

A SPATIO-TEMPORAL RETROSPECTIVE OF THE URBAN SPRAWL OF ANNABA (ALGERIA)

R. A. Saouli^{1*}, N. Benhassine², A. Oularbi³

¹Departments of Architecture and territorial development, University-Badji Mokhtar-Annaba,
Laboratory of Bioclimatic Architecture and Environment “ABE”, Algeria

²Laboratory “ABE”, Department of Architecture, University-Salah Boubnider-Constantine 3,
Algeria

³Department of territorial development, University-Badji Mokhtar-Annaba, Algeria

Received: 04 March 2020 / Accepted: 29 April 2020 / Published online: 01 May 2020

ABSTRACT

Urban sprawl is a phenomenon with a negative effect which, over time, consumes the living environment. The aim of this research is to analyze and evaluate the urban sprawl of Annaba situated at the northeastern part of Algeria in a diachronic approach. The studied area contains twelve agglomerations. Through the supervised classification of a time series of data provided by multi spectral sensors mounted on LANDSAT 8 Operational Land Imager (OLI), LANDSAT 7 Thematic Mapper Plus satellite platforms (ETM+) and LANDSAT 4-5 Thematic Mapper (TM), the urban sprawl was examined in different periods of 1987, 2013 and 2017, on different scales. This study displayed that a retrospective understanding of the timing and magnitude of Annaba sprawl in a spatio-temporal dimension allows updating the phenomenon to better manage it in the future on either macro or micro scale as a decision support tool.

Keywords: urban sprawl, GIS, remote sensing, diachronic approach, Annaba.

Author Correspondence, e-mail : mimi_rym@yahoo.fr

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v12i2.20>



1. INTRODUCTION

La tendance courante de la croissance urbaine spatiale suit un modèle d'urbanisation aléatoire et amorphe, caractérisé par une utilisation et une consommation inefficace des terres et de ses ressources associées en particulier le long des franges urbaines rurales. En ce sens, l'étalement urbain est considéré comme l'un des processus spatiaux les plus importants qui affectent également la sphère sociale et économique. Croissance urbaine de la ville, expansion urbaine changeante ou étalement urbain, c'est un phénomène urbain à double effet d'attraction et de diffusion multidimensionnel souvent spatio-temporel, qui s'amplifie au fil du temps.

Le développement des villes algériennes, se déroule dans des conditions extrêmement dynamiques où l'étalement urbain semble se manifester en termes d'échelle et de structure spatiale. Parmi ces villes, Annaba semble subir les effets du déploiement incohérent de l'extension urbaine, elle s'engloutit ainsi dans un cercle de changements de plus en plus complexe et altéré. Il serait utile d'acquérir une compréhension rétrospective de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des sols urbains et de ses forces motrices sous-jacentes afin de la gérer, et surtout de lui faire éviter une expansion urbaine excessive par les effets négatifs qui en découlent.

La problématique de l'étalement urbain nous interpelle. Dès lors, nous cherchons à connaître la réalité de l'expansion urbaine d'Annaba physiquement et spatialement. Nous étudions aussi le temps et la vitesse de l'étalement urbain de la ville d'Annaba. C'est pourquoi nous avons essayé de mesurer l'hypothèse : « *dans le temps, l'étalement urbain d'Annaba serait provoqué par un important exode rural, soutenu par une vague d'expansion économique et d'une grande attractivité de ville côtière* ». Ainsi, l'objectif de l'étude est de contrôler continuellement ce phénomène, de tracer, d'analyser surtout d'examiner ses divers modèles d'évolution. Pour une meilleure compréhension de la dynamique spatiale et temporelle de la croissance urbaine de cette ville, nous observons d'abord son évolution urbaine (répartition diachronique de l'utilisation des sols), ensuite, nous effectuons des analyses quantitatives.

Cette étude serait une tentative d'appliquer des données satellitaires de Landsat afin de quantifier l'Expansion Urbaine de la ville d'Annaba sur les 2 échelles ; macro (toute la ville d'Annaba) et micro (chacune des 12 communes) ; durant une période de 30 ans.

Ces analyses sont basées surtout sur des images multispectrales et multitemporelles de

télédétection Landsat de 1987, 2013 et 2017 qui ont été classées à l'aide du logiciel ArcMap 10.2. Pour ce faire, et afin de définir le cadrage spatial nous revenons vers une échelle nationale, où nous situons notre aire d'étude dans la région Nord-est de l'Algérie (latitude : 36°50'24" et 37°5'24", et longitude : 7°37'12" et 7°50'0") sur une superficie de 141104 ha. Comme 4^{ème} grande ville du pays, Annaba se dessine dans un territoire urbain décousu, au fil des ans, elle subit une forte pression foncière en raison de sa position attrayante sur la côte.

2. METHODES ET MATERIELS

Dans l'élaboration de cette recherche, nous essayons de synthétiser un état de la question sur l'étalement urbain par la littérature émergente. Afin de fournir des informations utiles à la planification et à la recherche, nous sollicitons l'intégration de la télédétection et du Système d'Information Géographique (SIG) pour observer les changements d'utilisation/couverture du sol. Enfin, dans une démarche quantitative, la méthodologie suivie propose 5 actions (figure 1).

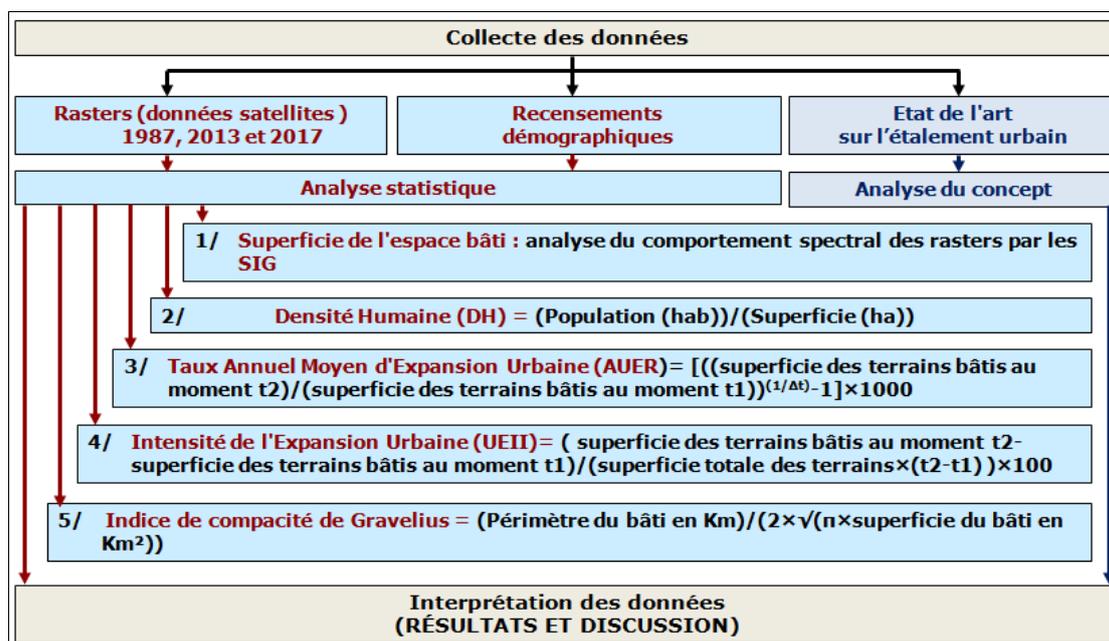


Fig.1. Méthodes et outils d'investigation, propre élaboration, 2019

Ainsi, les actions utilisées pour la détection et l'évaluation de l'étalement urbain à Annaba sont définies comme suit : les 1^{ères} mesures s'appliquent sur la superficie de l'espace bâti en 1987, 2013 et 2017 ; les 2^{èmes} mesures quantifient la densité humaine (DH) pour chacune des années

1987, 1998, 2008 et 2013 ; la 3^{ème} mesure concerne le Taux Annuel Moyen d'Expansion Urbaine (AUER) ; la 4^{ème} mesure estime l'Indice de l'Intensité de l'Expansion Urbaine (UEII) ; quant à la 5^{ème} et dernière mesure, elle se rapporte à l'Indice de Compacité de Gravelius.

2.1. Revue de littérature

Comme l'étalement urbain, l'écriture sur cette thématique est aussi éparpillée [1] dans une vaste littérature multidisciplinaire. Avant de résoudre un problème, il faut d'abord le définir ; cependant, il existe une ambiguïté quant à la définition exacte de l'étalement urbain [2] et à la façon de le mesurer [3].

Au-delà du commun, le concept "*étalement urbain*" n'a pas le même sens pour tout le monde [4]. Alors que certains le considèrent comme une conséquence involontaire d'un mouvement pendulaire du quotidien ; plus précisément d'un mode de vie [5] dans une maison de banlieue et d'un trajet domicile-travail en voiture, d'autres le perçoivent comme un gaspillage de ressources [6]. Etant utilisé pour caractériser des phénomènes d'Expansion Urbaine de nature très différente [7], le terme "*étalement urbain*" s'est avéré extrêmement élastique [8]. Polysémique et si complexe, sa connotation s'octroie le statut de concept qui appelle à disséquer ses dimensions en indicateurs [9]. Nous tentons d'établir un échantillon réunissant différentes approches du concept "*étalement urbain*" :

- **La dispersion urbaine (une somme exhaustive des dimensions descriptives)** : la définition la plus claire du concept "*étalement urbain*" est celle de Galster, Hanson, Ratcliffe, Wolman et Freihage (2001) [10], c'est une définition non hiérarchique et multidimensionnelle qui vise à réunir tous les modèles qu'un processus d'expansion urbaine peut suivre. D'autres travaux qui ont suivi une ligne similaire sont ceux de Torrens et Alberti (2000) [11] et aussi d'Angel, Parent et Civco (2007) [12]. Le terme 'dispersion' qui caractérise des phénomènes d'expansion urbaine de différente nature, se présente comme une somme exhaustive de dimensions descriptives. Tous ces auteurs, suscités, voient la dispersion comme un processus d'expansion urbaine incluant la décentralisation de la population et de l'emploi selon un modèle déconcentré, de faible densité, discontinu et non structuré, aléatoire ou chaotique.

- **La dispersion urbaine (un processus fondamentalement nuisible)** : comme le soulignent diverses études, la dispersion urbaine est responsable des changements dans l'environnement physique, ainsi que dans la forme et structure spatiale des villes. Certains travaux, comme

ceux d'Ewing (1997), ont porté principalement sur l'étude des impacts négatifs de la dispersion urbaine, au point d'en inclure certains dans la définition même [13].

- **La dispersion urbaine (une consommation excessive de terres):** l'étalement urbain avec une consommation excessive des terres a parfois été identifié "*excessif*" [14] étant assimilé à un taux d'urbanisation supérieur au taux de la croissance démographique [15].

- **La dispersion urbaine (un espace non structuré) :** dès 1958, W. H. Whyte s'inquiétait de la croissance urbaine amorphe [16] des villes. Le problème incombe le schéma de croissance urbaine ou plutôt l'absence de croissance urbaine organisée. Cette identification de la dispersion à l'expansion aléatoire ou amorphe a été mise en évidence, entre autres, par Dear et Flusty (1998) [17], Anderson et Bogart (2001) [18] et Lang et Lefurgy (2003) [19].

Qu'il soit processus d'Expansion Urbaine excessive ou de dispersion urbaine nuisible, le concept "*étalement urbain*" est un fait urbain chargé de dimensions à indicateurs négatifs.

2. 2. Le SIG et les techniques de télédétection : outils d'évaluation du fait urbain

L'utilisation des terres dans de nombreux pays est suivie à l'aide d'images de télédétection par satellite. Ces données conjuguées à une application des technologies des SIG fournissent des moyens alternatifs, flexibles et extensibles afin d'évaluer rapidement le cycle de l'urbanisation. En plus de la précision, ils présentent un meilleur moyen pour la création de cartes de villes plus détaillées. Ces cartes, mises à jour et en temps réel, donnent une meilleure compréhension de la croissance tout au long de l'interface urbaine et rurale des villes. L'utilisation des techniques de télédétection combinée au Système d'Information Géographique (SIG) nous apparaît comme une alternative viable et efficace pour évaluer le processus de croissance de l'espace urbain de notre aire d'étude. A l'aide de l'analyse des données de télédétection de différentes époques, il est possible de suivre et de visualiser l'étendue spatiale de l'étalement urbain de la ville d'Annaba sur une période de 30 ans.

2.2.1. Acquisition des données satellites raster

Les données chronologiques spatiales utilisées, sont géométriquement référencées au système de coordonnées WGS 1984 UTM Zone 32 Nord, provenant du site Web du United States Geological Survey. Ces données comprennent 3 images satellitaires Landsat ; (Landsat-5 TM) faisant référence aux années 1987, (Landsat-7 ETM+) pour 2013 et (Landsat 8 OLI) pour 2017. L'aspect multi-temporel de ces images contribue à l'identification et au suivi des

mutations urbaines d'Annaba dans le temps. Nous notons aussi que la résolution spatiale des données de télédétection est très importante dans l'évaluation urbaine [20]. Possédant un Path (n° de colonne = 193) et un Row (n° de ligne = 34 et 35), la série des données satellitaires Landsat, avec une résolution spatiale de 30 m, nous fournit une échelle d'analyse adéquate.

2.2.2. Traitement et classification des données satellites raster

Dans un but de quantifier tous les sols occupés par des bâtiments, l'extraction et le traitement d'informations sont réalisés par l'analyse du comportement spectral des 3 images sélectionnées via le programme ArcMap 10.2. Comme les images sont déjà orthorectifiées, correctement géoréférencées, nous procédons à l'étape du découpage (figure 2).

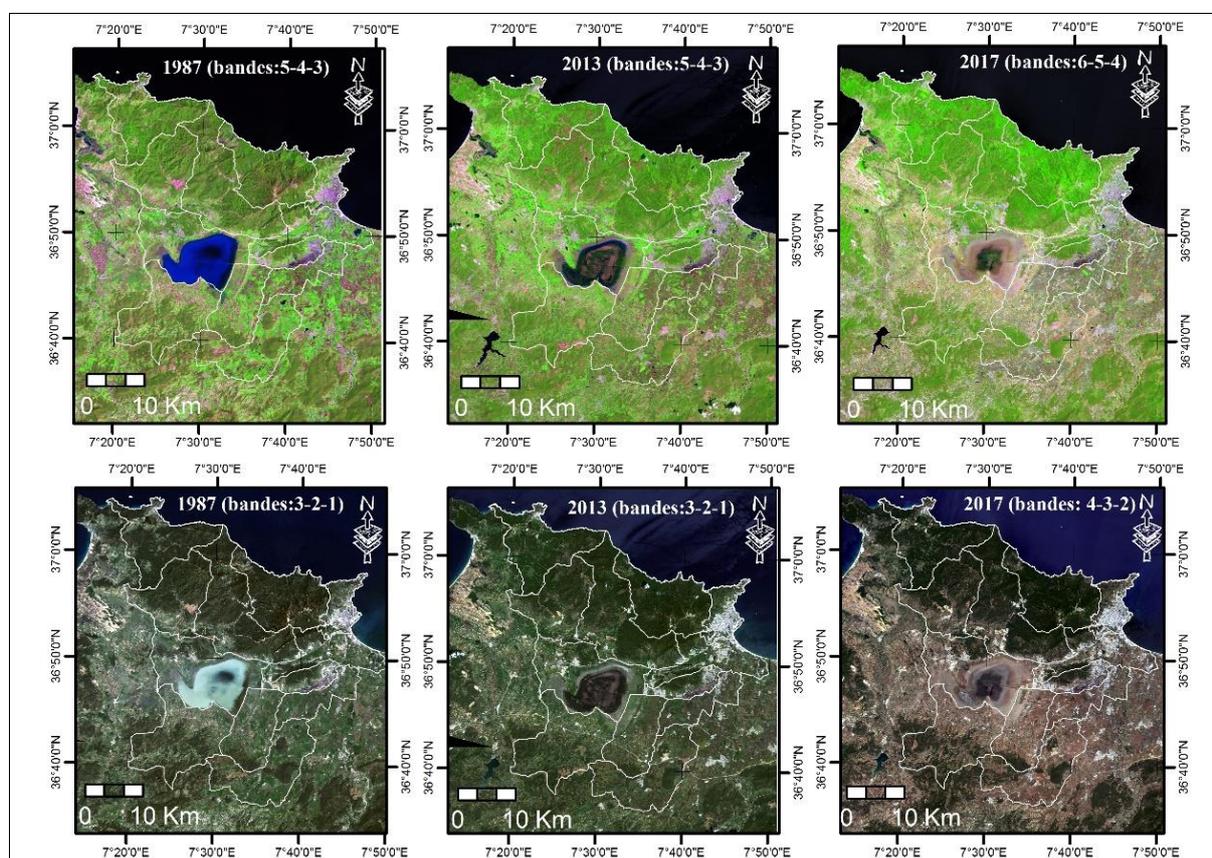


Fig.2. Combinaison de bandes spectrales et mutations spatio-temporelles de l'espace urbain Annabi, **Source** : cas de référence, propre élaboration, 2019

Pour mettre en avant le phénomène de l'étalement urbain de l'aire d'étude, nous créons des images composites multi-spectrales qui associent les bandes infrarouges à ondes courtes, proche infrarouge et rouge et aussi les canaux rouge, vert et bleu (figure 3). La 1^{ère}

combinaison multi-spectrale se compose des bandes Landsat TM., numéros 5(1,55-1,75 micromètres "infrarouge à ondes courtes"), 4(0,76-0,90 micromètres "proche infrarouge") et 3(0,63-0,69 micromètres "rouge"). La 2^{ème} image composite combine les canaux 3,2(0,52-0,60 micromètres "vert") et 1(0,45-0,52 micromètres "bleu"). La 3^{ème} et la 4^{ème} composition multi-spectrale associent dans l'ordre, les bandes Landsat ETM+ (5-4-3) et aussi (3-2-1). Quant à la 5^{ème} et 6^{ème} combinaison, elles utilisent les bandes 6(1,57-1,65 micromètres "infrarouge à ondes courtes"), 5(0,85-0,88 micromètres "proche infrarouge") et 4(0,63-0,67 micromètres "rouge"), enfin la 7^{ème} et dernière combinaison pour ce cas d'étude associe les canaux 4,3(0,53-0,59 micromètres "vert ") et 2(0,45-0,51 micromètres "bleu").

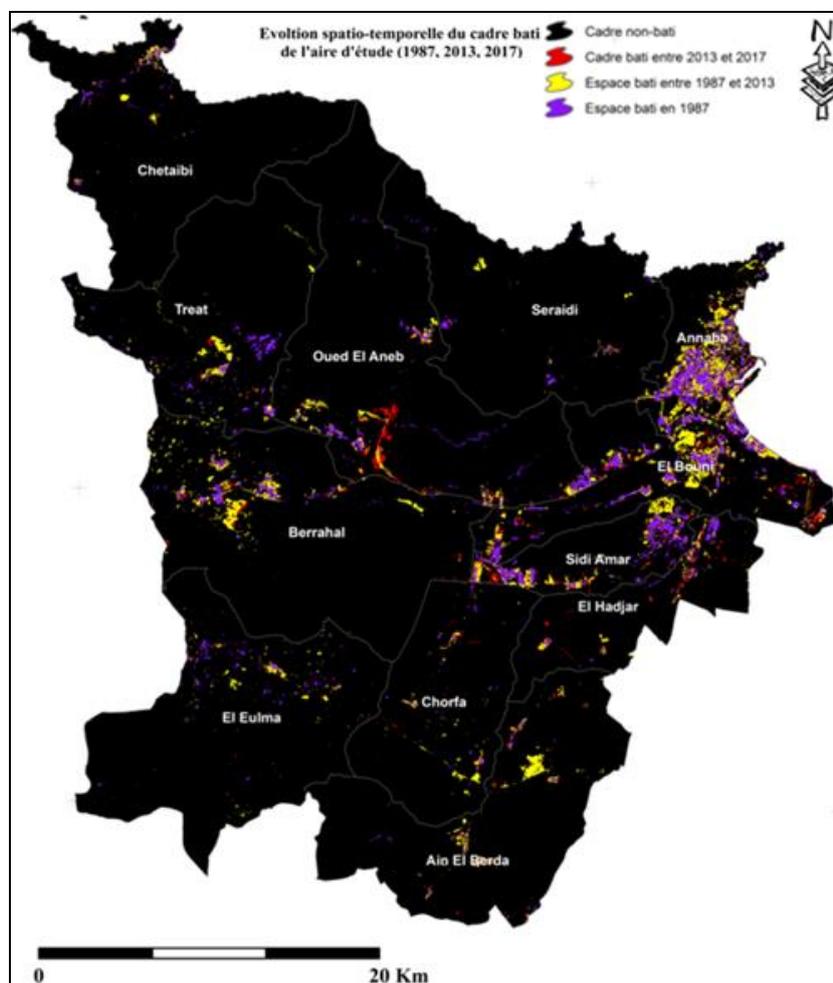


Fig.3. Données extraites de l'application de la classification supervisée.

Source : cas de référence, propre élaboration, 2019

Une fois, les compositions et les superpositions réalisées, les images raster obtenues sont soumises à un processus de classification supervisée. Cette technique consiste à extraire des

échantillons de pixels afin d'aider le logiciel à interpréter automatiquement l'image multicouches. Les données extraites de l'application de la classification supervisée, génèrent la possibilité de suivre le phénomène étudié à une échelle spatio-temporelle. Dans ce contexte, l'utilisation d'images satellitaires apparaît comme une alternative de gestion efficace pour évaluer le processus de l'étalement urbain d'Annaba dans les années 1987, 2013 et 2017.

2.3. Recensements démographiques

Sur la base des estimations du recensement démographique de l'Office National des Statistiques (ONS), en utilisant le logiciel ArcMap 10.2 comme instrument d'évaluation, la densité de la population résidente (DH) est déterminée et représentée dans une carte comme indicateur urbain applicable à l'évaluation de la dispersion urbaine de l'aire d'étude. Cet indicateur consiste à mesurer la concentration de la population en rapport à l'occupation des terrains suivant la formule $[DH = \text{population (hab)}/\text{superficie (ha)}]$ sus-indiquée en (figure 1).

2.4. Indicateurs d'expansion/dispersion urbaine

Parallèlement, les 3 indices complémentaires qui sont transcrits dans la (figure 1), ont été calculés à l'aide d'un ensemble d'indicateur. Étant donné que le processus de l'étalement urbain est évolutif, le 1^{er} indice s'intéresse à une mesure chronique représentative du Taux Annuel Moyen d'Expansion (AUER) des terrains bâtis entre 2 périodes. Cet indice du Taux Annuel Moyen d'Expansion Urbaine (AUER) [21], estime la vitesse à laquelle le quantum du terrain bâti de l'aire d'étude évolue. La 2^{ème} mesure utilisée dans cette étude concerne l'Indice d'Intensité de l'Expansion Urbaine (UEII) [22] qui évalue la distribution spatiale de l'expansion urbaine sur différentes périodes. En plus de ces mesures, nous nous penchons en dernier lieu sur l'Indice de Compacité de Gravelius [23] du bâti qui donne une idée de sa distribution dans l'aire d'étude à différentes dates.

Les résultats de la quantification de l'étalement urbain de l'aire d'étude par le biais de ces indices sont présentés sur 2 échelles spatiales ; l'échelle macro (globale) et aussi micro (locale) où nous y interprétons les mêmes indices pour les 12 communes administratives d'Annaba.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

La ville d'Annaba fait l'objet d'un processus d'urbanisation rapide ayant pour effet immédiat une Expansion Urbaine qui progresse par saut (figure 4). Malgré que le développement de la

ville ait été fortement planifié, une large partie du tissu urbain s'est façonnée d'une manière spontanée. Cette forme d'urbanisation, fragmentée et tentaculaire échappe à tout contrôle. L'Expansion Urbaine rapide constitue l'une des manifestations les plus visibles du processus d'urbanisation en cours. Sa croissance urbaine a été fortement alimentée par l'accroissement naturel de la population ; les recensements démographiques confirment ce fait.

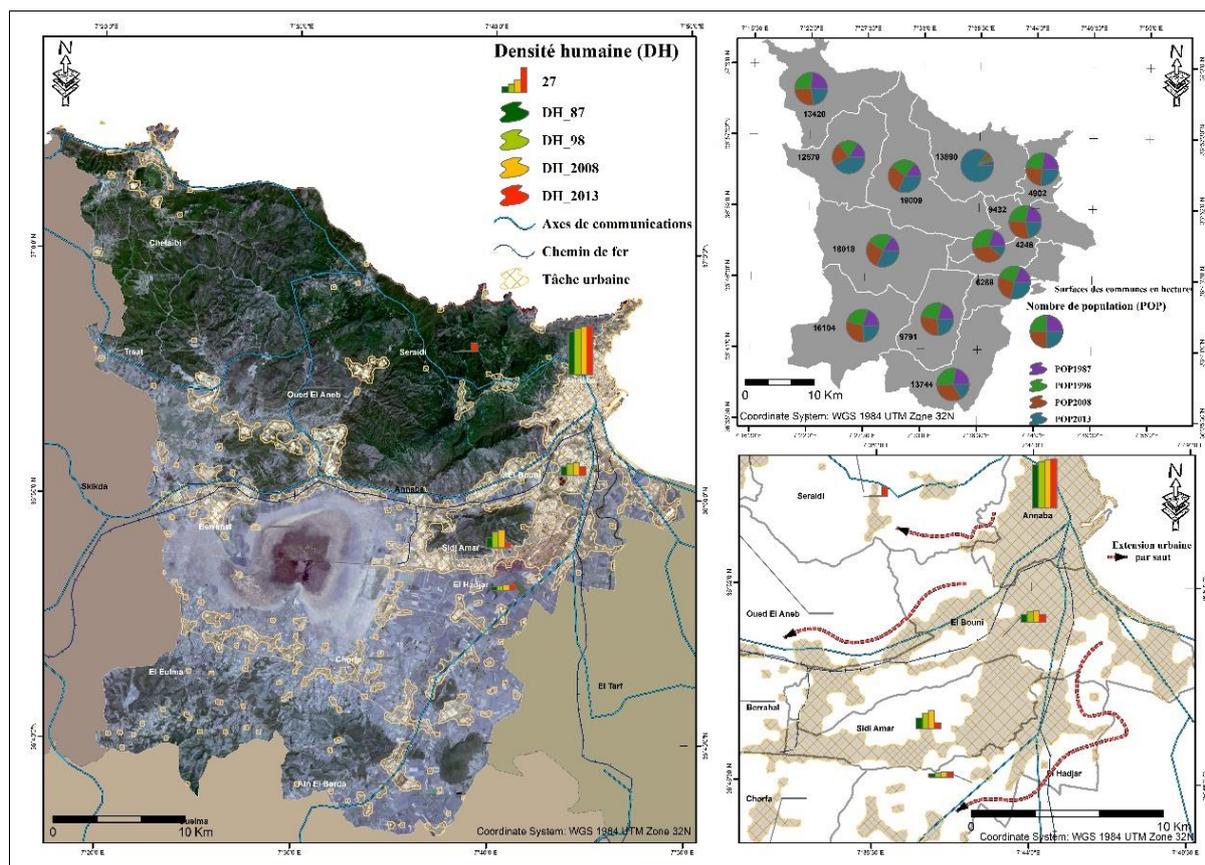


Fig.4. Urbanisation en tâche d'huile.

Source : cas de référence, propre élaboration, 2019

La répartition spatiale désorganisée et déséquilibrée de la population résidente dans les communes de la ville d'Annaba génère un espace urbain complexe où l'environnement naturel grignoté ne cède plus de place aux terrains fertiles, il se dégrade sans trop de contrôle.

3.1. Annaba en expansion ; morphogenèse et analyse diachronique

Ville remarquable par son architecture et la proximité accueillante et rafraîchissante de l'eau douce et des terres agricoles fertiles, conventionnellement appelée la coquette de l'Algérie,

Annaba, est estimée parmi les plus belles villes du pays. Son histoire, sa richesse culturelle et ses paysages ne cessent de lui donner son charme. Hippone, un passé glorieux, son centre historique, la ville où a vécu saint Augustin [24], son centre urbain ancien conservé, la région a la réputation d'être une retraite tranquille et attrayante, aidée par son riche patrimoine forestier, son front de mer remarquable et ses vues idylliques.

Hormis sa beauté, sa situation stratégique de ville portuaire à forte mobilité touristique et économique, lui accorde le statut d'une agglomération importante. Toutefois, c'est à partir de 1962 que la ville d'Annaba a été prise d'assaut pour connaître ainsi un phénomène urbain à double effet d'attraction et de diffusion [25]. L'attraction a été incitée essentiellement par la montée de l'industrialisation (figure 5). Inapte à maîtriser les flots des populations, les surfaces sont au fur et mesure urbanisées mais au gré des impératifs de l'urgence, elles se multiplient continuellement lui générant le phénomène de l'étalement urbain par diffusion.

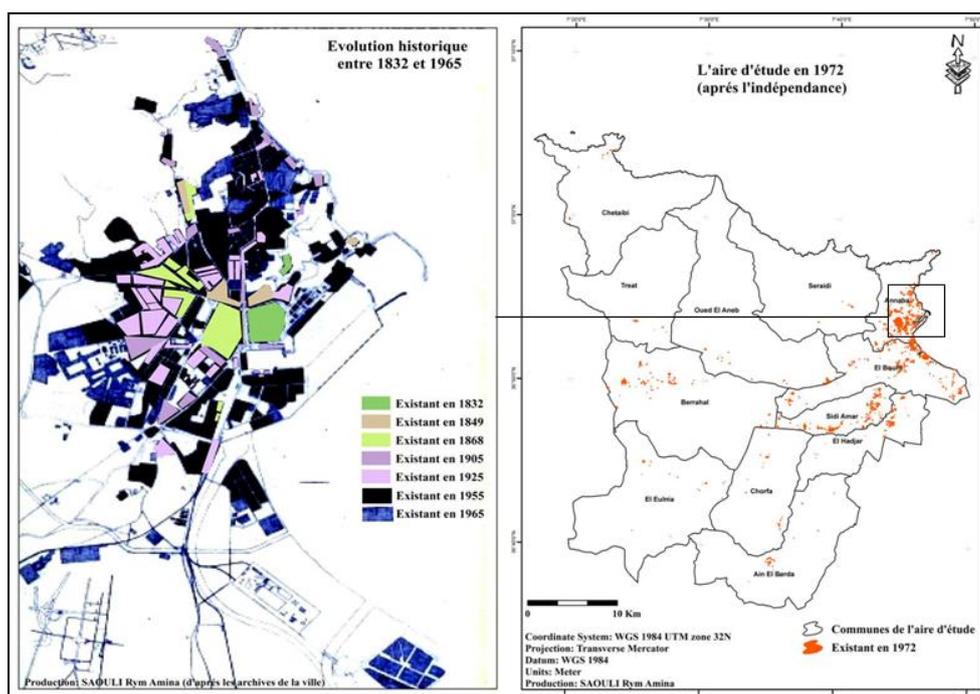


Fig.5. Premières extensions urbaines à l'Ouest et au Nord du tissu traditionnel.

Source : cas de référence, propre élaboration, 2019

Exprimant une faible maîtrise de l'espace qui se traduit par la prolifération de l'habitat spontané et l'incapacité des infrastructures à suivre le rythme d'urbanisation [26], l'étalement

urbain, souvent perçu par les spécialistes de l'urbain comme antithèse de tout principe du développement durable [27], est source de multiples effets négatifs sur la perte des terrains à vocation agricole surtout sur la structure urbaine de la ville éparse à tendance énergivore.

Suite à une politique de limitation de la croissance en 1983 par décision de dégourbisation pour déloger les bidonvilles vers la périphérie le long des grands axes de communication, le nœud urbain Annabi a connu d'innombrables inégalités spatiales. Subissant une forte pression foncière en raison de sa position attrayante sur la côte, l'étendue de la croissance urbaine d'Annaba, dans l'espace et dans le temps, a pris de l'ampleur à partir de la période post coloniale. C'est à fortiori, au cours de cette phase où l'anarchie de l'étalement urbain ; s'est cristallisée au niveau de la ville déclenchant par la suite un inconfort grandissant qui témoigne d'une mauvaise gestion urbaine manifestée par le glissement du centre urbain, les tissus anciens fortement dégradés et une mobilité urbaine paralysée. Tous ces impacts accumulés, au fil des ans, posent divers défis à la gestion de cette croissance urbaine notamment au niveau des 12 communes qui enregistrent une densité humaine (DH) déséquilibrée (figure 6).

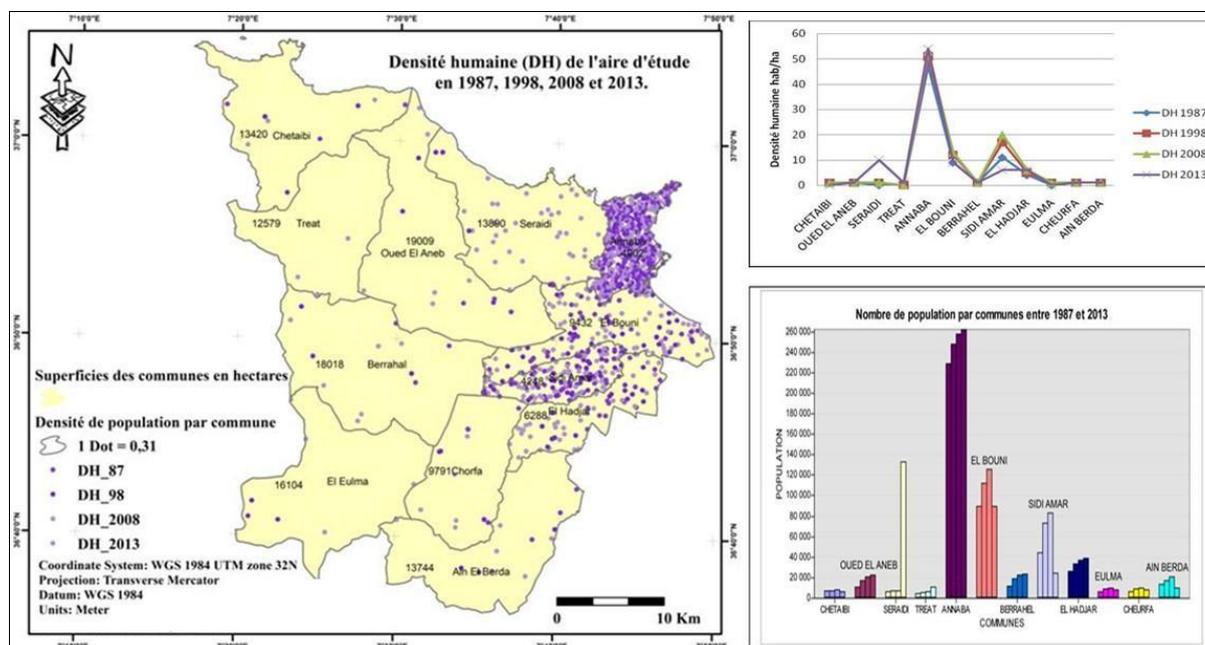


Fig.6. Evolution de la densité humaine (DH) ; 1^{ère} période. 1987 à 2013 (26 ans)

Source : cas de référence, propre élaboration, 2019

En raison de la concentration des activités économiques, la densité humaine (DH) est

nettement supérieure dans la commune d'Annaba en 1^{ère} position. Celle-ci est suivie des communes ; de Sidi Amar en 2^{ème} position, d'El Bouni en 3^{ème} position et d'El Hadjar qui est connue par son complexe sidérurgique en 4^{ème} position. Quant à la commune de Séraïdi fixée en 5^{ème} position, c'est durant l'année 2013 que l'accroissement de sa (DH) atteint 10 hab/ha. Sur les 12 communes, l'expansion humaine est dispersée d'une façon inéquitable. Avec une augmentation du poids démographique enregistré seulement dans les 5 communes précitées, le tissu urbain d'Annaba prend une ampleur inégale entraînant un éclatement spatial et fonctionnel de la ville. En ce sens, l'étalement urbain du cadre d'étude est visiblement associé à un développement physique faiblement dense, souvent fragmenté et tentaculaire.

3.2. Vitesse moyenne d'urbanisation sur les échelles macro et micro.

L'analyse diachronique de l'évolution de l'expansion urbaine de la ville d'Annaba nous a permis de déterminer la superficie des terrains bâtis pour les années 1987, 2013 et 2017, ainsi que leurs mutations (figure 7).

Le paramètre utilisé, pour déterminer la dynamique des mutations affectant ces terrains, est le gain et la perte par rapport à la superficie du tissu urbain bâti dans les différentes années d'étude ; 1987, 2013 et 2017. Le pourcentage, des superficies gagnées ou perdues, est estimé en calculant le Taux Annuel d'Expansion Urbaine (AUER) de l'aire d'étude.

À l'échelle macro couvant toute l'agglomération d'Annaba sur 30 ans, l'Expansion Urbaine de l'aire d'étude s'est façonnée de 1987 jusqu'à 2017 avec un Taux Annuel d'Expansion Urbaine (AUER) de 1.446 %. Notre analyse diachronique spatio-temporelle élaborée sur 2 périodes ; une 1^{ère} période de 26 ans entre 1987 et 2013, et une 2^{ème} période de 4 années, située entre 2013 et 2017, révèle que le rythme de l'Expansion Urbaine d'Annaba, s'est accéléré durant la 2^{ème} période allant de 2013 à 2017. En témoigne, le Taux Annuel d'Expansion Urbaine (AUER) qui est passé de 1.385 % à 1.843 % pendant ces mêmes périodes successives.

En effet, l'urbanisation a marqué les terrains bâtis ; sans cesse, ils ont augmenté de 14.06 km² en passant de 26.11 km² en 1987 pour atteindre les 40.17 km² en 2017 ; durant l'intervalle des 30 années, la surface des terrains bâtis a presque doublée.

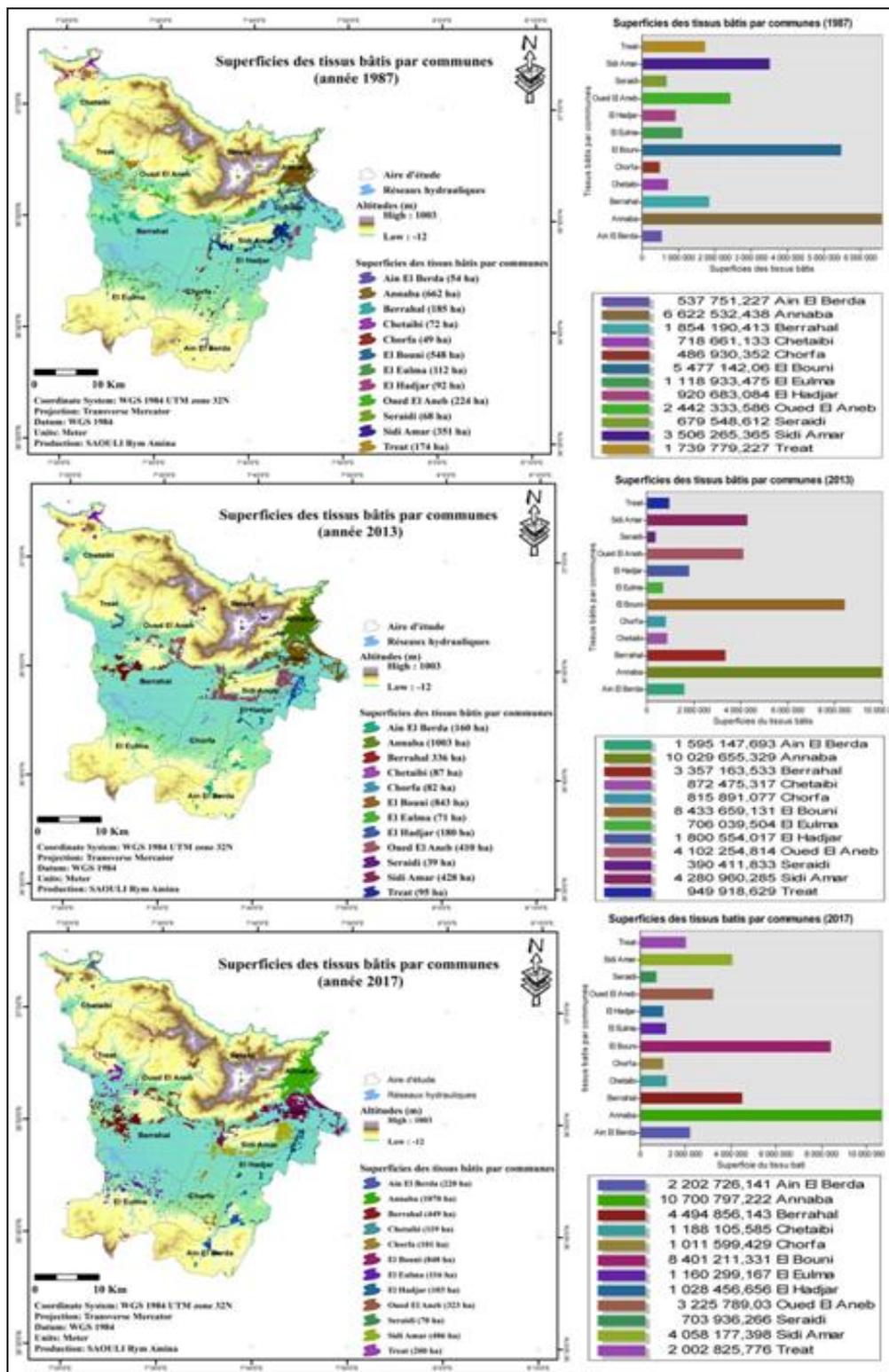


Fig.7. Superficies des terrains bâtis/commune en 1987, 2013 et 2017

Source : cas de référence, propre élaboration, 2019

Sur le global des terrains bâtis, environ 20.13 % (2.83 km²) se sont produits entre 2013 et

2017 contre 79.87 % (11.23 km²) enregistrés entre 1987 et 2013. Au cours de la 1^{ère} période l'Indice d'Intensité d'Expansion Urbaine (UEII) a été moyen avec un taux de 0,680 % et durant la 2^{ème} période, il a augmenté pour atteindre 0,912 %. L'Indice d'Intensité d'Expansion Urbaine (UEII) de 1987 à 2017 a enregistré 0,707 %, ce qui indique que sur cette période de 30 ans, l'Intensité d'Expansion Urbaine (UEII) est modérée, son ampleur au cours de chaque période est présentée dans la carte de classification de la couverture terrestre en (figure 8).

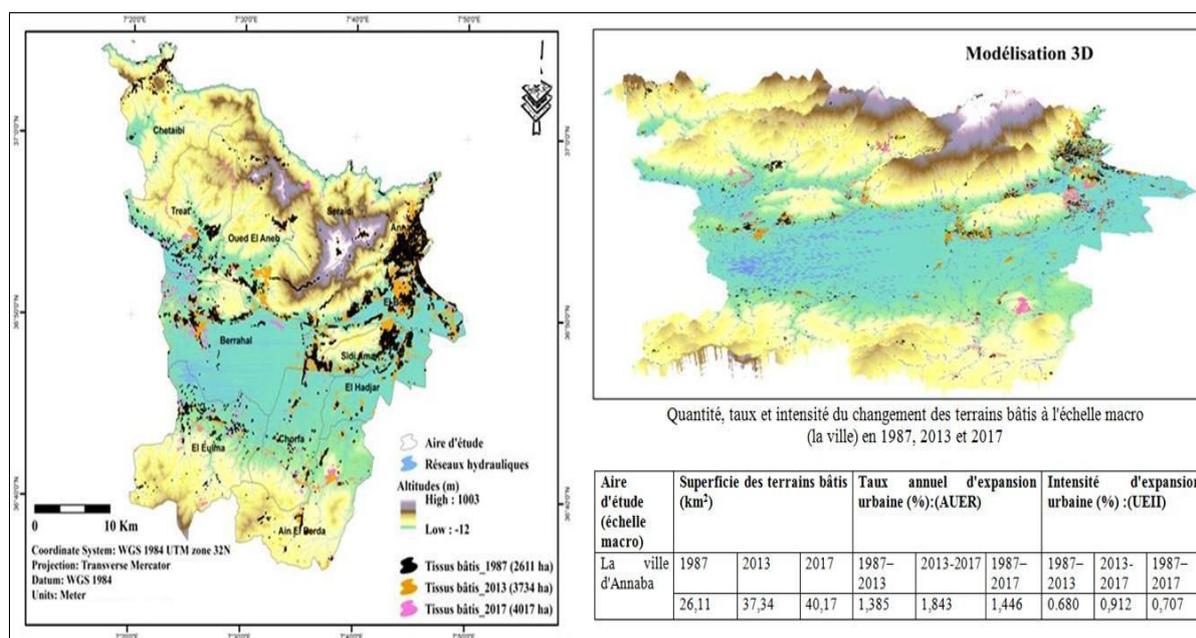


Fig.8. Ampleur de l'Expansion Urbaine (Auer et UEII) en 1987, 2013 et 2017, (échelle macro). **Source :** cas de référence, propre élaboration, 2019

À l'échelle micro, en considérant chaque commune administrative limitrophe faisant partie de la ville d'Annaba, les données des recensements de la population et de la densité humaine (DH) indiquent, qu'au cours de l'année 2013, une croissance importante de la population où l'augmentation des terrains bâtis s'est accompagnée d'un accroissement démographique rapide. La superficie, des terrains bâtis à l'intérieur de chacune des 12 communes administratives d'Annaba, a augmenté tout au long de la période d'analyse qui couvre les années 1987, 2013 et 2017 (figure 9).

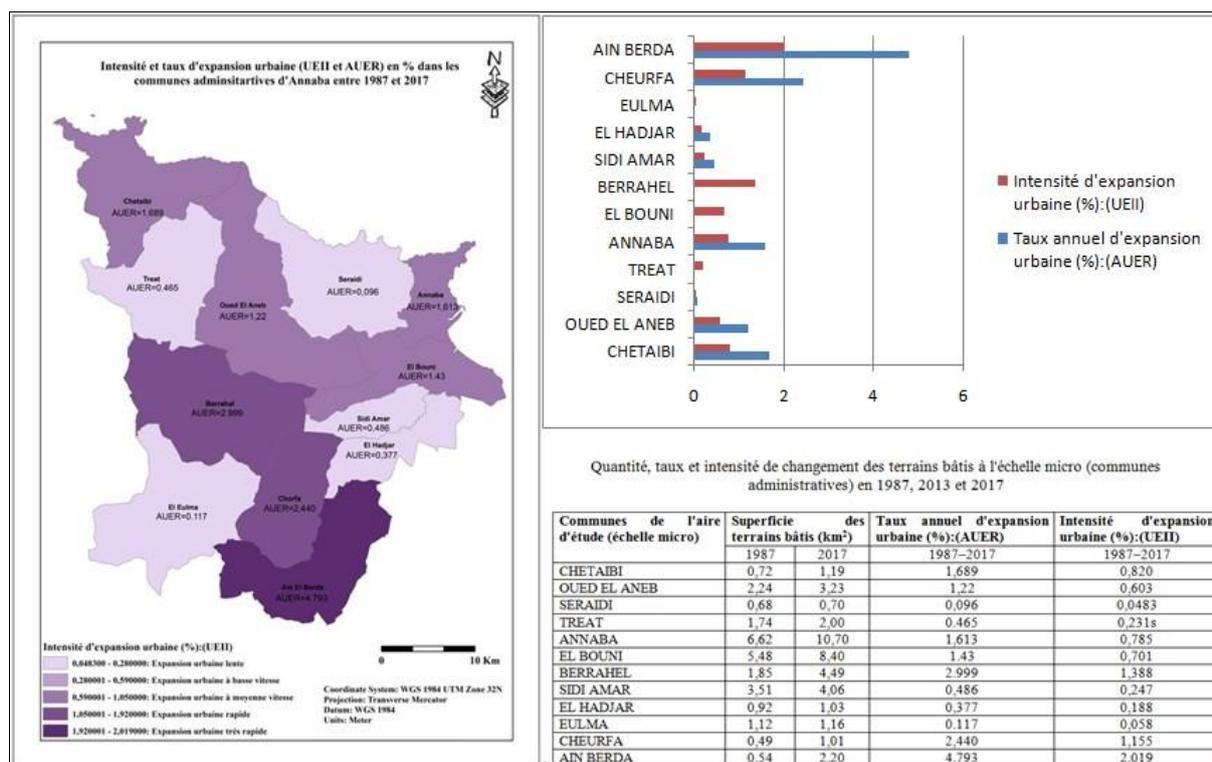


Fig.9. Intensité et Taux d'Expansion Urbaine (AUER et UEII) des communes d'Annaba, (échelle micro) entre 1987 et 2017. **Source :** cas de référence, propre élaboration, 2019

Les résultats montrent qu'entre 1987 et 2017, la commune d'Ain Berda avec un (AUER) de 0,096 % a enregistré un Taux d'Expansion Urbaine des plus élevés. Toutefois, Séraïdi avec (AUER) égal à 0,096 % affiche le taux le plus bas. En outre, sur l'ensemble des 30 années, les terrains bâtis d'Ain Berda se sont étalés à une grande vitesse avec une Intensité d'Expansion Urbaine (UEII) de 2,019 %, cette commune s'est urbanisée à un rythme extrêmement rapide. Bien que l'augmentation des terrains bâtis dans la commune d'Annaba soit importante entre 1987 et 2017, son intensité est relativement moyenne par rapport aux autres communes. Une explication possible de cette expansion urbaine serait le fait historique, la commune d'Annaba (1^{er} noyau) a initialement attiré une part significative de tous les développements dans sa région, comme en témoigne l'évolution de la (DH) qui est relativement plus élevée dans cette commune. Au fur et à mesure que des terrains se construisent et qu'une partie des nouveaux aménagements sont réalisés dans des espaces déjà construits ailleurs, l'Expansion Urbaine dans cette commune ralentit, ce qui entraînerait une Intensité d'Expansion Urbaine Moyenne

(UEII) durant les 30 dernières années. Cela signifie que si l'Intensité de l'Expansion Urbaine dans cette commune a stagné dans cette période, les autres communes périphériques, à savoir ; El Bouni et Sidi Amar, ont attiré une part importante des nouveaux aménagements physiques.

3. 3. Configuration spatiale de l'étalement urbain d'Annaba entre 1987 et 2017

Après avoir analysé le taux et la vitesse de l'étendue de l'expansion urbaine de l'aire d'étude entre 1987 et 2017, nous nous intéressons aux caractéristiques morphologiques de l'étalement urbain. Pour mesurer le niveau de fragmentation ou de compacité du tissu urbain bâti par un critère morphologique, l'Indice de Compacité est calculé, ensuite comparé au périmètre théorique de la forme la plus compacte (figure10). L'indicateur prend des valeurs élevées lorsque la fragmentation est éminente. Pour définir les valeurs de cet indice, il fallait trouver le périmètre ainsi que la superficie occupée par le tissu urbain bâti dans la même période allant de 1987 à 2017 par les images satellites combinées aux SIG.

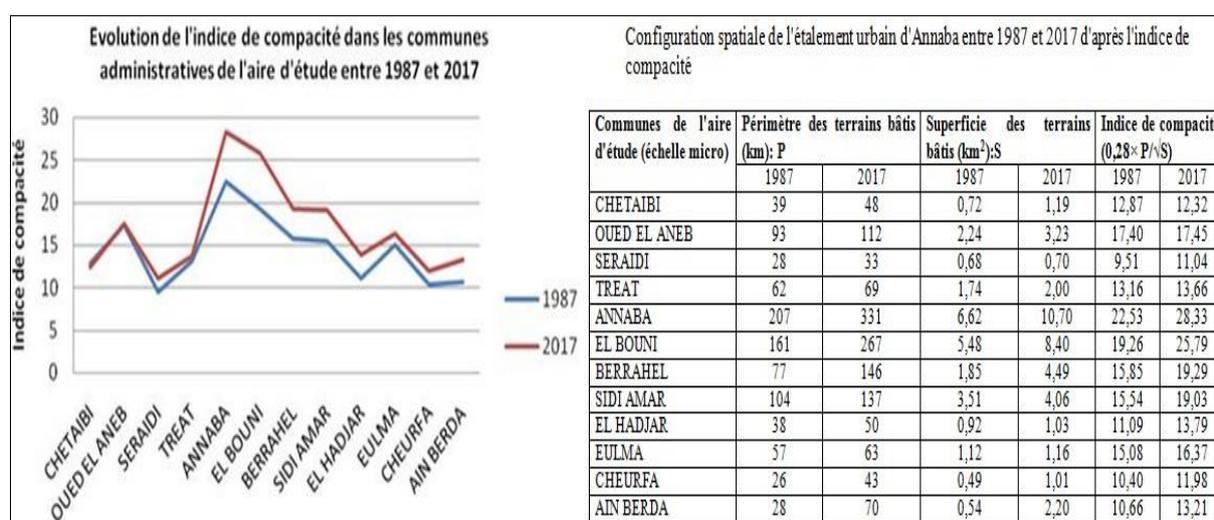


Fig.10. Evolution de l'Indice de Compacité dans les 12 communes administratives d'Annaba entre 1987 et 2017, **Source** : cas de référence, propre élaboration, 2019

Les principaux résultats illustrés par la figure10, permettent de définir la configuration spatiale de l'Expansion Urbaine dans chacune des 12 communes administratives. L'indice de compacité, calculé pour chacune des communes, révèle que la dispersion dans l'organisation du bâti est plus significative en 2017 qu'en 1987. Compte tenu des valeurs assez élevées de cet indice durant la période d'étude entre 1987 et 2017, l'Expansion Urbaine confirmée

statistiquement est fragmentée. L'évolution de cet indice nous montre que la tâche bâtie est particulièrement disséminée du côté des communes d'Annaba et d'El Bouni, suivies des communes de Sidi Amar et de Berrahel. L'indicateur morphique de compacité, nous dévoile ainsi que l'étalement urbain dans la totalité des communes administratives, se réfère à une forme éparpillée et dispersée. Les statistiques de l'Indice de Gravelius soutiennent ainsi l'interprétation des résultats des mesures ; Densité Humaine (DH), Taux Annuel Moyen d'Expansion Urbaine (AUER), Intensité de l'Expansion Urbaine (UEII)"; à savoir que sur une période de 30 ans, l'espace urbain bâti de l'aire d'étude s'est développé de façon éparse et aléatoire, ce qui a engendré de plus en plus d'espaces étalés et sans limites uniformes.

4. CONCLUSION

L'urbanisation progressive, l'évolution rapide au détriment de l'environnement naturel ainsi que les changements démographiques, posent de nombreux problèmes aux villes. Phénomène ou fait urbain à double effet d'attraction et de diffusion, processus d'Expansion Urbaine anarchique et excessive ou de dispersion urbaine aléatoire, le concept "*étalement urbain*" englobe des dimensions à indicateurs négatifs.

À l'épreuve du développement, l'urbanisation des villes algériennes, connaît une spécificité, eu égard aux données historiques, culturelles et sociodémographiques. Parmi ces villes, l'espace urbain Annabi évolue rapidement dans l'espace et dans le temps, il subit ce phénomène par des mutations de forme et de fonction urbaines. La question de comprendre ce phénomène de l'étalement urbain d'Annaba, nous oriente vers la triangulation de 2 analyses ; qualitative-conceptuelle et quantitative-spatiotemporelle.

Afin de l'évaluer de manière fiable, efficace et rentable, nous avons opté pour l'approche géomatique à l'aide de l'utilisation d'outils d'investigation du Système d'Information Géographique (SIG) et de la télédétection. Aussi, dans une approche diachronique appliquée sur le territoire de la ville d'Annaba, à l'aide d'images satellite Landsat de 1987, 2013 et 2017 avec d'autres indices complémentaires, nous avons quantifié le taux des mutations spatiales, le rythme et l'Intensité de l'Expansion Urbaine sur 2 échelles ; macro (la ville dans sa globalité) et micro (chacune des 12 communes). Notre étude est effectuée sur une période de 30 ans entre 1987 et 2017, celle-ci est subdivisée en 2 périodes ; 1^{ère} période de 26 ans de

1987 à 2013 et une 2^{ème} période de 4 ans de 2013 à 2017.

Les résultats de l'analyse spatio-temporelle montrent que l'étalement urbain d'Annaba, à l'échelle macro, s'est largement inscrit dans la 1^{ère} période de 1987 à 2013. Il s'est accentué au cours de la 2^{ème} période entre 2013 et 2017. L'augmentation des terrains bâtis, coïncide avec la période postcoloniale suite à l'exode rurale, où l'étalement urbain et la croissance démographique se sont produits à des rythmes similaires. L'accroissement rapide de la population s'accompagne d'une demande accrue d'assiettes foncières pour diverses activités au détriment des terrains forestiers et les sols à vocation agricole, ce qui favorise un développement urbain à caractère spontané.

A l'échelle micro, l'analyse révèle que le rythme et l'Intensité de l'Expansion Urbaine, localement dans chacune des 12 communes administratives, sont déséquilibrés. Les résultats de la mesure de l'Indice de Compacité dévoilent aussi une tendance générale où l'étalement urbain se produit de manière éparse sur l'ensemble des communes, ce qui confirme le développement aléatoire de l'aire d'étude, clairement excessif.

Face à tant de mutations et de désordres spatiaux, Annaba est confrontée à un nombre de défis à relever. L'étalement urbain est l'un des symptômes du manque d'organisation spatiale. De ce fait, son développement futur devrait bénéficier d'une approche managériale plus intégrée qui prendrait en compte la ville, en feedback, sur 2 échelles aussi bien globale (macro) que locale (micro).

En examinant le phénomène de l'étalement urbain, cette étude diachronique, rétrospective et spatio-temporelle, que nous considérons nécessaire et utile servirait d'outil d'aide à la décision dans une vision prospective pour des études d'impact de ce phénomène urbain sur l'empreinte écologique en rapport avec la planification urbaine qui couvre un large spectre de thématiques, à savoir ; stratégie verte (suburbaine ou rurale), trame verte urbaine, îlot de chaleur urbain, mobilité urbaine, ou encore, la gestion de l'eau, des énergies, des déchets, des risques urbains et sanitaires, du transport, du tourisme ; toutes échelles confondues.

5. REFERENCES

[1] Banai R., DePriest T. Urban Sprawl: definitions, data, methods of measurement, and environmental consequences. *The Journal of Sustainability Education*. 2014, 7(12): 1–15.

-
- [2] Galster G., Hanson R., Ratcliffe M. R., Wolman H., Coleman S., Freihage J. *Housing Policy Debate*. 2001, 12 (4):681-717, doi: 10.1080/10511482.2001.9521426.
- [3] Bourne L. S. *Plan Canada*. 2001, 41(4): 26-30, doi. org/10.25316/IR-181
- [4] Calthorpe P., Fulton W. *The regional city*, Washington: D.C. Island Press. 2001.
- [5] Kunstler J. H. *The geography of nowhere: The rise and decline of America's man-made landscape*. New York: Simon & Schuster.1993.
- [6] Schweitzer L. *Journal of the American Planning Association*. 2011, 77 (3):291-292, doi: 10.1080/01944363.2011.588556
- [7] Kirby A. *Cities*. 2004, 121(5): 369–370, doi: 10.1016/j.cities.2004.07.009
- [8] Audirac I., Shermeyen Anne H., Smith Marc T. *Journal of the American Planning Association*. 1990, 56, (4): 470-482, doi: 10.1080/01944369008975450
- [9] Angers M. *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*, Alger. Casbah. Paris: C.R.U. 1997.
- [10] Galster G., Hanson R., Ratcliffe M. R., Wolman H., Coleman, S., Freihage J. *Housing policy debate*. 2001, 12 (4): 681-717, doi:10.1080/10511482.2001.9521426
- [11] Torrens P., Alberti M. *Measuring Sprawl*, CASA Working Paper 27, Center for Advanced Spatial Analysis (CASA), University College London. 2000.
- [12] Angel S., Parent J., Civco D. *Urban sprawl metrics: An analysis of global expansion using GIS*. Proceedings of ASPRS 2007 Annual Conference, Tampa, Florida. 2007, 7 (11)
- [13] Ewing R. *Journal of American Planning Association*. 1997, 63, (1): 107–126, doi: 10.1080/01944369708975728
- [14] Downs A *Housing Policy Debate*. 1999, 10 (4): 955–974, doi.org/10.1080/10511482.1999.9521356
- [15] Kasanko M., Barredo J. I., Lavalle C., McCormick N., Demicheli L., Sagres V., Brezger A. *Landscape and Urban Planning*. 2006, 77(2): 111–130, doi: 10.1016/j.landurbplan.2005.02.003
- [16] Whyte W. H. *The Exploding Metropolis*. Berkeley: University of California Press. 1993.
- [17] Dear M., Flusty S. *Annals of the Association of American Geographers*, 88, (1):50–72, doi.org/10.1111/1467-8306.00084

- [18] Anderson N. B., Bogart, W. T. *American Journal of Economics and Sociology*, 2001, 60(1): 147–169, doi: 10.1111/1536-7150.00058
- [19] Lang R. E., LeFurgy J. *Housing Policy Debate*. 2003, 14(3): 427–460, doi: 10.1080/10511482.2003.9521482
- [20] Welch R. *International Journal of Remote Sensing*. 1982, 3(2): 139-146, doi: 10.1080/01431168208948387
- [21] Acheampong R. A., Agyemang F. S., Abdul-Fatawu M. *Geojournal*. 2016, 82, (4): 823-840, doi: 10.1007/s10708-016-9719-x
- [22] Hu Z., Pei-jun D., Da-zhi G. *Journal of China University of Mining And Technology*. 2007, 17, (2):267-271, doi: 10.1016/s1006-1266 (07) 60086-8
- [23] Faour G., Theodora H., Velut S., Verdeil E. *Beyrouth : quarante ans de croissance urbaine, M@ppemonde*. 2005, 3 (79) : 21
- [24] Dourdour H. *Annaba, 25 siècles de vie quotidienne et de luttes : menus appendices sur l'histoire générale du Grand Maghreb*. SNED. Alger. 1983, vol. 1.
- [25] Bhatta B. *Causes and Consequences of Urban Growth and Sprawl. Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data*. Berlin. Germany. 2010.
- [26] Bennis A. *L'étalement urbain de Sfax. Revue tunisienne de géographie*. 2003, 36(2) 49-87
- [27] Boisvert M., Paula A. *L'urbain, un enjeu environnemental, Sainte-Foy [Que.] : Presses de l'Université du Québec*. 2004.

How to cite this article:

Saouli RA, Benhassine N, Oularbi A. A Spatio-temporal retrospective of the urban sprawl of Annaba (Algeria). *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2020, 12(2), 825-844.