi en 5 minutes, 1 143 ha (37.27%) en 10 minutes, 960 ha (soit 31.31%) en 20 minutes et 284 ha (9.28%) en 30 minutes, le présent site est pareillement très favorable. Pareillement, le site 6 (Kechida) nous offre également des statistiques particulières. Par une surface importante estimée à 551 ha (soit un pourcentage de 18) accessible à moins de 5 minutes et une densité de population supérieure à 330 hab/km<sup>2</sup>, le site est également adéquat.

En revanche, les résultats obtenus font apparaître que le site (1) (Route de Tazoult) par son éloignement et sa configuration routière nous offre des valeurs complètement défavorables, avec à peine 119 ha (soit 3.88%) de la surface totale desservie en 5 minutes, une autre surface importante estimée à 1 425 ha (46.56%) est desservi en 30 minutes. Les mêmes résultats

montrent que l'emplacement (8) (Ouled B'china) est également défavorable pour tel équipement. Avec une surface totale de 244 ha (7.97%) desservi en 5 minutes et une surface de 677 ha (soit 22.11%) desservi en 30 minutes, le site est également incompatible.

Tableau 51. Paramètres d'impédances pour la voirie urbaine.

Temps (minutes)	Longueur (m)	Vitesse (km/h)
5 min	2 083	25
10 min	4 166	25
15 min	6 250	25
30 min	12 500	25

Tableau 52. Répartition par superficies des zones de desserte des 8 emplacements choisis.

	S EQ1	S EQ2	S EQ3	S EQ4	S EQ5	S EQ6	S EQ7	S EQ8
Classement	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>7</b>
5 min	119	429	714	679	248	551	443	244
10 min	577	1 076	1 189	1 143	965	1 310	1 210	895
15 min	939	953	819	960	1 245	820	894	1 245
30 min	1 425	607	340	284	653	370	513	677

Tableau 53. Répartition par nombre d'habitants des zones de desserte pour chaque emplacement.

	EQ1 (%)	EQ2 (%)	EQ3 (%)	EQ4 (%)	EQ5 (%)	EQ6 (%)	EQ7 (%)	EQ8 (%)
5 min	3.7	9.26	37.48	36.28	8.27	14.80	18.76	6.60
10 min	35.18	26.73	38.86	36.95	37.29	47.47	39.04	26.58
15 min	35.64	41.78	16.18	17.93	43.72	34.95	33.66	53.28
30 min	25.48	22.23	7.48	8.84	10.72	2.78	8.54	13.54
Total (hab)	307 393	307 393	307 393	307 393	307 393	307 393	307 393	307 393
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100

Par ailleurs, en comparant les valeurs du site (3) avec celles des autres emplacements (tableau 52 et figure 98) et en introduisant d'autres paramètres utiles à savoir la densité de population, on a pu classer nos choix divers par ordre de préférence. De cette classification on peut conclure facilement qu'il s'agit de l'emplacement le plus adéquat pour installer une nouvelle administration d'ordre technique (voir également l'annexe 13).

Pareillement, en termes du nombre total des habitants à desservir (tableau 53) il est évident que l'emplacement (3) est capable de desservir 37.48% des habitants en 5 minutes et 7.48% en 30 minutes, alors que le site (4) peut également desservir 36.28% des habitants en 5 minutes et 8.84% en 30 minutes. En revanche, les sites (1) et (8) présentent des valeurs insuffisantes, avec respectivement 3.7% et 6.6% desservis en 5 minutes et 28.48% et 13.54% en 30 minutes, ces deux emplacements comme nous avons mentionné ci-dessus sont totalement défavorables.

En résumé, l'objectif principal de cette analyse est de desservir le territoire urbain de la ville de Batna par une approche qui vise à répartir les noyaux d'attraction (les services et les administrations) sur l'ensemble du territoire pour une ville sans exclusions. Pour y parvenir, nous avons donc procédé à une analyse de la desserte (zones de desserte) qui constitue un élément clé et l'un des indicateurs utiles pour participer à la performance des territoires urbains. En effet, et partant d'une situation conflictuelle à résoudre (concentration des nombres importants d'équipements dans des endroits centraux et difficiles à atteindre), on peut conclure que le présent travail a réussi dans une grande partie de participer à des propositions d'aménagement plus adéquates. Dans une ville caractérisée par des incohérences multiples en termes de sa gestion que de sa planification accompagnée d'une occupation des sols souvent anarchique et mal gérée, les analyses spatiales développées peuvent être considérées comme la solution la plus favorable au profit des collectivités locales dans leurs missions pour un aménagement urbain plus harmonieux et plus efficace. Et suite aux multiples contraintes quotidiennes que souffrent les habitants de cette ville moyenne à savoir les déplacements et la mobilité motorisée, les résultats obtenus peuvent participer dans l'amélioration des conditions de vie et d'ancrer fortement les notions du développement durable dans les espaces urbains.

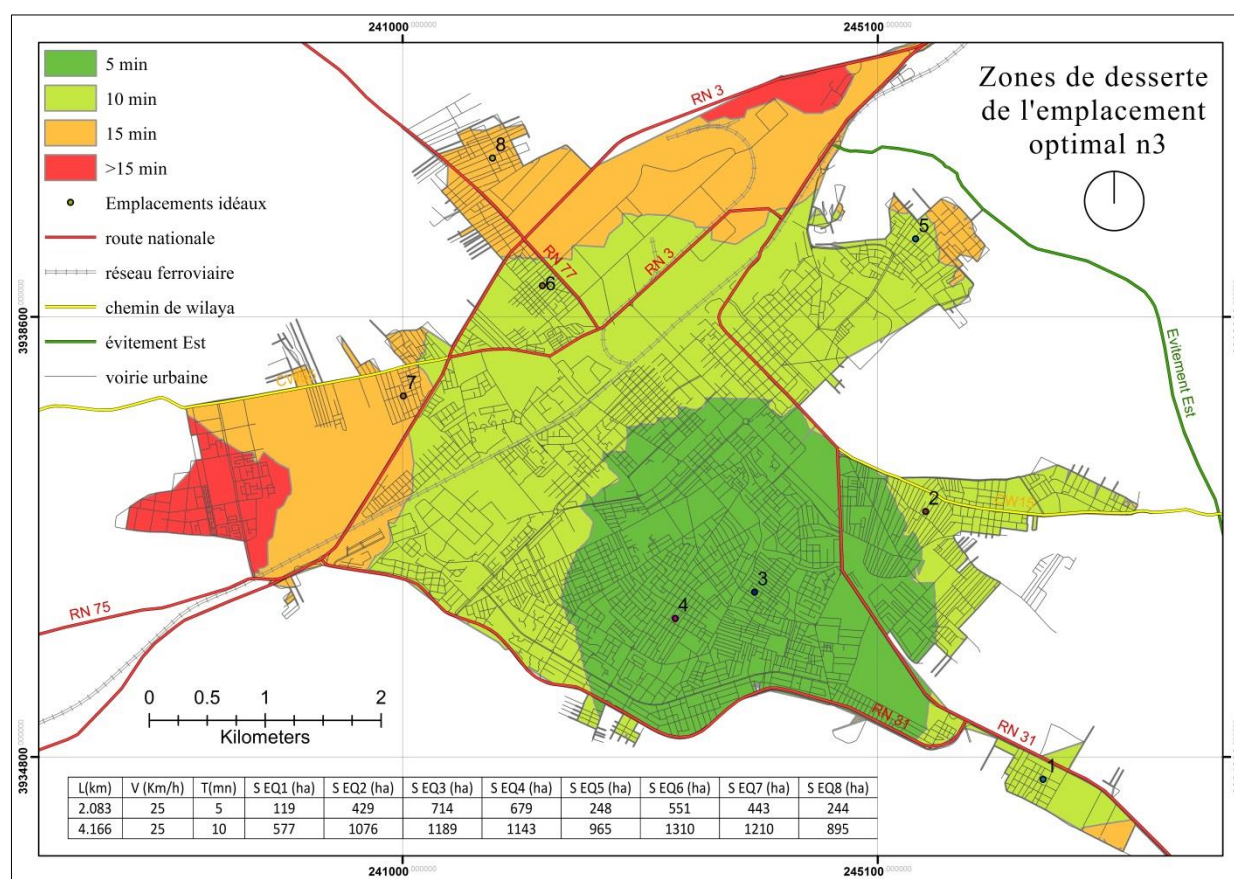


Figure 97. Zones de desserte d'un emplacement optimal (site n3) pour les intervalles 5, 10, 15 et 30 minutes.



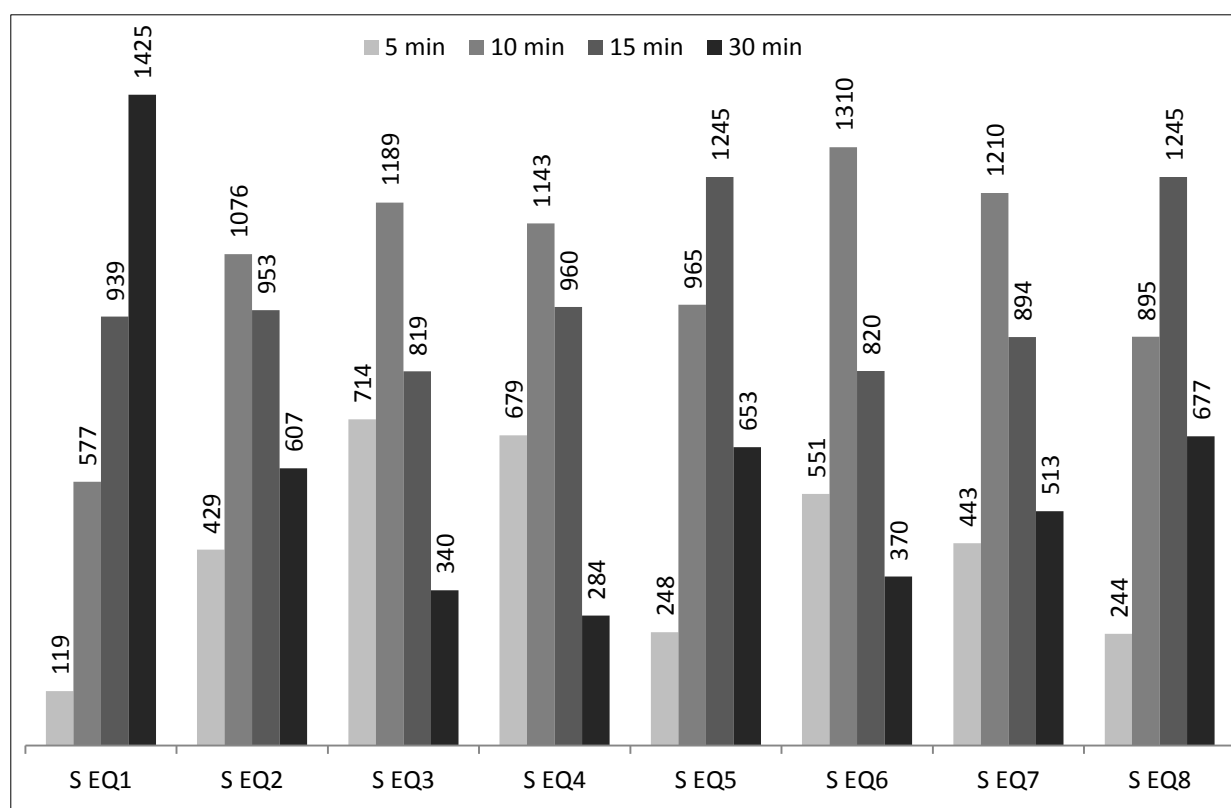


Figure 98. Répartition par superficies des zones de desserte des 8 emplacements choisis (les surfaces sont données en hectares).

## 2-10 Mesure de l'accessibilité urbaine pour arbitrer des choix d'aménagement

Dans les espaces urbains compliqués, faciliter l'accès aux équipements et les services de base constitue l'un des principaux objectifs de toute politique d'aménagement urbain où l'accès aisé assure l'attractivité du territoire et une meilleure qualité de vie de ses habitants (Meyniel, 2016). Dans ce sens, et avant de terminer cette série des analyses spatiales objectives, il est primordial d'arbitrer nos choix par une analyse finale d'accessibilité urbaine<sup>116</sup> qui représente, par définition, la facilité d'atteindre les endroits désirés à partir d'un lieu ou un ensemble de lieux. Il s'agit de tester la fidélité des précédentes démarches avant de les considérer définitivement comme une plateforme référence pour toute future tentative d'analyse ou d'aménagement du milieu urbain de la ville de Batna.

En effet, plusieurs approches et méthodes ont été proposées dans ce cadre,<sup>117</sup> parmi lesquelles la méthode des densités d'interconnexions des rues basée sur les travaux d'Ewing et Cervero, (2010) est la plus adéquate et largement utilisée. Il s'agit d'une technique globale qui se

<sup>116</sup> Les notions liées à l'accessibilité urbaine sont définies également dans la section précédente (section 2-5).

<sup>117</sup> Selon le rapport d'étude du service d'études techniques des routes et autoroutes SETRA, (2008) il existe deux familles-types d'approches (une analyse de l'accessibilité pour le mode routier et une analyse pour le mode de transport en commun) dont la démarche comporte quatre étapes classiques : diagnostic, calcul d'accessibilité en situation de référence, calcul d'accessibilité en situation de projet et note de synthèse. Et par le croisement des indicateurs utilisés, il sera facile de ressortir les différents scénarios d'accessibilité.

base sur des indicateurs statiques loin aux contraintes spatio-temporelles à savoir la période de pointe, les horaires des bus, les tarifs, les vitesses, etc. Sous forme d'une extension d'ArcGIS Toolbox (figure 99), la fonctionnalité 'Junction Connectivity Features' développée par Linda Beale (2012)<sup>118</sup> génère comme sorties une classe d'entités de points en calculant le nombre de lignes d'intersection (figure 100). À cet égard, une couche d'information de la voirie urbaine de la ville de Batna a été adoptée.

À la fin de cette étape, une couche d'information de 5 348 points d'interconnexion est générée. Une fois cette phase est achevée, il sera donc possible en second lieu de mettre en œuvre une analyse spatiale par une densité de Kernel en mettant des nombres d'interconnexions un attribut de pondération déterminant. Et suite aux résultats obtenus, nous avons pu dresser la carte d'accessibilité urbaine indiquée dans la figure 101.

Par ailleurs, avant d'entamer dans l'interprétation des résultats obtenus, il est intéressant de noter que ces résultats d'accessibilité ne représentent jamais une accessibilité absolue, parce qu'il s'agit d'une accessibilité relative qui dépend et varie en grande partie selon le moment de la journée (heures de pointe), de la journée de la semaine (week-ends) ou encore du mois de l'année (à savoir les mois des vacances, estivales, etc.).

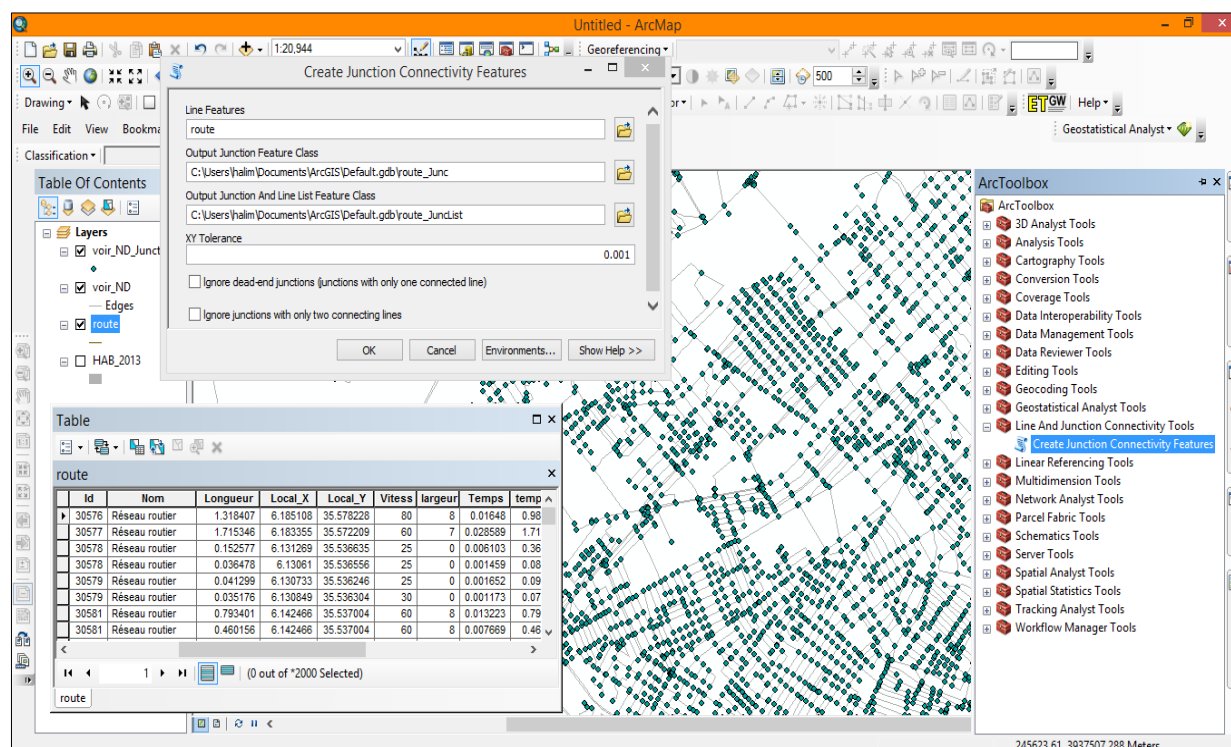


Figure 99. Capture d'écran de la couche d'information des voiries (et les jonctions associées) sous la fonctionnalité Junction Connectivity Features.

<sup>118</sup> <https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2012/08/16/city-accessibility-by-intersection-density/>

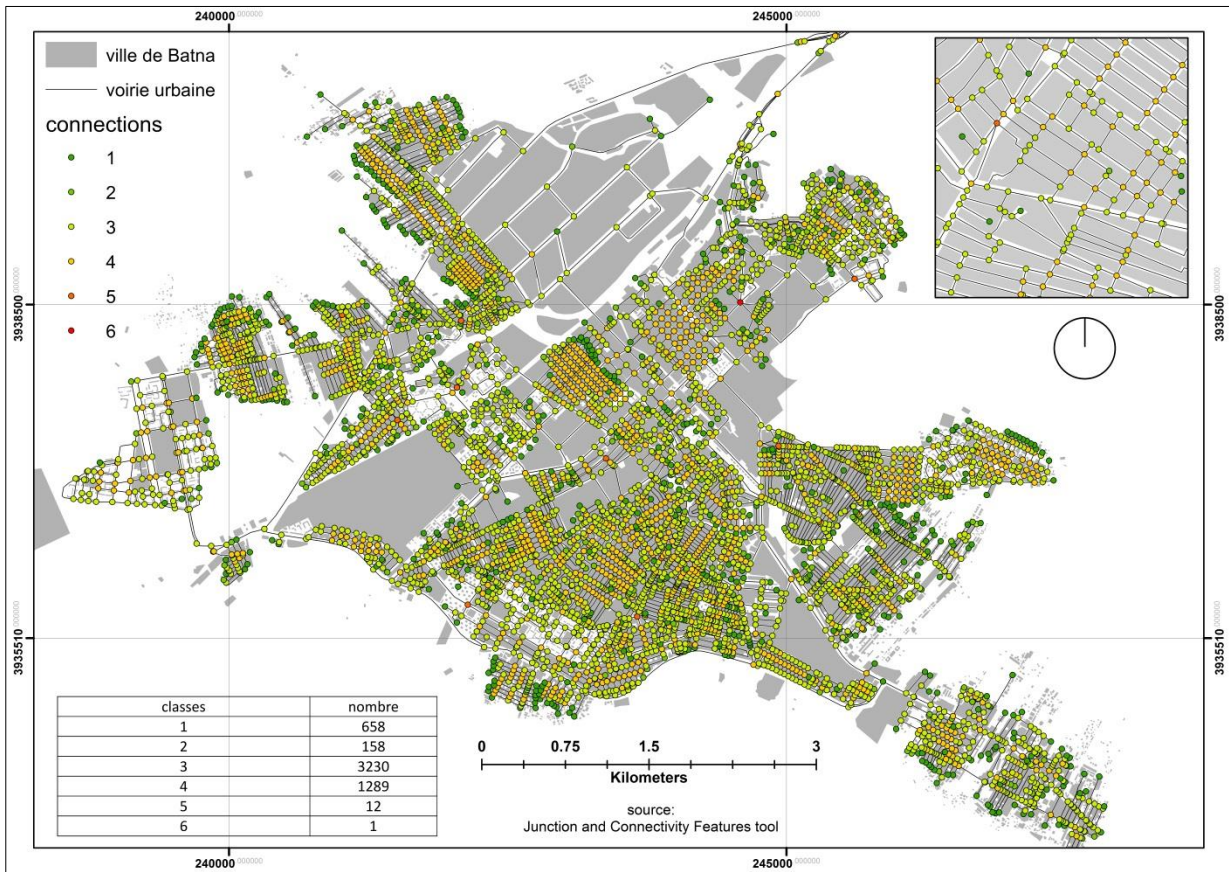


Figure 100. Répartition spatiale des interconnexions des rues par nombre de connexions.

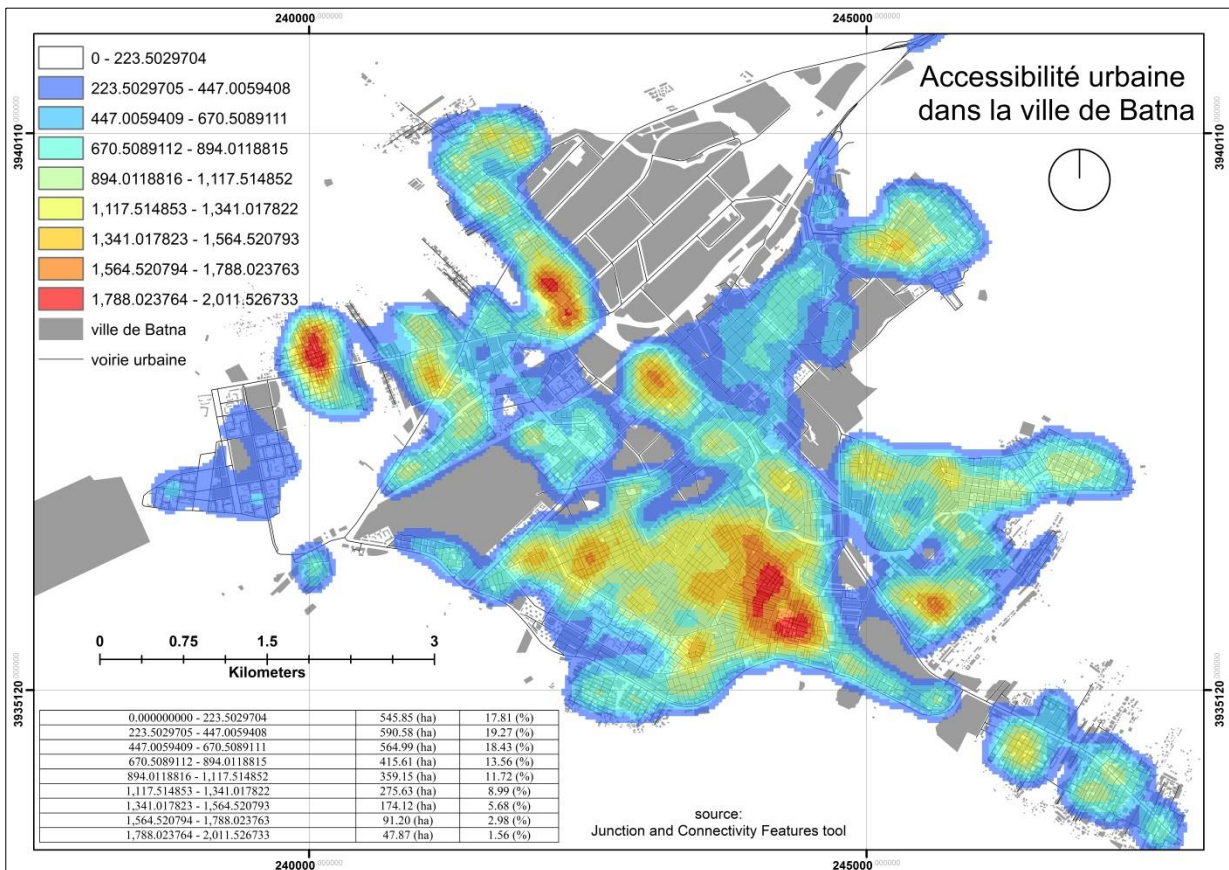


Figure 101. Représentation de l'accessibilité urbaine par l'interconnexion des rues.

L'interprétation de cette figure nous a permis d'apparaître le tableau ci-dessous (tableau 54) qui représente la répartition par superficies des zones d'accessibilité. Statistiquement, ce tableau montre qu'environ 34.27% (soit 1 050.39 ha) de la superficie totale de la ville de Batna à une accessibilité modérée, et environ 55.51% (soit 1 701.42 ha) de la superficie a montré une faible accessibilité, tandis que 313.19 ha (soit 10.22%) de la superficie était hautement accessible. Par ailleurs, la comparaison de ces résultats avec ceux de la section (2-8) nous a permis de conclure que le site (3) marque une accessibilité appréciable, ce qui valide notre choix.

Tableau 54. Répartition par superficies des zones d'accessibilité.

Classes		Surface (ha)	Surface (%)
0.000000000 - 670.5089111	Accessibilité faible	545.85	17.81
223.5029705 - 447.0059408		590.58	19.27
447.0059409 - 670.5089111		564.99	18.43
670.5089112 - 894.0118815	Accessibilité moyenne	415.61	13.56
894.0118816 - 1,117.514852		359.15	11.72
1,117.514853 - 1,341.017822		275.63	8.99
1,341.017823 - 1,564.520793	Accessibilité élevée	174.12	5.68
1,564.520794 - 1,788.023763		91.20	2.98
1,788.023764 - 2,011.526733		47.87	1.56

En parallèle, en comparant ces résultats avec ceux de la répartition spatiale des équipements administratifs (section 2-4) on peut retirer la situation d'incompatibilité entre les critères d'accessibilité et la distribution des équipements, caractérisés fréquemment par une attractivité importante aux flux (pour motif de travail ou de service). En effet, sur un échantillon total de 78 équipements administratifs (soit 14% du total des équipements de la ville), 62 équipements (soit un pourcentage de 79.48) sont localisés à l'intérieur de la zone où l'accessibilité est faible (0-670.5089111). Par ailleurs, 20.52% (soit 16 équipements) ont une accessibilité moyenne qui varie entre 670.5089112 et 1,341.017822, alors qu'aucun équipement (0%) n'est situé dans les endroits facilement accessibles (1,341.017823-2,011.526733).

Cette incohérence justifie l'état d'incompatibilité dans la distribution des équipements administratifs. Elle montre, en grande partie, qu'il existe d'autres facteurs puissants qui contrôlent et orientent ces choix d'implantation. À titre d'exemple, on peut citer les contraintes foncières (comme le manque des poches vides, la spéculation, l'absence d'un marché foncier équilibré et la hausse des prix d'indemnisation), l'inefficacité et même l'incapacité des autorités locales à concrétiser les orientations débouchées des instruments d'aménagement (PDAU et POS), mais plus particulièrement la faiblesse de l'appareil juridique dans l'application des lois et des constitutions, comme aussi la faiblesse de l'appareil technique pour la maîtrise du territoire urbain. Cela est dû au manque effrayant en termes des nouvelles techniques de traitement des



données géo-spatiales à savoir les systèmes d'information géographiques et les bases de données géographiques, qui constituent des systèmes d'aide à la décision et de planification stratégique des milieux urbains. Plus encore, en comparant cette répartition d'accessibilité avec celle des densités de population, on peut retirer des renseignements utiles. À l'aide d'une droite de régression représentant un échantillon de 1 000 valeurs (figure 102) il est évident qu'il y a une dépendance positive entre les deux variables, où la corrélation atteint 67.01% (soit  $R^2 = 0.4491$ ). Dans une grande partie il est appaait que les zones d'accessibilité élevée coïncident souvent avec les districts urbains dont la densité dépasse 330 hab/ha, alors qu'une accessibilité faible se concentre dans les secteurs peu denses (soit une densité inférieure à 157 hab/ha).

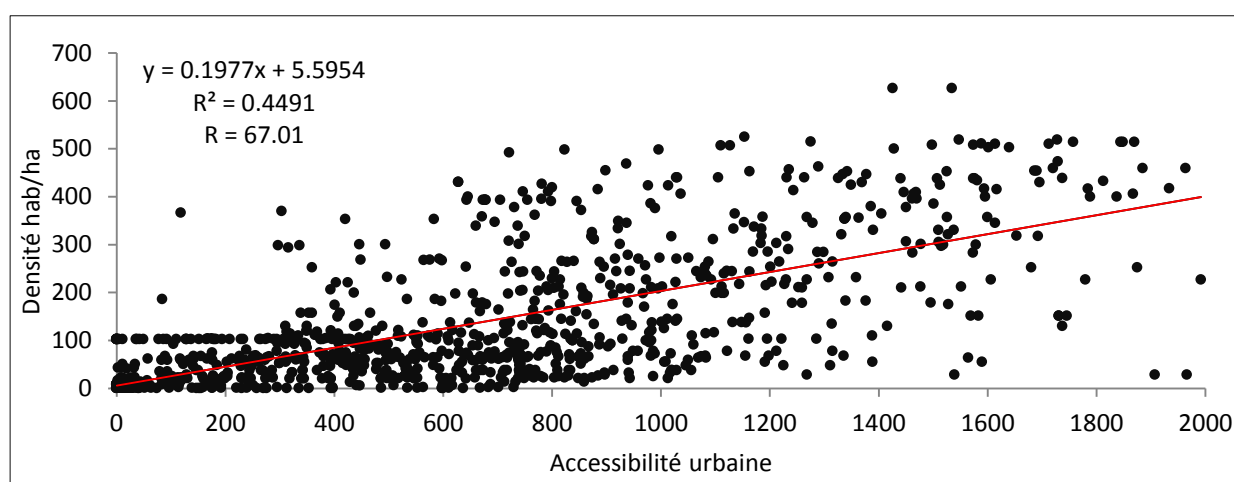


Figure 102. Corrélation entre la densité de population et l'accessibilité urbaine sur 460 valeurs.

En final, à notre disposition plusieurs techniques de traitement de l'information géographique qui permettent de conduire nos besoins de décision. Leur utilisation méthodique et intelligente pour des raisons compliquées peut contribuer à résoudre les problèmes d'actualité à savoir le choix des terrains, l'amélioration des conditions d'accessibilité ou encore de développer les déplacements et la desserte urbaine. Cependant, ces extraits traités constituent des échantillons simples vis-à-vis aux capacités illimitées que notre plateforme SIG peut rendre (risques naturels, foresterie, pollution, environnement, etc.). En terminant cette série des analyses spatiales, on a démontré que notre plateforme ne peut être considérée comme une solution pour repérer et quantifier les changements diachroniques qui touchent l'espace urbain, mais il s'agit d'un système puissant capable de dépasser ces analyses superficielles. Cette plateforme nous conduit, en effet, à des analyses spatiales performantes dont la finalité selon l'enchaînement choisi est de gérer, planifier et maîtriser un espace urbain incohérent et souvent complexe. Les résultats obtenus sont, en quelque sorte, des outils pour l'aide à la décision territoriale et des données d'entrée pour alimenter et améliorer notre base de données géographique.



## 2-11 Quelle planification ? Terrains agricoles face à un étalement autorisé

Dans un contexte marqué par la nécessité de fournir l'habitat nécessaire à des nombres croissants d'habitants, la pression sur les espaces agricoles par l'urbanisation accélérée se poursuit. En Algérie en général et Batna plus particulièrement, les dynamiques démographiques des vingt dernières années sont consommatrices des espaces périurbains mettent en risque les terres agricoles les plus fertiles (figures 103).<sup>119</sup> Or, préserver les espaces agricoles devient aujourd'hui une priorité majeure.

En effet, les autorités (soit le ministère ou bien encore les autorités locales, DSA, DUC, APC, etc.) sont toutes conscientes de ce phénomène de gaspillage énorme des terrains agricoles, alors des textes et des décrets exécutifs ont été promulgués. Il s'agit des mesures en matière d'urbanisme visant à déclasser les terrains agricoles selon leur rendement afin d'accroître l'effort de construction et la réalisation de projets publics de développement, parmi ces décrets on peut citer la note ministérielle 2 365/2013.<sup>120</sup>



Figure 103. Extrait d'une parcelle de 7.15ha (à droite) d'un rendement agricole impressionnant en blé devant une extension urbaine démesurée (à gauche) (prise photo le 10 mars 2017. X=247881.9m, Y=3936738.1m).<sup>121</sup>

Par une lecture approfondie de cette note ministérielle, deux observations peuvent être retirées. Premièrement, on constate que le déclassement des terrains agricoles se fait selon le type de la culture et sa localisation par rapport au secteur à urbaniser, l'agriculture donc n'oppose pas la même résistance. Ça veut dire que les céréalicultures résistent moins bien que les

<sup>119</sup> Selon des chiffres officiels, au niveau national plus de 160 000 hectares ont été engloutis par l'urbanisation depuis 1962. Le Conseil national économique et social (CNES) avait indiqué dans l'un de ses rapports en 2005 que la surface agricole utile (SAU) qui était de l'ordre de 0,20 ha/hab en 2000 n'en représentera que 0,19 ha en 2010 et 0,17 ha en 2020. Au niveau de la commune de Batna selon les statistiques de la DSA Batna, la surface agricole utile (SAU) en 2010 est de l'ordre de 0.0129 ha/hab et 0.0126 ha/hab en 2013.

<sup>120</sup> Note ministérielle n°2 (2 365/2013) du 12 mai 2013 portant le déclassement de parcelles de terres agricoles affectées pour la réalisation des projets publics de développement.

<sup>121</sup> Cette parcelle comme nous avons déjà mentionné dans le chapitre 5 (section 2-2) fait l'objet d'un futur plan d'occupation des sols (POS). Il s'agit du POS 27 de 188 ha de superficie.

terres irriguées. Une situation tellement dangereuse nous oblige de faire un retour vers le passé lointain de cette ville pour cerner la place des céréales dans la revenue et l'économie local de la ville de Batna.

En basant sur les écrits de PERES et DELESSERT, (1875)<sup>(122)</sup> <sup>(123)</sup> nous allons donner un aperçu exhaustif des richesses immenses et de toutes natures que renferme la ville de Batna. Il a dit *'notre halle aux céréales, bien qu'elle ne soit pas d'une grande importance, par suite de l'écart qu'on est obligé de faire subir au blé et à l'orge pour le transporter à Constantine [...] il s'est, malgré cela, transporté l'année dernière environ 10 000 tonnes'*.

Dans ce sens, il a ajouté *'mais dès que la voie ferrée nous procurera ses transports rapides et peu coûteux, l'Arabe producteur n'ira plus porter son blé et son orge sur le marché de Constantine, mais l'apportera sur celui de Batna, bien plus rapproché. L'indigène double ses cultures chaque année, et plus il aura la facilité d'enlever ses produits, puis il nous fournira des céréales. Après une ou deux années d'existence, la voie ferrée enlèvera de Batna 140 à 150 000 tonnes de céréales [...] tous terrains productifs dont les récoltes assureront à la voie ferrée des revenus importants qui croîtront chaque année, en proportion des cultures'*.

Cette situation tellement dangereuse nous oblige à poser les questions suivantes, dont les réponses à ces questions sont cruciales puisqu'elles déterminent précisément les points du problème :

(1) si ces terrains sont capables de produire 150 000 tonnes de céréales avec une possibilité de donner plus, alors sur quel critère sont aujourd'hui classés des terrains non rentables (terrains médiocres nécessitent un changement de vocation) ?

(2) nombreuses questions qui se sont intéressées au processus de transformation urbaine à Batna en particulier et dénoncent les conditions dans lesquelles l'urbanisation s'est faite au-delà des limites de la ville empiétant sur les terres fertiles de la périphérie. Mais la question la plus touchante vise essentiellement la capacité de produire un vrai plan de développement alors, si des vastes quartiers entiers se sont construits en périphérie de la ville sur des bases informelles, et si on accepte de la nécessité de se sacrifier par des terrains agricoles pour hypothétique sociale, à ce que l'administration municipale est capable d'assurer la production d'un vrai projet de développement riche et diversifié, sachant que l'ancienne expérience témoigne le contraire ?

<sup>122</sup> Ancien maire de la ville de Batna en 1875.

<sup>123</sup> Voir aussi la collection du centenaire de l'Algérie de Demontès, (1930) concernant l'Algérie agricole, p 153.

La réponse de cette question comporte notre deuxième observation. Les parcelles des terres agricoles déclassées sont réservées pour la réalisation de différents logements publics et des équipements d'accompagnement (d'utilité majeure), alors que dans la ville de Batna cette note ministérielle d'abord affecte plus de 1 200 ha<sup>124</sup> de terrains de toutes natures (terrains irrigués, terrains des céréalicultures et les terrains pastoraux ou alfa) ce qui en contradiction même avec les finalités de la note pour le choix des terrains les plus faibles valeurs. Puis ces terrains sont adoptés pour créer des nouveaux plans d'occupation des sols incubant même l'entité de l'habitat individuel, ce qui ne coïncide jamais avec la finalité de déclassement pour les projets d'utilité publique et d'importance majeure.

En somme, si la nouvelle loi de 1990 portant l'orientation agricole impose des sanctions sévères contre tout détournement non réglementaire des terrains fertiles à d'autres fins que l'activité agricole, aujourd'hui c'est l'état lui-même qui participe par ses activités à la destruction des terres cultivables ? Et quand de nombreux pays achètent carrément des terres agricoles dans d'autres parties du monde afin d'assurer leur avenir alimentaire,<sup>125</sup> l'Algérie (notamment la ville de Batna) où cette ressource est rare et non renouvelable se permet facilement la destruction et le détournement de leur vocation pour construire un cadre bâti souvent individuels et anarchiques !

Sous cette situation alarmante, la réalisation des différents bilans statistiques (voir également annexe 14) s'avère indispensable. Ils nécessitent en effet la mise en œuvre d'outils d'observation précis qui servent des indicateurs de consommation de l'espace agricole. Dans cette étude, ces outils ont été développés principalement à partir des bases de données<sup>126</sup> de l'occupation du sol en s'appuyant sur un travail d'interprétation des images satellitaires correspondant aux années 2005 (QuickBird) et 2014 (Google Earth).

Le principe consiste à identifier des entités spatiales homogènes correspondant à différents types d'occupation du sol, en comparant les mêmes lieux à des dates différentes, l'analyse permet de mettre en évidence les espaces ayant connu une régression de ceux ayant connu une évolution dans leur usage. Cette évolution peut être cartographiée et appréciée d'un point de vue quantitatif (statistique).

---

<sup>124</sup> Alors que la superficie agricole totale égale à 4 005 ha dont 3 946 ha est utile (1 150 ha des céréales et 66 ha terrains irrigués) et 59 ha des parcours.

<sup>125</sup> Exemple de la société saoudienne (Almarai) qui a investi 250 millions de dollars en 2015 pour acheter plus 32 000 hectares des terrains agricoles en Argentine pour produire 50 000 tonnes des meilleurs fourrages (<https://www.almarai.com/recent-events-ar>).

<sup>126</sup> L'utilisation du SIG permet la conversion de ces bases de données sur les terres urbaines en bases de données sur la planification urbaine.

En somme, à l'aide de cette technique d'analyse des données on peut facilement identifier les grandes zones où les dynamiques interagissent de manière différenciée avec les logiques résidentielles et urbaines. Plus encore, il apparaît que la concurrence pour l'urbanisation (étalement urbain) s'exerce principalement à la périphérie de la ville et les grands axes de communication. De fait elle affecte les zones de terres agricoles de bonne qualité agronomique. En interprétant la figure 104, on peut conclure qu'en moyenne, la ville de Batna perd plus de 2 522 m<sup>2</sup> des terrains agricoles les plus fertiles chaque année. En final, via la capacité du SIG élaboré à l'identification des secteurs de développement urbain prioritaires, il peut permettre d'installer une politique foncière plus adéquate. Cela passe par la constitution progressive des réserves foncières sur les sites d'urbanisation à moyen et long terme.

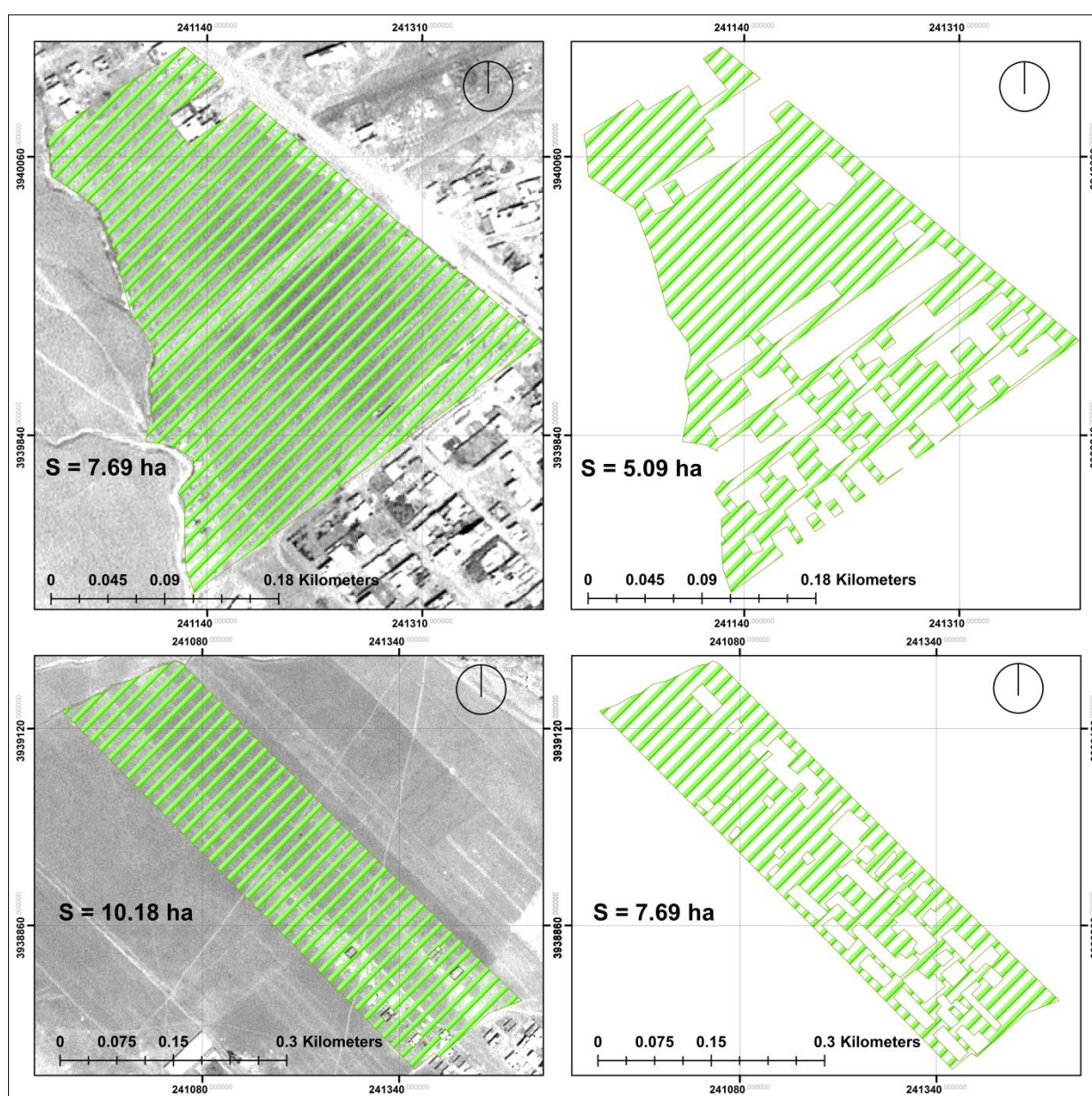


Figure 104. Changement constaté dans la surface des terrains agricoles entre 2005 (à gauche) et 2014 (à droite). Exemple de deux parcelles agricoles.



## 2-12 SIG puissant pour l'analyse et la détection des déphasages

Avant de cerner les finalités du présent SIG dans la détection des déphasages, il est important de rappeler que notre plateforme développée constitue un modèle à caractère dynamique (évolutif) qui restitue les différents objets au format vectoriel en basant sur des images raster. Et par le périmètre important (surface totale de 129,85 km<sup>2</sup>) englobant la ville de Batna et une partie de la commune, le présent SIG décrit une quantité importante des données urbaines caractérisées par leur position (coordonnées), leur forme (point, polygone et poly-ligne), leurs relations avec leur voisinage, ainsi que par ses caractéristiques sémantiques (attributs).

Dans une ville en croissance libre comme Batna où les quartiers spontanés se caractérisent par un bâti individuel compact aux parcelles nombreuses, difformes et surtout multifonctionnelles, la mesure précise de l'évolution du bâti (comportant tous les niveaux d'information) s'avère difficile. L'évaluation de l'emprise du bâti au sol permet dans ce cas d'avoir une idée acceptable de la densité d'occupation du sol. Plus précisément, pour nous il a été question de la mesure de la surface occupée par le bâti au sol afin de centrer une idée claire sur les majeures orientations des municipalités locales en termes de choix du type d'occupation.

Pour mieux comprendre la structuration du bâti dans la ville de Batna et pour bien juger l'action urbaine des instruments d'urbanisme, nous avons voulu présenter la situation particulière de chacun des quatre niveaux d'information (figure 105) entre deux dates différentes. L'analyse de l'extension du bâti, notamment au travers de la consommation d'espace pose le problème de l'information à utiliser. Le cadastre semble un des rares outils qui permettent de connaître la réelle surface occupée par l'urbanisation, mais les limites déjà évoquées précédemment et la difficulté d'obtention de telles informations nous obligent de chercher d'autres solutions plus efficaces et peu coûteuses.

Les changements démographiques dans les espaces urbains s'accompagnent d'une évolution de l'utilisation du sol qui est reflétée dans les transformations du paysage (Gallice-Matti, 2005). Ceci est particulièrement vrai dans le cas de la ville de Batna, où l'installation de la population est liée à une profonde transformation de l'usage du sol. L'analyse des transformations du paysage est alors particulièrement intéressante.

En effet, les images de télédétection sont à même de fournir une vision simultanée de l'état de la surface de la terre à différentes périodes. L'approche quantitative de ce travail à portée donc sur une méthode de cartographie de l'évolution de la ville de Batna à partir d'une image



satellitaire Quickbird 2005 très haute résolution (résolution spatiale égale à 65cm dans sa bande panchromatique) et une prise de vue via le satellite Google Earth très haute résolution 2014 avec une résolution spatiale inférieure à 1mètre. Il s'agit, en absence de mesures de suivi fidèles sur le terrain et en absence des données disponibles et suffisamment actualisées, d'appliquer une méthode d'extraction des compositions urbaines permettant ainsi l'élaboration d'une base de données sur chaque entité puis l'extraction de l'information (calcul des superficies convenables) de cette évolution spatio-temporelle.

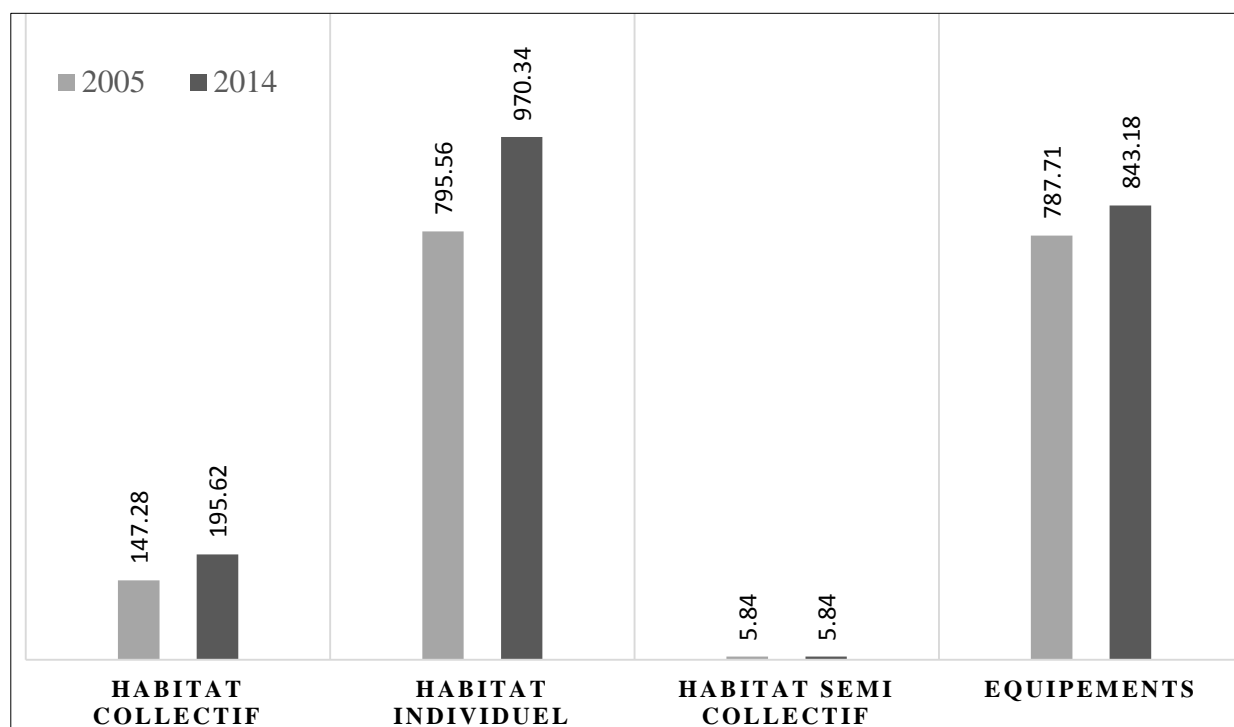


Figure 105. Evolution spatio-temporelle de la composition urbaine de la ville de Batna entre 2005 et 2014.

Tableau 55. Récapitulation de l'évolution spatio-temporelle de la composition urbaine de la ville de Batna entre 2005 et 2014

	Habitat collectif		Habitat individuel		Habitat semi collectif		Equipements		Total
	S (ha)	%	S (ha)	%	S (ha)	%	S (ha)	%	
2005	147.28	8.48	795.56	45.81	5.84	0.33	787.71	45.36	1 736.40
2014	195.62	9.70	970.34	48.15	5.84	0.28	843.18	41.84	2 014.98
Ratio	48.34	/	174.78	/	0	/	55.47	/	/

L'approche quantitative et l'examen visuel des images acquises en 2005 et 2014 montrent que les changements d'occupation du sol se sont identifiés en grande partie dans la ville de Batna, le tableau 55 et la figure 106 nous présentent la configuration du tissu urbain de la ville de

Batna selon les modes d'occupation du sol et de surface moyenne occupée par le bâti. Ceci permet de constater le caractère hautement différencié de l'urbanisation de cette ville.

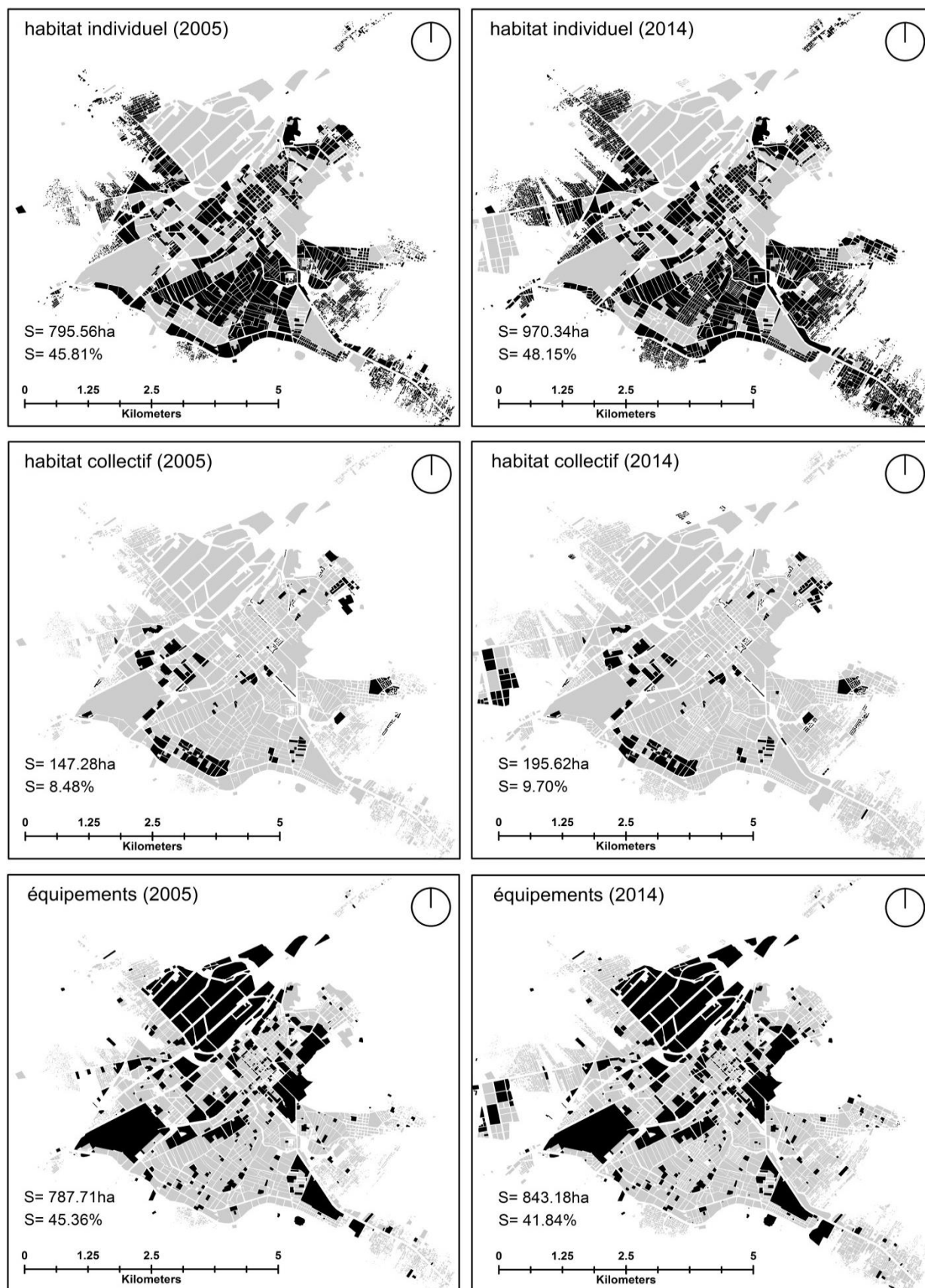


Figure 106. Extraction de la composition urbaine entre 2005 et 2014, évolutions comparatives.

Statiquement, cette méthode de calcul montre qu'en 2005, l'habitat individuel représente 45.81 % du total de la ville soit une superficie de 795.56 ha, cette superficie s'élevait à 970.34 ha en 2014, soit une consommation de 174.78 ha en délai de 8 ans, contre 48.34 ha pour l'habitat collectif dont la superficie totale en 2005 est de 147.28 ha (soit 8.48%) puis 195.62 ha en 2014 avec un pourcentage de 9.7 %. Cette nette discordance entre les rythmes d'évolution peut être expliquée par la dominance de la logique des populations sur celle administrative dont les problèmes liés de contrôle et de la régularisation foncière constituent une question de fond. En effet, cette analyse montre également que l'assiette foncière urbaine réservée aux équipements est accrue de 787.71 ha (45.36 %) en 2005 à environ 843.18 ha (41.84 %) en 2014, soit une évolution de 55.47 ha, la traduction des pourcentages d'occupation en équipement donne l'impression d'un rythme d'évolution très faible et insuffisant par rapport aux autres entités.

L'inventaire de cette technique de traitement des données permet de disposer de précieuses informations indispensables à la planification et la gestion urbaine dans un contexte marqué par une croissance incontrôlée de l'habitat individuel associée souvent par une croissance insuffisante en équipements. Cette approche comme nous avons déjà vu permet de montrer la réelle inefficacité des politiques d'aménagement, celle-ci reflète à la fois l'incapacité des autorités locales à restituer aux pressions foncières ou bien encore la tendance de la commune à accompagner l'urbanisation en cherchant de mettre de la crise de logement un but à atteindre.

Plus encore, et en basant sur les travaux de El Garouani et Merzouk, (2004), la présente section peut profiter des fonctionnalités de superposition entre plusieurs couches d'information. C'est une fonctionnalité prépondérante pour dériver des nouvelles données qui sert des sorties du SIG, d'une part, et d'alimenter par des nouvelles données dérivées la base de donnée déjà existante, d'autre part. D'une façon générale, si l'on observe l'évolution induite par l'application du POS 6 (1ère et 2ème phase) depuis une dizaine d'années, on peut voir évidemment que les différents éléments du bilan montrent bien à la fois que des écarts<sup>127</sup> importants sur le plan spatial ont été détectés et que les grands objectifs assignés ne sont pas respectés et d'énormes déphasages existent entre ce qui planifié et ce qui réalisé (figure 107).

En chiffre, et à l'aide de la fonctionnalité '*intersecting layers Masks*' (figure 108) on peut conclure que pour l'habitat individuel il s'agit de 14.85ha (soit 51.97%) de la surface proposée qui soit effectivement concrétisée et coïncide spatialement aux orientations approuvées, alors que pour l'habitat collectif sauf 10.60% (soit 2.34ha) qui est respectée. Par ailleurs, les

---

<sup>127</sup> Pour notre travail, on peut distinguer deux types d'écarts, écart d'inexistence des compositions urbaines projetées et écart en termes d'installation de ces compositions, ce qui pose fortement la question de la grille d'équipements.

équipements et l'habitat semi collectif et avec des taux de 0% sont loin d'être implantés dans les endroits déterminés dans le POS 6.

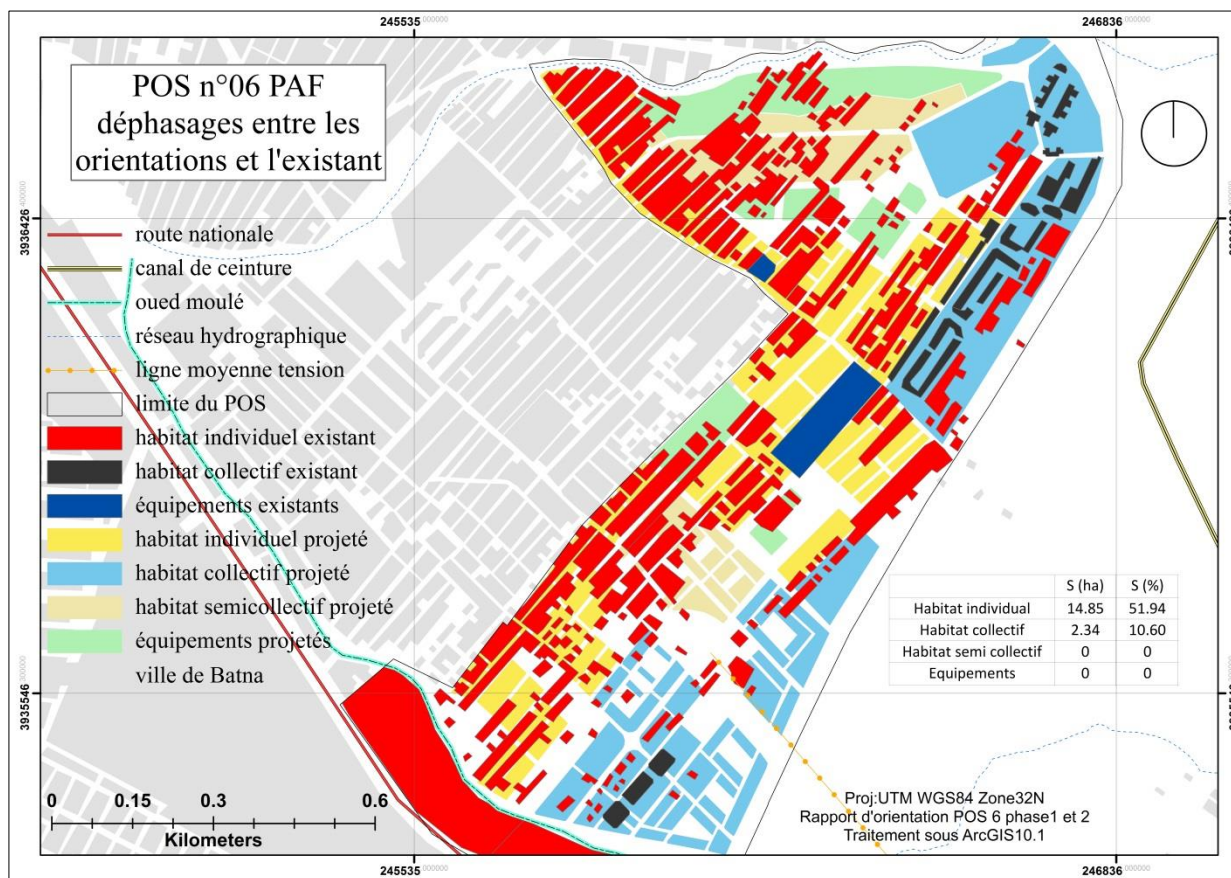


Figure 107. Extrait du décalage entre l'affectation du sol et la réalité du terrain (POS6)

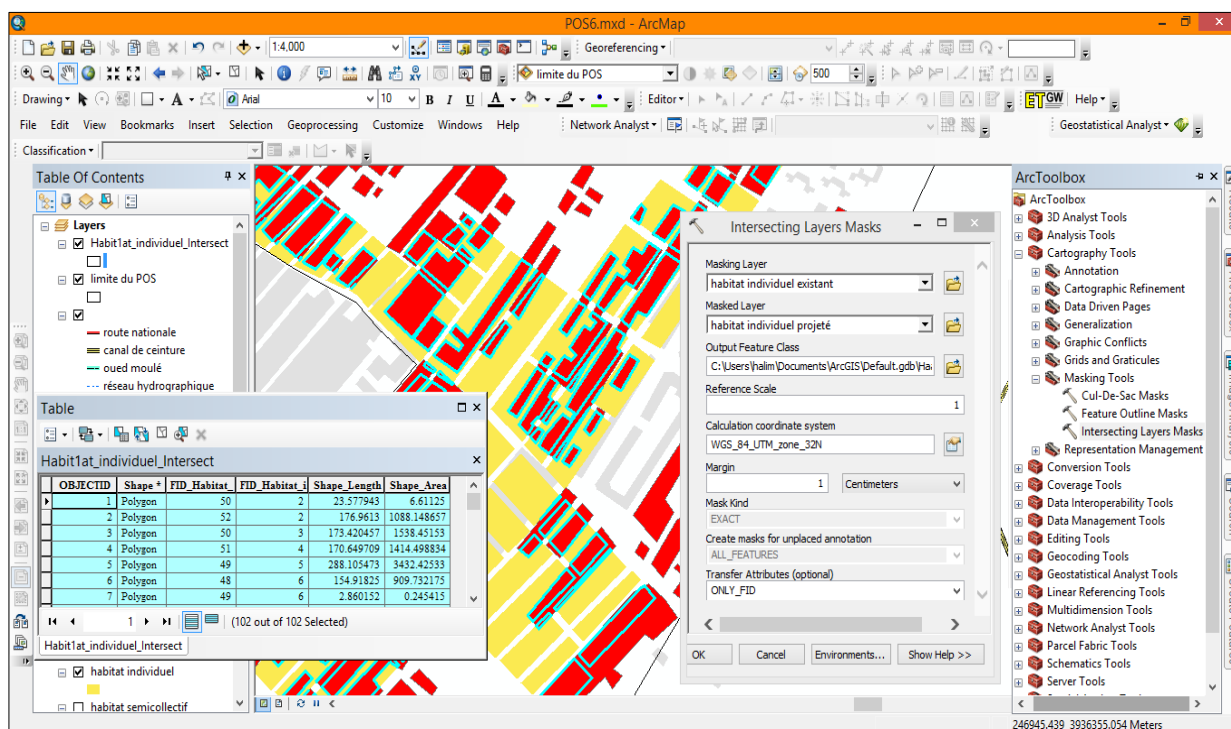


Figure 108. Détection des déphasages par la fonctionnalité intersecting layers Masks.

### **3- Perspectives à d'autres contextes, ville de Batna d'une base de données à une banque de données urbaine**

Suite aux évolutions spatio-temporelles, la ville algérienne ne peut plus satisfaire d'une planification spatiale figée et inerte souvent inutile et exigée par les textes réglementaires relatifs aux outils de planification actuellement en vigueur. Et dans un temps accompagné par le développement des technologies numériques, de plus en plus réactives, dynamiques et flexibles, la ville ou bien la gestion et la maîtrise de l'espace urbain doit également changé en passant d'une simple planification classique vers une nouvelle vision de l'intelligence territoriale, en cherchant éviter le gaspillage du temps et des moyens et de permettre une meilleure connaissance du milieu étudié, d'analyser son évolution et de capitaliser les informations ainsi collectées.

L'évolution dans le temps de la ville de Batna n'est pas sans poser de nouveaux problèmes, la gestion actuelle de l'existant peut favoriser la demande en banque de données au lieu des bases de données pour la gestion du patrimoine bâti, des orientations d'aménagement et les différents réseaux d'articulation, la voirie, le réseau d'assainissement, l'AEP, l'alimentation en gaz et d'électricité, l'éclairage public, le réseau moyenne tension, etc. Alors à cette échelle le besoin de cette ville se définit donc en termes de logiciels spécifiques et puissants, mais notamment en banques de données urbaines comportant des données localisées de toutes sortes pour l'aide à la décision.

En fin de ce travail et après le recours à de nombreux logiciels performants, les informations et les données acquises de diverses sources hétérogènes constituent une énorme banque de données pour objectif de gérer et maîtriser un patrimoine communal souvent mal appréhender afin de le mettre en valeur. Cette banque de données, en effet, regroupe toutes les données des services locaux en une plateforme centrale afin de pouvoir les diffuser à tous les utilisateurs potentiels (administrations, citoyens, partenaires, etc.).

Par sa richesse et son organisation, cette banque de données de la ville de Batna (figure 109) constitue un outil fiable et incontournable pour appréhender la complexité de la dynamique urbaine locale. Elle n'a pas pour fonction de fournir une donnée exacte et précise à une échelle donnée, mais également d'un outil puissant pour monter des analyses spatiales performantes visant des domaines d'application vastes.

En effet notre banque de données vise plus de 62 000 objets d'intérêt sur toute la ville de Batna répartis et organisés sur plusieurs couches thématiques, modélisée d'une façon en



souhaitant dépasser les simples extrusions des contours 2D, mais ainsi démontrer qu'il est aujourd'hui envisageable de manipuler des jeux de données véritablement tridimensionnels au sein d'un SIG. L'architecture de notre banque de données s'articule autour d'un modèle décrit selon un formalisme de type MOO (Modèle Orienté Objet) en utilisant des relations d'héritage, d'agrégation et d'association entre classes d'objets, chaque objet étant ainsi décrit par un ensemble d'attributs alphanumériques. En ajoutant, pour garantir une meilleure cohérence des données le travail est associé par une série de corrections topologiques des objets pour optimiser les requêtes appliquées notamment aux réseaux.

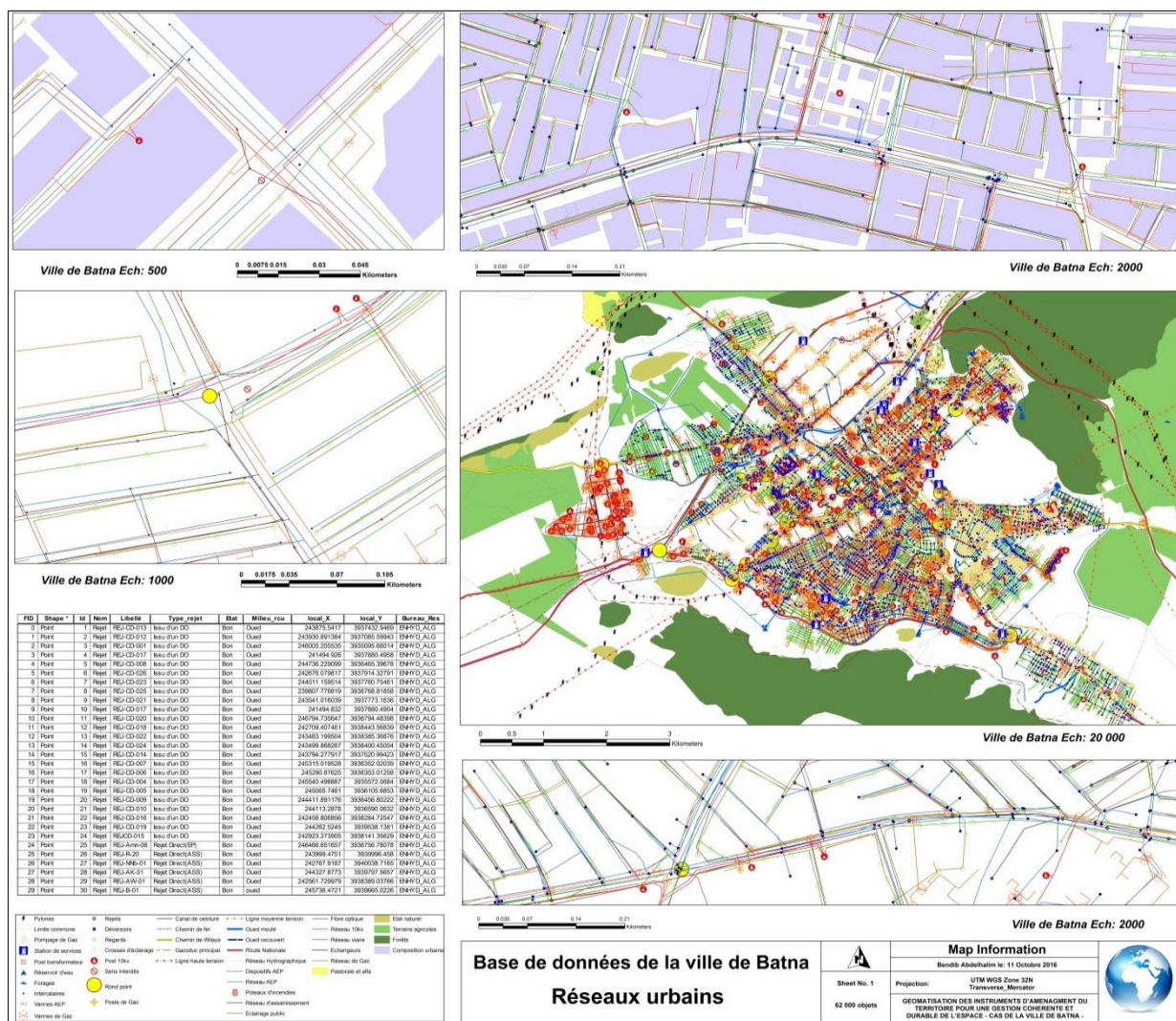


Figure 109. Extrait d'une banque de données urbaine de la ville de Batna.

En parallèle, on a évoqué dans ce qui précède que le présent travail avait pour objectif principal de réaliser une banque de données à vocation multi usage pour des applications pratiques intéressant le système complexe de la ville de Batna, alors des efforts énormes ont été mobilisés pour collecter les données en essayant de visiter le plus possible de services, alors que d'autres efforts ont été chargés pour traiter, classer et analyser ces objets afin de garantir un SIG

---

actualisé et fiable. Et sans oubli, un autre travail important a été établi vise la publication en ligne des données d'urbanisme, alors notre SIG passe donc sous Géoserver, permettant ainsi une diffusion de la donnée au sein des utilisateurs et une meilleure ergonomie de l'outil d'une manière globale.

Au final, si l'observatoire urbain est défini par Dolfo, (2004) comme un outil qui permet à une telle organisation (privée ou publique), d'évaluer et d'orienter sa politique urbaine grâce à un ensemble d'indicateurs actualisés selon une périodicité définie, et si cet observatoire à pour une mission essentielle d'aide à la décision stratégique via le pouvoir de détecter les évolutions, et les voir si elles vont dans le sens souhaité, d'alerter et de proposer des correctifs si le besoin s'en fait sentir. Et s'il est encore un outil de communication par présentation des états de fait, des avancements et tous les résultats d'actions menées dans le cadre de la politique globale de la ville. Alors notre travail qui à début dès 2014 et qui aboutit par la mise en place d'une banque de données urbaines implantées dans un SIG, on peut l'envisagé sous différents perspectives et d'angles d'analyses comme un outil prépondérant et un noyau riche pour alimenter et sans cesse par des données de qualité utilisées dans l'élaboration des indicateurs exhaustifs.

## Conclusion

La complexité croissante de la ville de Batna a fait du système d'information géographique, de par les nombreuses fonctionnalités spécifiques qu'il peut intégrer, un outil puissant et inévitable pour l'aide à la gestion et l'exploitation de l'espace urbain. Et pour faire face à ses besoins de prévision et de planification, la ville impérativement doit disposer toutes les données relatives à l'usage du sol, qui soient à la fois actualisées, adaptées aux besoins et localisées géographiquement. Par ailleurs, notre expérience à travers les administrations et les services publics nous a donné une idée claire des problèmes rencontrés lors de la prise de décision. En effet, nos rencontres et nos échanges nous a permis de constater le manque crucial des données tant au niveau qualitatif que quantitatif, alors il apparaît cependant que les précédents objectifs sont loin d'être atteints. Une situation qui nous a conduit à poser la question sur la nécessité de mettre en œuvre d'une base de données sur la ville de Batna informatisée et exhaustive ?

On a vu que le renforcement de telle politique urbaine exige en premier lieu la production d'une nouvelle administration complètement informatisée, dont la finalité est de produire les outils nécessaires permettant de maîtriser l'action territoriale. En basant sur cette notion on a réussi de construire une base de données organisée sous forme d'un SIG applicable à tous les niveaux et toutes les échelles (grande échelle notamment pour le PDAU et petite échelle pour le POS), puis de montrer comment notre travail peut profiter de la nouvelle approche des SIG et les avantages apportés par cette dernière par quelques exemples d'application couvrant des domaines vastes allant de la planification à la gestion d'une catastrophe.

Plus encore, dans ce chapitre on a démontré clairement l'efficacité des SIG dans la détection et la maîtrise des situations conflictuelles. En parallèle, il est admissible que le choix des lieux d'implantation constitue une problématique déterminante pour la réussite de toute politique urbaine. Partant de ce constat, et par le biais de nombreux processus et paramètres déterminants, on a réussi de repérer un site optimal pour installer une nouvelle administration plus harmonieuse vis-à-vis aux complications liées aux déplacements urbains et les difficultés d'accessibilité.

L'orientation et la bonne organisation de la ville font une préoccupation primordiale des services concernés. Notre objectif dans cette approche d'assurer un meilleur usage de l'information géographique, par la bonne représentation et interprétation de cette information, est bien atteint. Alors la ville de Batna traduit par ses services concernés est appelée fortement de changer sa réflexion classique et ses pratiques urbaines, et d'aller vers plus de réalisme et de flexibilité à travers l'introduction des nouvelles techniques de la géomatique.

## CONCLUSION GENERALE

Il ressort de cette étude que, depuis l'indépendance en 1962, et suite aux différentes politiques urbaines menées, l'évolution incohérente et complexe de la ville de Batna devient un phénomène inévitable et a généré de nombreux problèmes urbanistiques et environnementaux. Le processus d'urbanisation et sa dynamique dans la ville de Batna ont montré leurs limites eu égard aux possibilités qu'offrent les instruments classiques : plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) et plans d'occupation des sols (POS), et posent sans cesse des contraintes aux gestionnaires des collectivités locales ainsi qu'aux citoyens. Ces contraintes en effet, apparaissent en termes de maîtriser la croissance incohérente de la ville, mais notamment, de difficultés à partager et à fédérer les données et leurs accessibilités de manière simultanée. Ceci génère une perte de temps et des moyens due à des traitements manuels, un problème d'archivage et de mise à l'échelle.

Batna, objet d'étude, occupe une situation stratégique importante. Sa dynamique de développement à échapper à la maîtrise et la bonne gouvernance pour des raisons diverses. Ceci a généré des espaces urbains incohérents et vulnérables. Le présent travail a réussi de mettre en évidence un espace urbain présenté et géré souvent par des méthodes classiques peu précises et loin des standards et normes internationales, en l'occurrence les approches numériques issues des techniques de géomatique. La recherche présentée dans cette thèse se focalise sur la géomatique des instruments d'aménagement du territoire dans une ville en extension non maîtrisée générant des problèmes réels de vulnérabilité territoriale et les risques associés.

L'approche quantitative diachronique des différents plans d'occupation des sols approuvés montre qu'en 2014, l'habitat collectif présent à peine 5% (9.95 ha) du total planifié soit une superficie de 179.69 ha. Pour les équipements, il s'agit de 37.05 ha du total projeté (147.36 ha) soit un taux de concrétisation de 25.14%. Par contre, l'habitat individuel marque une particularité, malgré son statut informel, cette entité marque une extension de 52.93% du total

proposé qui est égal à 358.24 ha. Cette approche et technique de traitement des données permet de disposer de précieuses informations indispensables à la situation urbaine de la ville. Il ressort que le contexte est marqué par des étalements excessifs et incontrôlés de l'habitat informel (individuel) à la périphérie. Par ailleurs, on constate une croissance à un rythme insuffisant et à des endroits souvent contestables en habitat collectif et équipements de base accompagnés. Cette approche permet aussi de montrer la réelle inefficacité des politiques d'aménagement menées et reflète à la fois l'incapacité des autorités locales à maîtriser les problèmes liés à l'important volume de données spatiales et leur complexité, ainsi que leur exploitation dans la conception et l'application des instruments d'aménagement (PDAU et POS) et le développement urbain qui en découle.

La prise en compte et la gestion actuelle de l'existant constituent des enjeux importants et fait apparaître donc un besoin réel et éminent en termes de géomatisation dans l'application des instruments d'aménagement et d'urbanisation, notamment la mise en œuvre des bases de données géographiques et les systèmes d'information géographique (SIG) pour la gestion du patrimoine bâti, les différents réseaux d'articulation urbains et la planification des orientations territoriales. À travers cette étude, nous avons pu mettre en place une base de données de la ville de Batna, organisée sous forme d'un système d'information géographique applicable à différents niveaux et échelles, pouvant couvrir des domaines d'application variés allant de la planification territoriale à la gestion d'une catastrophe, dépassant en effet de loin les simples requêtes reconnues. Par sa richesse, le présent SIG va permettre de monter des analyses spatiales performantes en jouant notamment sur plusieurs paramètres d'entrée dont la finalité, et de produire une information utile sert à résoudre des problèmes urbains souvent compliqués. Par ailleurs, le cheminement de cet instrument technique développé passe par 5 étapes méthodologiques essentielles, il s'agit de :

(1) une étape de collection, d'harmonisation et d'intégration des données urbaines. Cette étape est basée sur deux images satellitaires très haute résolution (QuickBird et Google Earth) ainsi qu'une gamme multi logicielle pertinente.

(2) une démarche technique de modélisation des informations acquises, dont la finalité, est de produire une application de qualité capable de représenter et faciliter l'étude d'un système urbain existant. Pour ce faire on a utilisé le langage de modélisation UML (plus particulièrement le diagramme de classe) qui nous a permis de concevoir un modèle opérationnel pour but de présenter d'une manière structurée les données qui seront exploitées par la suite par le système d'information géographique.

(3) une étape d'intégration des données dans un système d'information géographique offrant toutes les possibilités d'effectuer des analyses spatiales (Spatial Analyst, Spatial



Statistics, Network Analyst, Geostatistical Analyst, etc.) applicables à différents niveaux et échelles.

(4) afin d'apprécier la pertinence de l'instrument technique réalisé, le système est soumis à un ensemble d'indicateurs et d'analyses spatiales ayant pour finalité de montrer ses capacités en termes de stockage, l'analyse, la cartographie, la gestion et l'exploitation d'une grande quantité d'informations urbaines. Il s'agit notamment d'un SIG interactif pour l'élaboration des instruments d'aménagement (analyse de l'état de fait pour un aménagement intégré), un outil de planification des mesures de suivi et d'intervention, un SIG pour une action territoriale (construction sur la bande de servitude autour d'un gazoduc), un SIG pour la prévention des risques majeurs et gestion des catastrophes, une analyse spatio-statistique du centre-ville administratif (base de l'embouteillage de la ville), un SIG pour l'analyse de la configuration fonctionnelle du centre-ville, l'application de l'analyse multicritère (AMC) pour la proposition des sites optimaux aux nouveaux équipements administratifs, application de l'extension network analyst (zones de desserte) pour l'aide à la décision territoriale, aspect de la ville de Batna dépend d'une administration qui autorise l'urbanisation sur les terrains agricoles et la capacité des SIG à intervenir et enfin un SIG pour l'analyse et la détection des déphasages entre les orientations projetées et les programmes réalisés sur le terrain.

(5) finalement, une interface informatisée et interactive a été développée en utilisant des solutions open source, cette interface complémentaire au SIG constitue un véritable vecteur de développement. Par sa richesse et sa simplicité, elle facilite les contacts et les échanges d'opinions entre les différents acteurs pour la gestion urbaine participative.

En effet, il est bien évident que la structure des analyses traitées dans ce travail porte un enchaînement méthodique dont la finalité est d'étudier la ville d'une façon globale en traitant plusieurs points de vue. En résumé, notre approche commence par une situation conflictuelle (problématique) dans laquelle on peut aboutir à des propositions d'aménagement plus justes et plus décisives. Et par leur simplicité comme leur capacité à développer des scénarios, ces analyses spatiales participent dans la prévision des conséquences de telle proposition d'aménagement. Dans ce cadre, il devient facile d'évaluer par exemple l'effet du nouveau projet tramway proposé sur l'amélioration du secteur de commerce dans la ville, comme de ressortir les zones qui seront l'objet d'une nouvelle mutation en termes des déplacements et la desserte urbaine.

En parallèle, on a cité dans ce qui précède que notre présent système d'information prend un caractère évolutif, de ce fait, il est intéressant de mentionner que les différentes analyses spatiales et les indicateurs développés dans le dernier chapitre (chapitre 6) peuvent être considérés des nouvelles entrées qui alimentent notre base de données. Il s'agit, en effet, des résultats statistiques qui nous conduisent à appréhender d'autres analyses plus compliquées.

En outre, il est incontestable que les différents services et administrations locales s'installent sur des volumes exponentiels des données urbaines qui se dégradent avec le temps sans aucune initiative d'exploiter ou même de permettre aux personnes intéressées de profiter de cette source riche et stratégique. Elles sont stockées dans des archives et laissées à l'abandon, ratant par ce fait une occasion d'une maîtrise optimale d'un vaste espace montrant tous les indices d'une incohérence et dysfonctionnement urbain. En changeant cette situation, l'ensemble des indicateurs d'analyse spatiale développés montrent clairement la puissance de notre système d'information à manipuler une quantité importante de données géographiques et les adopter efficacement pour résoudre les problèmes d'actualité. Plus encore, dans une ville complexe et en croissance libre comme Batna, les outils d'analyse spatiale comme les SIG et les plateformes d'échange des données peuvent constituer des outils appréciables pour l'aide à la décision.

En revanche, on a vu que l'information urbaine joue un rôle primordial dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques urbaines. Partant de ce point de vue, il a été discuté dans cette étude que dans le but de prendre une prise de décision appropriée et efficace, il est tout à fait important que toutes les organisations locales partagent leurs données dans une plate-forme complète et centralisée. Le WebGIS constitue un outil efficace et économique pour fournir diverses données aux utilisateurs. En effet, la plate-forme développée dans un environnement open source indique que celle-ci est très appropriée et permet aux autorités locales de garantir une gestion participative des entités urbaines. Ce WebGIS constitue donc une véritable plate-forme de concertation des acteurs pour le choix et la priorité des actions territoriales. Il serait utile d'appliquer et de généraliser cette technique d'intelligence territoriale à d'autres petites et moyennes villes algériennes.

En résumé, afin de garantir une gestion cohérente et durable de l'espace urbain de la ville de Batna, cette recherche dans sa globalité est basée sur une vision stratégique, dynamique et spatialisée intégrant de nombreux outils innovants dans le domaine tels que les systèmes d'information géographiques (SIG), les bases de données géographiques, la télédétection et plus récemment les WebGIS. Ces outils fidèles par voie de conséquence offrent aux utilisateurs potentiels (notamment les autorités locales) des fonctionnalités intéressantes pour l'information et la communication, et elles ouvrent des perspectives appréciables de la planification et de la gestion territoriale dans un contexte de véritable gouvernance<sup>128</sup> et de la gestion urbaine

---

<sup>128</sup> Si Thomas O, (2002) dans son ouvrage 'Démocratie participative et gouvernance urbaine : la permanence d'un mythe' définit la gouvernance urbaine comme une modalité de gouvernement de la ville mettant en jeu divers acteurs aussi bien publics que privés induisant une participation potentielle de chacun ainsi qu'une recherche de compromis. Alors la mise en ligne du présent SIG grâce à une interface WebGIS interactive permet non seulement aux collectivités locales d'avoir plus d'informations et

---

participative. Elles peuvent aider les acteurs pour guider les différentes interventions. Et par les nombreux indicateurs développés, on a pu assurer les trois (3) fonctionnalités essentielles des systèmes d'information géographiques (SIG), il s'agit d'un outil de gestion, un outil de communication et enfin un outil d'aide à la décision territoriale.

### **Limites et perspectives de recherches**

À travers cette étude on a pu constater l'intérêt primordial des instruments d'aménagement et leur rôle dans l'organisation et la gestion de l'espace urbain. L'ensemble des points de vue traités dans cette recherche sur la ville de Batna nous a permis de comprendre dans une grande partie les problèmes dont souffre la ville à savoir la disponibilité d'une information urbaine intégrale et actualisée, capable d'être intégrée pour la gestion d'un espace urbain complexe. Ça nous a permis également de proposer et par la suite de réaliser un SIG de la ville de Batna.

Cependant, au-delà des potentialités intéressantes qu'offre le présent travail, il nous paraît important de citer et de décrire ses majeures limites qui peuvent être considérées des futures perspectives. En effet, cette étude souffre de quelques lacunes et manques pour bien prendre en charge les problèmes urbains posés. Il s'agit notamment :

- (1) des difficultés administratives rencontrées à la période des interviews et de collecte de données, alors que de nombreuses administrations et personnes pour des raisons diverses refusent nos demandes fréquentes d'informations. Cette situation en principe limite largement le contenu et la richesse de notre travail.
- (2) le jugement de l'efficacité et l'applicabilité des instruments d'aménagement passe impérativement par une étape de comparaison entre les orientations proposées et leurs applications sur le terrain. La dégradation ou même le manque de plusieurs plans d'occupation des sols et les rapports d'aménagement associés influe sur l'analyse comparative établie dans le cinquième chapitre.
- (3) dans cette étude il nous manque quelques données indispensables à savoir la nature juridique des terrains et le classement des terrains agricoles essentiels pour établir des analyses multicritères qui servent à classer et de proposer des nouvelles orientations adéquates et plus précises.

---

données pour mener à bien le développement de leur territoire mais aussi bien d'associer la population dans les prises de décision relatives à l'avenir de la ville. Constituée d'une façon au d'autre un mode de gouvernance dans la ville de Batna.

(4) on peut également signaler l'ancienneté remarquable des données qui nous ont obtenues, ce qui rend leur mise en œuvre dans cette étude difficile et souvent inopérante.

(5) des difficultés et des contraintes d'ordre technique notamment pour la maîtrise d'une gamme importante des logiciels, des techniques de modélisation de la base de données et des analyses spatiales. Ainsi que la maîtrise de la configuration des serveurs et le langage de développement des sites web HTML, tout ça dans un délai trop réduit.

(6) le présent SIG développé nécessite une étape importante de digitalisation des quantités énormes d'objets urbains notamment les différents réseaux urbains en se basant sur des sources diverses et hétérogènes. Il s'agit de plus de 21 655 objets alors que les plans d'entrés utilisés sont souvent d'une qualité médiocre et parfois illisible et même non géo-référenciés. Ce qui exige un temps et un effort énorme pour accomplir tout le processus.

(7) le manque des moyens financiers nécessaires pour l'hébergement et la mise en ligne de l'interface web développée afin de permettre au grand public d'y accéder et de consulter les différentes bases de données de la ville de Batna.

(8) l'introduction des nouveaux systèmes de gestion de bases de données à savoir Postgre SQL (et son cartouche spatiale PostGIS) et l'oracle caractérisé par sa performance, le volume important de stockage des données, etc.

(9) l'adoption des langages de programmation des sites web à savoir le CSS, le PHP et le Javascript qui permettent de dynamiser et rendre notre interface web plus interactive.

En dépit de ces limites, ce travail a permis de faire avancer les consciences en urbanisme dans la ville de Batna à travers quelques indicateurs utiles. Plus encore, il permet de mieux comprendre les relations étroites entre la gestion cohérente et durable de l'espace urbain et les nouvelles techniques de la géomatique.

Finalement, et après le référencement à de nombreux écrits bibliographiques dans le domaine, il est évident que les systèmes d'information géographiques (SIG) sont des outils incontournables dans le processus urbain (planification et gestion). Par ailleurs, dans la ville de Batna ils restent cependant inefficaces s'ils ne sont pas associés à un autre outil complémentaire qu'est de la force juridique de l'outil. Car selon plusieurs exemples concrets, la réussite de toute politique d'aménagement ne peut être assurée que par une analyse spatiale précise et efficace, cette réussite est complètement liée et déterminée par l'application rigoureuse des orientations qui en découlent.

# ANNEXES

<b>ANNEXE 1</b> : Archive des décrets de fondation de la ville de Batna en 1848	i
<b>ANNEXE 2</b> : Application des techniques de la télédétection infra-rouge thermique dans l'extraction des températures de surface (LST)	ii
<b>ANNEXE 3</b> : Analyse de l'étalement urbain de la ville de Batna par la technique de télédétection (Shannon's entropy indexe)	viii
<b>ANNEXE 4</b> : Les majeures orientations d'aménagement	xiii
<b>ANNEXE 5</b> : Dictionnaire de données (DDD)	xiii
<b>ANNEXE 6</b> : Les différentes interfaces WebGIS développées	xiv
<b>ANNEXE 7</b> : Analyse spatiale de la vulnérabilité à la fièvre typhoïde dans la ville de Batna (Est de l'Algérie)	xx
<b>ANNEXE 8</b> : Analyse spatiale aux risques associés aux croisements des réseaux urbains	xxvii
<b>ANNEXE 9</b> : Concentration des équipements par une analyse de la densité de points	xxviii
<b>ANNEXE 10</b> : Congestion urbaine dans la ville de Batna - extrait du centre ville-	xxix
<b>ANNEXE 11</b> : Variations de la centralité d'intermédiarité en fonction de la configuration routière	xxix
<b>ANNEXE 12</b> : Analyse multicritère pour un choix d'un emplacement optimal	xxx
<b>ANNEXE 13</b> : Isochrones de desserte par une analyses des réseaux (zones de desserte)	xxxi



## ANNEXE 1 : Archive des décrets de fondation de la ville de Batna en 1848

Figure 110. Choix de l'emplacement (à gauche) et le décret de fondation de Batna (à droite).

12 février 1844	12 Septembre 1848
<p align="center"><b>CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE BATNA</b></p> <p>La campagne glorieuse de 1813 contre Abdel Kader avait porté ses fruits, en Algérie et en France.</p> <p>En Algérie, une forte bande du Tell, de la Tunisie au Maroc, était désormais soumise et ouverte à la colonisation, où tout au moins au commerce européen ; en France, les adversaires de l'occupation avaient fini par accepter, à peu près, le nouvel état de choses.</p> <p>Cependant, l'émir, très diminué, n'était pas abattu.</p> <p>Dans le Sud, ses lieutenants, et l'ex-bey de Constantine, Ahmed, malmenaient fort les aghas nommés par nous.</p> <p>Ben Ganah, notre cheik à Biskra, avait été forcé de fuir devant le kalifa de l'émir, Mohamed-Sghir.</p> <p>Le duc d'Almale désigné comme gouverneur de Constantine, à la fin de 1813, résolut de rétablir le prestige français et de réinstaller Ben Ganah.</p> <p>Malgré l'inclemence de la saison, une colonne fut mise en route sur le Sud, sous les ordres du colonel Buttafoco, dans les derniers jours de janvier.</p> <p>Le 12 février, nos troupes arrivaient exactement à mi-chemin de Constantine et de Biskra et Buttafoco y établit son bivouac au milieu d'une plaine marécageuse, entourée de petites collines facilement défendables.</p> <p>A 11 kilomètres au Sud-Est de ce lieu, se trouvaient les ruines de l'antique cité de Lambèse (Lambæsis) et à deux kilomètres à l'Est, d'autres ruines moins importantes, appelées par les arabes Ras-el-Atoun.</p> <p>Le colonel Buttafoco, trouva la situation de ce lieu parfaitement propice à l'établissement d'un camp intermédiaire entre Constantine et Biskra, et il y fit élever une redoute en pierres sèches et en fascines où il laissa ses malades, ses impotents et une partie de ses approvisionnements, pour les reprendre en revenant de son expédition sur Biskra.</p> <p>Faute d'une désignation déjà existante, on nomma ce nouveau camp : « Batna », ce qui signifie : bivac.</p> <p>Autour de ce camp sont venues se grouper quelques cantines, et quatre ans plus tard, un décret du 12 septembre 1848, décidait que ce poste militaire serait érigé en ville, sous le nom de « Nouvelle-Lambèse », appellation qui ne fut jamais adoptée par l'usage.</p> <p>En 1871, Batna fut en partie détruite par les insurgés.</p> <p>Le colonel Buttafoco, en établissant son camp de Batna, eut une précaution des plus louables au point de vue archéologique, il fit inscrire dans la consigne générale du camp que toutes les pierres sculptées ou gravées, qui seraient trouvées aux environs, devraient être recueillies et rangées avec soin. Ainsi, ce furent les soldats du 2<sup>e</sup> de ligne qui organisèrent le premier musée de Batna.</p> <p>Cette tradition se perpétua, et les hommes du 32<sup>e</sup> de ligne, du 1<sup>er</sup> étrangers, et du 3<sup>e</sup> chasseurs d'Afrique, qui occupèrent Batna et les environs prirent un soin jaloux de tout ce qui pouvait rappeler le souvenir de la 3<sup>e</sup> légion romaine, qui avait occupé le pays dix-huit siècles avant eux.</p> <p align="right">Gaston MARGUET.</p>	<p align="center"><b>DECRET DE FONDATION DE BATNA</b></p> <p>Par décret du pouvoir exécutif, en date du 12 septembre 1848, il fut décidé qu'une ville française serait créée sur le plateau de Ras-el-Atoun, par 35°7' de latitude nord et 3°9' de longitude est, à 120 kilomètres au sud de Constantine, à 122 kilomètres au nord de Biskra, à 10 kilomètres nord-ouest des ruines romaines de Lambessa, et à 40 kilomètres de celles de Tumigadis (ou Timgad).</p> <p>Cette ville devait porter le nom de « Nouvelle-Lambèse ».</p> <p>En ce lieu existait déjà, depuis le 12 février 1844, un camp retranché établi là par le colonel Buttafoco, du 2<sup>e</sup> de ligne, pour servir d'étape sur la ligne de Constantine à Biskra. Ce camp, à défaut d'autre désignation, avait reçu des indigènes du voisinage, le nom de « Batna », ce qui signifie : « le bivouac ».</p> <p>Autour de ce camp étaient venues spontanément se grouper quelques cantines, et le colonel Buttafoco, pressentant l'avenir de ce point stratégique, avait fait tracer les alignements d'une future ville française, avec des voies tirées au cordeau, larges et se coupant à angle droit. Il avait fait relever, parmi les ruines romaines qui se trouvaient en ce lieu, et mettre en bordure des voies, comme en un musée, toutes les pierres gravées ou sculptées, et, bien avant l'existence effective de ce centre, il y avait déjà là une curieuse reconstitution de l'époque romaine, établie par les soins des soldats du 32<sup>e</sup> de ligne, du 3<sup>e</sup> chasseurs d'Afrique et du 1<sup>er</sup> étranger, qui succédèrent au 2<sup>e</sup> de ligne.</p> <p>La Nouvelle-Lambèse fut dotée d'un territoire de colonisation de 8.700 hectares, qui n'a pas augmenté depuis lors.</p> <p>Cette dénomination, donnée à Batna par le décret du 12 septembre 1848, ne fut pas maintenue. Un décret du 20 juin 1849 supprima le nom de la Nouvelle-Lambèse et laissa subsister le nom arabe.</p> <p>La situation de Batna, à plus de 1.000 mètres au-dessus du niveau de la mer, au milieu d'une immense plaine, arrosée de nombreuses sources, qu'environne, au nord, sur un périmètre de trente mille hectares, de magnifiques forêts de chênes-verts, et de cèdres, lui constitue un climat à écarts excessifs de température. Le thermomètre descend, parfois, au printemps, à 10° au-dessous de zéro pendant la nuit, pour s'élever à 33° de chaleur dans la journée suivante.</p> <p>Ces écarts thermiques sont loin d'être nuisibles aux cultures, qui sont principalement celles du blé dur et des orges escourgeons, avec environ deux cents hectares de prairies et une vingtaine d'hectares de vigne.</p> <p>La population de Batna est d'environ 10.000 habitants, dont la moitié d'Européens, parmi lesquels on compte près de 2.000 français d'origine.</p> <p align="right">Gaston MARGUET.</p>

---

**ANNEXE 2:** Application des techniques de la télédétection infra-rouge thermique dans l'extraction des températures de surface (LST)

Land surface temperature (LST) is one of the most important parameters in the surface process of land–air interaction (Kuenzer and Dech 2013; Li *et al.* 2013). Knowledge of the distribution of LST can provide useful information about the surface physical properties and climate which plays a role in a variety of fields including evapotranspiration, climate change, hydrological cycle, vegetation monitoring, urban climate (especially, urban heat island [UHI] effect) and environmental studies. Furthermore, due to the variable changes of LST, the traditional method to measure surface temperature by a thermometer cannot practically obtain large-scale and continuous LST information (Yang *et al.* 2014). So, development in remote sensing technology and acquired data is recognized as the only viable means to get the LST distribution over the entire globe with sufficient resolution. Today, data from earth observation systems are available and present an opportunity to collect information relevant to urban and peri-urban environments at various spatial, temporal and spectral scales.

Nowadays, in an era of significant technological progress in data, technologies and theories, the above questions still remain important. We need to understand a variety of phenomena, such as urban current temperature changes, urban microclimate dynamics, industry-related thermal water pollution, forest fires flare up and more recently UHI. Temperature is one of the most important physical–environmental variables monitored by Earth-observing remote sensing systems (Worner, 2013). Temperature information with good spatial and temporal coverage is a key to addressing most of these questions and can provide important information about the surface physical properties and climate (Dousset and Gourmelon, 2003). The new Landsat Data Continuity Mission, launched on 11 February 2013, with two thermal infrared bands TIR (10 and 11) provided another opportunity. Satellite data and remotely sensed images are useful for the investigation of surface thermal conditions in urban areas (Walawender *et al.* 2013).

LST is an important parameter for urban climate studies (Heldens *et al.* 2013). Various studies have been carried out, and different approaches have been proposed to derive LST from satellite TIR data using a variety of methods and algorithms. The mono-window (MW) method was first proposed by Qin *et al.* (2001) to determine the LST from previous Landsat series. Since then, a variety of improved MW algorithms have been adapted to retrieve LST for Landsat 8 Thermal Infrared Sensor (TIRS) data. In this study, we employed Landsat 8 data and GIS to show how the analysis and spatial distribution of LST for urban area can be carried out based on MW algorithm improved by Wang *et al.* (2015) using the example of the city of Batna.

For the LST retrieval, we firstly present the computation of the brightness temperature. Secondly, we estimate the required parameters (atmospheric transmittance, land surface emissivity and atmospheric water vapour content) for the MW algorithm. Thirdly, we use MODIS LST products to validate our results, and finally, we combine these steps to mapping land surface temperature, with which the urban structure types can be identified. The main goal of this study was therefore to extract changes in LST in the city of Batna. To this end, a remote sensing satellite data from Landsat 8 TIRS were obtained. These satellite data were acquired in the context of work on the characterization of surface temperatures for which summer acquisition date was required to avoid the cloudy pixel problem. For this study, it would have

actually been more useful to work on scenes taken in the summer season. Indeed, on the images put in this work, the clouds do not cover our zone of study; however, the images available in the archive acquired in winter and autumn represent important spots of clouds, so we decided to use the present images in order to avoid the effect of clouds, therefore get more representative results. Furthermore, Wang *et al.* (2015) indicated that data from the Landsat 8 TIRS Band 11 have large uncertainty and suggested using TIRS band 10 data as a single spectral band for LST estimation; for this reason, present work provides the use of L8 band 10. On the other hand, the information acquired from various satellites data is processed in a multi-software platform, in order to calculate the land surface temperature. For this purpose, we used two complementary software: ArcGis10.1 and ENVI4.7.

### 1. TOA spectral radiance

TOA (top of atmospheric) spectral radiance was calculated by multiplying multiplicative radiometric rescaling factor of TIR bands with its corresponding TIR band and adding additive rescaling factor where:

$$L\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (5)$$

where  $L\lambda$  is the spectral radiance in watts/(m<sup>2</sup> srad<sup>-1</sup> μm<sup>-1</sup>);  $M_L$  is the band-specific multiplicative rescaling factor obtained from the metadata (0.000342);  $A_L$  is the band-specific additive rescaling factor obtained from the metadata (0.1);  $Q_{cal}$  is the DN value for the quantized and calibrated standard product pixel of band 10.

### 2. Brightness temperature

Brightness temperature is the electromagnetic radiation travelling upward from the top of the Earth's atmosphere (Latif, 2014). After getting the radiance value, it should be converted to brightness temperature BT with the help of the following equation:

$$T_{10} = \frac{K_2}{\ln\left[\left(\frac{K_1}{L\lambda}\right) + 1\right]} \quad (6)$$

Where  $T_{10}$  is the brightness temperature;  $K_1$  and  $K_2$  are thermal conversion constants (Table 56), which can be found in the metadata file of the Landsat image;  $L\lambda$  is top of atmospheric radiance.

Table 56. K1 and K2 values.

Thermal constant	Band 10	Band 11
K1	777.89	480.89
K2	1 321.08	1 201.14

### 3. Land surface emissivity

The emissivity is radiative properties of objects. It characterizes the ability of a body to emit radiation (Rhinane *et al.* 2012). The knowledge of land surface emissivity is necessary to obtain surface temperature. To do this, Zheng *et al.* (2010) put forward a set of formula to estimate the emissivity of town and natural surface.

$$\varepsilon_{town} = 0.9608420 + 0.0860322Pv - 0.0671580Pv^2 \quad (7)$$

$$\varepsilon_{\text{natural}} = 0.9643744 + 0.0614704P_v - 0.0461286P_v^2 \quad (8)$$

Where  $P_v$  represents the vegetation proportion obtained according to (Carlson and Ripley 1997):

$$P_v = \left[ \frac{\text{NDVI} - \text{NDVI}_s}{\text{NDVI}_v - \text{NDVI}_s} \right]^2 \quad (9)$$

NDVI: Normalized difference vegetation index, calculated as the combination of band near infrared and red:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Red} - \text{NIR}}{\text{Red} + \text{NIR}} \quad (10)$$

$\text{NDVI}_s$  (or  $\text{NDVI}_{\text{min}}$ ) is the NDVI of soil, in our study area equal to  $-0.096$ .

$\text{NDVI}_v$  (or  $\text{NDVI}_{\text{max}}$ ) is the NDVI of vegetation equal to  $0.4$ .

#### 4. Land surface temperature

The LST can be obtained by adopting MW algorithm developed by Qin *et al.* (2001) for Landsat TM6. According to Wang *et al.* (2015), we adopted the MW algorithm in the following form for LST retrieval from L8 TIRS (B10):

$$T_s = \frac{1}{C_{10}} \{ \alpha(1 - C_{10} - D_{10}) + [b(1 - C_{10} - D_{10}) + C_{10} + D_{10}]T_{10} - D_{10}T_a \} \quad (11)$$

Where  $T_s$  is the LST in Kelvin;  $T_{10}$  is the brightness temperature of L8 band 10;  $T_a$  is the mean atmospheric temperature;  $\alpha$  and  $b$  are the constants used to approximate the derivative of the Planck-radiance function for the TIRS band 10 given in Table 57:

$C_{10}$  and  $D_{10}$  are the internal parameters for the MW algorithm given as follows:

$$C_{10} = \varepsilon_{10}\tau_{10} \quad (12)$$

$$D_{10} = (1 - \tau_{10})[1 + (1 - \varepsilon_{10})\tau_{10}] \quad (13)$$

$$T_a = 16.0110 + 0.92621T_0 \text{ (Mid-latitude summer)} \quad (14)$$

$T_0$ : The near-surface air temperature.

For estimating the LST by mono-window algorithm, it is necessary to determine the atmospheric transmittance  $\tau$  and atmospheric water vapour content  $W$ . Several authors (Qin *et al.* 2001; Jimenez- Munoz and Sobrino, 2004; Labbi and Mokhnache 2015; Wang *et al.* 2015) have shown that there is a linear relationship between  $\tau$  and  $W$  in thermal infrared band (Table 58).

The atmospheric content in water vapour can be derived according to the humidity  $\phi_r$  and the partial pressure of water vapour in the air  $P_s$  (Rhinane *et al.* 2012).

$$W = \frac{0.493 \cdot \phi_r \cdot P_s}{T} \quad (15)$$

$$P_s = e \left[ 26.23 - \frac{5416}{T} \right] \quad (16)$$

Where  $T$  is the effective temperature estimated from the air temperature.



Table 57. Coefficients a and b according to Wang *et al.* (2015).

Temperature range (°C)	a (band 10)	b (band 10)
20–70	–70.1775	0.4581
0–50	–62.7182	0.4339
–20 to –30	–55.4276	0.4086

Table 58. Estimation of atmospheric transmittance.

Atmospheres	Band 10	Band 11
High air temperature	0.4–1.6	$\tau = 0.974290–0.08007w$
	1.6–3.0	$\tau = 1.031412–0.11536w$
Low air temperature	0.4–1.6	$\tau = 0.982007–0.09611w$
	1.6–3.0	$\tau = 1.053710–0.14142w$

In order to validate the results and analyse the relationship between MODIS LST data and retrieved LST from Landsat8 TIRS (figure 111), scatter plots and linear fitting were done with the help of 667 samples between LST values and the corresponding MODIS values. Statistical analysis showed (figure 112) that the correlation coefficient reached 99%,  $R^2 = 0.994$ , which means that there was significant positive correlation between LST estimated by MW algorithm and NASA's MODIS data provided by USGS. That is to say, in area with the lack of some parameters to estimate LST, the results obtained have a reliability and accuracy.

The LST of Batna city shown in the following figure 113 was retrieved from Landsat 8 data using the improved MW algorithm of Wang *et al.* (2015) according to computed results of surface emissivity and brightness temperature. It can be seen that LST in the study area ranged from 29.81 to 44.38 °C with a mean of 37.91°C. Statistically, within the study area (8 722.54 ha), 35.09% of the surface presents high temperature HT, 53.91% moderate temperature MT and 10.98% low temperature LT. On the whole, the city of Batna was a moderate temperature (figure 114) since more than 4 703 ha of the area falls within the MT categories. Moreover, the figure illustrates that the highest LST was traced in the north, east and west of the study area, where barren lands (1) were mostly found, while the lowest temperatures are marked in the highly elevated regions (2) with dense forests in north-eastern and southern of the study area. Similarly, the moderate temperatures are seen in the urban surface (3).

Figure 111. Retrieved LST from MODIS LST (a) and Landsat8 TIRS (b).

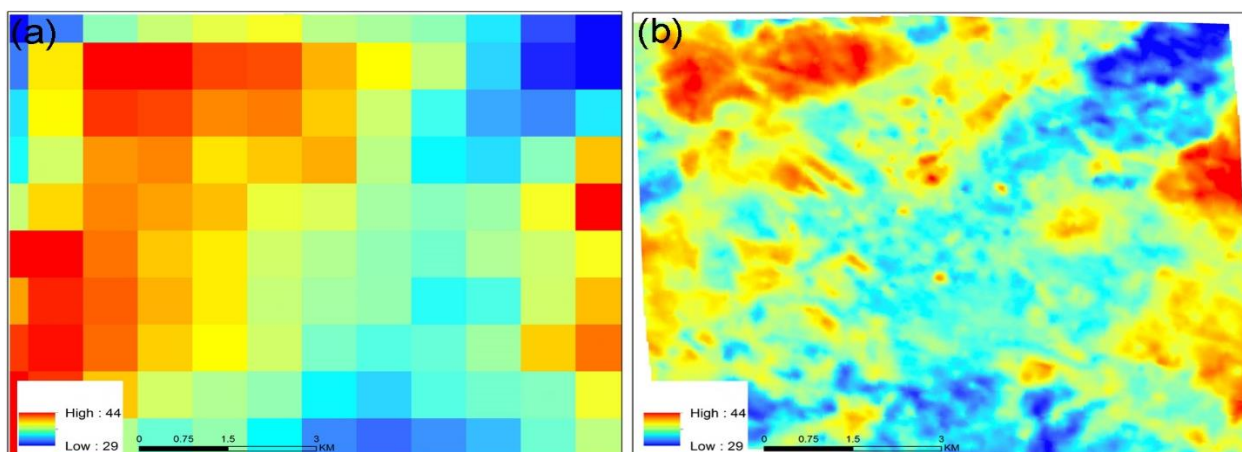




Figure 112. Scatter plots of correlation analyses of retrieved LST and MODIS LST.

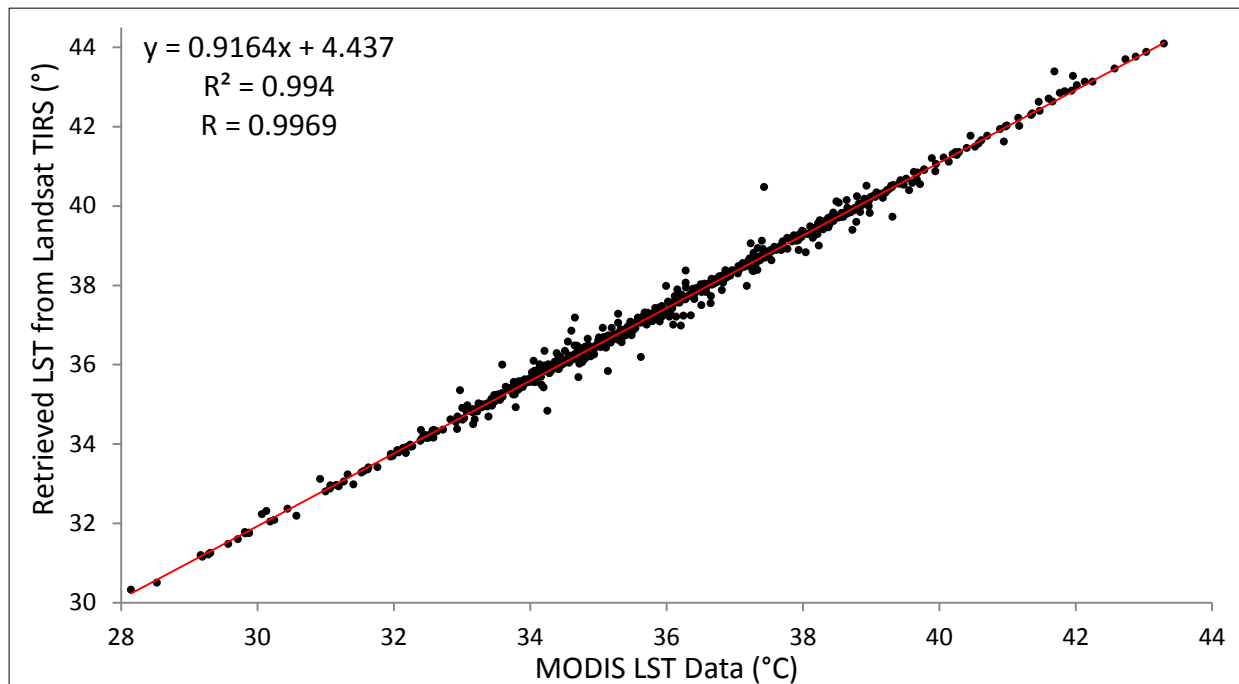


Figure 113. The retrieved LST by MW algorithm of Batna city.

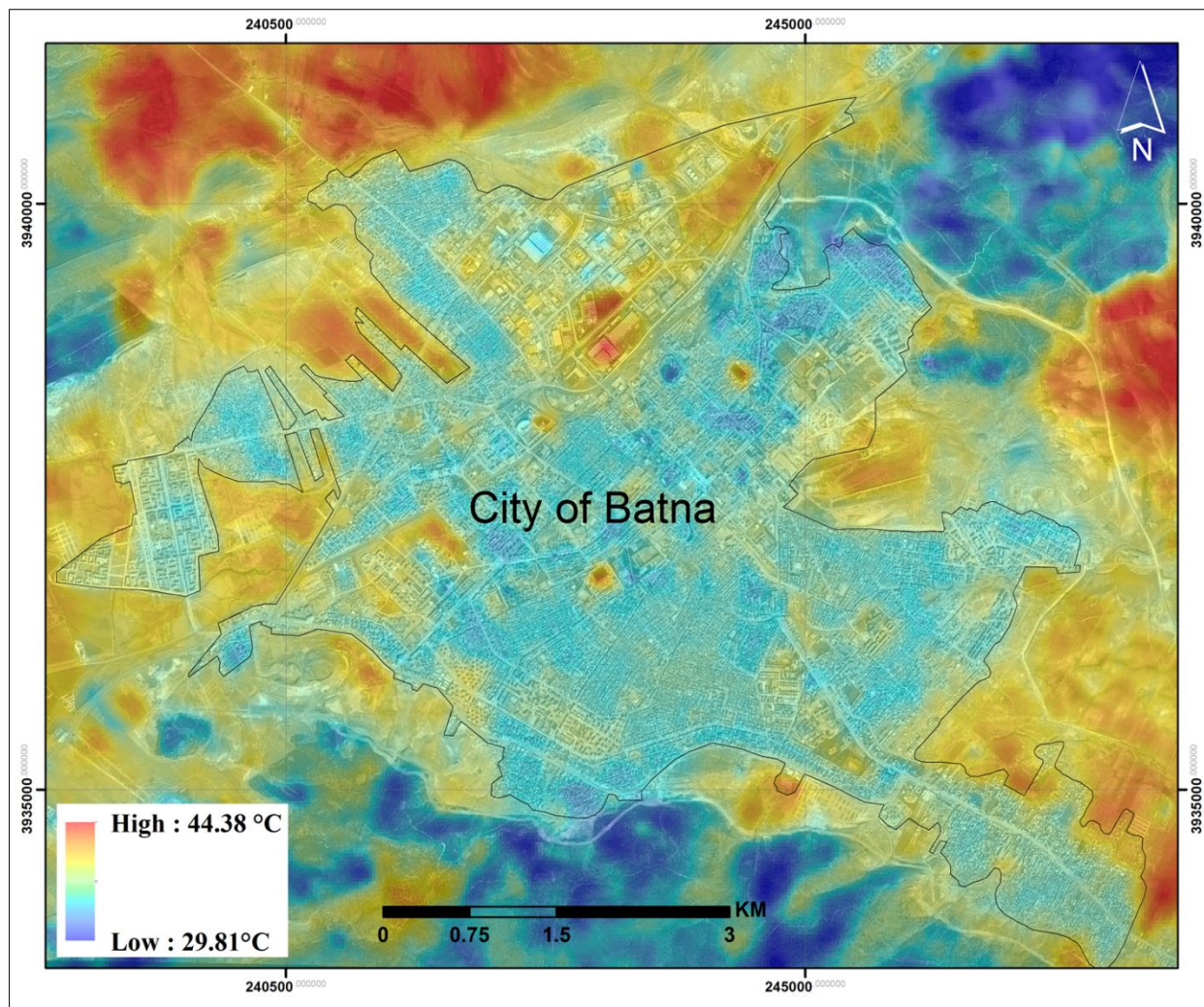
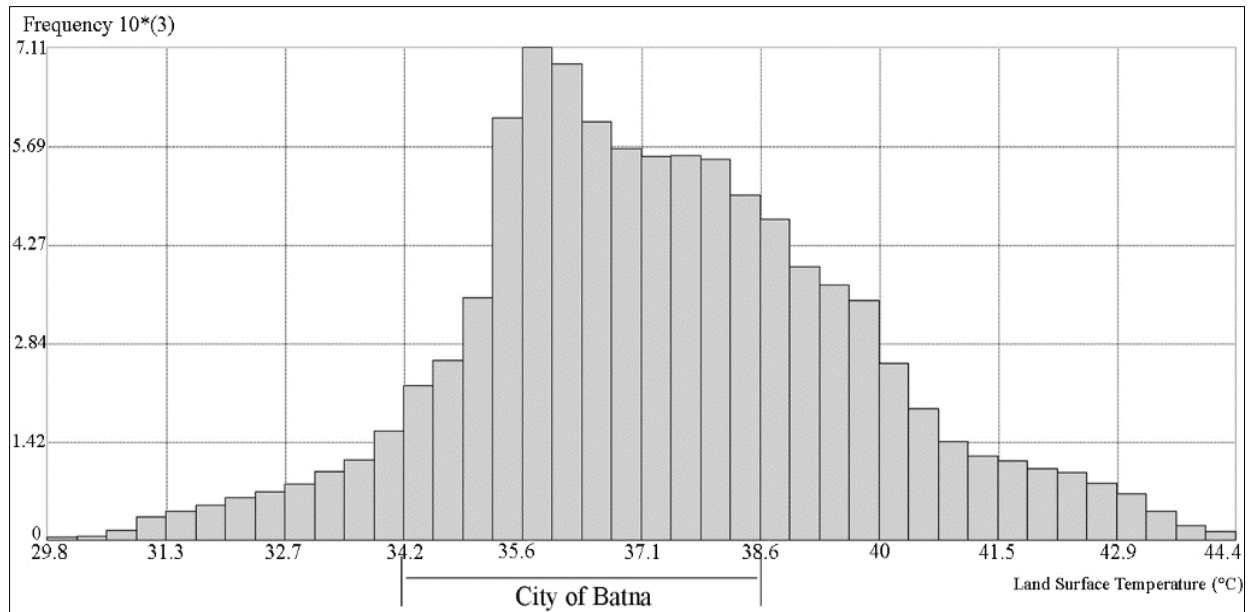


Figure 114. Histogram distribution of LST in the study area (city of Batna)



Three main centres of very high heat emission can be easily distinguished. These are industrial area of the city (43 °C) with total area of 370 ha, social collective habitat (38 °C) and public facilities like stadium tartan (39 °C). Indeed, the strong overheating of these classes is caused by very high heat capacity of predominant artificial surfaces (asphalt, roof sheeting, etc.) but also a very small share of vegetation between discontinuous urban fabrics. Another feature of LST distribution in the region is that the surrounding bare ground (clay soil and sandstone) has very high LST (more than 40 °C). This is due to the specific thermal properties, such as thermal conductivity, heat capacity and thermal inertia. Additionally, the bare ground surface exposed to solar radiation especially between 08:00 and 12:00 warms up very quickly which makes the contrast between the city and these areas significantly visible (difference of 9 °C). Quantitatively, bare ground occupied 2058.52 ha or 23.60% of the total study area.

On the other hand, the coldest spots in this area are very distinctive. With an area of 1 800.26 ha occupied mostly by Aleppo pine (*Pinus halepensis*), the northern slopes covered by the Dj Ich Ali forest (1 300 m) and the forest covering southern slopes of Dj Azzeb (1 200 m) marked the lowest temperatures (between 31 and 29 °C, respectively). Indeed, as shown in figure 113, some influence of aspect on the spatial distribution of LST and its relationship with severity levels, cover type and hour of the day is observed. High LST values are systematically registered on SE-facing slopes. Conversely, values corresponding to pixels in NNE- and SW-facing slopes register lower LST.

Temperature reduction by trees is mainly caused by two factors: direct shading and evapotranspirational cooling. On a hot summer day, lower temperatures are marked also in villa zones and urban greens with a temperature less than 34 °C. The figure 113 presents also one of the biggest and oldest parks in the city of Batna. With a total area of 1.60 ha surrounded by a dense urban fabric, this park clearly shows the climatic impact of green space. LST within this park can be 2–3 °C lower than in the surrounding built-up areas. On the basis of this park, we can conclude that open spaces types with a high percentage cover trees are the most effective vegetation element for reducing overheating in urban areas.

**ANNEXE 3** : Analyse de l'étalement urbain de la ville de Batna par la technique de télédétection (Shannon's entropy indexe).

In 2008, half of the world population started living in urban areas (Tewolde and Cabral, 2011). In Algeria, over the past four decades, the notable events which emerges from the general population and housing census (RGPH) is the rapid growth of the urban population representing 66.3% of the population in 2008 while it was 49% in 1987 and 31% in 1966, whereas the rural population showed a negative growth which decreased from 68% in 1966 to 33% in 2008 linked to the transformation of the relations between town and country (immigration and transferring of rural population to urban centres). This study presents the case of Batna city in the eastern of Algeria. Batna's resident population reached 319 742 inhabitants on 2013 while it was estimated at 289 504 in the latest RGPH in 2008, which correspond to a population growth, the rate of 2.06%. This latest census indicates that 26.1% of Batna province population is grouped in Batna city on 0.99% of the territory. Indeed, much of the urban expansion has occurred as sprawl around the central urban core, with many of the most affluent residents migrating to the periphery. From 1972 to 2013, the land area of the city increased by almost 7 percent, while the population only grew by 3 percent. Today, Batna is one of the most rapidly developed urban areas of the state. The increase of the urban perimeter has generated a many problems, among other ones, related to the development of peri-urbanization, unplanned and uncontrolled spreading of urban development into areas adjoining the edge of a city, and recently enormous urban sprawl. This is the result of an urban dynamic not accompanied with an appropriate instrumentation concerning urban planning in order to control and regulate its growth.

Any form of urban growth is not necessarily synonymous with urban sprawl. However, urban sprawl, as a concept, suffers from difficulties in definition (Roca *et al.* 2004). Peiser (2001) considers that urban sprawl term is used to mean '*greedy and ineffective use space and a monotonous, uninterrupted and discontinuous development*'. Charles *et al.* (2006) defines the urban sprawl as being '*a model of urban and metropolitan growth which reflects a low density, an automobile dependence and a new development of the zones to the fringe, often in the neighborhoods of the city*'. In Algeria, any public policy based on regulatory instruments, by its nature, the land is a scope and an essential means of political planning, urbanism, planning and housing. This is obviously an instrument of intervention and regulation as it is a factor of production, concentration and management of interests and wealth. Established by the law 90-29 issued in 1 December 1990, on urban and city planning, and the law 90-25 issued in 18 November 1990, carrying the land orientation, texts and tools regulating land sector in Algeria seem inadequate. Regulatory dispositions and administrative practices impose constraints which people cannot respect. These inappropriate dispositions require the majority to seek solutions to their problems in irregular and informal field, outside the guidelines of planning tools, which gives large areas with constructs a poor quality, usually not straight and they suffer lack of basic equipment and areas, which cause accumulation. Within this framework, to control the urban growth and minimize the problems caused, policymakers in the difficulty of obtaining sets of spatial data accurate enough to detect the growth of the city, need decision support tools to assist them in management and strict implementation of urban planning instruments, it is essentially through spatializing of the phenomena that they address question of urbanization. The main goal of our contribution is to make some reflections about the urban sprawl process and to exhibit the integrated use of remote sensing and GIS together with Shannon's entropy in addressing and



quantifying urban growth patterns in the studied area in the last 40 years through Shannon's entropy approach.

Our work has focused on an approach of mapping the urban sprawl by Support Vector Machine classification method from Landsat satellite imagery. It is, in the absence of measures on land and in the absence of available data, to apply SVM classification method. In terms of definition, the SVM is a supervised non-parametric statistical learning technique (Mountrakis *et al.* 2011). Indeed, the machines with vectors of support or separators with vast margin area set of techniques of supervised training in tended to solve problems of discrimination and regression, i.e. to decide to which class a sample belongs. In this regard, The SVM approach consists in finding the optimal hyperplane (figure 115) that maximizes the distance between the closest training sample and the separating hyperplane (Melgani and Bruzzone, 2004). By their strong connection to the underlying statistical learning theory, where they implement the structural risk minimizing for solving two class classification problems (Vapnik, 1995), and their effective in automatic estimation of impervious surfaces (Esch *et al.* 2009), the SVMs are quickly adopted in our work for their capacity to work with large-sized data, limited quantity and quality of training samples (Ghoggali *et al.* 2009; Gidudu *et al.* 2007), their theoretical warranties, and their good performances in practice.

Table 59. Confusion Matrix of the supervised classification SVM\_1972.

Class	UF	CSN	CP	Total
UF	52	3	0	55
CSN	5	1408	0	1413
CP	0	0	22	22
Total	57	1411	22	1490

Table 60. Confusion Matrix of the supervised classification SVM\_1987.

Class	UF	CSN	CP	Total
UF	414	6	1	421
CSN	41	2 386	7	2 434
CP	0	0	119	119
Total	455	2 392	127	2 974

Table 61. Confusion Matrix of the supervised classification SVM\_2001.

Class	UF	CSN	CP	Total
UF	265	1	0	266
CSN	16	3 280	2	3 298
CP	0	1	50	51
Total	281	3 282	52	3 615

Table 62. Confusion Matrix of the supervised classification SVM\_2013.

Class	UF	CSN	CP	Total
UF	900	10	3	913
CSN	38	925	14	985
CP	0	12	374	396
Total	938	961	403	3 330

By analyzing the tables 59, 60, 61 and 62, the matrix of confusion shows that the various classifications carried out by SVM method have a very high performance, of which total precision given equal to 96% and the Kappa coefficient equal to 93% (table 63).

Table 63. Validation the results of classification by good values of GP and KC

Matrix of Confusion	Global Precision (GP)	Kappa Coefficient (KC)
Confusion Matrix 1972	0.952	0.890
Confusion Matrix 1987	0.966	0.948
Confusion Matrix 2001	0.960	0.936
Confusion Matrix 2013	0.963	0.950
Average (%)	96.06	93.12

The Shannon's entropy was computed in this study to detect the urban sprawl phenomenon (Yeh and Li, 2001). Entropy is calculated according to the following formula :

$$H_n = -\sum P_t \log_e(P_t) \quad (17)$$

Where;  $H_n$  is the Shannon's entropy index,  $P_t$  is the proportion of the variable (built-up) in the  $i$ th zone and  $n$  is the total number of zones. This value ranges from 0 to  $\log(n)$ , if the distribution is very compact then the entropy value would be closer to 0 and when the value closer to  $\log(n)$  the distribution is more dispersed.

In order to calculate Shannon's Entropy, the study area was divided into five zones using multiple concentric circles created around the city center at 1 000 meters interval (figure 116). Table 64 shows the Shannon's entropy results for 1972, 1987, 2001 and 2013.

Table 64. Shannon's Entropy Value for the years 1972, 1987, 2001 and 2013

Years	1972	1987	2001	2013	$\log(n)$
1	-0.31	-0.129	-0.073	-0.043	1.60
2	-0.128	-0.345	-0.312	-0.346	1.60
3	-0.031	-0.317	-0.360	-0.365	1.60
4	-0.015	-0.08	-0.147	-0.238	1.60
5	-0.0028	-0.04	-0.07	-0.143	1.60
Value of Shannon's entropy $H_n$	0.486	0.911	0.962	1.135	1.60

The entropy used for detect and measure the sprawl of the city and was calculated for each individual zone ( $n$  is the total number of zones. i.e.,  $n = 5$ ), the results show that Batna city was always sprawled. However, relatively lower value of Shannon's entropy (0.486) was marked in the year of 1972 and largest values 0.911, 0.962 and 1.135 for 1987, 2001 and 2013 respectively. It indicates that at the time of 1972 the built-up area was distributed compact and homogeneous around the city center. Also, it should be noted that the entropy values have continuously increased during 1987, 2001 and 2013 to be close to the upper limit of  $\log(n)$ , 1.60 i.e. which means that the city has experienced sprawl. Statistically, the surface of the city increased from 483.43 ha in 1972 to more than 1 321.32 ha in 1987, either rate of evolution of 173.32%, and from 2 056.30 ha in 2001 to more than 2 852.41 ha in 2013, or a rate of 38.71%. That is to say that, on average, Batna city needs 57 ha every year for its extension. Results reveal that land development on global (7.87%) is more than two times the population growth (3.86%). Indeed, urban growth before 1990 is a logical response of a demographic growth marked the first two decades of independence (from 55 017 inhabitants in 1966, to more than 184 000 in 1987). It was accompanied by national policy based on the principle of 'Economy planned' and 'industrializing industry' which involved a considerable increase in urban system of the city. After 1990, by displacement of the rural population to the city, because of security conditions that Algeria has known in the 90s (whether a population growth rate of



2.3%), and the release of land market, characterized by the appearance of new actors in land management (private owners), a major redistribution of human workforce operates in the city, causing an extensive consumption of peripheral grounds, situation since a few years began to present signs of urban saturation under the influence of urban sprawl.

Visual examination of satellite images acquired shows that the occupation of soil changes are identified mostly in the city, previous map can help detect changes of the city since 1972. We are located in the city of Batna in few 900 – 1 200 meters altitude. Eastward, more than 1 954.61 ha of agricultural and plain land remained in continuous decline that due to the existence of a national road (NR # 31) connecting the city of Batna with the province of Khenchela which gives to the places adjacent a commercial importance translates rapidly by modifications on ground (from 56.26 ha in 2005 to 105.77 ha in 2013). Modifications operated in this zone; the replacement of the agricultural lands and open green spaces by built surfaces of commercial and individual habitat type, such the road of Tazoult and sector of Parc à Fourrage which does not cease to spread out inside agricultural lands (in average, Batna lose 2 522.2m<sup>2</sup>, of the best agricultural lands every year for illegal growth). As you move south more changes and spreads operated the last 40 years, among these changes is Bouakal, Tamchit and Douar Eddis sectors, this trend is now almost blocked by the relief (slopes DJ Ich Ali 1 400m), but here we notice the gradual filling of the inbuilt space especially by individual houses. We are located west of the city; the changes made here are clearly on large and fairly ground. The installation of Hamla city (over 120 000 inhabitants), multi- functional city (university residences, public buildings...) with a total area of 105.62 hectares, this area is completely installed on a plain platform very fertile, in similar, we add the considerable evolution of the road of Hamla, B'china and Boukhris sectors, where informal habitat (individual) is the most spectacular. It should be noted that the continued growth of B'china and Boukhris (46.23 ha in 2005 to 87.23 ha in 2013) is currently almost faced by relief of Dj Boumerzoug (1 700m). Finally, we headed North where we could distinguish and report some modifications and changes on the territory, among these changes we quote Bouzorane sector, which is completely stopped by the relief (Koudiet Bouzorane 1 150m), on the other hand, the side of the road of Constantine, sprawl continues to increase to Fesdis city at 6 Km; conurbation phenomenon with the municipality.

In conclusion, *'Batna constitutes a fertile environment of a fabulous wealth with the big advantage to be just a step from France [...] from then on, few years Batna will become too small to maintain the mass of its inhabitants, believe it !'* (Pères et Delessert, 1875). The attractiveness of Batna city is a very old phenomenon, whose consequences on the current space constitute a real field of studies and experimentation through to the syndromes of the bad development and recently to urban sprawl. The main objective of this paper was to verify the ability of this type of multi-dates images provided by the satellite Landsat to identify the contours of the urban fabric, what led us to evaluate the spatiotemporal spreading of the city. Furthermore, Shannon's entropy is a good method to detect and measure the spatial pattern of urban growth. The entropy value indicates an increase in the degree of dispersion of urban sprawl (from 0.486 in 1972 to 1.135 in 2013). This study presents an exhaustive assessment of urban sprawl status for the city which can be used by decision makers for ensuring sustainable urban development. Finally, the study demonstrates that remote sensing technique in combination with Geographic information system (GIS) is very useful for urban monitoring and future planning at local or global level.

Figure 115. Linear support vector machine example

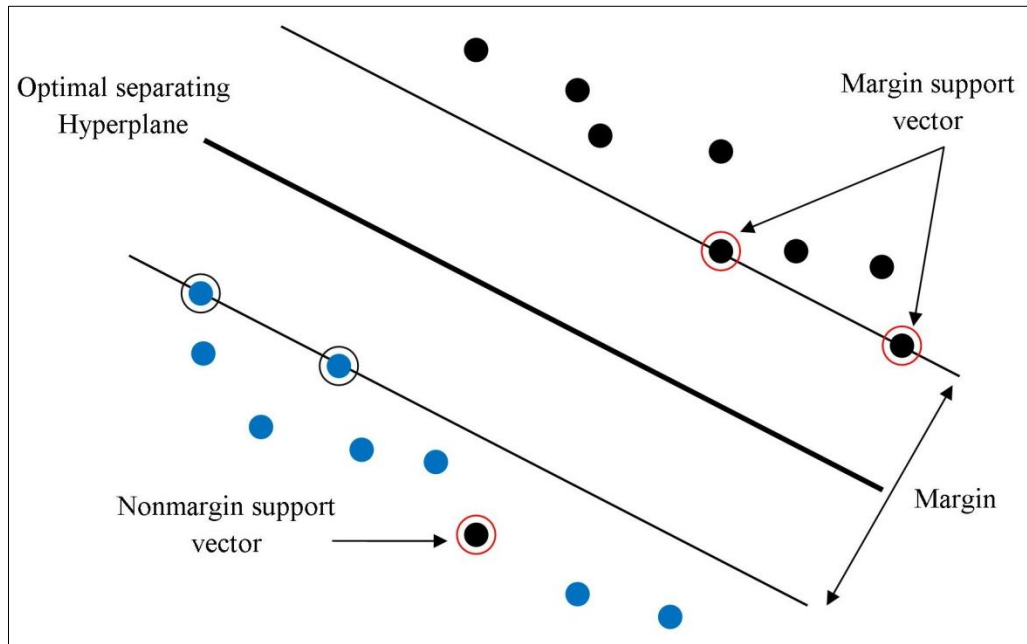
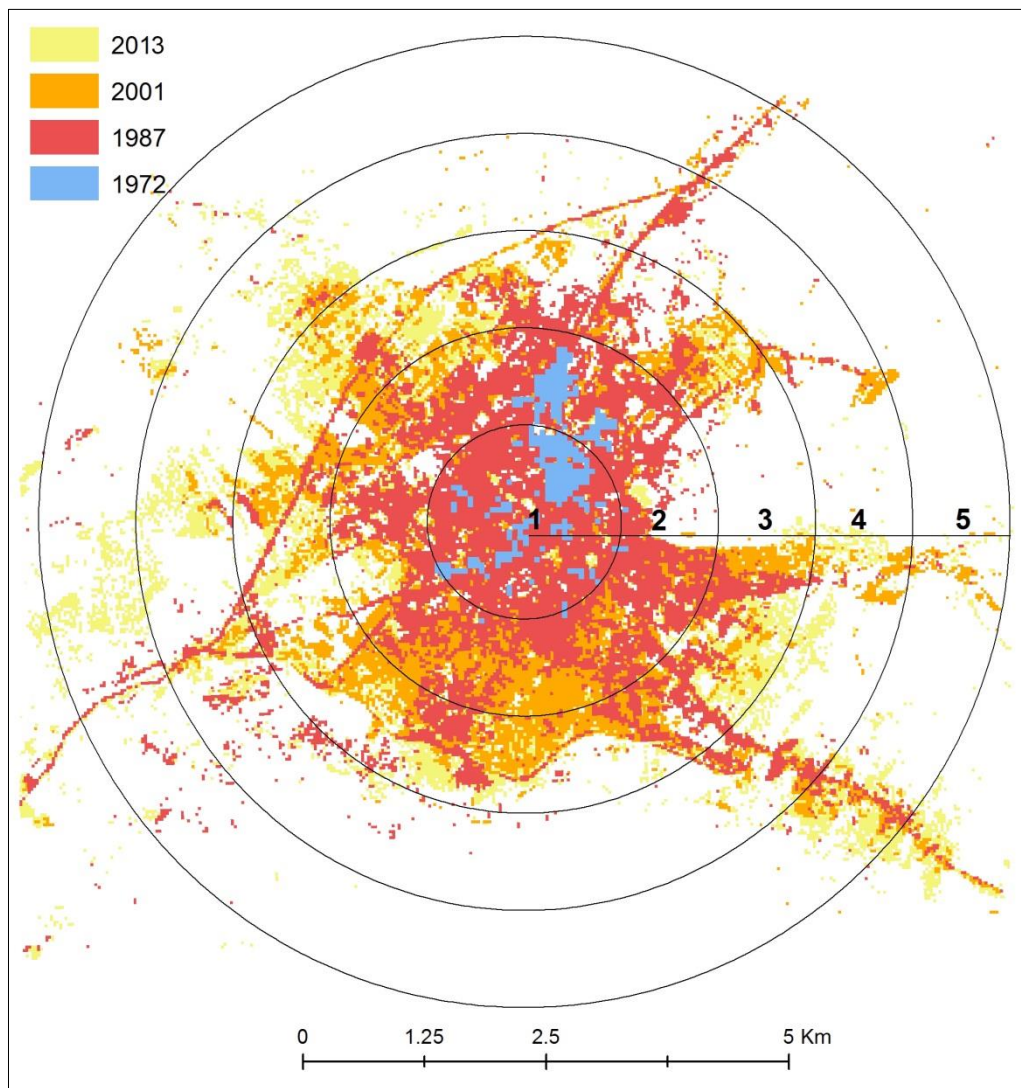
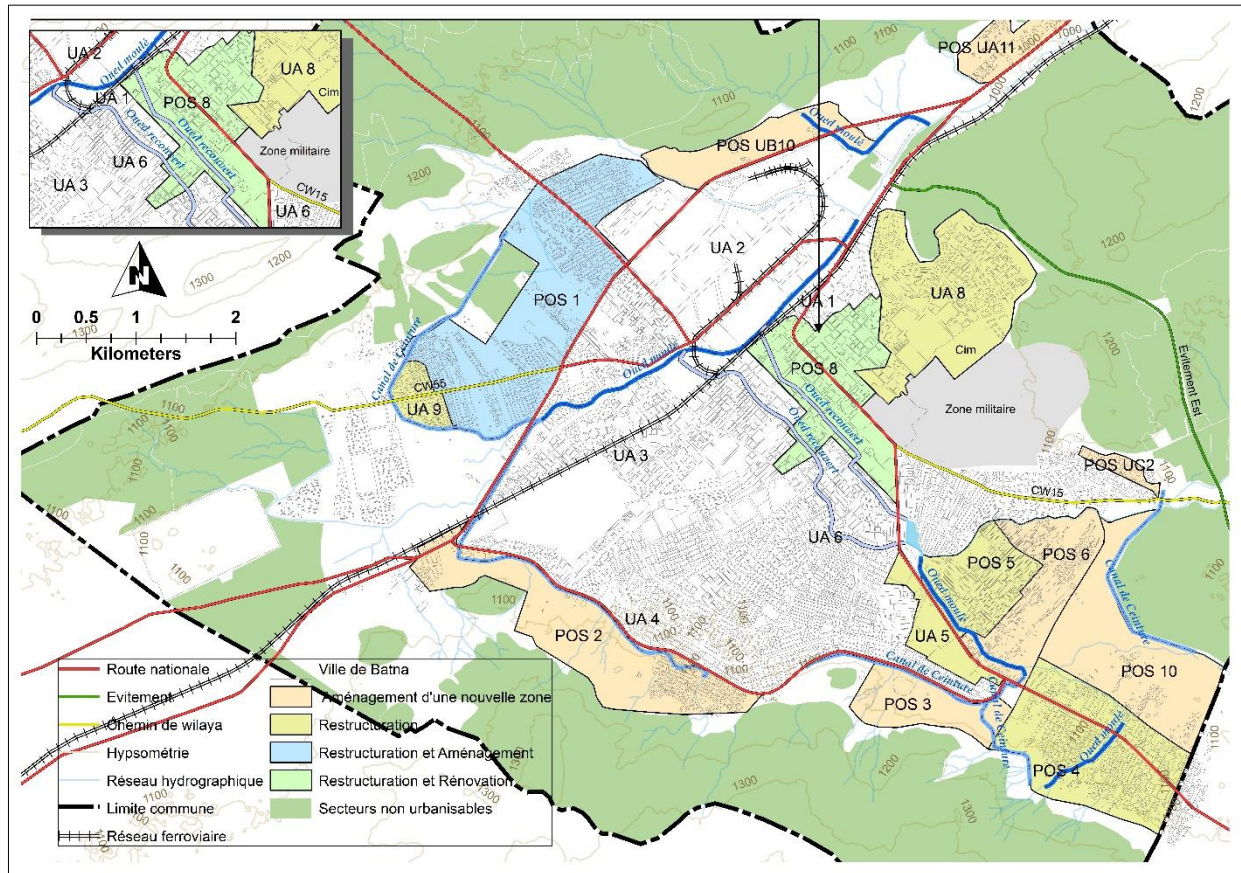


Figure 116. Buffer Zones around the study site (city of Batna)



### ANNEXE 4 : Les majeures orientations d'aménagement

Figure 117. Les orientations d'aménagement dans la ville de Batna (PDAU 1998)



### ANNEXE 5 : Dictionnaire de données

Figure 118. Page web synthétique du dictionnaire des données (tiré d'ArcGIS diagrammer).

ArcGIS Diagrammer

file:///C:/Users/halim/AppData/Local/Temp/F517974F4C6D4C18B08E5ECCFFD0742D.htm#OC\_Foncier

Google Traduction Google Facebook - Connex... Sign in to your Micr... Papers - City Form... MSCUD 2009-10: St... EE EarthExplorer Passeport Biométri... Joh and Pete: Seac... map

[Back to Top](#)

**Secteurs\_Urbanisation**

Alias

Dataset Type FeatureClass

FeatureType Simple

Geometry: Polygon

Average Number of Points: 0

Has M: No

Has Z: No

Grid Size: 0.009150430559363991

Field Name	Alias Name	Model Name	Type	Presc.	Scale	Length	Null
OBJECTID		OBJECTID	OID	0	0	4	No
Shape		Geometry	Geometry	0	0	0	Yes
Id	Id	Id	Integer	0	0	4	Yes
libellé	libellé	libellé	String	0	0	15	Yes
libellé_long	libellé_long	libellé_long	String	0	0	50	Yes
vocation	vocation	vocation	String	0	0	30	Yes
Etat_POS	Etat_POS	Etat_POS	String	0	0	10	Yes
OccupInterd	OccupInterd	OccupInterd	String	0	0	50	Yes
type_Doc	type_Doc	type_Doc	String	0	0	50	Yes
Commune	Commune	Commune	String	0	0	6	Yes
PV	PV	PV	String	0	0	7	Yes
Date	Date	Date	Date	0	0	8	Yes
Superficie	Superficie	Superficie	Double	0	0	8	Yes
Echéance	Echéance	Echéance	String	0	0	50	Yes
BureauResp	BureauResp	BureauResp	String	0	0	50	Yes
TypeInterv	TypeInterv	TypeInterv	String	0	0	50	Yes
SupOccupé	SupOccupé	SupOccupé	Double	0	0	8	Yes
SupReste	SupReste	SupReste	Double	0	0	8	Yes
PDAUréf	PDAUréf	PDAUréf	String	0	0	10	Yes
DateApprob	DateApprob	DateApprob	Date	0	0	8	Yes
LVCC	LVCC	LVCC	Double	0	0	8	Yes
CapLogPOS	CapLogPOS	CapLogPOS	Double	0	0	8	Yes
PorcOccup	PorcOccup	PorcOccup	Double	0	0	8	Yes
reglement	reglement	reglement	String	0	0	50	Yes
OccupAutori	OccupAutori	OccupAutori	String	0	0	50	Yes
loi_reglem	loi_reglem	loi_reglem	String	0	0	50	Yes
Observatio	Observatio	Observatio	String	0	0	50	Yes
Id_PDAU	Id_PDAU	Id_PDAU	Integer	0	0	4	Yes
Shape_Length	Shape_Length	Shape_Length	Double	0	0	8	Yes
Shape_Area	Shape_Area	Shape_Area	Double	0	0	8	Yes
Photo		Raster	Raster	85	69	0	Yes

Subtype Name	Index Name	Ascending	Default Value	Unique	Domain	Fields
RDO_OBJECTID	RDO_OBJECTID	Yes		Yes		OBJECTID
Shape_INDEX	Shape_INDEX	Yes		Yes		Shape



Figure 119. Extrait synthétique d'un rapport de données (tiré d'ArcGIS diagrammer).

Data Report						
ObjectClass Name	Type	Geometry	Subtype	Total	Extent	Snapshot
<b>Commune</b>						
Bassins_Versants	Feature Class	Polygon		134	225180.1635 253210.0466 3933250.0199 3950849.6698	
Districts	Feature Class	Polygon		315	238318.9476 247825.5788 3935050.008 3942445.1054	
Foncier	Feature Class	Polygon		478	238374.0136 253274.3358 3933931.8347 3943905.6827	
Formations_Lithologiques	Feature Class	Polygon			235293.5794 252937.8614 3933931.8347 3950083.9879	
Geologie	Feature Class	Polygon			235293.5794 252937.8614 3933931.8347 3950083.9879	
Hypsometrie	Feature Class	Polyline			235528.4703 252371.3057 3933940.6292 3950010.6263	
Limite_Commune	Feature Class	Polyline		1	235293.5794 252937.8614 3933931.8347 3950083.9879	
Pentes	Feature Class	Polygon		9549	235293.5794 252937.8614 3933931.8347 3950083.9879	
Stabions_Pluvio	Feature Class	Point		5	235528.0625 256075.2017 3933355.8041 3944153.858	
<b>Plan_Occupation_Sols</b>						
Compos_Urb_Existante	Feature Class	Polygon		4135	236988.6382 247935.675 3935011.0477 3943458.4404	
Compos_Urb_Projete	Feature Class	Polygon		1379	239710.419 248007.3079 3935140.9088 3943635.7326	
Secteurs_Urbanisation	Feature Class	Polygon		19	239570.8458 247945.2498 3935112.4688 3943651.1605	
<b>RESEAU DE GAZ</b>						
Alimentation_Gaz	Feature Class	Polyline		5411	237903.2115 247905.9528 3935244.2153 3941942.3	
Poste_Gaz	Feature Class	Point		108	239057.8138 247879.2721 3936460.1163 3941843.4221	
Vannes_Gaz	Feature Class	Point		1233	238497.4322 247891.2502 3935314.0447 3941867.1593	
<b>RESEAU_AEP</b>						

ANNEXE 6 : Les différentes interfaces WebGIS développées

Figure 120. Page des analyses spatiales (croisement des réseaux)

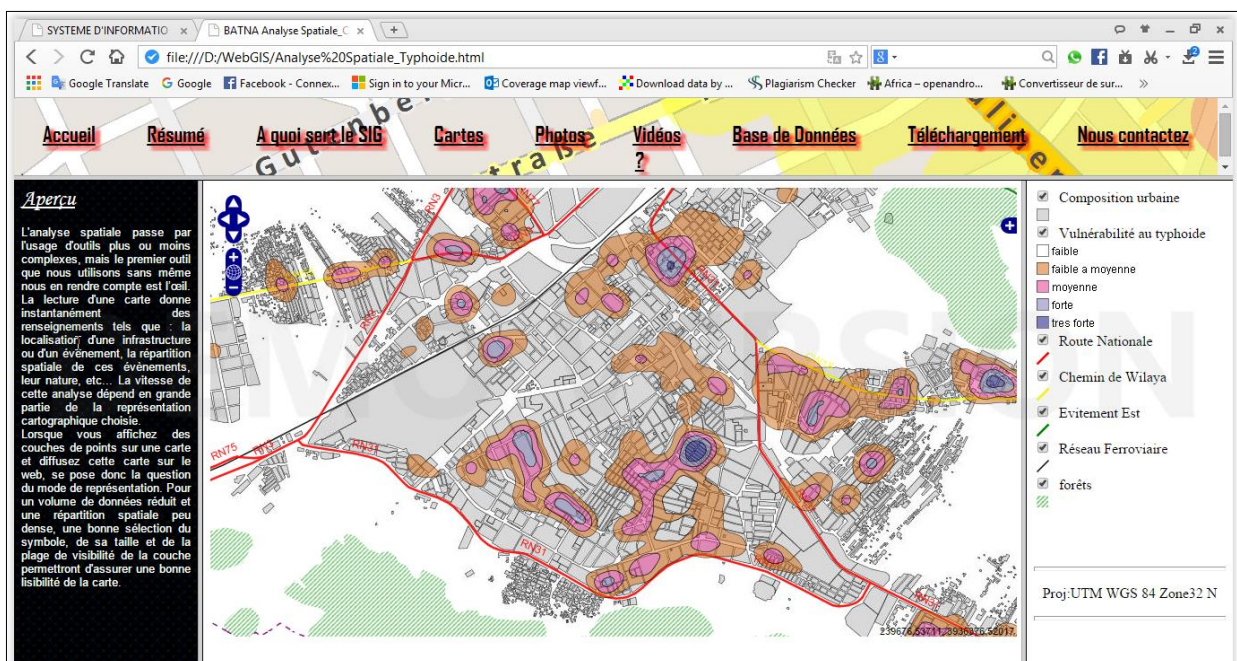




Figure 121. Page des analyses spatiales (le chemin le plus court)

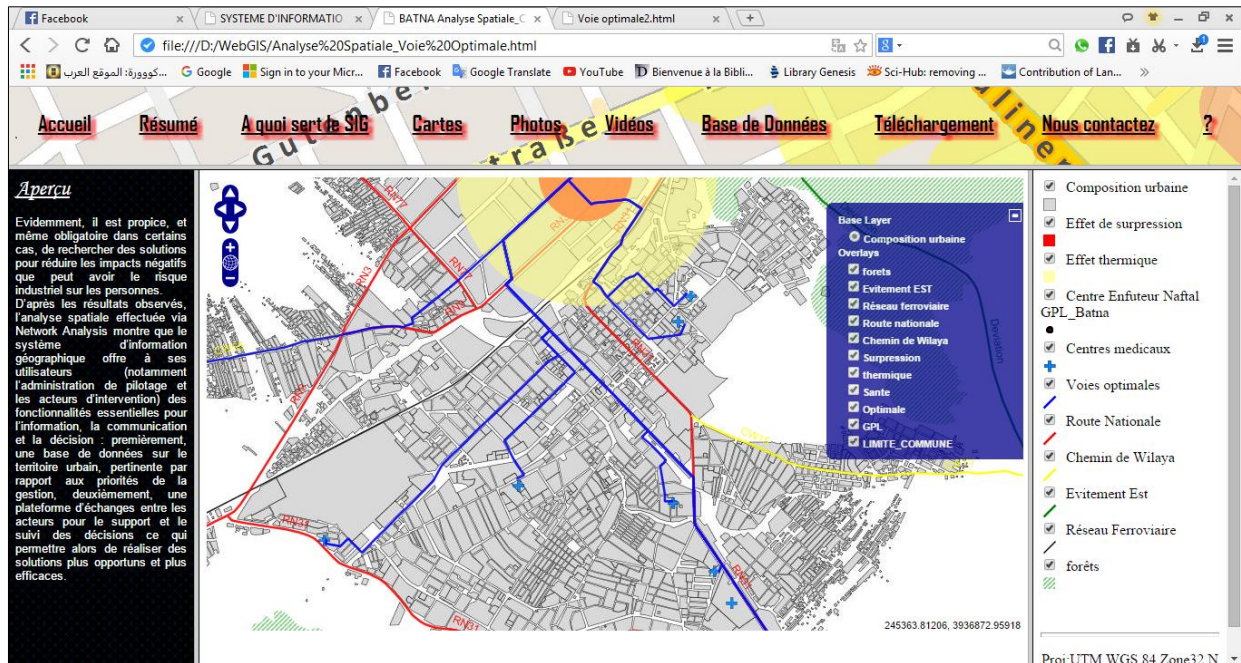


Figure 122. Page des réseaux d'articulation urbains

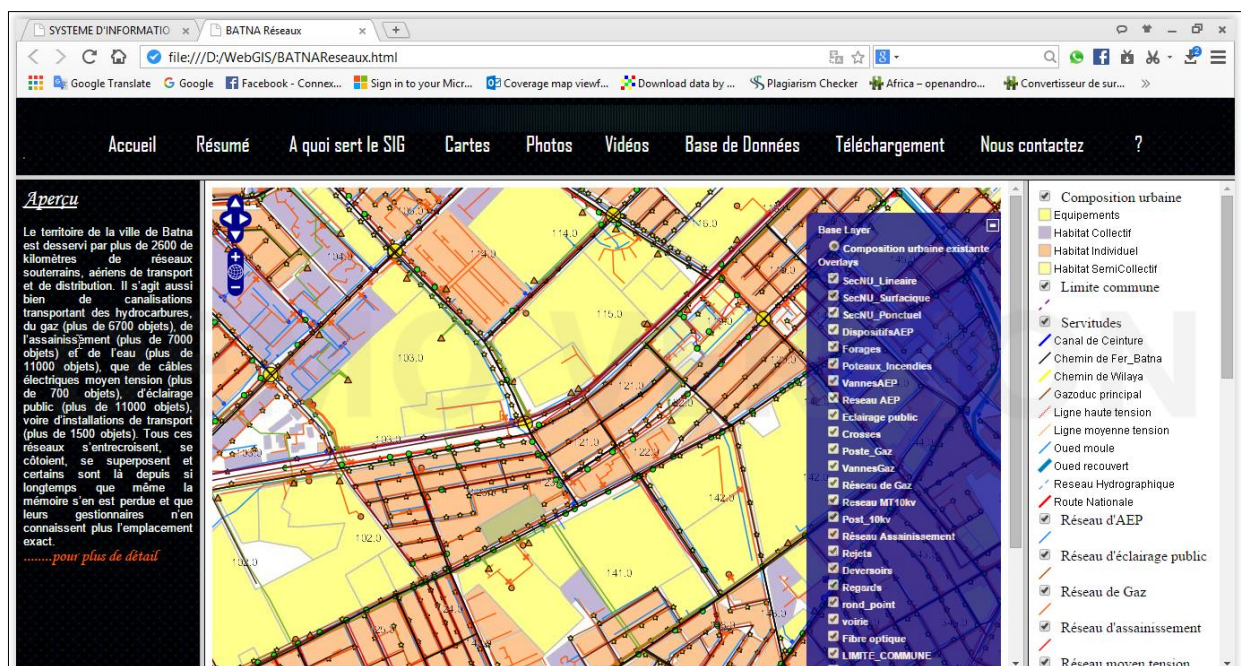




Figure 123. Page des orientations d'aménagement

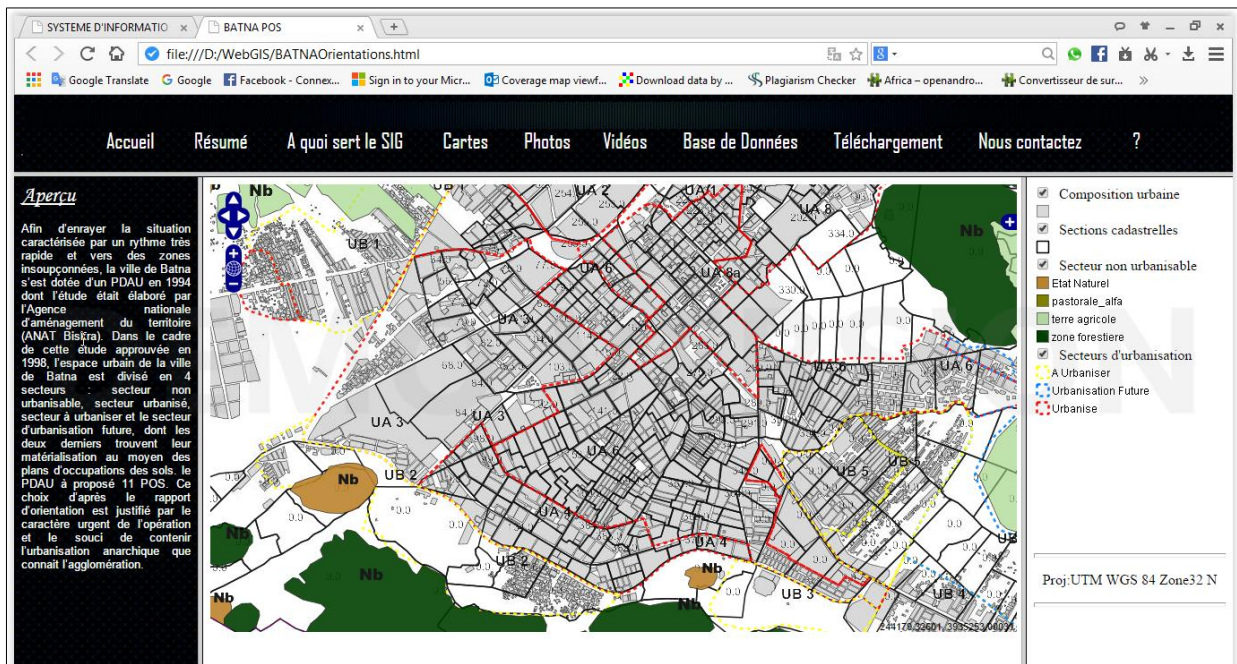


Figure 124. Page des plans d'occupation des sols (POS)

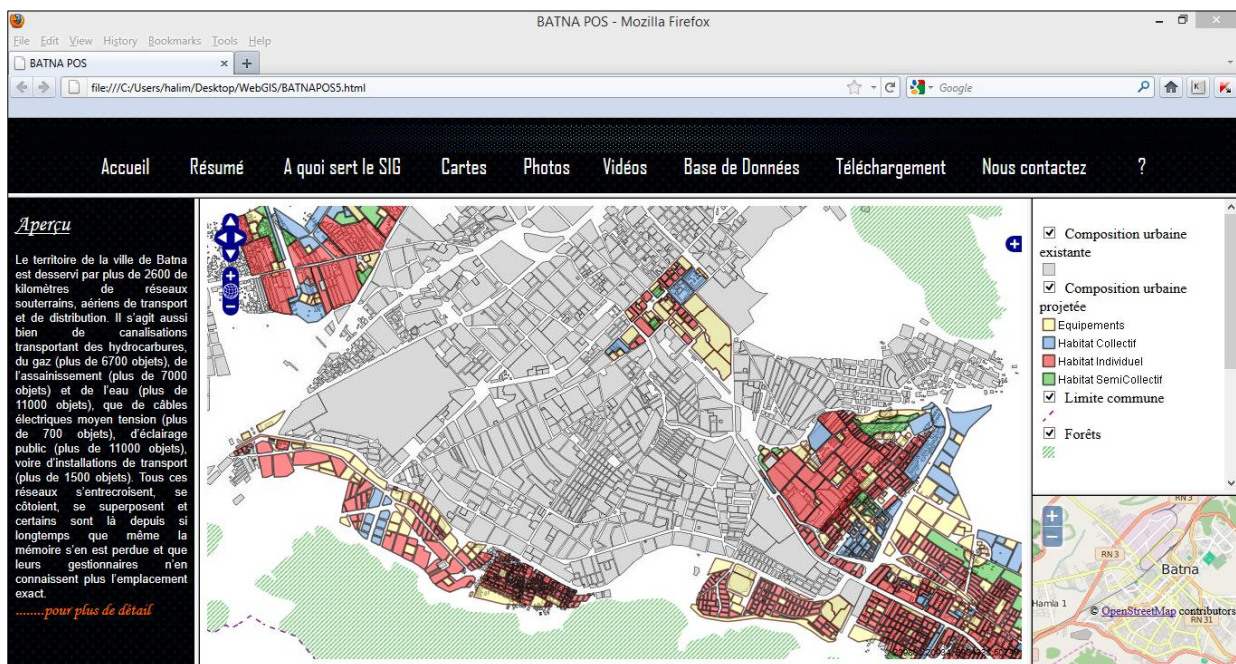




Figure 125. Extrait de superposition entre une couche raster (image satellitaire de la ville de Batna) et les données vectorielles (réseaux urbains)

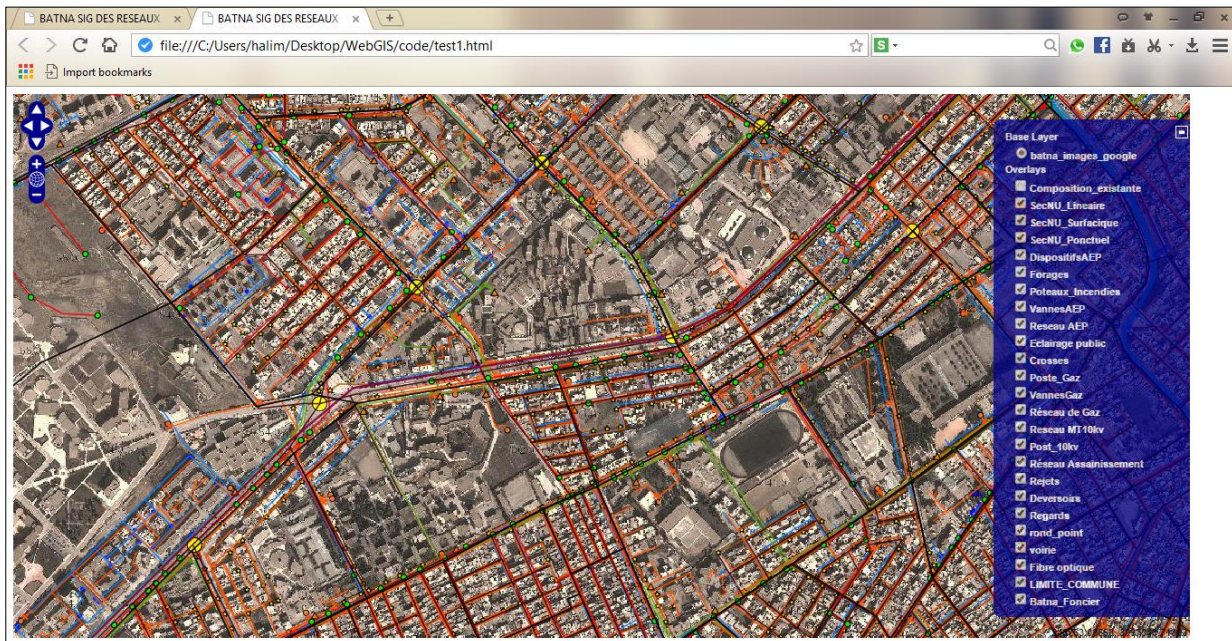


Figure 126. Page de téléchargement des bases de données

Page de téléchargement des bases de données

L'information joue un rôle important dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques. La mise à disposition d'une information opportune, précise et utile peut faire toute la différence entre un résultat souhaitable et un résultat médiocre, voire préjudiciable. Diffuser largement une telle information peut contribuer à élever le débat politique au sein du gouvernement aussi bien qu'entre le gouvernement et les citoyens (Bassolé et al, 2001).

La diffusion de l'information au grand public joue aujourd'hui un rôle important dans le développement national, elle facilite la communication entre les dirigeants, les investisseurs et les chercheurs. La très grande variété des résultats d'analyses de données provenant d'un SIG permet d'observer la constellation des sujets qui peuvent être abordés. Ces analyses sont non seulement utiles aux propriétaires des travaux réalisés avec la géomatique, mais également à un vaste ensemble de personnes potentielles, y compris l'administration, le citoyen et le chercheur.

*Tableau des éléments disponibles pour télécharger*

	Designation	Type Document	Téléchargement	Extension
	ici vous pouvez télécharger la base de données Access	Doc access	 <a href="#">Click Ici</a>	Extension .mdb
	ici vous pouvez télécharger le réseau d'AEP et les dispositifs associés	Doc rar	 <a href="#">Click Ici</a>	Extension Shp
	ici vous pouvez télécharger le réseau d'Assainissement et les dispositifs associés	Doc rar	 <a href="#">Click Ici</a>	Extension Shp
	ici vous pouvez télécharger le réseau de Gaz et les dispositifs associés	Doc rar	 <a href="#">Click Ici</a>	Extension Shp
	ici vous pouvez télécharger le réseau d'éclairage public et basse tension avec les dispositifs associés	Doc rar	 <a href="#">Click Ici</a>	Extension Shp
	ici vous pouvez télécharger le réseau Moyen tension 10Kv avec les dispositifs associés	Doc rar	 <a href="#">Click Ici</a>	Extension Shp
	ici vous pouvez télécharger le réseau viaire et les dispositifs associés	Doc rar	 <a href="#">Click Ici</a>	Extension Shp
	ici vous pouvez télécharger le Secteur non urbanisable de type Surfacique	Doc rar	 <a href="#">Click Ici</a>	Extension Shp
	ici vous pouvez télécharger le Secteur non urbanisable de type Linéaire	Doc rar	 <a href="#">Click Ici</a>	Extension Shp



Figure 127. Page de modélisation (Diagramme de classe)

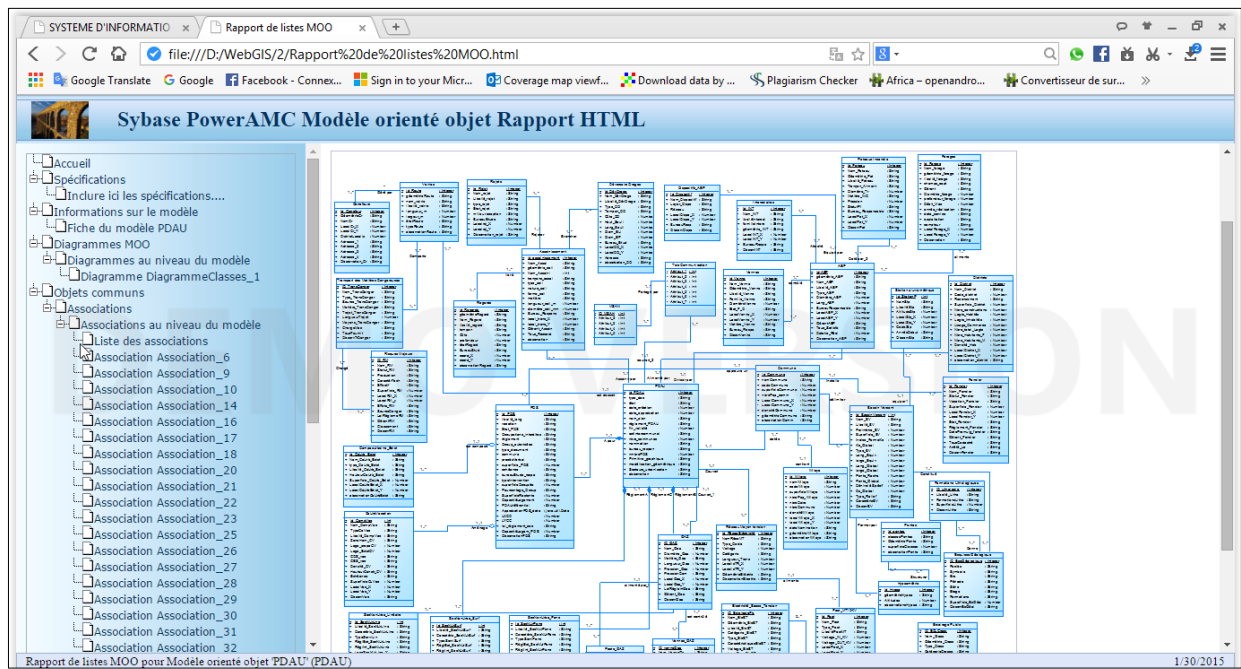


Figure 128. Page de galerie de photos de la ville de Batna

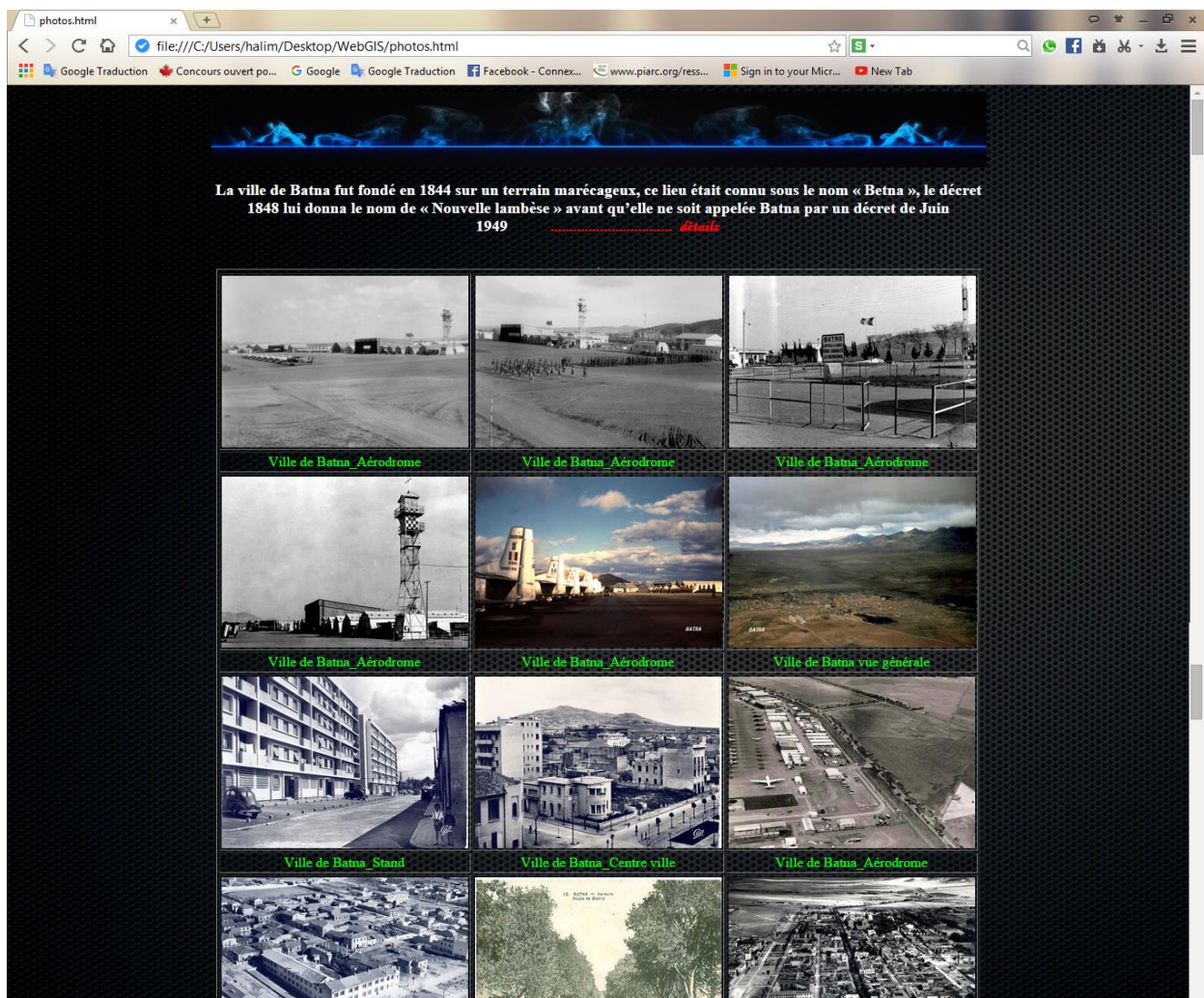




Figure 129. Interface web des majeurs controls (développée par MapGuide Maestro)

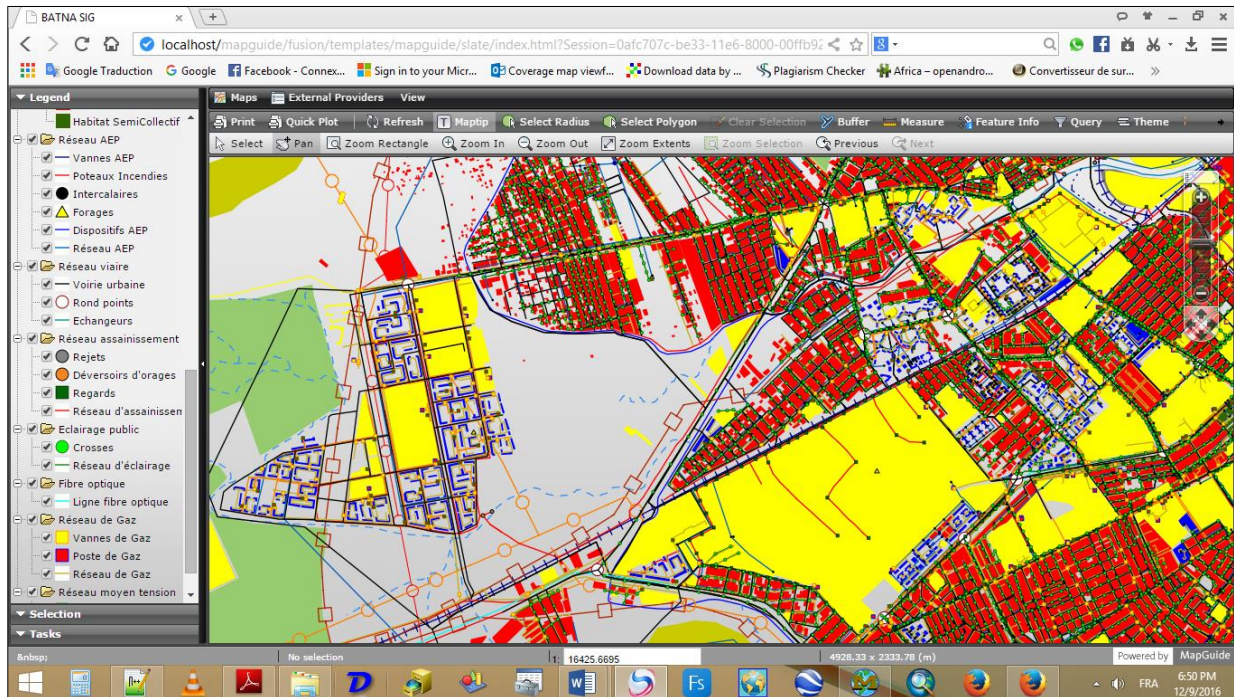
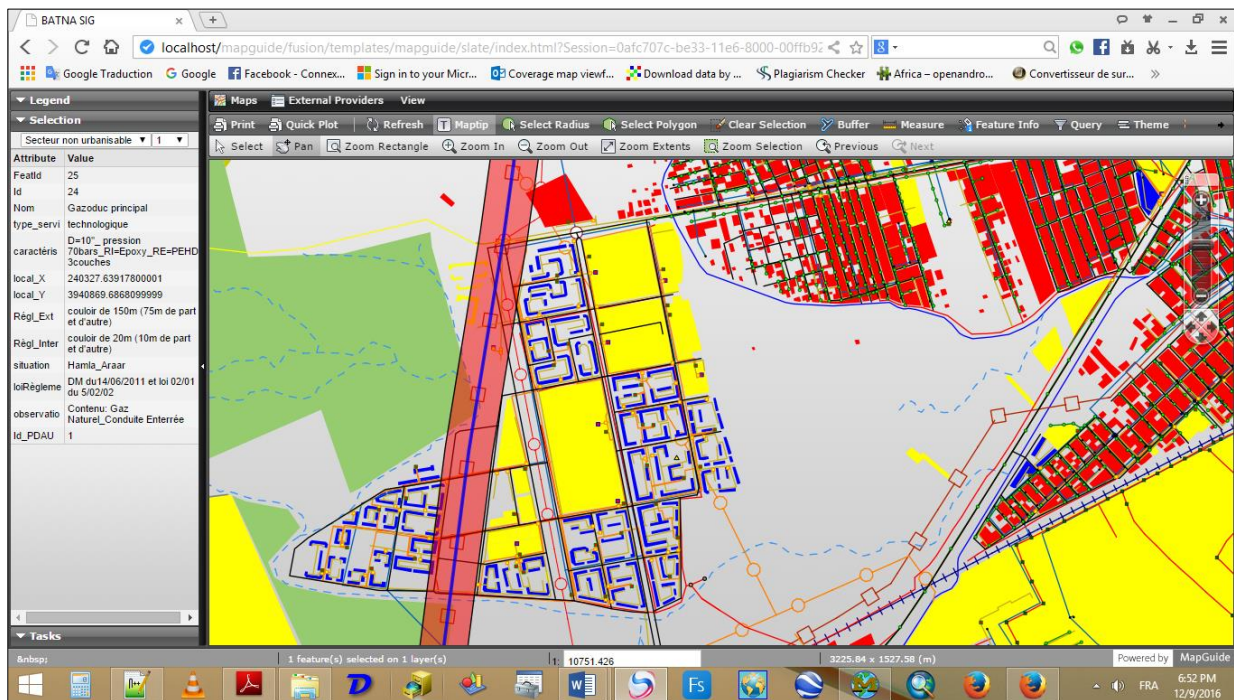


Figure 130. Application de la fonctionnalité de buffer sur le gozoduc avec une servitude de 75m



**ANNEXE 7 : Analyse spatiale de la vulnérabilité à la fièvre typhoïde dans la ville de Batna (Est de l'Algérie).**

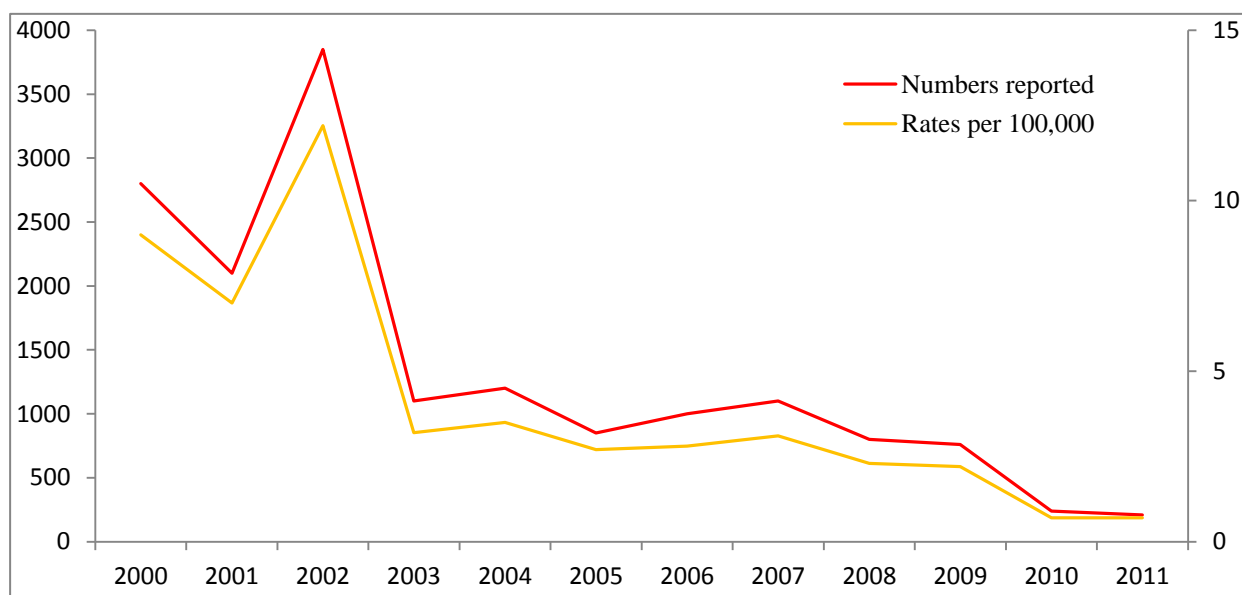
Typhoid fever is an infection that causes clinical symptoms of fever, abdominal pain, body rash, diarrhea, weakness, and poor appetite. Salmonella infection in humans can be categorized into two broad types, one caused by lowvirulence serotypes of *Salmonella enterica*, which cause food poisoning, and the other caused by the high-virulence serotypes of *S. enterica* Typhi, which cause typhoid, as well as by another group of serovars, known as *S. Paratyphi* A, B, and C, which cause paratyphoid (Kanungo *et al.* 2008; Bhan *et al.* 2005). Typhoid fever is a major cause of death worldwide (Dewan *et al.* 2013); an estimated 12 to 30 million cases occur every year, causing 600 000 deaths (Corner *et al.* 2013; Pang *et al.* 1995). Its incidence is higher in specific age groups, including children and young adults (Karkey *et al.* 2010).

Geographically, typhoid fever is the most burdensome infectious disease in most parts of North Africa (Morocco, Algeria, Tunisia, Libya, and Egypt). In general, typhoid fever is endemic in poor and densely populated neighborhoods where sanitation networks and water supplies are inadequate, with mostly illegal connections to public networks.

In Algeria, the last two decades have seen a significant decrease in the typhoid fever rate (figure 131). From 2002 to 2011, the total number of cases decreased from 2 700 to 120 per 100 000 inhabitants (Berger, 2015). Between 1990 and 2012, incidence rates decreased significantly from 11.8 in 1990 to 10.2 in 2002, and to 2.8 per 100 000 in 2012 (Hannoun, 2012). Economic, social, and environmental changes in Algerian cities after 2000 are associated with this decrease in typhoid fever, in particular, improvements in the quality of life, water supplies, and sanitation networks.

To gain a better understanding of the epidemiology of typhoid fever in Algeria, we chose the city of Batna as the study area. A previous study conducted by the same authors (Dridi *et al.* 2016; Baziz *et al.* 2015) showed that in recent decades, Batna, like other Algerian cities, has experienced huge urban sprawl.

Figure 131. Typhoid fever cases in Algeria for the period 2000-2011.





This study demonstrates that the city's uncontrolled urbanization took place without the necessary – and controlled – expansion of basic facilities (especially water supply and sanitation networks). This situation leaves Batna highly exposed to typhoid fever, with an incidence rate in the province as a whole more than nine times the national rate (INSP, 2004).

Geographic information systems (GIS) have become an important and inexpensive tool for public health care research and epidemiology (Toprak and Erdogan, 2008). It not only maps cases of disease, but also enables spatial correlations of various data that can be used to develop predictive scenarios and models. GIS are capable of analyzing disease data using a range of spatial analytical tools, geostatistics, and spatial statistics to provide valuable spatio-temporal information that enables health officials to improve decision-making. This paper applies GIS and spatial analysis by kernel density to Batna to understand and identify the spatial distribution of typhoid fever vulnerability.

In this study, we used spatial analysis to map typhoid fever vulnerability in the city of Batna. We considered five categories of data: population density, neighborhood status (formal or informal), traffic activity, water supply, and sanitation networks.

According to many studies, population density is the most relevant factor at the local level. Population and socioeconomic data came from the general population and housing census (RGPH), which provides the population density for each district. Batna's resident population was estimated at 289,504 in the 2008 census and reached 319 742 inhabitants in 2013, for a population growth rate of 2.06%. The latest census indicates that 26.1% of the Batna province population is grouped in the city, which covers 0.99% of the province area. The city is divided into 315 districts, more than 80 of them (195.34 hectares) considered very populated (defined by a population density of more than 330 residents per square km).

Because of its size, Batna is served by a large road network, with a total length of 451 km, divided into 51 km (12%) of primary roads, 22 km (5%) secondary, and 378 km (83%) tertiary. The configuration of this network and the importance of motorized transport are contributing to the degradation of water supply and sanitation networks.

Furthermore, Batna is one of the most rapidly developed urban areas in the state (1.66% between 2005 and 2014). The increase in the urban perimeter has generated many problems, some related to the development of periurbanization, that is, the unplanned and uncontrolled spread of urban development into areas around the city lines, and most recently, its enormous urban sprawl.

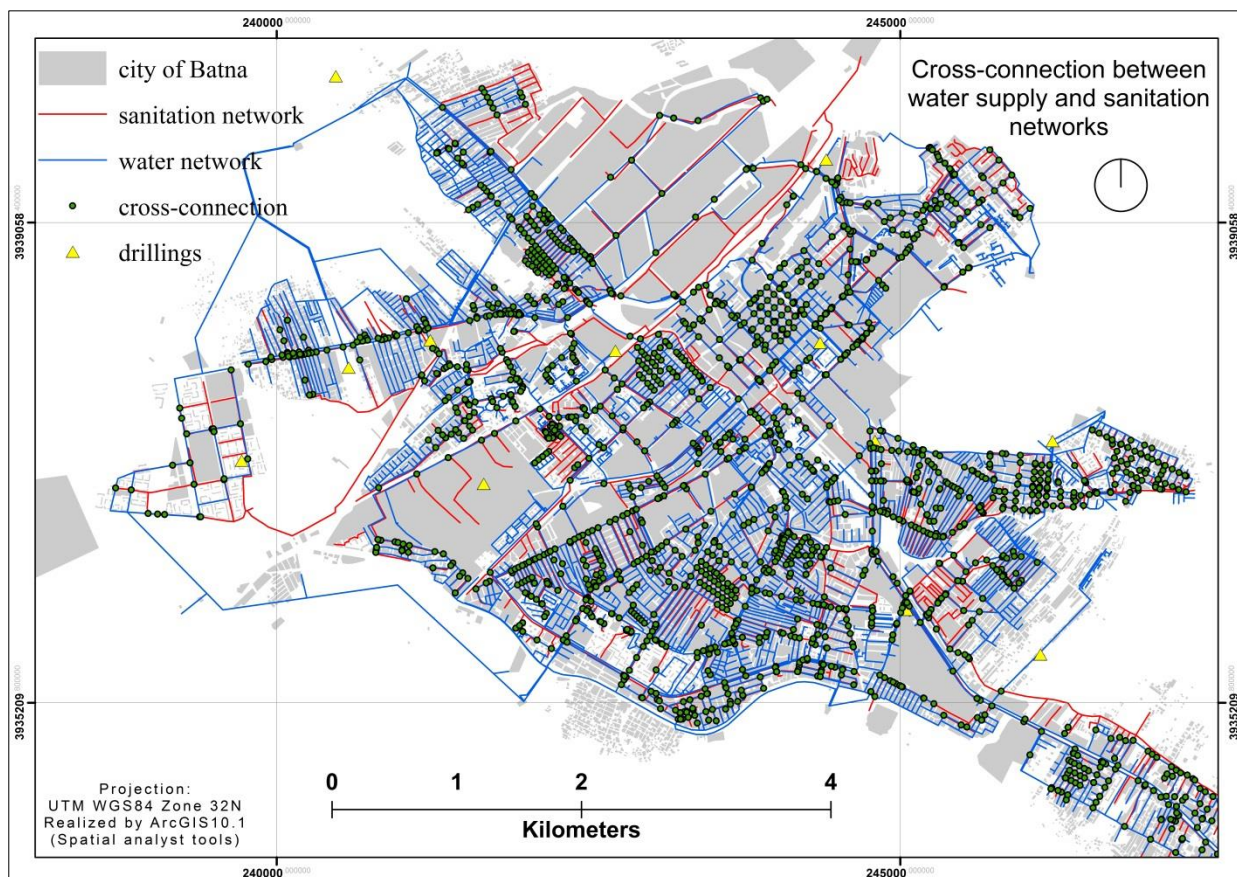
Looking at city land use plans and current maps, we observe remarkable incompatibilities and changes in land use. The dominant urban component is the residential neighborhood, characterized by its informal status and made up of vast illegal districts including Kechida (83.06 ha), Route de Hamla (65.42 ha), Bouakal (113.94 ha), Parc à fourrage (176.93 ha), and Route de Tazoult (110 ha).

Rich and various data, resulting from a long process of collection, verification, and classification, were available about the water supply and sanitation networks. They comprise information about valves, pumps, wells, etc. for water supplies and utility holes, storm water drains, etc., for sanitation networks. These data were organized in the form of a geographic information system,

comprising 18 290 objects and their attributes. The collected data were harmonized before they were integrated into the geographical information system. Initially, based on the consistency of the networks obtained, we had to decide which data to retain in the database and which to leave out. We then specified the projection in Mercator WGS84 Zone32N.

We carried out a series of topological corrections to find and eliminate errors during network digitalization, which allowed us to identify the cross-connections accurately. In this study, cross-connections were identified with the help of ‘*Intersect Geoprocessing tools*’ from ArcGIS10.1; we superimposed the water supply network with the sanitation network and used the Intersect tools to transform each intersection to a point (cross-connection). Based on figure 132, we detected the presence of 1 490 cross-connections in Batna city network, each of which could constitute an area of potential risk of intestinal infection. The rate of cross-connections varied from one area to another.

Figure 132. Cross-connections between water supply and sanitation networks (Batna city).



The next step in the procedure for mapping typhoid fever vulnerability was to identify the main variables involved in causing typhoid (figure 133 and table 65), while taking into account the technical parameters of the networks (diameter, length, materials, etc.), socioeconomic parameters such as population density and status of the neighborhoods (formal or informal), and finally the extent of motorized transport (primary, secondary and tertiary roads), which influences the degradation of the networks.

This vulnerability was assessed with the DRASTIC method, proposed by Aller *et al.* (1987). It can be applied on the local scale, and intrinsic vulnerability can easily be obtained. Each variable

was assigned a weight, here from 2 (lowest vulnerability potential) to 5 (highest), according to its ability to affect the level and trend of the vulnerability. The parameters were also rated by a coefficient according to the importance of the parameter in determining typhoid fever vulnerability, from 1 to 3, with 1 least significant and 3 most significant. The DRASTIC vulnerability index (DVI) is calculated by linear addition of the weights and ratings, by the formula given below:

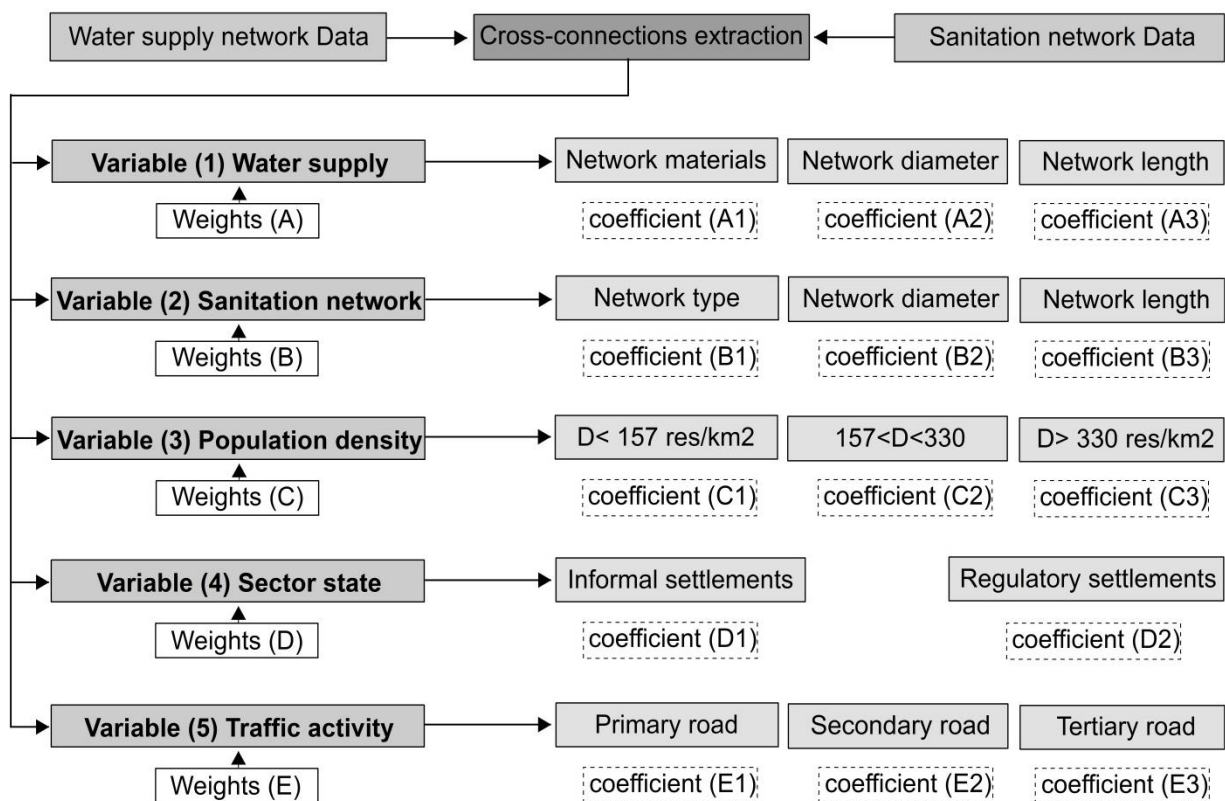
$$DVI = \sum_{j=2}^5 R_j \cdot W_j \quad (18)$$

The equation (26) can be written as follows:

$$DVI = \{(P_A \times C_{A1}) + (P_A \times C_{A2}) + (P_A \times C_{A3})\} + \{(P_B \times C_{B1}) + (P_B \times C_{B2}) + (P_B \times C_{B3})\} + \{(P_C \times C_{C1}) + (P_C \times C_{C2}) + (P_C \times C_{C3})\} + \{(P_D \times C_{D1}) + (P_D \times C_{D2})\} + \{(P_E \times C_{E1}) + (P_E \times C_{E2}) + (P_E \times C_{E3})\} \quad (19)$$

With:  $R_j$  the rating and  $W_j$  the weights.  $P_A$ ,  $P_B$ ,  $P_C$ ,  $P_D$  and  $P_E$  the weights for water supply, sanitation, population density, settlements, and traffic activity, respectively, ranging from 2 to 5, and  $C_{A1}$  to  $C_{E3}$  the coefficient (rating) values of each parameter, ranging from 1 to 3.

Figure 133. Flowchart for calculating DRASTIC vulnerability index (DVI).



This method enabled us to develop a thematic map of vulnerability. Figure 134 shows the spatial distribution of typhoid fever vulnerability in the city of Batna. By applying the DRASTIC vulnerability index equation, we obtained final computed values that provided a numerical range for typhoid fever vulnerability: the DVI values were divided into five categories; very high vulnerability, high vulnerability, moderate vulnerability, low vulnerability and very low vulnerability (table 66).

Table 65. DRASTIC rating and weighting values for the various parameter setting.

Variables	Wight	Parameters	Range	Rating	Total weight
Water supply	4	Network materials	PEHD, PVC	1	4
			Asbestos cement, steel, lead	3	12
		Network diameter	< 100 cm	1	4
			100 cm – 250 cm	2	8
			> 250 cm	3	12
			< 200 m	1	4
		Network length	200 m – 500 m	2	8
			> 0.5 km	3	12
Sanitation network	5	Network typs	Principal	1	5
			Secondary	2	10
		Network diameter	< 80 mm	1	5
			80mm – 200mm	2	10
			> 200mm	3	15
			< 70 m	1	5
		Network length	70 m – 100 m	2	10
			> 100 m	3	15
Population density	3	Density	< 157 res/km <sup>2</sup>	1	3
			157 – 330 res/km <sup>2</sup>	2	6
			> 330 res/km <sup>2</sup>	3	9
Sector state	2	Settlements	Informal settlements	3	6
			Regulatory settlements	1	2
Traffic activity	2	Road type	Primary road	3	6
			Secondary road	2	4
			Tertiary road	1	2

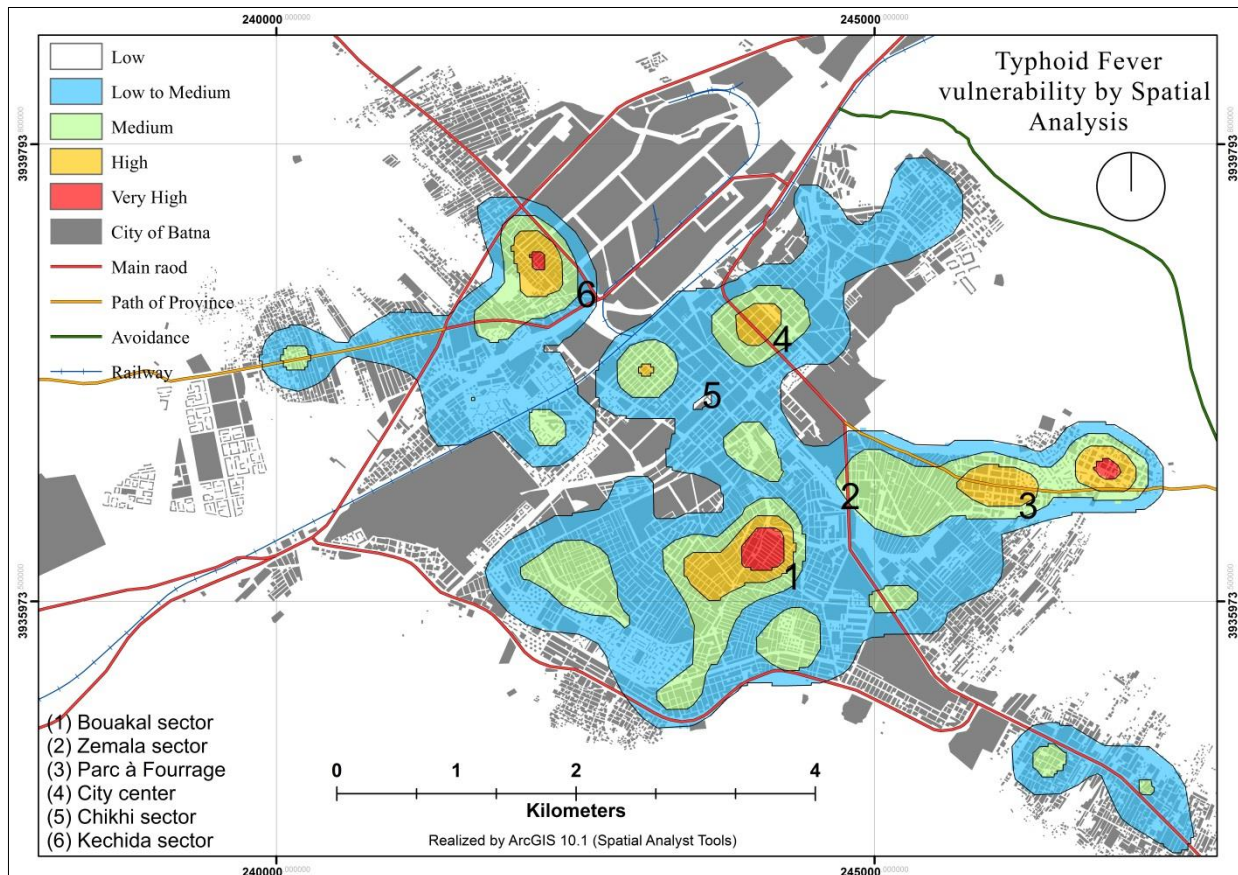
Table 66. Categories of typhoid fever vulnerability by DVI.

Vulnerability categories		Area (ha)	Area (%)
Very high vulnerability	130-163	24.78	0.89
High vulnerability	97-130	90.00	3.15
Moderate vulnerability	65-97	350.21	12.27
Low vulnerability	32-65	966.20	33.87
Very low vulnerability	0-32	1 421.22	49.82
Total	/	2 852.41	100



As table shows, around 12% of the area had moderate vulnerability, 33% low vulnerability, and around 50% very low vulnerability, while 4% of the area was highly vulnerable.

Figure 134. Typhoid fever vulnerability in Batna city by kernel density estimation



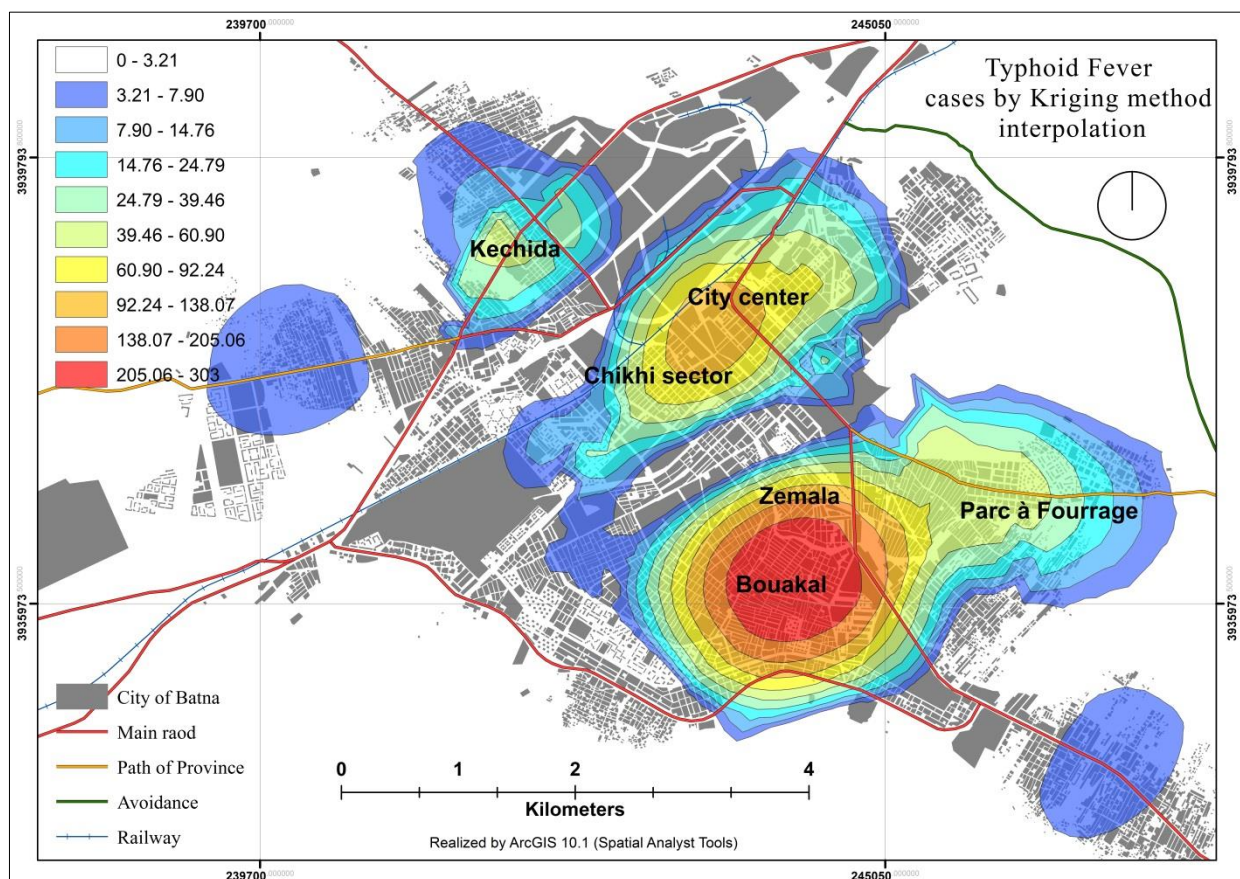
The spatial distribution of typhoid fever vulnerability varied significantly within the city of Batna. It was very low in 1 421.22 hectares of the city, occupied mostly by residential areas (sparsely residential, public facilities, industrial and military areas) and characterized by low population density (less than 157 inhabitants per square km) with little vehicle traffic. Conversely, it was higher in the most popular districts, and 16% of the total study area was moderately to very highly vulnerable. Very high vulnerability was traced in the neighborhoods of Bouakal (1), Zemala (2), Parc à fourrage (3), Chikhi (5), and Kechida (6), as well as in the city center (4). They are often old or marginalized neighborhoods, characterized by highly informal and degraded networks (built in 1920), high population density (more than 330 inhabitants per square km), and the highest incidence of urban problems such as congestion, pollution and poverty, which may allow the municipality to avoid inspecting the network connections. This situation increases the risk of typhoid fever especially during the summer months. Vulnerability through the rest of the city ranges from very low to moderate, which accounts for a total area of 1 316.41 hectares, or 46.14% of the city.

To validate these results, we compared current typhoid fever vulnerability to the cases reported for the years 2004 and 2009, with the Kriging interpolation method as a reference, to provide the best possible predictions from the data. Kriging is by far the most popular method for geographical smoothing, because it is robust. It is the most frequent technique for prediction in



this context and is optimal in that it provides unbiased estimates with minimum variance (Oliver and Webster, 2015). Furthermore, it has been used to tackle increasingly complex problems in petroleum engineering, mining and geology, meteorology, soil science, pollution control, public health, plant and animal ecology and hydrology. The values predicted by this method are derived from the measurement of surrounding values in samples using sophisticated weighted average techniques. In fact, by their robustness and their effective prediction, Kriging was the obvious choice for our study to derive representative maps for typhoid fever validation. Figure 135 illustrates the result of the analysis. The map indicates the presence of three local concentrations of high values for typhoid fever vulnerability in the study area: the large area of Bouakal (40 districts), Zemala (8 districts) and Parc à fourrage (37 districts), Chikhi and the city center (12 districts), and Kechida (9 districts). Comparing figure 134 and figure 135 shows significant correlation between typhoid fever cases and estimated vulnerability. That is, the results obtained by kernel density estimation are reliable and accurate.

Figure 135. Typhoid fever case prediction in Batna city by Kriging interpolation method



These results about typhoid fever vulnerability are also confirmed by bacteriological analysis of drinking water quality for the period 2005-2009. The results obtained by Baziz *et al.* (2015) show that in the city center 38 of 94 water samples were positive (presence of 1 400 fecal coliforms/100 ml); in Bouakal, 112 of 243 samples; in Kechida, 89 of 201 samples; and in Zemala and Chikhi, 120 of 363 samples. On the whole, of the 1 534 bacteriological analyses conducted, 963 samples (62.77%) were negative and 571 (37.23%) positive. The typhoid fever vulnerability map depicted an interesting distribution pattern, namely, that typhoid vulnerability was reported in the most informal sectors, that is, those characterized by increased population

density, poor sanitation, and unsuitable water systems. Furthermore, the comparison conducted by Kriging interpolation for the years 2004 and 2009 and the bacteriological analysis for the period 2005-2009 strongly support this finding: the main DVI and these two validation analyses identified the same neighborhoods.

In conclusion, despite very substantial improvement over the past two decades, typhoid fever remains a significant public health problem in developing countries such as Algeria. In 2004 and in March 2009, two typhoid fever epidemics in the city of Batna totaled more than 200 suspected cases. In the absence of regular surveillance and available data, the findings from this study not only provide insight about spatial distribution of typhoid fever vulnerability but also suggest the main factors responsible. The DRASTIC vulnerability index was used and reclassified areas into five categories: very high, high, moderate, low and very low vulnerability to typhoid fever, covering 0.89%, 3.15%, 12.27%, 33.87%, and 49.82% of the city, respectively. Three significant centers of very high typhoid fever vulnerability (hotspots) were easily identified. These are: Bouakal (43 826 inhabitants), Parc à fourrage (20 397 inhabitants), and Kechida (17 823 inhabitants). The high vulnerability is caused by the very high population density (more than 330 inhabitants per square km), the low socioeconomic status, but also by the informal urbanization associated with illegal connections to the public network, resulting in contamination of water supplies by sewage. The results from spatial and geostatistical analyses demonstrate how GIS and suitable data together can assist in making better decisions that can improve sanitation, water supply networks, and hygiene conditions and thus control and even eliminate typhoid fever.

#### ANNEXE 8 : Analyse spatiale aux risques associés aux croisements des réseaux urbains.

Figure 136. Vulnérabilité aux risques de croisement entre le réseau d'AEP et le gaz

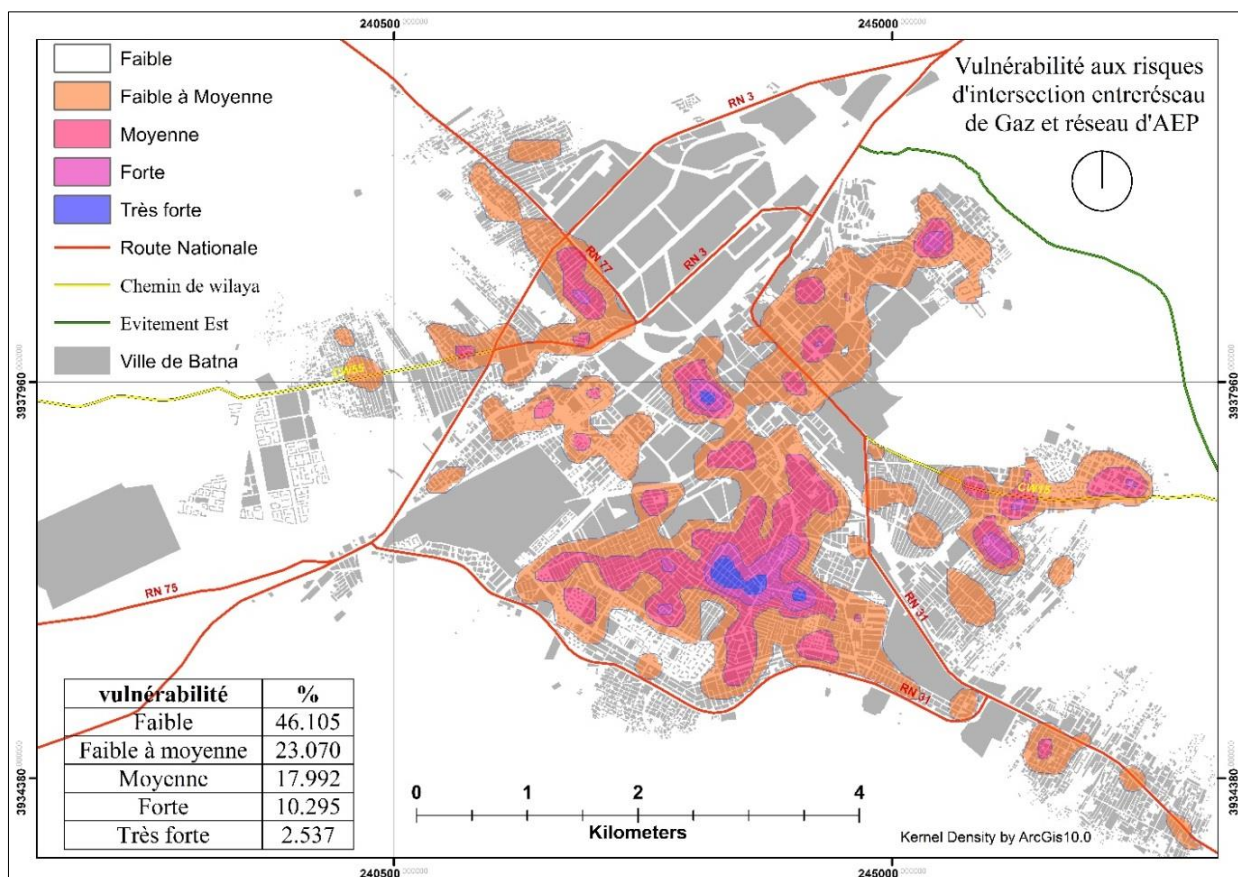
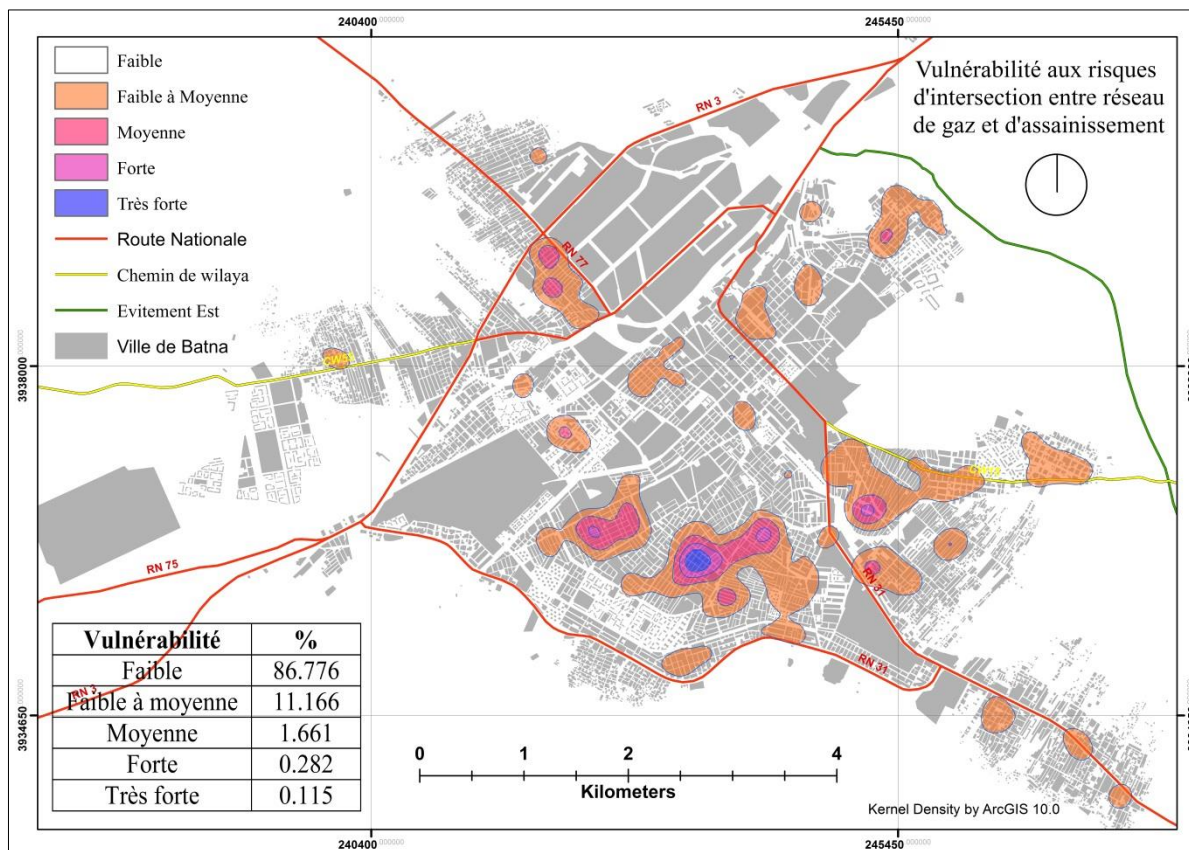
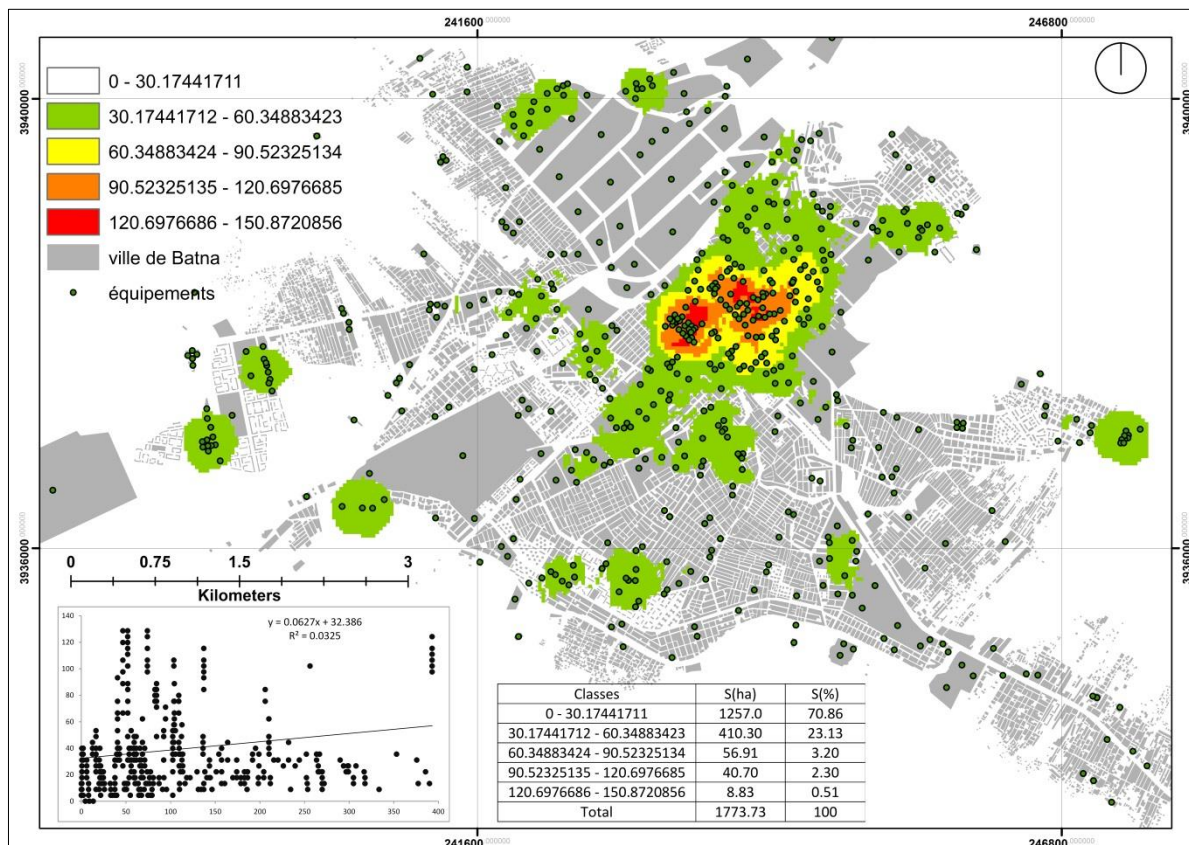




Figure 137. Vulnérabilité aux risques de croisement entre le réseau d’assainissement et le gaz



ANNEXE 9 : Concentration des équipements par une analyse de la densité de points  
Figure 138. Analyse spatiale des densités de points –application sur les équipements-



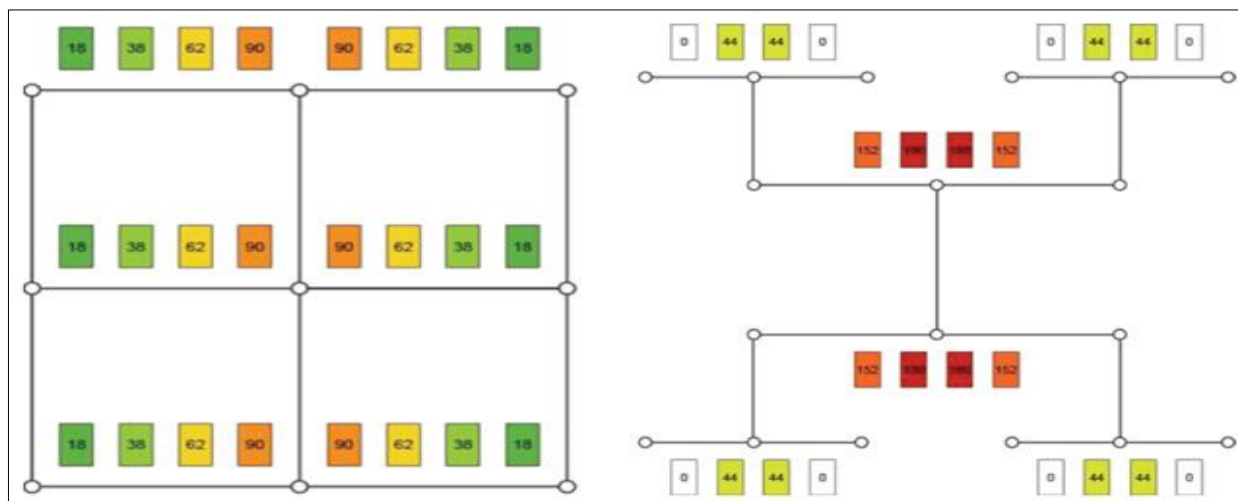
## ANNEXE 10 : Congestion urbaine dans la ville de Batna - extrait du centre ville-

Figure 139. Extrait de la congestion du centre-ville (Source : quotidienne Elkhbar le 3/9/2016)



## ANNEXE 11 : Variations de la centralité d'intermédiarité en fonction de la configuration routière

Figure 140. Comparaison de la mesure de centralité d'intermédiarité sur deux types de configurations routières (grille à gauche et arborescent à droite) avec le même nombre de constructions (24) et de la même longueur linéaire des rues - Les valeurs sur les bâtiments indiquent combien de fois un bâtiment est passé- (Source : Sevtsuk A, 2013. p 10).





**ANNEXE 12 : Analyse multicritère pour un choix d'un emplacement optimal.**

Figure 141. Carte de centralité spatiale de la ville de Batna (application UNA).

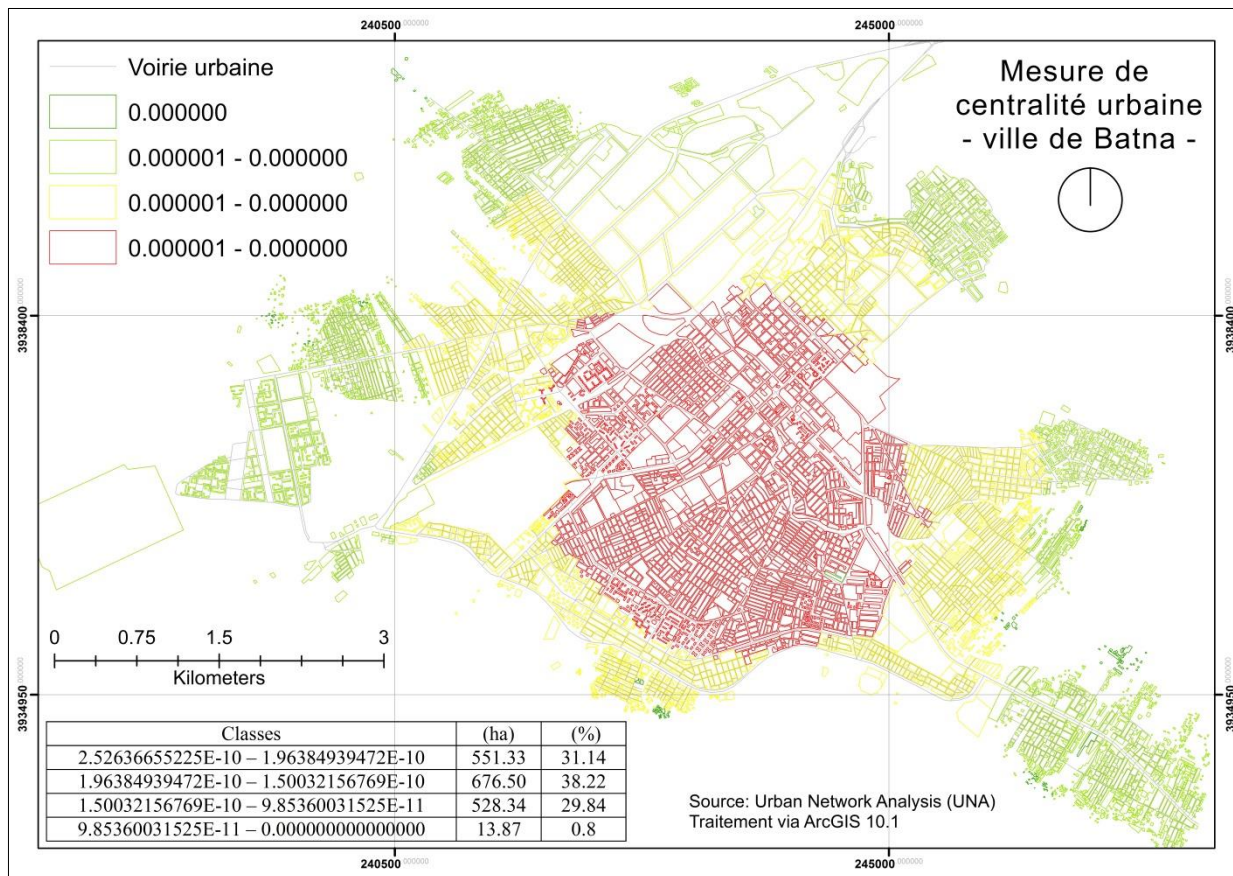
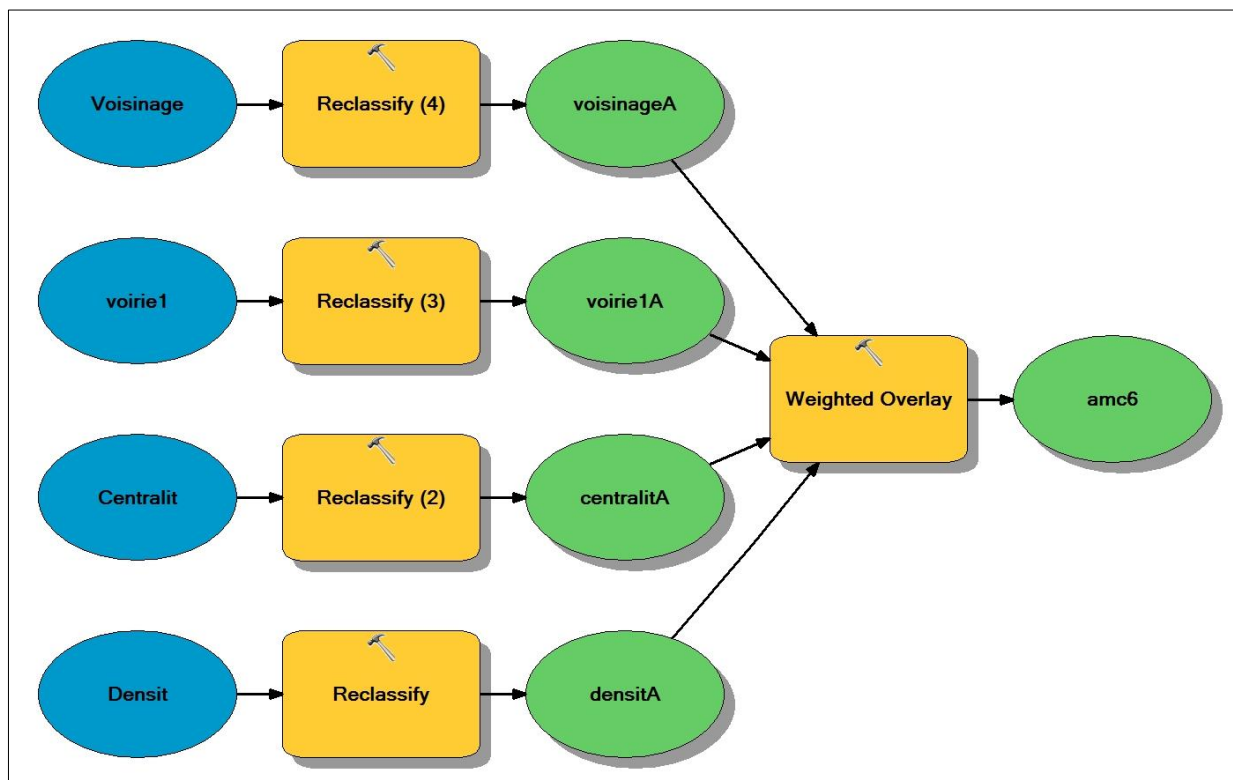


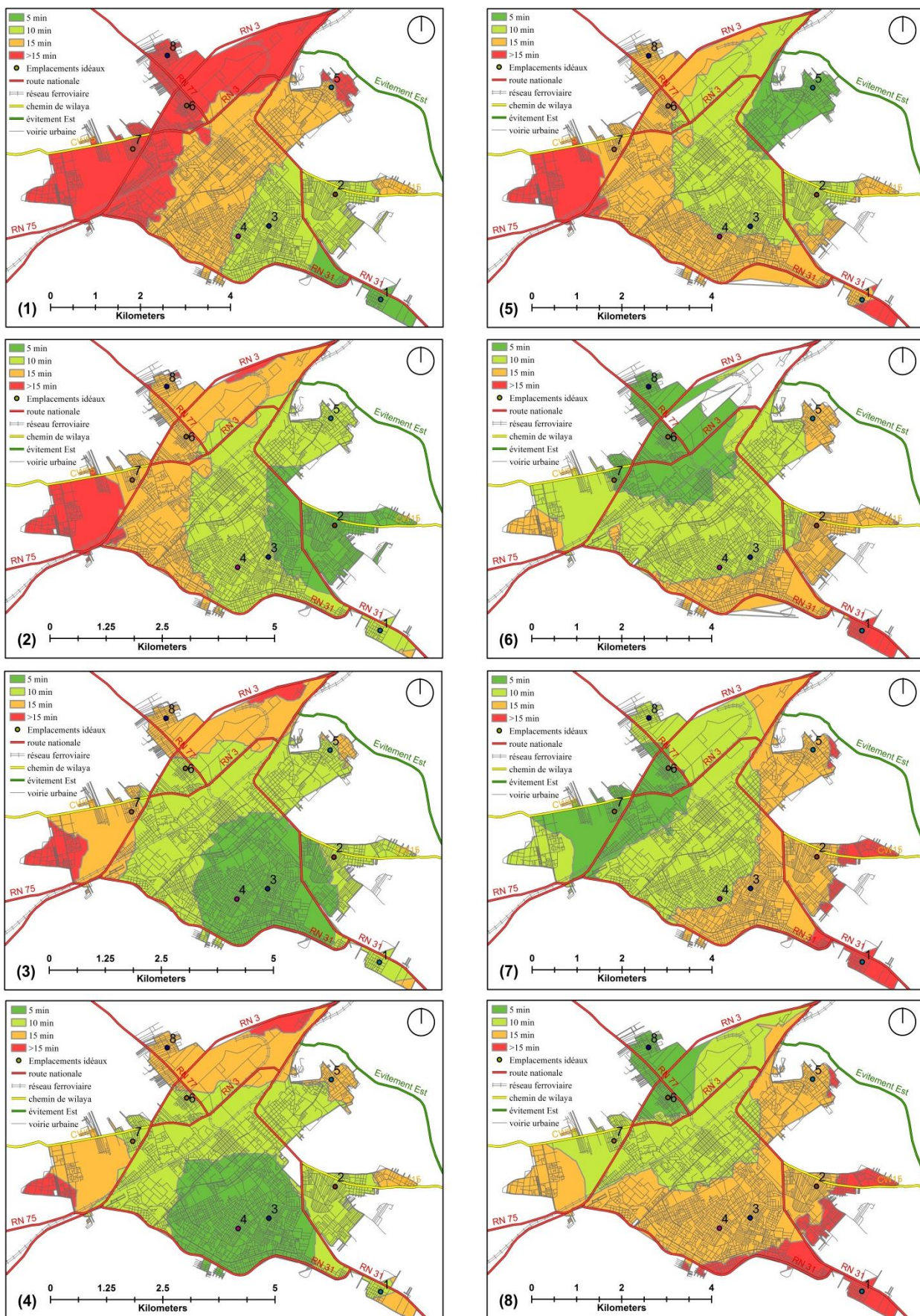
Figure 142. Extrait d'un ModelBuilder développé pour la présente analyse multicritère.





**ANNEXE 13 : Isochrones de desserte par une analyses des réseaux (zones de desserte).**

Figure 143. Zones de desserte de chaque emplacement pour les intervalles 5, 10, 15 et 30 min.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Abo Elela M. (2011), Le Centre-ville du Caire à l'épreuve des évolutions politiques et socio-économiques : Paysages, fonctions, accessibilité et pratiques des habitants, thèse de doctorat, université Paris VIII Vincennes-Saint Denis, France, p 19.
- [2] Abou Warda M, Hadjiedj A. (2003), Les instruments d'urbanisme entre théorie et réalité, in : Alger, les nouveaux défis de l'urbanisation, Chaline Claude, Dubois-Maury Jocelyne et Hadjiedj Ali (dir.), Edition l'Harmattan, Paris, France, p 298. ISBN : 2-7475-4529-6.
- [3] Achaibou YS. (2013), Les villes nouvelles comme acte d'aménagement d'importance capitale pour la restructuration de la métropole, Conférence "*Colonial and Postcolonial Urban Planning in Africa*" Institute of Geography and Spatial Planning, University of Lisbon & International Planning History Soci Lisbon, 5-6 September 2013.
- [4] Agharmiou RN. (2013), La planification urbaine à travers les PDAU-POS et la problématique de la croissance et de l'interaction villes/villages en Algérie. Référence empirique à la wilaya de Tizi Ouzou, thèse de doctorat, université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, p 294.
- [5] Agrawal S, Gupta RD. (2014), Development and comparison of open source based web GIS frameworks on Wamp and Apache Tomcat web servers. Int. Arch. Photogramm. Rem. Sens. Spatial Inform. Sci. XL-4.
- [6] Aït Amara H. (1996), Le changement social dans les compagnes Algériennes. In Manceron G, Aissani F. (éd) : Algérie : comprendre la crise, Edition complexe, p 97. ISBN: 2-87027-661-3
- [7] Aller L, Bennet T, Leher JH, Petty RJ, Hackett G. (1987), DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. Environmental Protection Agency EPA. [http://www3.epa.gov/region5/waste/clintonlandfill/PDFClintonLFChemicalWaste\\_USEPA\\_Application/cl\\_130.pdf](http://www3.epa.gov/region5/waste/clintonlandfill/PDFClintonLFChemicalWaste_USEPA_Application/cl_130.pdf).
- [8] Almi S. (2003), Urbanisme et colonisation, présence française en Algérie, In : Annales de Géographie, vol.112, n°630, p 214. <http://www.persee.fr>
- [9] Alzieu T. (2006), De Batna à Biskra, l'est du Constantinois, Editions Sutton, p 160. ISBN : 84910-531-7.
- [10] Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire ANAT. (1994), Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, phase 1, bilan et perspective du développement, Biskra, Algérie.
- [11] Aouragh L. (2015), Etude de la qualité de l'air urbain au niveau de la ville de Batna : Cas du transport routier, thèse de doctorat, université de Batna, p 80.
- [12] Arama Y. (2007), Périurbanisation, métropolisation et mondialisation des villes l'exemple de constantine, thèse de doctorat, université de Constantine, p 122.
- [13] Arouf A, Kacha L, Mansouri A. (2015), Mesures fractales de l'identité morphique pour des tissus urbains dans la ville algérienne de Batna, Cybergeog : European Journal of Geography [En ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 752, mis en



- ligne le 09 décembre 2015, consulté le 24 mars 2017. URL : <http://cybergeog.revues.org/27331> ; DOI : 10.4000/cybergeog.27331
- [14] Baziz N, Kalla M, Dridi H, Boutrid ML. (2015), Analyse et modélisation de la vulnérabilité aux maladies à transmission hydrique dans l'espace urbain de la ville de Batna – Nord-Est Algérien. *Revue Roumaine de Géographie*, vol.59, pp 41-53.
- [15] Bahloul A. (1988), Mutation d'une ville moyenne de l'Algérie orientale : Batna. Thèse de doctorat 3ème cycle : géographie économique, Paris, université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, p 230.
- [16] Banos A, Thévenin T. (2011), *Geographical information and urban transport systems*, Edition ISTE & John Wiley, Hoboken, USA, p 13. ISBN: 978-1-84821-228-2.
- [17] Baouni T. (2009), Le transport dans les stratégies de la planification urbaine de l'agglomération d'Alger, in : *Insaniyat*, pp 44-45. Doi: 10.4000/insaniyat.481
- [18] Bardinet C. (1971), Cartographie statistique et organisation de l'espace en Algérie, tiers-monde, vol.12, issue 46, pp 369-373. Doi : 10.3406/tiers.1971.1777
- [19] Barksdale K, Turner S. (2011), *HTML and JavaScript BASICS*, 4 Edition, Course Technology Edition, Massachusetts, USA. ISBN-13 : 978-0-538-74235-1
- [20] Baty-Tornikian G, Sellali A. (2001), *Cités jardins, genèse et actualité d'une utopie*, cahier d'Ipraus, Paris, France, p 160. ISBN : 978-2-86222-037-6.
- [21] Bazonzi JM. (2005), systèmes de transports pour un développement intégré de l'Afrique : vers un réseau routier et ferroviaire panafricain, 11ème assemblée générale du conseil, Maputo, décembre 2005. [www.codesria.org/IMG/pdf/bazonzi.pdf?1471](http://www.codesria.org/IMG/pdf/bazonzi.pdf?1471)
- [22] Beaucire F. (1999), Conclusions, perspectives : quand le développement durable interroge la planification urbaine, *Fédération nationale des agences urbaines*, Paris, pp 108-117.
- [23] Beaulieu B, Bedard Y, Bherer L, Boulanger M, Boutin G, Dutil F. (1990), *Le guide de la géomatique – la géomatique au service de la municipalité et de la MRC*. Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec.
- [24] Belguidoum S, Mouaziz BN. (2010), L'urbain informel et les paradoxes de la ville algérienne : Politiques urbaines et légitimité sociale, *Espaces et sociétés*, vol.143, issue 3, pp 101-116. Doi : 10.3917/esp.143.0101
- [25] Belkhatir A. (1999), Villes et territoires en Algérie, in *Méditerranée*, vol.1, issue 2, pp 73-84. Doi:10.3406/medit.1999.3089.
- [26] Belkhatir A. (2012), Sécuriser le transport et la distribution du gaz dans les zones urbaines - Introduction à l'Ingénierie Risque-Système des réseaux de canalisation du gaz et Urbanisme, communication présentée au congrès mondial du gaz, Kuala Lumpur, Malaysia, juin 2012.
- [27] Benachenhou A. (1982), *L'expérience algérienne de planification et de développement. 1962-1982*, éd. OPU, deuxième édition, Alger, p 337.
- [28] Benamrane D. (1984), La production des biens d'équipement pour le secteur du bâtiment et des travaux publics, instrument potentiel d'intégration du modèle algérien d'industrialisation. *Le développement économique : théories et politiques en Afrique*, actes du colloque des sciences économiques, université d'Alger, mars 1983, éd. OPU, Alger, pp 183-224.
- [29] Bendib A, Dridi H, Kalla M. (2016), Application of WebGIS in the development of interactive interface for urban management in Batna city, *Journal of Engineering and Technology Research*, vol.8, n°2, pp 13-20. Doi: 10.5897/JETR2015.0579
- [30] Bendib A, Dridi H, Kalla MI. (2017), Contribution of Landsat 8 data for the estimation of land surface temperature in Batna city, Eastern Algeria, *Geocarto International*, vol.32, n°5, pp 503-513. Doi: 10.1080/10106049.2016.1156167
- [31] Bendib A, Dridi H, Kalla M, Baziz N. (2016), Spatial analysis of typhoid fever vulnerability in the city of Batna (eastern Algeria), *Environnement, Risque & Santé*, vol.15, n°3, pp 228-237. Doi : 10.1684/ers.2016.0861

- [32] Bendjelid A, Mekkaoui M. (1982), Planification nationale, habitat, villes et instruments de maîtrise de la croissance urbaine en Algérie (table ronde, politiques urbaines au Maghreb et au Machrek), Lyon, France, 17-20 novembre 1982.
- [33] Bendjelid A. (1986), Planification et organisation de l'espace en Algérie, O.P.U., Alger, p 5.
- [34] Bendjelid A. (1998), Crise de développement et nouvelles stratégies d'acteurs dans les petites villes de montagne et de steppe de l'Algérie occidentale, in : *Insaniyat*, n°6, pp 163-173.
- [35] Bendjelid, A, Brûle JC, Fontaine J. (2004), Aménageurs et aménagés en Algérie, héritage des années Boumediene et Chadli, Edition l'Harmattan, Paris, France, p 45. ISBN : 978-2747571845.
- [36] Benderoua F, Bedidi A, Cervelle B. (2011), Dynamique spatio-temporelle de l'agglomération Oranaise (Algérie) par télédétection et SIG, CFC, n°209, pp 103-113.
- [37] Benidir. (2007), Urbanisme et planification urbaine le cas de Constantine, thèse de Doctorat, université de Constantine, Algérie, pp 329-330.
- [38] Bensalem AB. (2007), Introduction à la connaissance du droit de l'urbanisme en Algérie, article publié ; revue de presse. <http://www.vitaminedz.com>.
- [39] Benyahia L. (2015), Les dysfonctionnements dans le développement urbain, entre les outils d'aménagement et les enjeux socio-économiques (cas de la ville de Batna), thèse de doctorat, université de Batna, p 159.
- [40] Benyahia L, Dridi H, Naceur F. (2014), La perception des dysfonctionnements du développement urbain vue par les habitants de Batna (Algérie), revue roumaine de géographie, vol.58, n°1, pp 57-71.
- [41] Beresowska EA. (2011), Programmation urbaine en Algérie, de nouveaux défis, revue vies des villes, n°2 (Hors-Série), p 21. ISSN: 1112-5284.
- [42] Berger S. (2015), Typhoid and enteric fever: Global status, Gideon Informatics, Edition 2, California, USA, pp 12-13. ISBN: 978-1-4988-0837-8.
- [43] Berry BJL. (1964), Cities as systems within systems of cities. *Papers of the Regional Science Association*, vol.13, issue 1, pp 147-163. Doi : 10.1111/j.1435-5597.1964.tb01283.x
- [44] Bhan MK, Bahl R, Bhatnagar S. (2005), Typhoid and paratyphoid fever. *Lancet*, vol.366, n°9487, pp 749-762. Doi: 10.1016/S0140-6736(05)67181-4
- [45] Bordin P. (2002), SIG concepts, outils et données, Hermès science, Paris, p 131.
- [46] Borja J. (2007), L'attractivité : les conditions locales de la réussite globale, actes des séminaires, Université Oberta de Catalunya, Barcelone, p 37.
- [47] Borusso G. (2003), Network density and the delimitation of urban areas. *Transaction in GIS*, vol.7, pp 177-191.
- [48] Bouchemal S. (2005), La production de l'urbain en Algérie : entre planification et pratiques, in, Djellouli Y, Emelianoff C, Chevalier J, L'étalement urbain un processus incontrôlable, presses universitaires de Rennes, 2010, pp 135-150.
- [49] Bouhaba M. (1986), Le logement et la construction dans la stratégie Algérienne de développement, Editions du CNRS Annuaire de l'Afrique du Nord, Tome XXV, pp 51-65.
- [50] Boukhemis K, Zeghiche A. (1983), Développement industriel et croissance urbaine : le cas de Skikda (Algérie). In : *Méditerranée*, troisième série, tome 47, 1-1983, pp 27-34. Doi : 10.3406/medit.1983.2109
- [51] Boumedjane R. (2011), Les SIG, cet indispensable tableau de bord, entretien dans la revue *ETTAAMIR*, n°1, pp 30-31.
- [52] Boumediène F. (2011), Ingénierie géomatique en Limousin, le difficile parcours des systèmes de coordination et de communication d'informations géographiques vers des diagnostics territoriaux partagés, thèse de doctorat, université de Limoges, p 96.
- [53] Bourcier A, Bouchin T. (2001), L'utilisation des composés diachroniques pour le suivi de la recomposition urbaine. *Méthodologie, diagnostics et exploitation sous SIRS*, IXèmes

- Journées Scientifiques du Réseau Télédétection de l'AUF, Yaoundé (Cameroun), 29 novembre au 2 décembre 2001, p 120.
- [54] Boutrid ML, Kalla M. (2015), La mobilité motorisée dans la ville de Batna, étude de la répartition spatiale des établissements de santé vis-à-vis du CHU : approche par scenarios, Bulletin de la société géographique de liège BSGLG, 64, pp 83-92.
- [55] Brandes U. (2001), A faster Algorithm for Betweenness Centrality, Journal of Mathematical Sociology, vol.25, n°2, pp 163-177.
- [56] Braudel F. (1979), Les structures du quotidien : le possible et l'impossible», In : Civilisation matérielle, économie et capitalisme, XV-XVIII siècles, Paris, Armand Colin, 2e éd. vol.1, pp 423-426 (1<sup>ère</sup> éd. 1967).
- [57] Briquet Q. (2012), SIG Mise en place d'un WebSIG de l'île de Délos (Cyclades), Géomatique Expert - n° 87, pp 30-43.
- [58] Brochier A. (2002), Colonisation générale, préfecture de Constantine, archives nationales centre des archives d'Outre-Mer, Aix-en-Provence, France, p 73.
- [59] Carlson TN, Ripley DA. (1997), On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. Remote Sens Environ, vol.62, pp 241–252.
- [60] Cavin S. (2005), Anti-urbanisme et aménagement en Angleterre : l'exemple des gardens cities, Chapitre 4.1.3, pp 95-98. <http://www-ohp.univ-paris1.fr/Textes/SalomonHoward2.pdf>
- [61] Ceppe JL. (1979), La pratique de la ville dans l'aménagement du territoire, Bordeaux, Edition le cercle d'or, p 186. ISBN : 978-271880069.
- [62] Chainey S. (2013), Examining the influence of cell size and bandwidth size on kernel density estimation crime hotspot maps for predicting spatial patterns of crime, Bulletin de la société géographique de liège BSGLG, 60, pp 7-19
- [63] Chapelon L. (2003), Évaluation des chaînes intermodales de transport : l'agrégation des mesures dans l'espace et le temps, Actes du colloque Technological Innovation for Land Transportation (TILT) tenu à Lille du 2 au 4 décembre 2003.
- [64] Charles J, Robert MA, Lesley WR. (2006), Sub urban Sprawl, Racial Segregation, and Spatial Mismatch in Metropolitan America, Sociation today Journal, North Carolina Sociological Association, vol.4, n°2.
- [65] Charroux B, Osmani A, Mieg YT. (2010), UML 2, 3ème édition, Pearson Education, France, p 11.
- [66] Cianfarani MA. (1994), Batna, la porte du Sud, magazine Pieds Noirs d'Hier et d'Aujourd'hui n°48, France, juillet 1994.
- [67] Chignier A. (2009), Les politiques industrielles de l'Algérie contemporaine, le développement en faillite des relations entre Etat et appareil de production dans une économie en développement, Université Lyon 2, Institut d'Etudes Politiques de Lyon, p 87.
- [68] CNAT-MHC. (1978), Planification du logement urbain et développement de la construction industrialisée, fascicule 1, Alger, p 117, (document SMUH A 518).
- [69] Corner RJ, Dewan AM, Hashizume M. (2013), Modeling typhoid risk in Dhaka Metropolitan Area of Bangladesh: the role of socioeconomic and environmental factors. Int J Health Geogr, vol.12, n°13, pp 1-15. Doi: 10.1186/1476-072X-12-13
- [70] Cote M. (1991), Batna, In : Baal – Ben Yasla, Aix-en-Provence, Edisud, vol.9, mis en ligne le 01 avril 2013, consulté le 29 février 2016. <http://encyclopedieberbere.revues.org/2551>
- [71] Cote M. (1996), L'Algérie espace et société, Edition Masson- Armand Colin, p 85.
- [72] Cote M, Benamrane Dj. (1983), Crise de l'habitat en Algérie. In : Méditerranée, troisième série, n°47, pp 47-48. [http://www.persee.fr/doc/medit\\_0025-8296\\_1983\\_num\\_47\\_1\\_2115](http://www.persee.fr/doc/medit_0025-8296_1983_num_47_1_2115)
- [73] Courmont A. (2015), Open data et recomposition du gouvernement urbain : de la donnée comme instrument à la donnée comme enjeu politique, Informations sociales, vol.191, n°5, pp 40-50. ISSN 0046-9459. <https://www.cairn.info/revue-informations-sociales-2015-5-page-40.htm>



- [74] Da Silva JA. (2002), Le droit de l'urbanisme au Brésil, pp 78-79.
- [75] Davoine PA. (2011), Modélisation UML et outils pour l'analyse spatiale, 5ème rencontre de Théo Quant, Institut polytechnique de Grenoble, Février 2001.
- [76] De Bernis GD. (1971), Le plan quadriennal de l'Algérie (1970-1973), I.R.E.P- Grenoble, France, pp 197-198.
- [77] Delobel C, Adiba M. (1982), Bases de données et systèmes relationnels - Editions Bordas, Paris, p 449.
- [78] Deluz Labruyere J. (1986), Politique urbaine et différenciation socio-spatiale, un exemple représentatif : le cas de Blida (Algérie), ORSTOM (anthropologie et sociologie de l'espace urbain), Université Lyon II, France, p 107.
- [79] Demontès V. (1930), L'Algérie agricole, suivie de quelques renseignements sur les produits de la steppe et des forêts, Librairie Larose, Paris, p 153.
- [80] Derruau M. (1987), Précis de géographie humaine, In géographie humaine, Armand Colin, p 365.
- [81] Dewan AM, Corner R, Hashizume M, Ongee ET. (2013), Typhoid fever and its association with environmental factors in the Dhaka Metropolitan Area of Bangladesh: a spatial and time-series approach. PLoS Negl Trop Dis, vol.7, issue 1, pp 1-14. Doi:10.1371/journal.pntd.0001998
- [82] Direction de l'urbanisme et de la construction de la wilaya de Tizi Ouzou. (2011), étude d'aménagement du nouveau pôle urbain d'oued Falli, du pôle urbain d'excellence de boukhalfa et des zones d'urbanisations futures, commune de Tizi Ouzou, phase 3. [http://www.adsprogress.com/docs/etudes/ouedfalli/rapport\\_ouedfalli\\_2011.pdf](http://www.adsprogress.com/docs/etudes/ouedfalli/rapport_ouedfalli_2011.pdf)
- [83] Djelal N. (2007), Politiques urbaines et rôle des acteurs publics dans les dynamiques territoriales en Algérie, colloque de l'ASRDLF, Grenoble et Chambéry, université de Joseph Fourier et Pierre Mendès, France, 11-13 juillet 2007.
- [84] Djermoune N. (2014), Défaillance des instruments d'urbanisme en Algérie. Récupéré le 8 Mars 2014 du site Maghreb émergent: <http://www.maghrebemergent.info>.
- [85] Dolfo B. (2004), Etude et mise en place d'un observatoire urbain, p 10. <http://docplayer.fr/8485939-Etude-et-mise-en-place-d-un-observatoire-urbain.html>
- [86] Dousset B, Gourmelon F. (2003), Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and landcover. ISPRS J Photogramm Remote Sens, vol.58, p 43-54.
- [87] Drescher AW. (2000), L'agriculture urbaine et périurbaine et la planification urbaine, conférence électronique de FAO-ETC/RUAF, Université de Freiburg.
- [88] Dridi H, Bendib A, Kalla M. (2015), Analysis of urban sprawl phenomenon in Batna city (Algeria) by remote sensing technique, Annals of the University of Oradea, geography series, vol.25, n°2, pp 211-220, Oradea, Romania.
- [89] Dumolard P. (2008), Distances, accessibilité et diffusion spatiale, in Thériault M., Des Rosiers F. (dir.), Information géographique et dynamiques urbaines, vol.2 ; Accessibilité, paysage, environnement et valeur foncière, Paris, Hermès Science Publishing, pp 31-46.
- [90] EGIS Rail-Transurb Technirail. (2008), Etude de faisabilité du tramway de Batna, rapport de synthèse, direction des transports de la wilaya de Batna, p 37.
- [91] El Fatihi M, Semlali H, El Ayachi M, Mjoul MA. (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), 2<sup>nd</sup> FIG Regional Conference Marrakech, Morocco, December 2-5, 2003.
- [92] El Garouani A, Merzouk A. (2004), Approche géomatique pour la délimitation des périmètres de protection des ressources en eau souterraines (champ captant), Sécheresse, vol.1, n°2. <http://www.secheresse.info/spip.php?article1952>
- [93] El Hachtouki M. (2003), Evaluation des besoins en logements à l'horizon 2020. In : Camarda D. (ed.), Grassini L. (ed.). Local resources and global trades: Environments and

- agriculture in the Mediterranean region. Bari : CIHEAM, pp 461-476.  
<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=4001997>
- [94] El Kadi G. (1987), La démocratisation du logement en Algérie, discours et pratiques. In le logement, l'état et les pauvres dans les villes du tiers monde, CEDID ORSTOM, p 42.  
[http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_5/b\\_fdi\\_18-19/23770.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_18-19/23770.pdf)
- [95] Esch T, Himmler V, Schorcht G, Thiel M, Wehrmann T, Bachofer F, Conrad C, Schmidt M, Dech S. (2009), Largearea assessment of impervious surface based on integrated analysis of single-date Landsat-7 images and geospatial vector data, *Remote Sensing of Environment*, vol.113, n°8, pp 1678–1690.
- [96] Evert KJ. (2010), Dictionnaire encyclopédique du paysage et de l'urbanisme, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, p 591. ISBN 978-3-662-04653-1
- [97] Ewing R, Cervero R. (2010), Travel and the Built Environment, *Journal of the American Planning Association*, vol.76, n°3, pp 265-294. DOI: 10.1080/01944361003766766.
- [98] Farhi A. (1999), Congestion, hypercéphalie et pôles d'équilibre. Cas de la wilaya de Batna, *Science et technologie*, n°12. Récupéré le 20 février 2014 du site : <http://www.webreview.dz>.
- [99] Fayman S. (2001), Rapport introductif sur la ville inclusive, quatrième forum international sur la pauvreté urbaine, Marrakech, Maroc, 16-19 octobre 2001, p 24. Récupéré le 17 Janvier 2015 du site : [ww2.unhabitat.org/programmes/ifup/conf/Inclusive-Cities-French.PDF](http://ww2.unhabitat.org/programmes/ifup/conf/Inclusive-Cities-French.PDF).
- [100] Feildel B. (2013), Vers un urbanisme affectif. Pour une prise en compte de la dimension sensible en aménagement et en urbanisme, in *Norois (en ligne)*, n°227, pp 55-68. Doi : 10.4000/noroi.4674.
- [101] Feloussia L, Khalfallah B. (2013), Réalité urbaine et planification – Cas du POS (Hammam Dalaa) M'sila, Algérie, *Analele Universitatii Bucuresti : Geografie, Roumanie*, pp 73-86. <http://annalsreview.geo.unibuc.ro/2013/Feloussia.pdf>
- [102] François C. (1997), Who Knows What General Systems Theory Is, in *International Society for the Systems Sciences, primers working papers*. Récupéré le 18 Avril 2015 du site : [http://www.newciv.org/ISSS\\_Primer](http://www.newciv.org/ISSS_Primer).
- [103] Freeman LC. (1977), A set of measures of centrality based on betweenness, *Sociometry*, vol.40, pp 35-41.
- [104] Gallez C, Maksim HN. (2007), À quoi sert la planification urbaine ? Regards croisés sur la planification urbanisme-transport à Strasbourg et à Genève, vol.69, n°3, pp 49-62.
- [105] Gallice-Matti C. (2005), La télédétection pour l'analyse spatiale : application aux espaces périurbains de la région urbaine de Lyon, thèse de doctorat, université Jean Moulin Lyon 3, France, p 110.
- [106] Ghoggali N, Melgani F, Bazi Y. (2009), A multiobjective genetic SVM approach for classification problems with limited training samples, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol.47, n°6, pp. 1707–1718, Doi: 10.1109/TGRS.2008.2007128.
- [107] Gidudu A, Hulley G, Marwala T. (2007), Classification of Images Using Support Vector Machines, in *Cornell university library*. <http://arxiv.org/abs/0709.3967>.
- [108] Gil J. (2014), Analyzing the configuration of multimodal urban networks, *Geographical analysis*, vol.46, pp 368-391. Doi: 10.1111/gean.12062.
- [109] Gillavry EM. (2000), Cartographic aspects of Web GIS-software. Department of Cartography Utrecht University, Submitted thesis for degree of Ph.D. <http://www.webmapper.net/thesis>.
- [110] Giorgis S. (2010), Urbanisme de pente, centre de ressources enviro-BOITE, pp 1-20.
- [111] Gléau JP, Pumain D, Thérèse SJ. (1996), Villes d'Europe : à chaque pays sa définition. In : *Economie et statistique*, n°294-295, Mai 1996. Regard socioéconomique sur la structuration de la ville, pp 9-23. Doi : 10.3406/estat.1996.6079

- [112] Gleyze JF. (2002), Le risque, Institut géographique national (IGN), laboratoire COGIT, France, p 23.
- [113] Guerrara N. (2013), Revalorisation des ZHUN dans le cadre des principes du développement durable- ZHUN Batna –, thèse de magister, université de Batna, p 138.
- [114] Guillermo Mendoza A, Macoun P. (2000), Application de l'analyse multicritère à l'évaluation des critères et indicateurs, édition Cirad, Cifor, p 20. ISBN 2-87614-387-9
- [115] Hafiane A. (2013), Normes d'urbanisme et pratiques urbaines, pistes de réflexion. In. A Deboulet et M Jolé, Les mondes urbains : le parcours engagé de Françoise Navez-Bouchanine, Karthala Edition, p 155.
- [116] Hamina YL, Abbas Y. (2015), Evolution des instruments de planification spatiale et de gestion urbaine en Algérie. Cinq Continents, vol.5, n°11, pp 104-129.
- [117] Hannoun D. (2012), Situation actuelle de la santé en Algérie, rapport de la conférence nationale sur l'usage rationnel des médicaments en Algérie (PURMA), Alger, 11-14 novembre 2012. [http://www.cnpm.org.dz/IMG/pdf/Rapport\\_de\\_la\\_conference\\_nationale.pdf](http://www.cnpm.org.dz/IMG/pdf/Rapport_de_la_conference_nationale.pdf).
- [118] Harvey F. (2008), A primer of GIS, fundamental geographic and cartographic concepts, the Guilford press, New York, p 132. ISBN-13: 978-1-59385-565-9.
- [119] Hazzard E. (2011), OpenLayers 2.10. Packt publishing. Birmingham, UK. ISBN: 978-1-849514-12-5.
- [120] Heldens W, Taubenbock H, Esch T, Heiden U, Wurm M. (2013), Analysis of surface thermal patterns in relation to urban structure types: A case study for the city of Munich. In: Kuenzer C, Dech S, (Eds.), Thermal infrared remote sensing: sensors, methods, applications, remote sensing and digital image processing. Heidelberg: Springer Netherlands, pp 475–493.
- [121] Hogue J. (2008), Livres du Nord-Africain, n°54, Paris, France, p 31, ISSN : 1-284-43-221.
- [122] Hussain EH. (2011), Les apports d'un SIG dans la connaissance des évolutions de l'occupation du sol et de la limitation du risque érosif dans la plaine de la Bekaa (LIBAN), thèse de doctorat, université d'Orléans, France. [ftp://ftp.univ-orleans.fr/theses/hussein.elhagehassan\\_2931\\_vd.pdf](ftp://ftp.univ-orleans.fr/theses/hussein.elhagehassan_2931_vd.pdf)
- [123] Ibn Khaldoun. (2006), Les prolégomènes. Deuxième partie, p 210.
- [124] Institut national de santé publique INSP (Algérie), (2004). Situation épidémiologique de l'année 2004 sur la base des cas déclarés à l'INSP. Relevé épidémiologique annuel REM, vol.15, pp 1-13. <http://www.sante.dz/insp/rem-annuel04.pdf>.
- [125] Jamsa K, King K, Anderson A. (2002), HTML & Web Design, Tips and Techniques, McGraw Hill/Osborne Edition, USA. Doi : 10.1036/0072228253
- [126] Jimenez-Munoz JC, Sobrino JA. (2004), Error sources on the land surface temperature retrieved from thermal infrared single channel remote sensing data. Int J Remote Sens, vol.27, pp 999–1014.
- [127] Josse R. (1980), La dynamique urbaine, Annales de géographie, vol.92, n°514, pp 712-714.
- [128] Kanungo S, Dutta S, Sur D. (2008), Epidemiology of typhoid and paratyphoid fever in India. J Infect Dev Count, vol.2, pp 454-60.
- [129] Karkey A, Arjyal A, Anders KL, et al. (2010), The burden and characteristics of enteric fever at a healthcare facility in a densely populated area of Kathmandu. PLoS ONE, vol.5, n°11, e13988. Doi:10.1371/journal.pone.0013988
- [130] Kateb K. (2003), Population et organisation de l'espace en Algérie, l'espace géographique, vol.4, pp 311-331. [www.cairn.info/revue-espace-geographique-2003-4-page-311.htm](http://www.cairn.info/revue-espace-geographique-2003-4-page-311.htm)
- [131] Khalfoune T. (2006), L'Algérie : champ d'expérimentation favori de(s) théories(s) du Domaine, colloque Pour une histoire critique et citoyenne. Le cas de l'histoire franco-algérienne, Université Jean Moulin - Lyon III, 20,21 et 22 juin 2006.
- [132] Kouaoucha I. (2015), L'impact du trafic urbain sur le paysage de la ville de Batna, thèse de magister, université Batna 2, p 135.

- [133] Kuenzer C, Dech S. (2013), Thermal infrared remote sensing: sensors, methods, applications. *Remote Sens Digital Image Proces*, vol.17, pp 429–451.
- [134] Labbaci A. (2010), Étude des pratiques d'aménagement urbain durable à travers une comparaison de trois études de cas québécois et identification de lignes directrices transférables au contexte algérien, thèse de maîtrise, université de Sherbrooke, Canada, p 268. <http://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/2653>.
- [135] Labbi A, Mokhnache A. (2015), Estimating of total atmospheric water vapor content from MSG1-SEVIRI observations. *Atmos Meas Techn Discuss*, vol.8, pp 8903–8923.
- [136] Lacaze JP. (1995), Introduction à la planification urbaine, presses de l'école nationale des ponts et chaussées, France, p 43.
- [137] Lafi N. (2009), Entre Ottomanité, colonialisme et orientalisme : les racines ambiguës de la modernité urbaine dans les villes du Maghreb (1830-1960), Bastian et Trouilloud ; La France et la Francophonie : culture langue médias, Munich, Meidenbauer, p 305.
- [138] Lakhoua MN. (2007), Utilisation du SIG dans une entreprise industrielle pour l'analyse et la prise de décision, *Schedae*, vol.47, n°2, pp 309-314. <http://cermn.unicaen.fr/puc/images/preprint0472007.pdf>
- [139] Lamarre C. (1998), La ville des géographes français de l'époque moderne, XVIIe-XVIIIe siècles. In : *Genèses*, 33, les mots de la ville, pp 4-27. Doi : 10.3406/genes.1998.1537.
- [140] Landis JR, Koch GG. (1977), the measurement of observer agreement for categorical data, *Biometrics*, vol.33, n°1, pp 159-174.
- [141] Lang R, Armour A. (1980), Livre-ressource de la planification de l'environnement. Ottawa : Multi-science publications limitée, environnement Canada et approvisionnement et services Canada, p 255.
- [142] Laplanche F. (2002), Conception de projet SIG avec UML, *Bulletin de la société géographique de Liège*, n°42, pp 19-25.
- [143] Latif MS. (2014), Land Surface temperature retrieval of Landsat-8 data using split window algorithm – a case study of Ranchi district. *Int J Eng Dev Res*, vol.2, pp 3840–3849.
- [144] Lavedan P. (1936), *Géographie des villes*, Librairie Gallimard, Paris, 1936.
- [145] LE Bris E. (2001), Croissance urbaine et gestion des villes, *Centre Français sur la Population et le Développement CEPED*, n°12, Paris, France, pp 39-49.
- [146] Leclercq A, Grandjean M, Hanin Y. (2015), Modélisation SIG de l'accessibilité par co-modalité en favorisant l'usage des transports en commun en Wallonie et Fédération Wallonie-Bruxelles, *Cybergeo : European Journal of Geography, Cartographie, Imagerie, SIG*, document 737, mis en ligne le 14 septembre 2015, consulté le 25 novembre 2016. URL : <http://cybergeo.revues.org/27198>. Doi : 10.4000/cybergeo.27198
- [147] Lemainque F. (2009), *Le guide complet, HTML-XHTML-CSS-Scripts*, 3<sup>ème</sup> édition, Micro application édition, Paris, France, p 12. ISBN : 978-2-300-019586
- [148] Levy J. (1996), La ville, concept géographique, objet politique, *le Débat* n°92, Paris, p 113.
- [149] Lhomme S. (2013), Un prototype SIG pour analyser la résilience urbaine : application à la ville de Dublin, *Vertigeo*, vol.13, n°3. DOI : 10.4000/vertigo.14502
- [150] Li S, Dragičević S, Veenendaal B. (2011). *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications*. Taylor & Francis Group, London, UK. ISBN : 978-0-415-80483-7.
- [151] Li ZL, Tang BH, Wu H, Ren H, Yan G, Wan Z, Trigo IF, Sobrino JA. (2013), Satellite-derived land surface temperature: current status and perspectives. *Remote Sens Environ*, vol.131, pp 14–37.
- [152] Liu L, Zhao Z, Zhang C. (2012), Shortest path algorithm based on bidirectional semi-order net. In: Lee G (Ed), *Advanced in computational environment science, Advances in Intelligent and Soft Computing AISC 142*, Springer- verlag, Berlin Heidelberg, pp 137-144. ISBN: 978-3-642-27956-0.
- [153] March J, Olsen JP. (1985), *Ambiguity and choice in organizations*, 2<sup>nd</sup> Edition, Oxford University Press, p 408. ISBN-10: 8200019608.



- [154] MATET (Algérie). (2008), La mise en œuvre de schéma national d'aménagement du territoire, document de synthèse, ministère de l'aménagement du territoire, de l'environnement et du tourisme, Algérie, pp 16-17.
- [155] MATET (Algérie). (2008), SDAT2025, Livre1 Le diagnostic : audit du tourisme algérien, Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme, p 48.
- [156] MATET (Algérie). (2009), Plan d'aménagement de la wilaya de Batna (PAW), plan d'aménagement intégré par aire de planification, ministère de l'aménagement du territoire, de l'environnement et du tourisme, phase III, Algérie, pp 5-6.
- [157] Maunier R. (2004), L'origine et la fonction économique des villes, étude de morphologie sociale, Edition l'Harmattan, Paris, France, p 328. ISBN : 2-7475-6087-2.
- [158] Meguenni B. (2009), Conception et réalisation d'un système d'informations géographiques (SIG) dédié au suivi et l'évaluation des instruments d'urbanisme et des programmes de logements basée sur l'imagerie satellitaire à très grande résolution, Actes de l'atelier scientifique et technique sur l'outil spatial au service du développement, Alger, 28- 29 mars 2009, p 100.
- [159] Mekkaoui M. (1991), Le plan d'aménagement de wilaya, seul outil d'aménagement opérationnel, convergences entre acteurs du développement local dans la wilaya de Tlemcen, colloque 'aménageurs et aménagés de l'Algérie', IGAT Oran, pp 245-246.
- [160] Melgani F, Bruzzone L. (2004), Classification of hyperspectral remote sensing images with Support Vector Machines, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol.42, n°8, pp 1778-1790.
- [161] Menad W. (2012), Risques de crue et de ruissellement superficiel en métropole méditerranéenne : cas de la partie ouest du Grand Alger, thèse de doctorat, université de Paris7, France, pp 17-18.
- [162] Meradi O, Belattaf M, Albagli C. (2013), Schéma National d'Aménagement du Territoire et changements culturels en Algérie, Dialogue Euro-Méditerranéen de Management Public Management, MED 6 'Cultures pour le changement, changements par la Culture', 7-9 Octobre, 2013, Marseille, France. <http://www.med-eu.org/documents/MED6/papers/MERADI.pdf>
- [163] Meyniel C. (2016), La densité de population déterminante en matière de temps d'accès aux équipements courants, INSEE Analyses Centre-Val de Loire, n°20. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1908432>
- [164] Mineau D. (2003), L'apport des SIG en urbanisme. In : Bulletin de l'association des géographes français, 80e année, n°4, pp 443-453. Doi : 10.3406/bagf.2003.2356
- [165] Mintzberg H. (1994), Grandeur et décadence de la planification stratégique, Edition Dunod, p 454. ISBN : 978-2100082612.
- [166] Mountrakis G, Im J, Ogole C. (2011), Support vector machines in remote sensing: A review, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol.66, pp 247-259.
- [167] Mouaziz-Bouchentouf N. (2008), Le mythe de la gouvernance urbaine en Algérie, le cas d'Oran. Penser la ville, approches comparatives, Khenchela, Algeria, pp 159-170. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00381584>.
- [168] Morvan M. (2011), Les systèmes complexes : évolution et applications innovantes, la Rencontre Européenne de la Technologie, 22 Septembre 2011, France.
- [169] Mutin G. (1997), Le contexte économique et social de la crise algérienne. La crise algérienne : enjeux et évolution, Mario Melle éditions, p 17.
- [170] Naceur F et Farhi A. (2003), Les zones d'habitat urbain nouvelles en Algérie : inadaptabilité spatiale et malaises sociaux. Cas de Batna, in: Insaniyat, n°22, pp 73-81.
- [171] Naceur F. (2013), Impact of urban upgrading on perceptions of safety in informal settlements: case study of Bouakal, Batna, Frontiers of architectural research, pp 400-408.



- [172] Nakaya T, Yano K. (2010), Visualising crime clusters in a space-time cube: an exploratory data-analysis approach using Space-time Kernel density estimation and scan statistics. *Transaction in GIS*, vol.14, pp 223-239.
- [173] Nait Saada M. (2010), Evolution de la législation et de la réglementation en matière d'urbanisme et de foncier urbanisable, *ANIREF voice*, n°5, pp 8-9.
- [174] Nedjai F. (2012), Les instruments d'urbanisme entre propriétaire foncier et application cas d'étude : la ville de Batna, thèse de magister, Université de Biskra, pp 212-213.
- [175] Nemouchi H. (2008), Le foncier dans la ville algérienne. L'exemple de Skikda, *L'Information géographique*, vol.72, n°4, pp 88-100. Doi 10.3917/lig.724.0088
- [176] Nezzar ML. (2016), Hamla, d'un paysage de ville nouvelle à un paysage dortoir, thèse de magister, institut architecture et urbanisme, université Batna 2, p 216.
- [177] Nour MA. (2011), The potential of GIS tools in strategic urban planning process; as an approach for sustainable development in Egypt, *Journal of sustainable development*, vol.4, n°1, pp 284-298. ISSN : 1913-9063.
- [178] Office National des Statistiques ONS (Algérie). (2008), 5ème recensement général de la population et de l'habitat (RGPH), tableau récapitulatif communal, commune de Batna.
- [179] Office National des Statistiques ONS (Algérie). (2011), Armature urbaine, Collections Statistiques N° 163/2011 Série S : Statistiques Sociales, p 5.
- [180] Ohri A, Poonal Y. (2012), Urban sprawl mapping and land use change detection using remote sensing and GIS, *International journal of remote sensing and GIS*, vol.1, issue.1, pp 12-25. ISSN : 2277-9051.
- [181] Oliver MA, Webster R. (2015), Basic steps in geostatistics: the variogram and kriging. Heidelberg: Springer Briefs in Agriculture.
- [182] Ouedraogo J. (2001), Portage d'une application mono-utilisateur et monoposte vers un environnement multi-utilisateur et distribué (cas particulier du financier), mémoire d'ingénieur de conception, université polytechnique de Bobo-Dioulasso, p 18.
- [183] Pacione M. (2009), *Urban Geography a global perspective*, 3<sup>rd</sup> Edition, Edition Routledge, p 117. ISBN-10: 0415462029.
- [184] Padonou NM, Camara MS, Keita MS. (1995), Apport de la télédétection et des SIG à la gestion urbaine: Cas de Ouagadougou, Burkina Faso. Congrès Télédétection des milieux urbains et périurbains, Liège, 2-5 octobre 1995.
- [185] Palloix C. (1980), Industrialisation et financement lors des deux plans quadriennaux (1970-1977). In : *Tiers-Monde*, tome 21, n°83. Algérie 1980, pp 531-555. Doi: 10.3406/tiers.1980.4240
- [186] Pang T, Bhutta ZA, Finlay BB, Altwegg M. (1995), Typhoid fever and other salmonellosis: a continuing challenge. *Trends in microbiology*, vol.3, n°7, pp 253-255.
- [187] Pascaul M, Alves E, De Almeida T, Sand de França G, Roig H. (2012), An Architecture for geographic information systems on the Web–WebGIS, the 4<sup>th</sup> international conference on advanced geographic information systems, applications and services, pp 209-214.
- [188] Peiser R. (2001), Decomposing urban sprawl, *Town Planning Review*, vol.72, in: Xiaojun Y (Eds.), *urban remote sensing*, p 167.
- [189] Pelletier J, Delfante C. (1997), *Villes et urbanisme dans le monde*, Armand Colin, p 238.
- [190] Pérès J et Delessert E. (1875), *Batna (Algérie)*, édition Ethiou Perou, Paris, pp 24-31.
- [191] Perez AS. (2012), *OpenLayers Cookbook*. Packt publishing, Birmingham, UK. ISBN: 978-1-84951-784-3.
- [192] Perret J, Curie F, Gaffuri J, Ruas A. (2010), A Multi-Agent System for the simulation of urban dynamics, 10th European Conference on Complex Systems (ECCS'10), Lisbon.
- [193] Perry WL, McInnis B, Price CC, Smith SC, Hollywood JS. (2013), *Predictive policing: The role of crime forecasting in law enforcement operations*. Santa Monica CA, USA : RAND Corporation, p 24.

- [194] Picard A. (1994), Architecture et urbanisme en Algérie, d'une rive à l'autre (1830-1962), Monde musulman et de la méditerranée, n°73-74, pp 121-136.
- [195] Polèse M. (1997), Urbanisation et développement, CIDI n°4, Canada.
- [196] Porta S, Crucetti P, Latora V. (2006), Analyse du réseau des voiries urbaines : une approche directe, Géomatique Expert, n°53, pp 56-71.
- [197] Pumain D. (2006), Articles pour le dictionnaire la ville et l'urbain. Pumain D, Paquot T, Kleinschmager R, dictionnaire la ville et l'urbain, Anthropos-Economica, p 320.
- [198] Qin Z, Karnieli A, Berliner P. (2001), A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. Int J Remote Sens, vol.22, pp 3719–3746.
- [199] Rahman A. (2007), Application of remote sensing and GIS technique for urban environmental management and sustainable development of Delhi, India, In: Netzbund M, Stefanov WL, Redman C (Eds), Applied remote sensing for urban planning, governance and sustainability, Chapter 8, Springer- verlag, Berlin Heidelberg, pp 165-197.
- [200] Ray C. (2003), ATLAS, une plate-forme pour la modélisation et la simulation de systèmes désagrégés, Th : Informatique : Rennes I, p 160.
- [201] Rayes A. (2011), Planification stratégique 2011-2015, planifié, s'engager, agir : parcours d'une population gagnante et d'une ville responsable, Canada, p 3.
- [202] Renaud B. (2002), Politique de l'habitat : l'expérience internationale, séminaire sur la politique de l'habitat en Algérie, Alger 21-22 décembre 2002, p 28.
- [203] République Algérienne Démocratique et Populaire. (2014), Code de l'urbanisme, Sixième Edition, Berti édition, pp 1-2.
- [204] République Algérienne démocratique et populaire. (2010), Journal officiel, n°61, 49ème année, 21 Octobre 2010, p 8.
- [205] Rhein C. (1993), Planification urbaine et régionale : leçons et perspectives des expériences étrangères, Strates [En ligne], <http://strates.revues.org/1150>.
- [206] Rhinane H, Hilali A, Bahi H, Berrada A. (2012), Contribution of Landsat data for the detection of urban heat islands areas Case of Casablanca. J Geog Inf Syst, vol.4, pp 20–26.
- [207] Risse N. (2004), Evaluation environnementale stratégique et processus de décision publics: Contributions méthodologiques, thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, p 31.
- [208] Robbins JN. (2012), Learning web design, A beginner's guide to HTML, CSS, JavaScript, and web graphics, 4 Edition, O'REILLY Edition, Sebastopol. ISBN : 978-1-449-31927-4
- [209] Roca J, Burnsa MC, Carreras JM. (2004), Monitoring urban sprawl around Barcelona's metropolitan area with the aid of satellite imagery, Proceedings of geo-imagery bridging continents, XXth ISPRS congress, 12–23 July, Istanbul, Turkey. [http://www.isprs.org/publications/related/semana\\_geomatica05/front/abstracts/Dimecres9/T07.pdf](http://www.isprs.org/publications/related/semana_geomatica05/front/abstracts/Dimecres9/T07.pdf).
- [210] Roche S, Bédard Y, Humeau JB. (1997), Géomatique et aménagement en milieu municipal. Comparaison France / Québec., Compte rendu du Symposium international : La géomatique à l'ère de Radarsat (GER'97), pp 25-30.
- [211] Rolnik R. (2011), Mission en Algérie, rapport sur le logement convenable en tant qu'élément du droit à un niveau de vie suffisant ainsi que sur le droit à la non-discrimination à cet égard, Nations Unies, conseil des droits de l'homme, 19 session, p 12.
- [212] Roques P, Vallée F. (2007), UML 2 en action, De l'analyse des besoins à la conception en Java, 4ème Edition, édition Eyrolles.
- [213] Rouwette EA, Gröfsler A, Vennix JAM. (2004), Exploring influencing factors on rationality: a literature review of dynamic decision-making studies in system dynamics, Systems Research and Behavioral Science, vol.21, n°4, pp 351-370.
- [214] Roy G. (2009), Conception de bases de données avec UML, Edition presses de l'université du Québec, Canada, p 30. ISBN : 978-2-7605-1500-0.

- [215] Roy P, Hasni A. (2014), Les modèles et la modélisation vus par des enseignants de sciences et technologies du secondaire au Québec, *McGill Journal of Education / Revue des sciences de l'éducation de McGill*, vol.49, n°2, pp 349-371. Doi : 10.7202/1029424ar
- [216] Ruas A. (1999), Modèle de généralisation de données urbaines à base de contraintes et d'autonomie, *Cybergeo : European Journal of Geography, Cartographie, Imagerie, SIG*, document 107. Doi : 10.4000/cybergeo.5227. <http://cybergeo.revues.org/5227>
- [217] Rupali RS, Karbhari VK. (2015), Performance evaluation of Support Vector Machine and Maximum Likelihood classifier for multiple crop classification, *International journal of remote sensing & geosciences (IJRSG)*, vol.4, n°1, p. 67.
- [218] Saad M, Meliani H, Benosman M. (2005), The tortuous and uncompleted privatization process in Algeria, in Margaret AM, Saad M (Ed), *Transition & development in Algeria, economic, social and cultural challenges*, Intellect Edition, Portland, USA, p 20. ISBN 1-84150-919-1
- [219] Sabidussi G. (1966), The centrality index of a graph, *Psychmetrika*, vol.31, pp 581-603.
- [220] Sahli Z. (1985), Expérience algérienne en matière de développement local, les plans de développement communal. *Économie rurale*. n°166, pp 52-53. Doi : 10.3406/ecoru.1985.3146
- [221] Saidouni M. (2000), *Elément d'introduction à l'urbanisme, histoire, méthodologie, réglementaire*. Edition Casbah. ISBN : 9961-64-235-X.
- [222] Saidouni N. (2001), *L'Algérois rural à la fin de la période ottomane (1791-1830)*, Beyrouth, Dar Al-Gharb Al-Islami.
- [223] Saint-Germes J. (1955), *Economie Algérienne*, volume iv, édition la maison des livres, Alger, p 37.
- [224] Schéma de Cohérence Urbaine SCU. (2009), *Schéma de cohérence urbaine de la ville de Batna, mission 2, direction de la planification et de l'aménagement du territoire*, p 103.
- [225] Schneuwly D, Caloz R. (2013), *Modélisation conceptuelle des données*, Geographic Information Technology Training Alliance. [http://www.gitta.info/Concept\\_Mod/fr/text/Concept\\_Mod.pdf](http://www.gitta.info/Concept_Mod/fr/text/Concept_Mod.pdf)
- [226] Semmoud B. (1998), Planification ou bricolage ? Quelques aspects de la planification urbaine en Algérie, *Les Cahiers d'URBAMA*, n°14, Université de l'Artois, Arras, pp 65-66.
- [227] Semmoud B. (1999), Formes et mécanismes de la mobilité urbaine en Algérie. In : *Espace, populations, sociétés*, 2, pp 307-316. Doi : 10.3406/espos.1999.1893.
- [228] Service d'études techniques des routes et autoroutes SETRA. (2008), *Accessibilité des territoires et des services - Notions et représentation - Rapport d'études*, p 20.
- [229] Sevtsuk A, Mekonnen M. (2012), Urban Network Analysis Toolbox, *International Journal of Geomatics and Spatial Analysis*, vol.22, n°2, pp 287-305.
- [230] Sevtsuk A, Mekonnen M, Kalvo R. (2013), *Urban network analysis toolbox for ArcGIS10/10.1/10.2*, City form Lab, Singapore University of Technology & Design, p 13.
- [231] Sevtsuk A. (2013), *Urban networks, analysis and planning*, working paper. City Form Lab, University of Technology and Design, Singapore, p 9.
- [232] Sinou A. (1995), Urbanisme et urbanisation. In : Dureau F, Weber C (ed.), *télé-détection et systèmes d'information urbains*, Anthropos, Paris, pp 7-8.
- [233] Smets M. (1977), *L'avènement de la cité jardin en Belgique : histoire de l'habitat social en Belgique de 1830 à 1930*, Pierre Mardaga édition, p 223. ISBN-13 : 978-2870090824.
- [234] Soltoni M. (1979), *Appréciations critiques des actions de planification*. In séminaire population et planification agricole au Maghreb, CEDORIFAO, IAM, Montpellier.
- [235] Sterman JD. (2000), *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*, Irwin-McGraw-Hill, p 982.
- [236] Silverman BW. (1986), *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, New York: Chapman and Hall.

- [237] Tchotsoua M, Aboubakar M, Mpoko GFA, Bangara AB, Fotsing E, *et al.* (2009), Contribution de la géomatique à la gestion des territoires villageois des savanes d'Afrique centrale. L. SEINY-BOUKAR, P. BOUMARD. Savanes africaines en développement : innover pour durer, Avril 2009, Garoua, Cameroun. Cirad, p 9.
- [238] Teorey TJ, Fry JP. (1982), Design of Database Structures, Prentice-Hall, the University of Michigan, p 492. ISBN : 0132000970.
- [239] Tétreault P. (2016), Etude sur l'accessibilité et la mobilité au centre-ville, rapport de consultation, ville de Montréal, Canada, Projet no 151-11444-00, p 16.
- [240] Tewolde M, Cabral P. (2011), Urban Sprawl Analysis and Modeling in Asmara, Eritrea, Remote Sensing, vol.3, pp 2148-2165. Doi: 10.3390/rs3102148.
- [241] Thomas O. (2002), Démocratie participative et gouvernance urbaine : la permanence d'un mythe. <http://no.logos.free.fr/bib/thomasCR2002-3.PDF>
- [242] Toprak D, Erdogan S. (2008), Spatial analysis of the distribution of typhoid fever in Turkey. Int Arch Photogramm Remote Sens Spat Inf, vol.37, pp 1367-71.
- [243] Toussaint YJ. (1993), Architecte-urbaniste en Algérie, un fragment de la crise algérienne, thèse de Doctorat, Université de Paris X – Nanterre, France, p 149.
- [244] Trabelsi B. (1989), Les urbanisations nouvelles en Algérie l'expérience de la procédure des zones d'habitat urbain nouvelles (ZHUN), actes du séminaire international stratégie urbaine et urbanisme opérationnel, Rabat, 11-12 et 13 mai 1989, Maroc, pp 125-127.
- [245] Tsoheng Tsafack H. (2014), Mise en place d'un système d'information géographique pour la propriété foncière au Cameroun, université de Maroua, mémoire en ligne.
- [246] Ullmann C. (2012), La ville numérique, définition et principaux enjeux, dossier thématique, observatoire numérique de la nouvelle Calédonie.
- [247] UNESCO. (2008), Préparation aux Tsunamis, guide d'information à l'intention des responsables de la planification en cas de catastrophe, Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO, manuels et guides n°49, p 15.
- [248] URBA. (2005), Révision du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, Bureau d'étude URBA BATNA, p 84.
- [249] Uwineza H. (2007), L'informatisation du système de gestion de prête bourse au sein de SFAR, Université adventiste d'Afrique Centrale, mémoire online. [http://www.memoireonline.com/03/12/5527/m\\_L-informatisation-du-systeme-de-gestion-de-prt-bourse-au-sein-de-SFAR12.html](http://www.memoireonline.com/03/12/5527/m_L-informatisation-du-systeme-de-gestion-de-prt-bourse-au-sein-de-SFAR12.html)
- [250] Vapnik VN. (1995), The Nature of Statistical Learning Theory, New York: Springer-Verlag, ISBN: 978-1-4757-2442-4.
- [251] Viau AA, Boutinot L. (2007), Géomatique et gouvernance territoriale: outils, connaissances et expertise, Joint Congress of the European Regional Science Association (47th Congress) and Association de Science Régionale de Langue Française, 44th Congress), August 29th - September 2nd, Local governance and sustainable development.
- [252] Von Bertalanffy L. (1968), General system theory, George Braziller. Traduction française: Théorie générale des systèmes, Dunod, 1993, p 308.
- [253] Walawender JP, Szymanowski M, Hajto MJ, Bokwa A. (2013), Land surface temperature patterns in the urban agglomeration of Krakow (Poland) derived from Landsat7 ETM+ data. Pure Appl Geophys, vol.171, pp 913–940.
- [254] Wang F, Qin Z, Song C, Tu L, Karnieli A, Zhao S. (2015), An improved mono-window algorithm for land surface temperature retrieval from Landsat 8 thermal infrared sensor data. Journal of Remote Sensing, vol.7, pp 4268–4289. Doi: 10.3390/rs70404268
- [255] Ward SV. (2004), Planning and urban change, 2nd Edition, Sage publications, London, UK. ISBN : 0 76 19 4317 X.
- [256] Weber C. (1995), Les systèmes d'information urbains : objectifs, définitions. In : Dureau F (ed.), Weber C (ed.), Télédétection et systèmes d'information urbains, collection villes, Anthropos Edition, Paris, p 3. ISBN : 2-7178-28.

- [257] Worner JD. (2013), Thermal infrared remote Sensing sensors, methods, applications. Heidelberg: Springer Netherlands, vol.17, p 546.
- [258] Yang C, Wong D, Yang R, Kafatos M, Li Q (2005). Performance improving techniques in WebGIS. *Int. J. Geogr. Inform. Sci.* vol.19, n°3, pp 319-342.
- [259] Yang C, Wu H, Huang O, Li Z, Li J, Li W, Miao L, Sun M. (2011), WebGIS performance issues and solutions, in *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications – Li, Dragicévic & Veenendaal (eds)*, Taylor & Francis Group, London, p 121.
- [260] Yang L, Cao YG, Zhu XH, Zeng SH, Yang GJ, He JY, Yang WC. (2014), Land surface temperature retrieval for arid regions based on Landsat-8 TIRS data: a case study in Shihezi, Northwest China. *J Arid Land*, vol.6, pp 704–716.
- [261] Yeh A, Li X. (2001), Measurement and monitoring of urban sprawl in a rapidly growing region using entropy, *Photogramm. Eng. Remote Sensing.* vol.67, n°1, p 83.
- [262] Zeroili D. (2010), L’apport de SIG dans la gestion urbaine : Cas de la gestion des espaces verts, conférence francophone ESRI, 29-30 septembre 2010, Versailles. [http://sig2010.esrifrance.fr/gestion\\_espacesverts.aspx](http://sig2010.esrifrance.fr/gestion_espacesverts.aspx).
- [263] Zeroili D, Bord JP, Ait Moussa A. (2012), L’apport des systèmes d’information géographique dans la gestion urbaine cas des agences urbaines au Maroc, CFC, n°214, pp 25-32.
- [264] Zheng GQ, Lu M, Zhang T. (2010), The impact of difference of land surface emissivity on the land surface temperature retrieval in Jinan City. *J Shandong Jianzhu Univ*, vol.25, pp 519–523.
- [265] Zitoun MS. (2011), Les évolutions récentes dans la politique urbaine à Alger, la consécration de l’urbanisme présidentiel, dans l’action urbaine au Maghreb, Edition Karthala et IRMC, p 101. ISBN : 978-2-8111-0477-1.
- [266] Zitoun MS. (2012), Etat providence et politique du logement en Algérie. Le poids encombrant de la gestion politique des rentes urbaines, *Revue Tiers Monde*, n°210, pp 89-106. Doi : 10.3917/rtm.210.0089
- [267] Zitoun MS. (2012), Le logement en Algérie : programmes, enjeux et tensions. *Confluences Méditerranée*, n°81, pp 133-152. Doi : 10.3917/come.081.0133
- [268] Zitoun MS, Tabti TA. (2009), La mobilité urbaine dans l’agglomération d’Alger : évolutions et perspectives, étude de cas. Rapport définitif, plan bleu, banque mondiale, Alger, p 32.
- [269] Zucchelli A. (1983), Introduction à l’urbanisme opérationnel, Alger, Office des publications universitaires, pp 252-301.



## SITES WEB CONSULTES (WEBOGRAPHIE)

- [1] <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/unite-urbaine.htm>
- [2] [http://www.ummt0.dz/IMG/pdf/Said\\_Aissa\\_modifier.pdf](http://www.ummt0.dz/IMG/pdf/Said_Aissa_modifier.pdf)
- [3] <http://www.mhuv.gov.dz/Fichiers/Urbanisme/PDAU.pdf>
- [4] <http://www.mhuv.gov.dz/Fichiers/Urbanisme/POS.pdf>
- [5] [https://www.academia.edu/13126746/CHAPITRE\\_02\\_](https://www.academia.edu/13126746/CHAPITRE_02_)
- [6] <http://www.unesco.org/most/kharoufi.htm>
- [7] [http://alger-roi.fr/Alger/batna/pages/14\\_creation\\_batna\\_1913\\_echo\\_francis.htm](http://alger-roi.fr/Alger/batna/pages/14_creation_batna_1913_echo_francis.htm)
- [8] [http://alger-roi.fr/Alger/batna/pages/15\\_decret\\_fondation\\_batna\\_1913\\_echo\\_francis.htm](http://alger-roi.fr/Alger/batna/pages/15_decret_fondation_batna_1913_echo_francis.htm)
- [9] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronologie\\_de\\_la\\_ville\\_de\\_Batna#De\\_1844\\_.C3.A0\\_1860](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronologie_de_la_ville_de_Batna#De_1844_.C3.A0_1860)
- [10] <http://www.memoria.dz/avr-2013/une-ville-une-histoire/batna-terre-des-hommes-libres>
- [11] <http://worldclim.org>
- [12] <http://tirsam.com>
- [13] <http://sarltoufik.com>
- [14] <http://www.djazairess.com/fr/elwatan/45871>
- [15] <http://docplayer.fr/13303028-De-l-urbanisme-commercial-au-commerce-dans-l-urbanisme.html>
- [16] [http://encyclopedie-afn.org/Propri%C3%A9t%C3%A9\\_fonci%C3%A8re](http://encyclopedie-afn.org/Propri%C3%A9t%C3%A9_fonci%C3%A8re)
- [17] [http://alger-roi.fr/Alger/documents\\_algeriens/economique/pages/119\\_propriete\\_foncieres.htm](http://alger-roi.fr/Alger/documents_algeriens/economique/pages/119_propriete_foncieres.htm)
- [18] [http://www.eldjazaircom.dz/index.php?id\\_rubrique=253&id\\_article=2716](http://www.eldjazaircom.dz/index.php?id_rubrique=253&id_article=2716)
- [19] <http://www.djazairess.com/fr/apsfr/303635>
- [20] <http://www.mf-ctrf.gov.dz/presse/Planaction%20fr.pdf>
- [21] <http://seig.ensg.ign.fr>
- [22] <https://support.microsoft.com/fr-fr/kb/460738>
- [23] <http://linuxfr.org/news/sondages-sur-les-serveurs-web-netcraft-et-securityspace-de-decembre-2015>
- [24] <https://groupefmr.hypotheses.org/219>
- [25] <http://cityform.mit.edu/projects/urban-network-analysis.html>
- [26] <https://www.almarai.com/recent-events-ar>
- [27] <http://www12.statcan.ca/census-recensement/2006/ref/dict/geo049-fra.cfm>
- [28] <http://www.med-eu.org/documents/MED6/papers/MERADI.pdf>
- [29] <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1908432>
- [30] <http://apache-tomcat-remove-only.updatestar.com/fr>
- [31] <http://www.ensg.eu/Geomatique>
- [32] [www.codesria.org/IMG/pdf/bazonzi.pdf?1471](http://www.codesria.org/IMG/pdf/bazonzi.pdf?1471)
- [33] <http://cdlm.revues.org/4013>
- [34] <http://www.vitamedz.com>
- [35] <http://politiquedulogement.com/dictionnaire-du-logement/s/speculation/>
- [36] <http://www-ohp.univ-paris1.fr/Textes/SalomonHoward2.pdf>
- [37] <http://www.cnes.dz/cnes/wp-content/uploads/Rapport-sur-la-configuration-du-foncier-en.pdf>

- [38] <http://encyclopedieberbere.revues.org/2551>
- [39] [http://www.persee.fr/doc/medit\\_0025-8296\\_1983\\_num\\_47\\_1\\_2115](http://www.persee.fr/doc/medit_0025-8296_1983_num_47_1_2115)
- [40] <https://www.cairn.info/revue-informations-sociales-2015-5-page-40.htm>
- [41] [http://www.adsprogress.com/docs/etudes/ouedfalli/rapport\\_ouedfalli\\_2011.pdf](http://www.adsprogress.com/docs/etudes/ouedfalli/rapport_ouedfalli_2011.pdf)
- [42] <http://www.maghrebemergent.info>
- [43] <http://www.secheresse.info/spip.php?article1952>
- [44] <http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=4001997>
- [45] <http://www.webreview.dz>
- [46] [ww2.unhabitat.org/programmes/ifup/conf/Inclusive-Cities-French.PDF](http://ww2.unhabitat.org/programmes/ifup/conf/Inclusive-Cities-French.PDF)
- [47] <http://annalsreview.geo.unibuc.ro/2013/Feloussia.pdf>
- [48] [http://www.newciv.org/ISSS\\_Primer](http://www.newciv.org/ISSS_Primer)
- [49] <http://arxiv.org/abs/0709.3967>
- [50] <http://www.webmapper.net/thesis>
- [51] <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010063526>
- [52] <http://anneemaghreb.revues.org/2555> ; Doi : 10.4000/anneemaghreb.2555
- [53] [ftp://ftp.univ-orleans.fr/theses/hussein.elhagehassan\\_2931\\_vd.pdf](ftp://ftp.univ-orleans.fr/theses/hussein.elhagehassan_2931_vd.pdf)
- [54] <http://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/2653>
- [55] <http://geomatique-tunisie.net>
- [56] <http://cermn.unicaen.fr/puc/images/preprint0472007.pdf>
- [57] <http://cybergegeo.revues.org/27198>. Doi : 10.4000/cybergegeo.27198
- [58] <http://www.med-eu.org/documents/MED6/papers/MERADI.pdf>
- [59] <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1908432>
- [60] <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00381584>
- [61] <http://strates.revues.org/1150>
- [62] <http://cybergegeo.revues.org/5227>
- [63] [http://www.gitta.info/Concept\\_Mod/fr/text/Concept\\_Mod.pdf](http://www.gitta.info/Concept_Mod/fr/text/Concept_Mod.pdf)
- [64] <http://no.logos.free.fr/bib/thomasCR2002-3.PDF>
- [65] [http://sig2010.esrifrance.fr/gestion\\_espacesverts.aspx](http://sig2010.esrifrance.fr/gestion_espacesverts.aspx)
- [66] <http://cybergegeo.revues.org/27331>
- [67] <http://docplayer.fr/8485939-Etude-et-mise-en-place-d-un-observatoire-urbain.html>
- [68] [http://www.cnpm.org.dz/IMG/pdf/Rapport\\_de\\_la\\_conference\\_nationale.pdf](http://www.cnpm.org.dz/IMG/pdf/Rapport_de_la_conference_nationale.pdf).
- [69] <http://www.sante.dz/insp/rem-annuel04.pdf>.

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1. La démarche de planification dans le processus de gestion urbaine.
- Figure 2. Les caractéristiques fondamentales du génie militaire.
- Figure 3. Structure générale de l'investissement (plan triennal et 1er plan quadriennal).
- Figure 4. Modes d'occupation de l'espace dans la ZHUN 1.
- Figure 5. Modes d'occupation de l'espace dans la ZHUN 2.
- Figure 6. Les majeures lignes directrices du SNAT 2025.
- Figure 7. Les espaces de programmation territoriale
- Figure 8. Hiérarchisation des instruments actuels de planification en Algérie.
- Figure 9. Les secteurs d'urbanisation d'après les orientations du PDAU 1998.
- Figure 10. La démarche globale d'élaboration et d'approbation du PDAU.
- Figure 11. La démarche globale d'élaboration et d'approbation du POS.
- Figure 12. Localisation de la zone d'étude (a) la wilaya de Batna, (b) limites de la commune, (c) ville de Batna (zone d'étude).
- Figure 13. Profil topographique nord-sud de la ville de Batna.
- Figure 14. La carte hypsométrique de la commune de Batna.
- Figure 15. Carte de distribution spatiale des pentes dans la commune de Batna.
- Figure 16. Vue en 3D des contraintes naturelles liées au phénomène d'urbanisme dans la ville de Batna.
- Figure 17. Répartition spatiale des servitudes naturelles et technologiques dans l'aire d'étude.
- Figure 18. Ville de Batna, le noyau militaire (à gauche) et la verdure (à droite).
- Figure 19. Aéroport de la ville (a), extension de la ville de Batna (b).
- Figure 20. Chemin de fer (la gare) (a), immeubles collectifs HLM (les allées Bocca) (b).
- Figure 21. La ville de Batna définie dans un référentiel espace-temps (trame urbaine en blanc).
- Figure 22. Formes d'extensions urbaines de la ville de Batna en 2005 et 2014.
- Figure 23. Evolution de la population dans la ville de Batna 1948-2012.
- Figure 24. Corrélations entre l'évolution des populations avec la consommation de l'espace urbain.
- Figure 25. Répartition spatiale de la densité de population dans la ville de Batna.
- Figure 26. Liaison entre la densité des populations et la superficie des districts urbains.
- Figure 27. Corrélations entre l'évolution des populations avec le parc de logement.
- Figure 28. Répartition spatiale du réseau de transport de la ville de Batna.
- Figure 29. Répartition des entités économiques –hautes plateaux-
- Figure 30. La zone industrielle étouffée entre l'habitat informel et les futurs programmes.
- Figure 31. Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, grandes orientations d'aménagement.
- Figure 32. Extrait de quelques plans d'occupation des sols de la ville de Batna (PDAU 1998).
- Figure 33. Analyse comparative de la réalisation des plans d'occupation des sols dans la ville de Batna.
- Figure 34. Extrait d'un changement de vocation, il s'agit d'un habitat individuel informel au lieu d'un équipement (CEM), exemple de POS 6 phase 1 (Parc à fourrage).
- Figure 35. Le POS dans sa variante approuvée propose un jardin d'enfants (au centre) et des locaux commerciaux, alors que sur le terrain c'est l'habitat individuel illicite qui s'impose, exemple de POS 1 (Tamchit).
- Figure 36. L'incapacité des autorités locales à concrétiser les programmes d'habitat collectif (à gauche) et semi collectif (à droite) sur le terrain, alors que la logique des habitants

- traduit par l'habitat individuel illégal qui s'impose. Extrait du POS 4 phase 1 (Route de Tazoult).
- Figure 37. Le problème d'incompatibilités, le souci de logement oblige les autorités locales d'abandonner les équipements d'accompagnement (l'école fondamentale en bleu et le jardin public en vert) au profit de l'habitat collectif, extrait du POS UB10 (El manchar).
- Figure 38. Une antenne administrative et une salle polyvalente ont été réalisées, extrait du POS 5 de Parc à fourrage.
- Figure 39. Un lycée concrétisé effectivement sur le terrain portant quelques infimes décalages en termes de superficies et de position, extrait de POS 1 de Kechida.
- Figure 40. Participation de l'état dans le changement de vocation des terrains agricoles au profit de l'habitat collectif.
- Figure 41. Même les fermes agricoles ne sont pas exclues de cette transformation. Abondance des terrains agricoles (rendre comme décharges en plein air) comme une stratégie de justification avant le changement de vocation.
- Figure 42. Abondance des terrains agricoles (rendre comme décharges en plein air) comme une stratégie de justification avant le changement de vocation.
- Figure 43. La production industrielle privée selon l'état est mieux que celle agricole (extrait d'une usine de marbre).
- Figure 44. Changement de la vocation d'un terrain agricole avec son rendement à un terrain bâti avec son rendement complètement différent.
- Figure 45. Finalités d'application d'un SIG dans la ville de Batna.
- Figure 46. Capture d'écran de six erreurs topologiques sous Reviewer Batch Job Manager d'ArcGIS 10.1.
- Figure 47. Capture d'écran d'une correction topologique sous Reviewer Batch Job Manager d'ArcGIS 10.1.
- Figure 48. Organigramme des étapes de réalisation de système d'information géographique.
- Figure 49. Figure 49. Ville de Batna, Exemple d'un système urbain complexe (habitat et réseaux). (A) réseau d'éclairage public, réseau de gaz et réseau d'électricité moyenne tension (10Kv). (B) réseau d'adduction en eau potable et réseau d'assainissement. (C) réseau routier et fibre optique.
- Figure 50. Extrait de l'étape d'insertion des attributs et leur type sous Sybase Power AMC 15.1.
- Figure 51. Diagramme de classe d'UML sous Sybase PowerAMC15.1.
- Figure 52. Capture d'écran d'un modèle physique des données sous Sybase PowerAMC15.1.
- Figure 53. Application de la commande ODBC pour MS Access sous Sybase PowerAMC 15.1.
- Figure 54. Capture d'écran de l'intégration des données dans un SGBD via une commande de type ODBC.
- Figure 55. Extrait des entités sous un SGBD avec les liens entre tables (modèle relationnel graphique Access).
- Figure 56. Capture d'écran de la connexion OLE DB (Test connection succeeded).
- Figure 57. Extrait du système d'information géographique de la ville de Batna
- Figure 58. Extrait du système d'information géographique de la ville de Batna.
- Figure 59. Capture d'écran du déploiement de Geoserver via Geoserver.War
- Figure 60. Couches du SIG de Batna importées dans Géoserver
- Figure 61. Schéma explicatif de l'architecture de notre WebGIS (architecture 3-tiers).
- Figure 62. Extrait de résultat de symbolisation des réseaux d'articulation sous Geoserver.
- Figure 63. Langage XML pour la symbolisation des couches d'information dans UDig
- Figure 64. Diagramme de cas d'utilisation du présent WebGIS.
- Figure 65. L'interface WebGIS (1) l'espace cartographique (2) le menu de connexion (3) le ruban de la légende (4) la zone complémentaire.
- Figure 66. Capture d'écran de la page d'accueil (interface principale).
- Figure 67. Extrait d'une balise HTML permettant la superposition de plusieurs couches.

- Figure 68. Extrait des majeures pages développées dans le présent WebGIS.
- Figure 69. Système d'information géographique de la ville de Batna, échantillons de classification par la multi échelle.
- Figure 70. La ville et ses réseaux de servitudes souterraines- le quotidien des opérateurs et des managers. Un système complexe.
- Figure 71. Capture d'écran de la base de données pour l'analyse spatiale densité de Kernel.
- Figure 72. Capture d'écran de jointure entre deux couches de données (Extract values to points).
- Figure 73. Capture d'écran de l'application Kernel Density.
- Figure 74. Vulnérabilité aux risques de croisement entre les réseaux de gaz et le réseau d'électricité moyenne tension (10Kv).
- Figure 75. Construction sur la bande de servitude autour d'un gazoduc (Extrait POS2).
- Figure 76. Extrait d'une requête spatiale montrant les constructions situées à l'intérieur de la bande de servitude du gazoduc (Extrait POS2).
- Figure 77. Capture d'écran des étapes essentielles pour générer le chemin le plus court
- Figure 78. Schéma du principe d'exécution de l'algorithme Dijkstra (l'itinéraire le plus court entre le point de départ (A) et le point de destination finale (F)).
- Figure 79. Les itinéraires optimaux d'évacuation dans le cas d'une catastrophe déclarée en s'appuyant sur une base de données géo-référenciée et une analyse spatiale.
- Figure 80. Récapitulation des longueurs des itinéraires optimaux.
- Figure 81. Distribution spatiale des équipements administratifs et leur relation avec les densités de population – analyse statistique Directional Distribution (SDE).
- Figure 82. Corrélation entre la répartition des équipements et la densité de population.
- Figure 83. Justification statistique de la répartition regroupée (en boucle) des équipements administratifs – Spatial Autocorrélation (Global Moran's I Statistic)
- Figure 84. Congestion urbaine au niveau du centre-ville (à gauche) et formes de stationnement sauvage (à droite).
- Figure 85. Extrait de la mise en œuvre de la fonctionnalité UNA sous ArcGIS 10.1.
- Figure 86. Extrait de la combinaison des nœuds, le réseau routier et la composition urbaine.
- Figure 87. Extrait de mesure de centralité –proximité-
- Figure 88. Extrait de mesure de centralité –intermédiarité-
- Figure 89. Conséquences d'un projet d'aménagement d'un oued en voirie urbaine (haut) sur l'accessibilité des zones avoisinantes (bas).
- Figure 90. Urban network analysis d'un nouveau projet d'aménagement et ses conséquences sur les mutations spatiales d'un espace périphérique marginal –accessibilité et commerce-
- Figure 91. Exemple d'une requête SQL illustrant les classes de la centralité pour saisir les poids.
- Figure 92. Exemple d'une requête SQL de tous les équipements d'ordre technique.
- Figure 93. Extrait de la standardisation des facteurs (accessibilité aux équipements).
- Figure 94. Extrait de la matrice de décision entre les paramètres affectés à l'analyse multicritère: l'accessibilité aux équipements, la densité de population, le voisinage aux entités urbaines et la centralité urbaine.
- Figure 95. Analyse multicritère pour choix d'un emplacement optimal.
- Figure 96. Capture d'écran des impédances 2 083, 4 166, 6 250, 12 500 mètres correspondant à 5, 10, 15 et 30 minutes, respectivement.
- Figure 97. Zones de desserte d'un emplacement optimal (site n3) pour les intervalles 5, 10, 15 et 30 minutes.
- Figure 98. Répartition par superficies des zones de desserte des 8 emplacements choisis.
- Figure 99. Capture d'écran de la couche d'information des voiries (et les jonctions associées) sous la fonctionnalité Junction Connectivity Features.
- Figure 100. Répartition spatiale des interconnexions des rues par nombre de connexions.
- Figure 101. Représentation de l'accessibilité urbaine par l'interconnexion des rues.
- Figure 102. Corrélation entre la densité de population et l'accessibilité urbaine sur 460 valeurs.



- Figure 103. Extrait d'une parcelle de 7.15ha (à droite) d'un rendement agricole impressionnant en blé devant une extension urbaine démesurée (à gauche) (prise photo le 10/3/2017. X=247881.9m, Y=3936738.1m)
- Figure 104. Changement constaté dans la surface des terrains agricoles entre 2005 (à gauche) et 2014 (à droite). Exemple de deux parcelles agricoles.
- Figure 105. Evolution spatio-temporelle de la composition urbaine de la ville de Batna entre 2005 et 2013.
- Figure 106. Extraction de la composition urbaine de la ville de Batna entre 2005 et 2014 - évolutions comparatives-
- Figure 107. Extrait du décalage entre l'affectation du sol et la réalité du terrain, échantillon du POS6.
- Figure 108. Détection des déphasages par la fonctionnalité intersecting layers Masks.
- Figure 109. Extrait d'une banque de données urbaine.
- Figure 110. Choix de l'emplacement et le décret de fondation de Batna.
- Figure 111. Retrieved LST from MODIS LST (a) and Landsat8 TIRS (b).
- Figure 112. Scatter plots of correlation analyses of retrieved LST and MODIS LST.
- Figure 113. The retrieved LST by MW algorithm of Batna city.
- Figure 114. Histogram distribution of LST in the study area (city of Batna).
- Figure 115. Linear support vector machine example
- Figure 116. Buffer Zones around the study site (city of Batna).
- Figure 117. Les orientations d'aménagement dans la ville de Batna (PDAU 1998).
- Figure 118. Page web synthétique du dictionnaire des données (tiré d'ArcGIS diagrammer).
- Figure 119. Extrait synthétique d'un rapport de données (tiré d'ArcGIS diagrammer).
- Figure 120. Capture d'écran du diagramme de classe sous Sybase PowerAMC 15.1.
- Figure 121. Page des analyses spatiales.
- Figure 122. Page des réseaux d'articulation urbains.
- Figure 123. Page des orientations d'aménagement.
- Figure 124. Page des plans d'occupation des sols.
- Figure 125. Extrait de superposition entre une couche raster (image satellitaire de la ville de Batna) et les données vectorielles (réseaux urbains).
- Figure 126. Page de téléchargement des bases de données.
- Figure 127. Page de modélisation (diagramme de classe).
- Figure 128. Page de galerie de photos de la ville de Batna.
- Figure 129. Interface web des majeurs contrôles (développée par MapGuide Maestro).
- Figure 130. Application de la fonctionnalité de buffer sur le gozuduc avec une servitude de 75m.
- Figure 131. Typhoid fever cases in Algeria for the period 2000-2011
- Figure 132. Cross-connections between water supply and sanitation networks (Batna city).
- Figure 133. Flowchart for calculating DRASTIC vulnerability index (DVI).
- Figure 134. Typhoid fever vulnerability in Batna city by kernel density estimation.
- Figure 135. Typhoid fever case prediction in Batna city by Kriging interpolation method
- Figure 136. Vulnérabilité aux risques de croisement entre le réseau d'AEP et le gaz.
- Figure 137. Vulnérabilité aux risques de croisement entre le réseau d'assainissement et le gaz.
- Figure 138. Analyse spatiale des densités de points –application sur les équipements-.
- Figure 139. Extrait de la congestion du centre-ville (Source : quotidienne Elkhobar le 3/9/2016)
- Figure 140. Comparaison de la mesure de centralité d'intermédialité sur deux types de configurations (grille à gauche et arborescent à droite) avec le même nombre de constructions (24) et de la même longueur linéaire des rues - Les valeurs sur les bâtiments indiquent combien de fois un bâtiment est passé-.
- Figure 141. Carte de centralité spatiale de la ville de Batna (application UNA).
- Figure 142. Extrait d'un ModelBuilder développer pour la présente analyse multicritère.
- Figure 143. Zones de desserte de chaque emplacement pour les intervalles 5, 10, 15 et 30 min.

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1. L'effort d'investissement dans les plans de développement.
- Tableau 2. Structure générale de l'investissement (en millions de DA courants).
- Tableau 3. Part de l'industrie dans le montant cumulé (prévu, réalisé) des investissements planifiés (1967-1977).
- Tableau 4. L'habitat dans les plans nationaux.
- Tableau 5. Situation physique des études de révision des PDAU à fin mars 2008.
- Tableau 6. Situation cumulée des études des POS à fin mars 2008.
- Tableau 7. Terminologie adoptée pour différencier les zones (strates) dans la loi 01-20.
- Tableau 8. Documents cartographiques associant un POS avec les échelles convenables.
- Tableau 9. Températures moyennes mensuelles dans la commune de Batna pour la période (~1960-1990).
- Tableau 10. Précipitations moyennes mensuelles dans la commune de Batna pour la période (~1960-1990).
- Tableau 11. Répartition des pentes dans la commune de Batna.
- Tableau 12. Evolution de la ville de Batna en 1972, 1987, 2001 et 2013.
- Tableau 13. Les contraintes limitant l'extension de la ville de Batna.
- Tableau 14. Evolution de la population urbaine en Algérie 1950-2001.
- Tableau 15. Evolution de la population dans la ville de Batna 1948-2012.
- Tableau 16. La dynamique migratoire dans la ville de Batna (1954-2008).
- Tableau 17. Prévision de la population aux horizons 2018 et 2028.
- Tableau 18. L'évolution de la population urbaine et du taux d'urbanisation dans la ville de Batna entre 1998 et 2008.
- Tableau 19. L'évolution du parc de logements dans la ville de Batna entre 1966 et 2012.
- Tableau 20. Besoins en logements pour les horizons 2018 et 2028.
- Tableau 21. Le réseau routier de la commune de Batna.
- Tableau 22. Répartition des entités économiques Hautes plateaux.
- Tableau 23. Evolution des entités économiques par secteurs d'activité dans la commune de Batna entre 2009 et 2013.
- Tableau 24. Quelques unités industrielles implantées dans la zone d'étude.
- Tableau 25. La consommation du foncier industriel entre 2010 et 2013.
- Tableau 26. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 1\_2014.
- Tableau 27. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 2\_2014.
- Tableau 28. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 3\_2014.
- Tableau 29. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 4\_2014.

- Tableau 30. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 5\_2014.
- Tableau 31. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 6\_2014.
- Tableau 32. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS 10\_2014.
- Tableau 33. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS UB10\_2014.
- Tableau 34. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS UA11\_2014.
- Tableau 35. Comparaison entre les programmes projetés et réalisés POS UC2\_2014.
- Tableau 36. Extrait des classes d'objets du futur système d'information géographique
- Tableau 37. Extrait des associations entre les classes d'objet.
- Tableau 38. Extrait d'un dictionnaire de données (classe d'entité poste d'électricité MT10Kv).
- Tableau 39. Extrait d'un dictionnaire de données (classe d'entité Batna foncier).
- Tableau 40. Base de données des réseaux urbains de la ville de Batna.
- Tableau 41. Les caractéristiques techniques des établissements NAFTAL CLP et NAFTAL GPL.
- Tableau 42. Matrice de fonctionnement de l'algorithme de Dijkstra pour un chemin plus court.
- Tableau 43. Récapitulation par densité de population des équipements administratifs.
- Tableau 44. Récapitulation des différents programmes proposés POS 10.
- Tableau 45. Articulation du réseau routier du POS 10.
- Tableau 46. Classification de la centralité urbaine selon le poids et l'influence.
- Tableau 47. Classification de voisinage aux entités urbaines selon le poids et l'influence.
- Tableau 48. Classification de l'accessibilité aux équipements selon le poids et l'influence.
- Tableau 49. Classification de la densité de populations selon le poids et l'influence.
- Tableau 50. Classification des résultats de l'analyse multicritère par superficies.
- Tableau 51. Paramètres d'impédances pour la voirie urbaine.
- Tableau 52. Répartition par superficies des zones de desserte des 8 emplacements choisis.
- Tableau 53. Répartition par nombre d'habitants des zones de desserte pour chaque emplacement.
- Tableau 54. Répartition par superficies des zones d'accessibilité.
- Tableau 55. Récapitulation de l'évolution spatio-temporelle de la composition urbaine de la ville de Batna entre 2005 et 2014.
- Tableau 56. K1 and K2 values.
- Tableau 57. Coefficients a and b according to Wang et al. (2015).
- Tableau 58. Estimation of atmospheric transmittance.
- Tableau 59. Confusion Matrix of the supervised classification SVM\_1972.
- Tableau 60. Confusion Matrix of the supervised classification SVM\_1987.
- Tableau 61. Confusion Matrix of the supervised classification SVM\_2001.
- Tableau 62. Confusion Matrix of the supervised classification SVM\_2013.
- Tableau 63. Shannon's Entropy Value for the years 1972, 1987, 2001 and 2013.
- Tableau 64. Validation the results of classification by good values of GP and KC.
- Tableau 65. DRASTIC rating and weighting values for the various parameter setting.
- Tableau 66. Categories of typhoid fever vulnerability by DVI.
- Tableau 67. Liste des attributs de classe.

## Résumé

Depuis sa création en 1844, la ville de Batna a connu des mutations et des transformations importantes dans sa politique urbaine, traduites spatialement par des extensions et des étalements tentaculaires de la périphérie estimés à 7.87% par rapport à celles des populations (3.86%). Cette extension en effet a pour résultats l'apparition des formes urbaines souvent désarticulées et en contradiction avec la politique urbaine courante. Cette réalité constatée à des répercussions néfastes non seulement sur l'habitat, mais également sur la qualité de vie, problème de congestion et de transport urbain, insuffisance et voir même absence des équipements et infrastructures de base et plus récemment un énorme étalement urbain. Par ailleurs, la prise en compte des limites constatées fait apparaître un besoin réel en termes de géomatrisation dans l'application des instruments d'aménagement et d'urbanisation, notamment la mise en œuvre des bases de données géographiques et les systèmes d'information géographiques (SIG) pour la gestion du patrimoine bâti, les différents réseaux d'articulation urbains et la planification des orientations territoriales. De par ses capacités de représentation de l'existant, de stocker des quantités importantes de données géographiques et les manipuler ultérieurement à travers les différentes analyses spatiales. Les SIG comme une nouvelle approche fiable et pointue dédiée aux gestionnaires des collectivités locales permettent de réaliser des états de fait actualisés et des bilans réguliers sur le territoire urbain. Dès lors, les différents résultats obtenus permettent la prise en compte de la réalité et la complexité de l'espace étudié à travers quelques échantillons et indicateurs traitants des domaines d'application variés, allant de la planification urbaine à la gestion optimale d'une catastrophe. Pareillement, dans cette étude il a été démontré aussi l'efficacité de rendre les informations et les données urbaines disponibles au grand public. Réellement, grâce à des interfaces web interactives (WebGIS), le citoyen et sans limites peut consulter et même télécharger toute sorte de données dont la finalité est la participation à l'action territoriale et la politique urbaine locale.

**Mots clés :** Batna, Géomatrisation, Instruments d'aménagement, SIG, WebGIS

## Abstract

Since the creation of Batna in 1844, the city known many mutations and important transformations in its urban policy translated spatially by extensions and spreading out of the periphery, (the area grew at a faster rate (7.87%) than the population (3.86%)). This extension for results the appearance of often disarticulated urban forms in contradiction with the current urban policies. This noted reality presents negative impact on habitat and quality of life, problem of congestion and urban transport, failure and see same lack of basic equipment and infrastructure, and more recently a huge urban sprawl phenomenon. Furthermore, taking into account the noted limits this situation justifies and imposes the necessity in terms of the geomatisation in the application of planning and urbanization tools, including the implementation of geographical databases and geographic information systems (GIS) to facilitate the urban built management, urban networks management and the planning of territorial orientations. By the capacities of representation of the existing, to store and manipulate significant amounts of urban data through different spatial analysis, GIS as a new reliable and focused approach dedicated to the local authorities and managers enable to carry out up to date established fact and regular assessments on the urban territory. Consequently, the results obtained allow us to take into the account the reality and the complexity of the space studied, through some samples and indicators treating varied fields ranging from urban planning to the optimal management of a disaster. In the same way, in this study it was shown the effectiveness of making information and urban data available to the public. Actually, through an interactive web interface (WebGIS), citizens and without limits can consult and even download all kind of urban data whose purpose is the participation in the territorial action and the local urban policy.

**Keywords:** Batna, Geomatrisation, planning tools, GIS, WebGIS

## المخلص

منذ تأسيس النواة الأولى سنة 1844 ومدينة باتنة تعرف العديد من التحولات الهامة في سياستها الحضرية، ترجمت فيما بعد بامتدادات حضرية سريعة قدرت بـ 7.87% مقارنة مع تطور عدد سكانها والذي قدر بـ 3.86%. هذه الظاهرة أدت الى نشوء أشكال حضرية جديدة عشوائية وغير متناسقة مع السياسة المتبعة، ما أثر سلبا ليس فقط على قطاع السكن ولكن أيضا على نوعية الحياة، مشكلة الازدحام والنقل الحضري بالإضافة الى النقص الفادح في التجهيزات والهياكل القاعدية. هذه الوضعية تفرض علينا الاستعانة بتكنولوجيا المعلومات الحالية على غرار قواعد البيانات الجغرافية، أنظمة المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من أجل تطبيق أفضل لأدوات التهيئة والتعمير وكذا تسهيل تسيير الشبكات الحضرية المعقدة. من خلال قدرتها على تمثيل الوضعية الحالية وتخزين كميات مهمة من البيانات الجغرافية لاستخدامها في عمليات التحليل المكاني، أنظمة المعلومات الجغرافية كأداة موثوقة ودقيقة لدراسة المجال أصبحت أكثر من حيوية. من خلال النتائج المتحصل عليها تبين أن النظام المتعدد المستويات يوفر لنا قدرة كبيرة على التحكم بالحقيقة المعقدة للمجال الحضري من خلال التحليلات المكانية ومجموعة متنوعة من المؤشرات بدءا من التخطيط الحضري وصولا الى إدارة وتسيير أمثل للكوارث. في المقابل، هذه الدراسة أثبتت أهمية تمكين المعلومات الجغرافية للجمهور، فمن خلال واجهة تفاعلية على الشبكة العالمية (WebGIS) يمكن لكل شخص المشاركة وتحميل البيانات الجغرافية المتاحة وكذا المساهمة في فهم وتجسيد السياسة الحضرية.

**الكلمات المفتاحية:** باتنة، أدوات التهيئة والتعمير، قاعدة البيانات، نظام المعلومات الجغرافي، واجهة تفاعلية.