

L'ANALYSE DIACHRONIQUE DE LA SUPERFICIE URBAINE PAR TÉLÉDÉTECTION ET SIG D'UNE GRANDE VILLE ALGÉRIENNE(BATNA)

BENYAHIA Lamia¹, DRIDI Hadda²

1 Institut d'architecture et d'urbanisme, Université de Batna 1
2 Institut des sciences de la terre et de l'univers, Université de Batna 2.

Reçu le 20/12/2016 – Accepté le 07/05/2017

Résumé

La présente étude vise à suivre l'extension du tissu urbain de la ville de Batna et à identifier les différentes étapes d'urbanisation et les changements induits sur un intervalle d'une quarantaine années.

C'est ainsi que s'est imposée la démarche pour le suivi des changements à partir de sources multitudes, en se basant sur des informations brutes, pour pouvoir faire une interprétation personnelle et totalement réfléchie de la ville de Batna.

À cet effet l'analyse de photos aériennes et l'imagerie satellitaires s'impose, pour comprendre l'évolution du territoire passé et avenir de la ville et d'évaluer ses futures dynamiques spatiales.

Réaliser une cartographie d'évolutions passées du tissu urbain de la ville de Batna, par photo-interprétation de 1961 et 2014 afin de déterminer précisément les dynamiques et processus d'évolution de la ville sur cette période de façon quantifiée, cela va nous permettre de mieux comprendre l'extension de la ville, afin de pouvoir dégager des politiques d'intervention en finalité.

Mots clés: Système d'information géographique, télédétection, tissu urbain, la vitesse d'urbanisation, Algérie, Batna.

Abstract

The present study aims following the extension of urban fabric of the town of Batna and at identifying the various stages of urbanisation and the changes induced on an interval of forty years.

Thus the approach for the follow-up of the changes starting from multi-dates sources was essential, while being based on rough information, to be able to make a personal and completely considered interpretation of the town of Batna.

For this purpose the analysis of air photographs and the imagery satellite impose themselves, to understand the evolution of the last territory and future of the city and to evaluate its future dynamic space.

To carry out a cartography of last evolutions of urban fabric of the town of Batna by photo-interpretation of 1961 and 2014 in order to precisely determine the dynamic ones and process of evolution of the city over this period in a quantified way, that will enable us to better understand the urban expansion, in order to be able to release from the policies of intervention in finality.

Keywords: Information system geographical, teledetection, urban fabric, the speed of urbanization, Algeria, Batna.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى متابعة امتداد النسيج الحضري لمدينة باتنة وتحديد مراحل التحضر المختلفة والتغيرات التي تحدث على مدى أربعين عاما. هذه هي الطريقة التي أصبح من الضروري اتباع نهج لرصد التغيرات من مصادر متعددة، استنادا إلى المعلومات الخام، من أجل إجراء تفسير شخصي ومدروس بعمق لمدينة باتنة. وتحقيقا لهذه الغاية، فإن تحليل الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية ضروري لفهم تطور الأراضي السابقة ومستقبل المدينة وتقييم دينامياتها المكانية في المستقبل. لتعيين التطورات الماضية من النسيج الحضري لمدينة باتنة، من خلال تفسير الصور من 1961 و 2014 من أجل تحديد بدقة ديناميات وعمليات تطور المدينة خلال هذه الفترة بطريقة كمية، وهذا سوف يسمح لنا لفهم أفضل لتمديد المدينة، من أجل أن تكون قادرة على تحديد سياسات التدخل في النهاية.

الكلمات المفتاحية: نظام المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، النسيج الحضري، سرعة التحضر، الجزائر، باتنة.

Introduction :

L'extension urbaine est un phénomène courant dans les pays en voie de développement tels que l'Algérie. Toutes nos villes voient leur superficie s'agrandir à des vitesses différentes selon le rang et la taille de la ville.

Il est considéré souvent comme un des problèmes de la planification urbaine et menace le bon fonctionnement de la ville.

À Batna, l'urbanisation et les extensions de voirie qui l'accompagnent forcément, posent le problème d'artificialisation des sols qui engendrent principalement des inondations. Ajouté à cela la disparition progressive des zones agricoles périurbaines, ainsi que d'autres inconvénients plus au moins graves.

Cet article vise à établir une cartographie de l'extension de la surface bâtie de la ville et les comparer avec les années antérieures afin de localiser les évolutions de la consommation de l'espace, de mesurer la superficie et la vitesse d'urbanisation.

Pour ce faire, nous avons croisé des informations géographiques à différentes dates, en utilisant le système d'information géographique (SIG) et la télédétection ; les nouveaux outils les plus fiables d'aménagement et des études urbaines.

Ainsi, l'analyse diachronique de la superficie urbaine de la ville de Batna permet de qualifier et quantifier l'évolution du développement spatial et urbain.

Une étude diachronique à partir des sources multitudes présente une progression importante par rapport aux anciennes procédures cartographiques.

En voulant faire un état de l'art sur l'utilisation des SIG et télédétection pour aborder la problématique des variations spatio-temporelles en milieu urbain, nous sommes tombés sur un panorama des recherches utilisant la télédétection pour aborder la problématique de l'étalement urbain (Moïse TSAYEM DEMAIZE, 2010).

Le panorama se présente sous forme d'un tableau récapitulatif qui présente succinctement chaque article (code, format, titre, année de parution, site concerné, données de télédétections utilisées, résumé succinct, catégorie, référence complète).

Le tableau ainsi élaboré permet aux chercheurs de repérer rapidement des articles susceptibles de les intéresser.

Dans ce qui suit, nous avons choisi de citer quelques travaux dont l'objectif est à peu près semblable au nôtre :

(XIA J., SHENY., Ge J., TATEISHI R., TANG C., LAING Y., HUANG Z., 2006 P. 69 -80) Analyse des caractéristiques spatiales et temporelles de l'extension urbaine entre 1934 et 2001 et des changements d'occupation et utilisation du sol entre 1987 et 2001 ; 3 types d'extension urbaine sont identifiés : orientés par des objectifs spéciaux, orientée par l'intervention sociopolitique, orientée par la croissance urbaine normale ; les facteurs de l'extension urbaine sont présentés : démographie, transport, industrialisation, politique, etc.

(ANDREW M., YAW A.T., TOMMY L.C., TAONDA SIBIRI J.-B., 2003, p. 988-990) Utilisation d'images satellite pour évaluer l'évolution de l'urbanisation (entre 1980 et 2000) et ses conséquences environnementales ; mise en évidence d'une urbanisation très forte, transformant le couvert végétal en surfaces urbaines et résidentielles.

(CHI X., MAOSONG L., CHENG Z., SHUQING A., WEN Y., JING M.C., 2007, p.925-937) Utilisation d'images satellite de différentes dates pour évaluer la dynamique spatiotemporelle du paysage urbain de la métropole de Nanjing ; mise en évidence d'une significative augmentation de la taille de la ville et du taux de croissance urbaine ; distinction de 3 types de croissance urbaine : par remplissage, par extension à partir des bordures, par croissance spontanée.

L'objectif poursuivi est de mettre en évidence les évolutions du développement spatial et urbain de la ville de Batna, dans le sens où cela va permettre d'acquérir des connaissances spatio-temporelles (comprendre les mutations, vitesse et mode d'urbanisation) afin de pouvoir élaborer une planification efficace et durable dans le futur.

Le cheminement à suivre est sans doute celui d'intégrer des sources multitudes dans un système d'information géographique (SIG), les traiter, les analyser de manière à obtenir une couche de l'histoire de l'urbanisation à Batna.

Cette recherche s'articule autour de 3 sections. Dans la première, nous présenterons la zone d'étude. La deuxième sera consacrée à la méthodologie adoptée dans l'étude diachronique pour la réalisation d'une carte récapitulative de l'évolution diachronique des superficies urbaines en 1961, 1972, 1996, 2002 et 2014.

Analyses complémentaires et une discussion des résultats obtenus sont présentées dans la troisième section.

1. Présentation de la zone d'étude :

Capitale des Aurès, chef-lieu de wilaya, la ville de Batna est située dans une vallée entre deux chaînes montagneuses (Figure 1) à 425 km au sud-est de la capitale (Alger) ; elle est édifiée sur un site relativement plat dans sa partie centrale, ce qui a facilité son développement spatial, mais le site s'élève en pente douce aussitôt qu'on s'éloigne du centre, notamment du côté Sud de la ville¹

¹ BENYAHIA Lamia, DRIDI H, NACEUR F, 2014, la perception des dysfonctionnements du développement Urbain vue par les habitants de Batna (ALGÉRIE), Rev. Roum. Géogr. /Rom. Journ. Geogr., 58, (1), p. 57-71, 2014, București.

L'ANALYSE DIACHRONIQUE DE LA SUPERFICIE URBAINE PAR TÉLÉDÉTECTION ET SIG D'UNE GRANDE VILLE ALGÉRIENNE(BATNA)

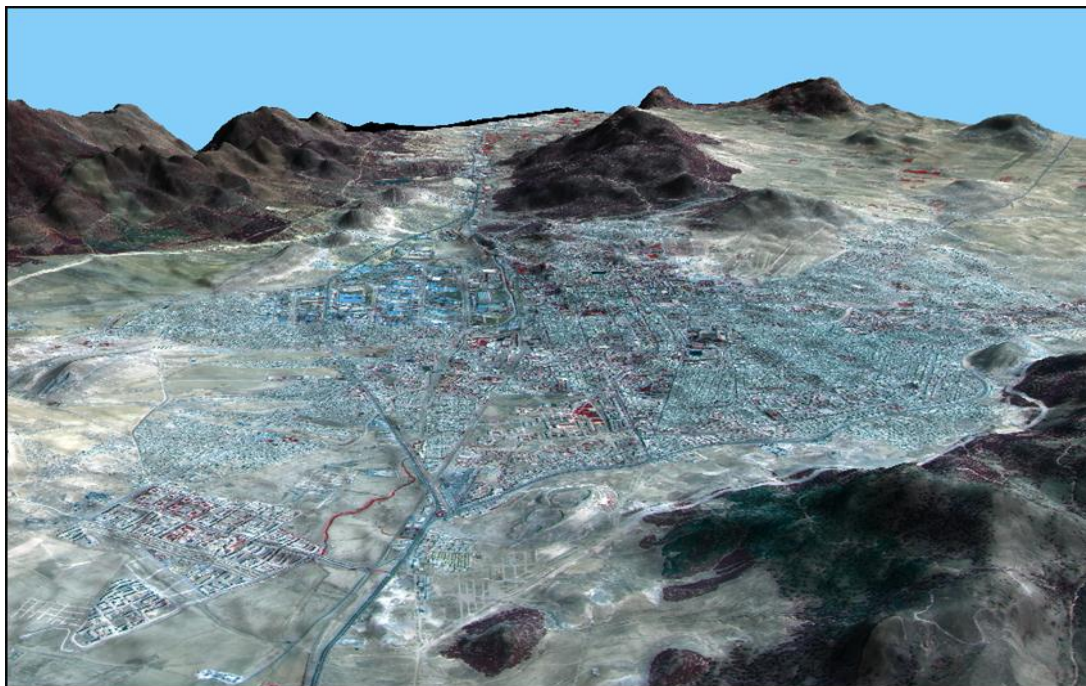
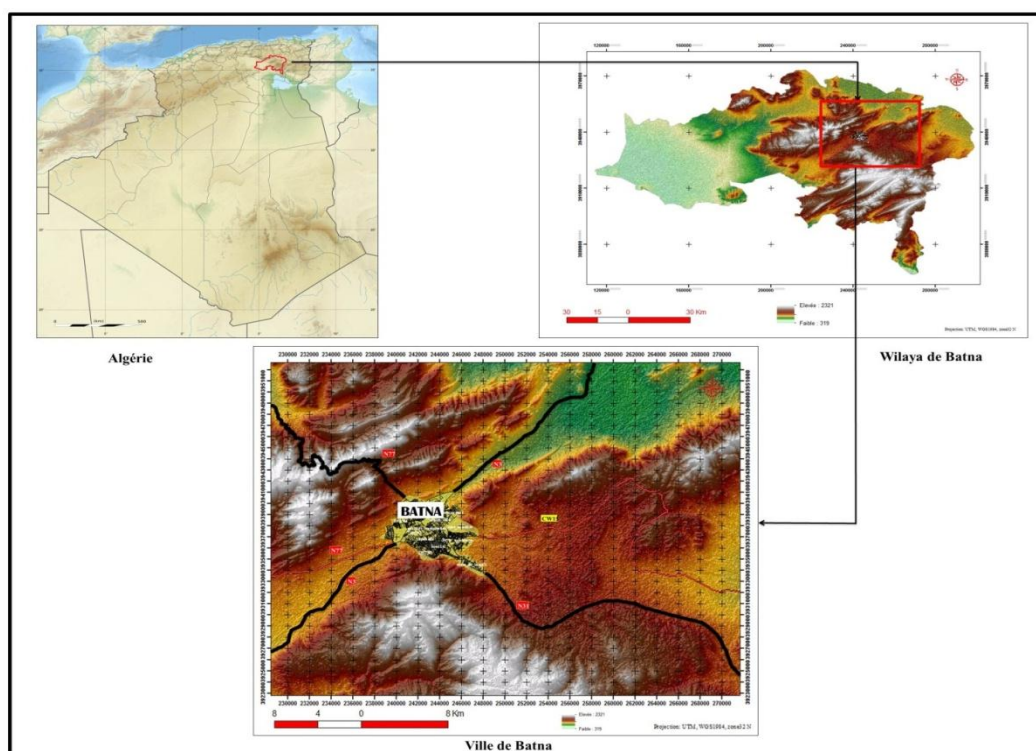


Figure 1: Le modèle numérique de terrain (NMT).

Vue Sud-ouest – nord-est de la ville de Batna



Source : Boutrid Mohamed LAMINE & Kalla MAHDI²

Figure 2 : Localisation de la zone d'étude.

² Boutrid Mohamed LAMINE & Kalla MAHDI, «La mobilité motorisée dans la ville de Batna, étude de la répartition spatiale des établissements de santé vis-à-vis du CHU : approche par scénarios», BSGLG [En ligne], 64 (2015/1) - Varia, URL : <http://popups.ulg.ac.be/0770-7576/index.php?id=4036>.

Par son poids démographique, près de 300 000 habitants, Batna est devenue sixième ville d'Algérie en 2008³, l'une des grandes villes du pays. Cet élan ne peut être que révélateur d'accroissement de sa taille et d'évolution spatiale de son tissu bâti.

2. LA MÉTHODE :

2.1. Données et outils de travail :

Dans cette étude, 97 clichés analogiques panchromatiques ont été traités et analysés dans un SIG pour une période de quarante et un ans (1961, 1972, 1995, 2002)⁴.

Nous avons également utilisé : une image satellite ALSAT 2⁵ du mois de septembre 2014 et celle de LANDSAT 5⁶ de 1984 avec une résolution de 30 mètres, suffisant pour voir la tache urbaine. Des cartes topographiques ainsi qu'un plan des rues.

Tableau 1 : Ressources documentaires utilisées

Type de document	Années	Nombre de clichés	Adresse d'acquisition
Photo aérienne	1961	06	INCT
	1972	05	
	1995	73	
	2002	13	
Carte topographique	Levés stéréoscopiques aériens complétés sur le terrain en 1966	1/25000	INCT
	Levé photographique issu de la prise de vues aérienne de 1995, complété sur le terrain en 1997.	1/50000	
Plan des rues	Issue d'une prise de vues aérienne de l'année 1990	1/7500	INCT
Image satellite	1984	01	Internet
	2014	01	ASAL

³Armature urbaine (RGPH 2008) : Les principaux résultats de l'exploitation exhaustive, Alger, Office National des Statistiques, septembre 2011, 213 p

⁴Source : l'Institut National de cartographie et de télédétection (INCT) effectuée en émulsion panchromatique (noir et blanc) au format 24X24 cm couvrant la totalité de la ville de Batna.

⁵ Acquise dans le cadre d'une convention de l'ASAL avec l'université de Batna.

⁶ Téléchargeable gratuitement sur Internet

Les outils utilisés pour les besoins de cette étude sont : le logiciel de traitement numérique d'image et SIG, nous avons utilisé un logiciel de télédétection :

ERDS-Imagine 9.2 et le logiciel SIG, ARCGIS 9.3 pour la numérisation et la création et l'édition des cartes.

3. DESCRIPTION MÉTHODOLOGIQUE :

Pour l'utilisation des sources multitudes et cartographier l'évolution diachronique des superficies urbaines de la ville d'étude, nous avons poursuivi les étapes suivantes :

Opérations de prétraitement : qui consistent à la numérisation (Scannérisation) des photographies aériennes et cartes topographiques, géoréférencement dans un système de projection cartographique UTM (Universal Transverse Mercator) zone 32, système géodésique WGS-84.

Après l'orthorectification (correction géométrique) des photos aériennes et image satellite sous ERDAS Imagine, nous avons obtenu une série de clichés ortho rectifiés et géoréférencés utilisables pour la construction d'un orthophotoplan.

Vient ensuite le mosaïquage des ortho-images. Cette étape a été effectuée pour les photos aériennes des années 1961, 1972 et 2002.

Nous nous sommes rendu compte que le recouvrement est incomplet de la ville de Batna de la mission 1995, il manque les quartiers périphériques.

Les photos aériennes n'étant pas disponibles, nous avons eu recours à la carte topographique 1/50000 dont le levé photographique est issu de la prise de vues aérienne de 1995, complétée sur le terrain, en 1997, cette cartographie est d'une aide précieuse puisqu'il s'agit du seul document qui permet de remplacer les photos aériennes de 1995.

Techniques de production des cartes de suivi de l'extension urbaine.

Après une vectorisation⁷ du périmètre urbain de la ville pour chacune des dates étudiées (1961, 1972, 1984, 1995, 2002 et 2014). Une superposition a permis de réaliser la carte de l'évolution spatio-temporelle urbaine de Batna (figure 3), pour la compréhension et la quantification de l'évolution du périmètre de la ville.

⁷ La méthode utilisée est la digitalisation manuelle sous ARCGIS 9.3, le polygone obtenu permet de délimiter le tissu urbain, ensuite le logiciel calcul les périmètres et les superficies de chaque année.

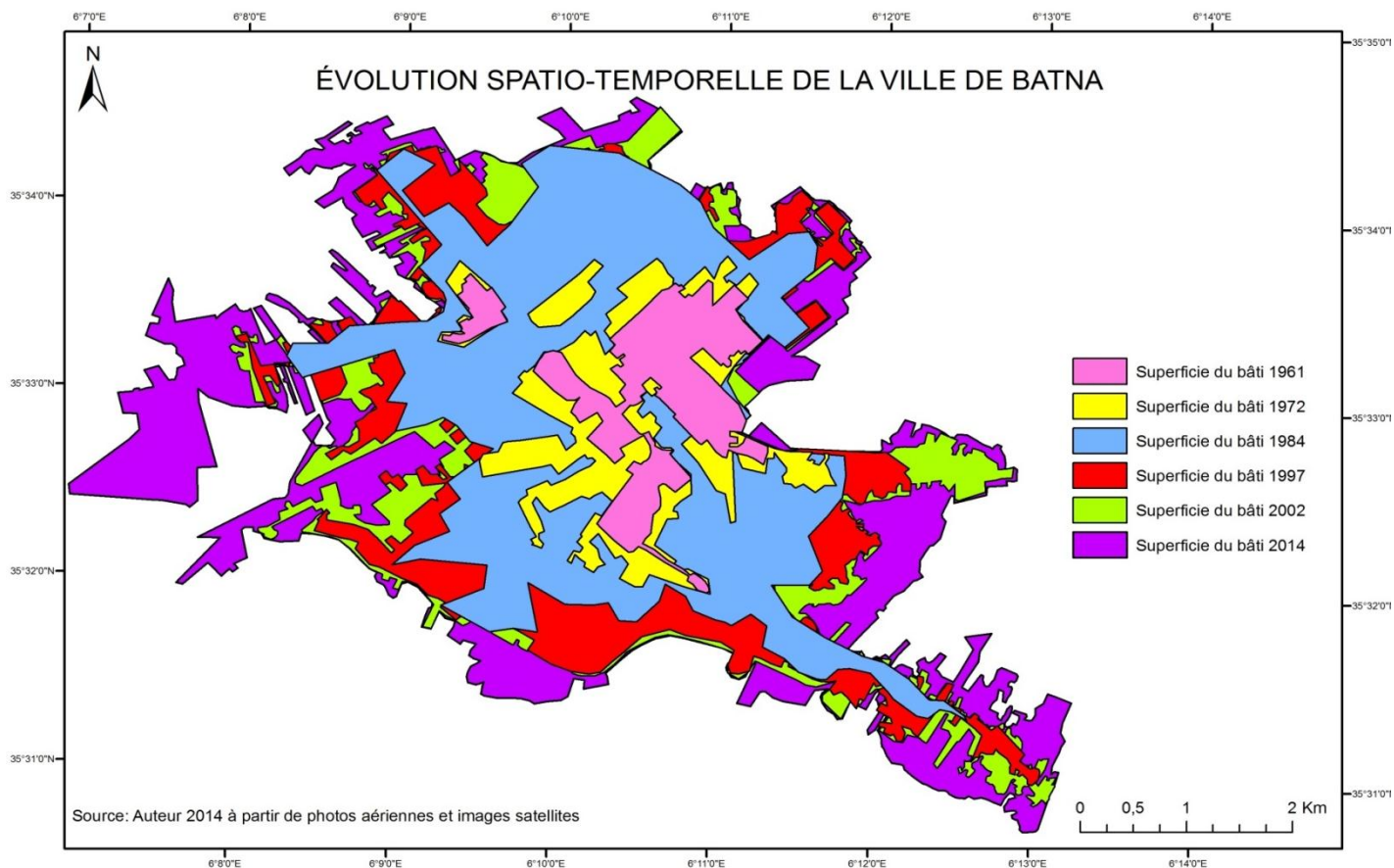


Figure 2 : Évolution diachronique des superficies urbaines en 1961, 1972, 1996, 2002 et 2014

4. Résultats et discussions :

4.1. Indicateur en valeur absolue :

Les surfaces de l'ensemble de la tache urbaine entre les dates de référence montrent une différence variable entre elles : globalement 2 667 ha ont été consommés par des extensions entre 1961 et 2014.

L'accroissement annuel moyen entre les différentes dates calculées a permis de réaliser le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Croissance urbaine à Batna de 1961 à 2014

Année	1961	1972	1984	1997	2002	2014
Superficie de la tache urbaine (Km ²)	2.44	4.36	14.14	18.19	21.25	29.11
Croissance annuelle ⁸ (Km ² /an)	0.17	0.81	0.31	0.61	0.65	

La surface de la tache urbaine s'accroît lentement de 1961 à 1972 puis elle augmente de 1972 jusqu'en 1997. Cette augmentation de la tache urbaine pour l'année 1997 s'observe aussi pour les années 2002 et 2014. Toutefois l'allure générale de la courbe du (Figure 4) permet de distinguer quatre grandes scissions de l'accroissement urbain.

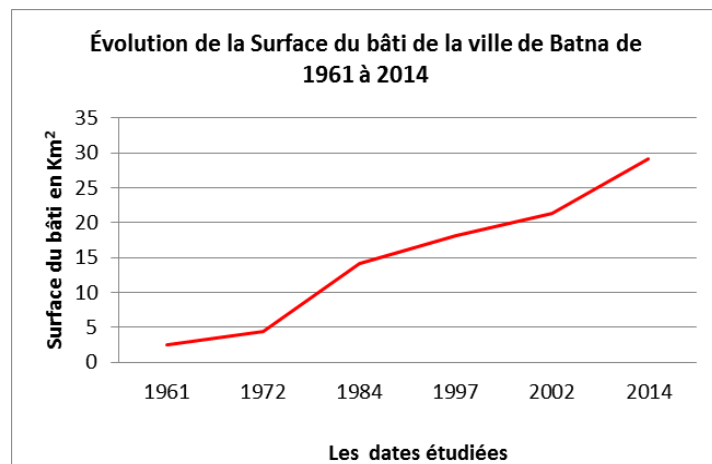


Figure 1 : Accroissement de la surface bâtie à Batna

⁸ Superficie (t+1) – superficie(t) / (t+1-(t))

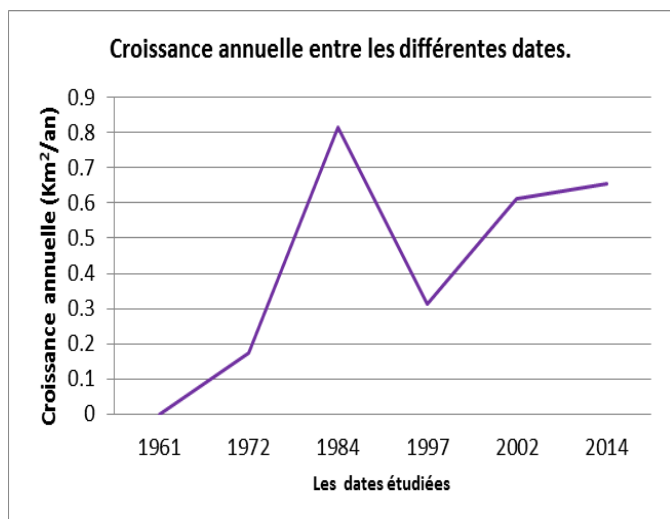


Figure 5 : Croissance annuelle, entre les différentes dates étudiées.

Une croissance relativement modérée pendant toute la décennie 60 s'accélère au début des années soixante-dix jusqu'aux années quatre-vingt-dix. Initiée par les pouvoirs publics par la production des zones d'habitat urbain nouvelles (ZHUN), principal moteur de l'urbanisation à cette époque. Suivie de la création de zones industrielles (ZI), qui a engendré forcément la réalisation de promotions immobilières, logements sociaux et de fonction. C'est la raison essentielle du pic de la vitesse de croissance annuelle (0.81 km²/an) en 1984 (Figure 5)

À Batna, c'est à partir des années quatre-vingt qu'un développement dispersé a commencé, (Figure 3) le long des axes routiers, caractérisé par une faible densité d'occupation et parsemé de nombreuses poches vides, un produit de la croissance rapide de l'urbanisation et voilà le début de l'étalement de la ville !

Fin des années quatre-vingt-dix un léger ralentissement qui ne tarde pas à fléchir.

Une situation sociale et sécuritaire perturbée, le pays en phase de passage à une économie de marché, fait que l'espace urbain de Batna va connaître des mutations irréversibles telles que la prolifération de l'habitat illicite ou informel à proximité.

et/ou en dehors du tissu urbain, d'où l'accroissement de plus de 50 hectares par an.

À cette époque l'État n'étant plus le seul à investir dans l'urbain, avec l'investisseur privé, tous deux contribuent à des expansions spatiales de plus en plus importantes.

À Batna la rareté du foncier (mis à part des poches vides de propriétés privées au sein du tissu urbain) les seules assiettes foncières pouvant accueillir les nouvelles extensions sont des terrains de propriétés privées souvent à vocation agricole, cela se fait par voie légale d'achat ou occupation illégale.

Présentement, en 2014 avec 2 911 ha de surface bâtie, la situation évolue favorablement avec davantage d'extensions le long des axes routiers, dans certains endroits une urbanisation discontinue conséquence du

report de croissance, et parfois une densification ponctuelle.

Nous constatons que la principale cause de l'extension urbaine est la poussée démographique. La figure 6 confirme cet élan entre les évolutions démographiques et l'expansion des surfaces urbanisées.

À Batna à l'instar d'autres villes d'Algérie, le nombre de personnes par logement tend à diminuer, ajouter à cela le désir de maison individuelle, fait que la demande d'un logement est en perpétuelle augmentation.

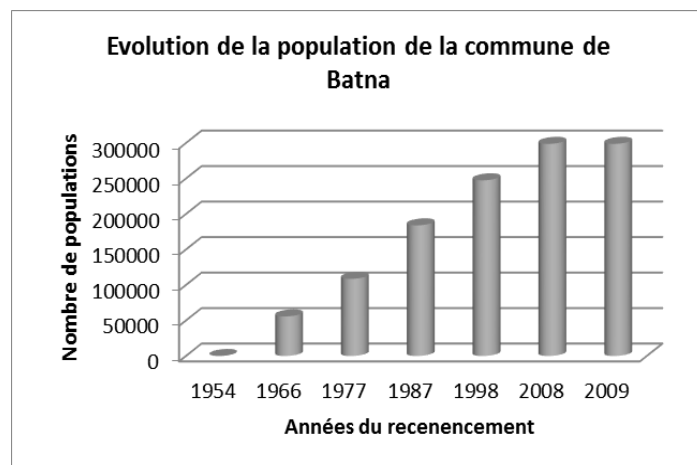


Figure 3: Évolution de la population de la commune de Batna selon les différents recensements.

4.2. La vitesse de l'urbanisation :

Il ressort de cette analyse que le dynamisme urbain se traduit au cours de ces cinquante dernières années par une urbanisation moyennement importante.

Un constat très remarquable a été fait. Pour l'ensemble de la période d'étude, **la vitesse d'urbanisation est estimée à 0.5km²/an⁹ l'équivalent de 50 ha/an.**

Au même moment où « la surface du Grand Tunis a été estimée à 23458 ha en 2002 (AUGT 2004a) et évolue à un rythme de 500 hectares par an ce qui donnera [SIC] une surface actuelle 28000 ha » (Sami Yassine Turki, 2011)

L'urbanisation beyrouthine est la plus rapide (2,58 km²/an), que le reste du Liban qui est égal à 2,36 km²/an (Ghaleb Faour et al. 2005).

« En Belgique, l'urbanisation progresse actuellement au rythme de 2 m² par seconde, soit la superficie de deux terrains de football en une heure » (: Brück L. Mérenne-Schoumaker B. 2002)

⁹ Pour calculer la vitesse moyenne, on divisera la superficie consommée par la durée du parcours
VITESSE en km² /an = superficie consommée en km² /
DUREE du parcours en année

4.3 Indice de compacité :

Un certain nombre de méthodologies ont été mises en œuvre afin d'appréhender la structure de la forme d'urbanisation, pour notre cas d'étude. Nous avons utilisé un indice morphologique qui donne un aperçu de la répartition et de l'organisation du bâti sur le territoire.

L'indice de compacité¹⁰, appelé également « Le coefficient de forme ou de compacité permet une visualisation des surfaces compactes et étendues selon un indice de compacité calculé par le rapport entre le périmètre au carré et la surface. Un coefficient de compacité faible correspond à un objet plus "compact" et inversement un coefficient de compacité fort identifie une surface étendue. »¹¹

Représenté par la formule suivante :

$$\text{Indice de compacité} = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot S}} \cong 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{S}}$$

P : périmètre en km. S : la surface en km²

Il correspond au rapport du périmètre urbain à celui d'un cercle de même superficie. Une valeur faible de cet indice indique le caractère compact de l'urbanisation tandis qu'une valeur forte montre une extension linéaire ou morcelée.¹²

Tableau 3 : Évolution de l'indice de compacité de la ville de Batna de 1961 à 2014

Année	Surface du bâti (km ²)	Périmètre (Km)	Indice de compacité
1961	2,44	20,61	3,7
1972	4,36	31,15	4,2
1984	14,14	31,71	2,3
1997	18,19	58,93	3,9
2002	21,25	66,88	4,0
2014	29,11	71,06	3,7

¹⁰ Indice de compacité : Appelé également coefficient de forme, il correspond au rapport du périmètre du bassin à celui d'un cercle de même superficie disponible à l'adresse

<http://www.fao.org/docrep/w2570f/w2570f04.htm>

¹¹ P38 <http://www.univ-montp3.fr/ateliermercator/wp-content/uploads/2011/10/Vialle-Tristan-16-Rapport-de-stage-2010%EF%80%A22011.pdf>

¹² <http://mappemonde.mgm.fr/num7/articles/ENCA2.html>

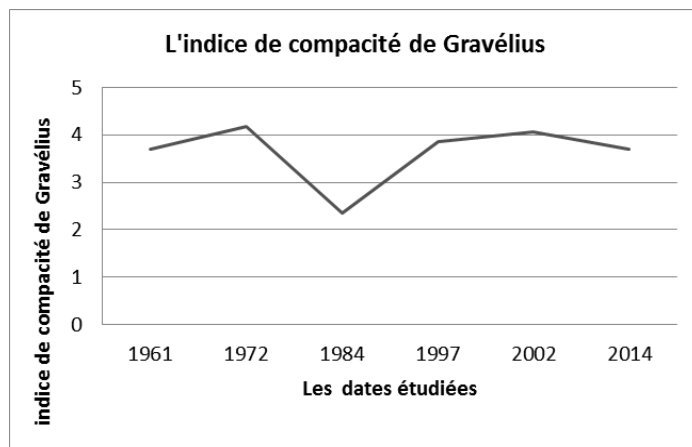


Figure 4 : L'indice de compacité de la ville de Batna de 1961 à 2014

En règle générale, plus ce rapport est faible, plus la trame urbaine est circulaire, a contrario plus il est élevé, plus la trame est allongée ou linéaire.

Pour commencer, nous citons comme exemple l'indice de Gravélius de la ville de Nice qui est de 1.97, avec une surface de 74 km² et un périmètre de 60.15 km.

Ces résultats montrent que la ville de Nice est très peu compacte¹³.

Le tableau 3 montre l'évolution de l'indice de compacité de la ville de Batna de 1961 à 2014. La figure 7 permet de constater la forme plutôt ramassée pendant la période des années quatre-vingt, là où la vitesse d'urbanisation par an était relativement élevée.

L'explication réside dans le mode d'urbanisation de l'époque où l'État avait le monopole de la construction. Elle l'établissait sur des assiettes foncières qui furent du domaine de la commune, à l'intérieur du tissu urbain, un type de densification de la ville, formant ainsi un tissu compact.

La forme la plus allongée était en 1972, un début d'urbanisation postcolonial et implantation d'une zone industrielle qui a attiré un grand nombre d'emplois.

Une forme également allongée, en 2002, s'explique par la période de l'embellie financière qu'a connue l'Algérie au début des années 2000. engendrant la libéralisation du marché foncier qui à son tour a eu un impact sur l'évolution spatiale. Cela par l'acquisition des lots de terrains ou la construction informelle sur les terrains privés le long des axes routiers, rendant ainsi la surface, bâtit allongé.

Ces constructions sont initiées par une population en quête de logement tout court ou un habitat individuel spacieux. Ils sont initiés également par des investisseurs, promoteur immobilier, et récemment par la distribution éparpillée des programmes du report de croissance que l'État a trouvé comme solution pour soulager la demande

¹³ Gilles MAIGNANT, Compacité et forme urbaine, une analyse environnementale dans la perspective d'un développement urbain durable, disponible à l'adresse [http://www.unil.ch/files/live/sites/ouvdd/files/shared/Colloque%202005/Communications/A\)%20Ecologie%20urbaine/A1/G.%20Maignant.pdf](http://www.unil.ch/files/live/sites/ouvdd/files/shared/Colloque%202005/Communications/A)%20Ecologie%20urbaine/A1/G.%20Maignant.pdf)

croissante en logement. Telle est la chronologie des formes urbaines produites dans la ville de Batna.

CONCLUSION :

L'étude diachronique, basée sur les photographies aériennes des missions de 1961, 1972, 1984, 1997, 2002 et 2014 a permis la superposition de documents multitudes. L'objectif est de reconstituer la dynamique spatiale de la ville de Batna

Les problèmes d'insuffisance et d'obtention des données géographiques peuvent être dépassés avec l'apport de la télédétection spatiale qui rend les jeux de données cohérentes spatialement ce qui nous a facilité les comparaisons diachroniques.

Nous avons extrait la limite de la tache urbaine sur toutes les images disponibles afin de saisir très rapidement son évolution depuis 1961.

Au final, nous avons mesuré et suivi l'extension spatiale, saisie le rythme moyen d'accroissement grâce au calcul précis de la superficie.

Durant la première période allant de 1962 aux années 90 l'urbanisation est le résultat presque exclusif de l'investissement et des politiques publiques, attribuant à la ville une forme plus au moins compacte.

La fin des années 80 marque une période de transition qui va aboutir à une nouvelle politique économique orientée vers l'économie de marché à partir des années 90. Le secteur public cède progressivement la place au secteur privé attribuant à la ville une forme plutôt allongée.

Cette conclusion nous amène à affirmer que la croissance urbaine a déplacé les limites de ville. Il est vrai qu'aujourd'hui la croissance urbaine de Batna se traduit par un éclatement de la ville et un étalement spatial, le long des axes routiers guidés par la disponibilité foncière. La vitesse de croissance a été estimée à 50 ha/an.

Il ressort de l'analyse que c'est une vitesse moyenne d'urbanisation.

REFERENCES :

- [1]. ANDREW M., YAW A.T., TOMMY L.C., TAONDA SIBIRI J.-B. 2003. Étude de l'impact de l'étalement urbain dans trois villes sahéliennes l'utilisation des informations obtenues par télédétection, Éditeur : IEEE, disponible à l'adresse : http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=1293987&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1293987
- [2]. 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 en Sciences en aménagement du territoire, UNIVERSITÉ HADJ LAKHDAR BATNA, 392 p
- [3]. BENYAHIA L, DRIDI H, NACEUR F, 2014, la perception des dysfonctionnements du développement Urbain vue par les habitants de Batna (ALGÉRIE), Rev. Roum. Géogr. /Rom. Journ. Geogr., 58, (1), p. 57–71, 2014, București.
- [4]. Boutrid M L , Kalla M, «La mobilité motorisée dans la ville de Batna, étude de la répartition spatiale des établissements de santé vis-à-vis du CHU : approche par scénarios», BSGLG [En ligne], 64 (2015/1) - Varia, URL : <http://popups.ulg.ac.be/0770-7576/index.php?id=4036>.
- [5]. BRÜCK L. , Mérenne-Schoumaker B., 2002, Le développement durable - Comprendre pour agir, SSTC, p.13 ; cité par Laurent Brück, 2002, La périurbanisation en Belgique : comprendre le processus de l'étalement urbain P14, disponible à l'adresse <http://www.lmg.ulg.ac.be/didac/periurbanisation.pdf>
- [6]. Chi X., Maosong L., Cheng Z., Shuqing A., Wen Y., Jing M.C., 2007. The spatiotemporal dynamics of rapid urban growth in the Nanjing metropolitan region of China. Landscape Ecology, n° 22, p.925-937
- [7]. GHALEB FAOUR, THÉODORA HADDAD, SÉBASTIEN VELUT, ÉRIC VERDEIL. 2005. Beyrouth : Quarante ans de Croissance urbaine M@ppemonde n° 79 (3-2005) <http://mappemonde.mgm.fr/num7/articles/art05305.html>
- [8]. MAIGNANT G , Compacité et forme urbaine, une analyse environnementale dans la perspective d'un développement urbain durable, disponible à l'adresse [http://www.unil.ch/files/live/sites/ouvdd/files/shared/Colloque%202005/Communications/A\)%20Ecologie%20urbaine/A1/G.%20Maignant.pdf](http://www.unil.ch/files/live/sites/ouvdd/files/shared/Colloque%202005/Communications/A)%20Ecologie%20urbaine/A1/G.%20Maignant.pdf)
- [9]. MOISE TSAYEM DEMAZE, 2010, Un panorama de la télédétection de l'étalement urbain. Disponible à l'adresse : <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00508974/>
- [10]. TURKI, Sami Yassine 2011, Système de transport et urbanisation dans le Grand Tunis. La durabilité en question, disponible à l'adresse <http://www.umc.edu.dz/vf/images/ville>
- [11]. Xia J., Shen Y., Ge J., Tateishi R., Tang C., Laing Y., Huang Z., 2006. Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing. Landscape and Urban Planning, n° 75, p. 69-80.