

ETUDE METHODOLOGIQUE DE LA CROISSANCE URBAINE EN ALGERIE.

CAS D'ETUDE : L'ETALEMENT URBAIN DE LA VILLE DE BATNA

MESSAADI Ibtissem ¹, RAHAM Djamel ²

1 Département aménagement du territoire, Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, Université Frères Mentouri Constantine 1, Algérie.

2 Centre de Recherche en Aménagement du Territoire

Reçu le 18/03/2020 – Accepté le 09/09/2020

Résumé

Si l'étalement urbain constitue une question d'importance et d'actualité c'est parce qu'il va à l'encontre d'un certain nombre de principes clés du développement durable. En effet, ce phénomène d'extension spatiale pose de plus en plus de problèmes spatiaux, économiques, sociaux, environnementaux et même esthétiques fortement critiqués par les acteurs du développement durable.

Cependant, et pour répondre à ses besoins, la ville s'étale de plus en plus loin. Afin de pouvoir planifier efficacement et durablement nos villes dans le futur, il faudra d'abord comprendre le phénomène en question. Pour cela, de nombreuses études font l'objet d'une sérieuse réflexion sur l'avenir de la ville et son évolution. Par ce papier, cette étude consiste à caractériser et à mesurer l'étalement urbain de la ville de Batna et prévoir son étalement futur.

Pour cela il est question d'appliquer un modèle mathématique qui se base sur l'exploitation des cartes topographiques et des données satellitaires de la région ; il s'agit d'extraire les taux des surfaces bâties en fonction de la distance au centre historique de la ville pour déterminer son extension dans l'espace et dans le temps.

Mots clés : l'étalement urbain, fonction logistique, croissance urbaine, ville de Batna.

Abstract

The urban sprawl is considered as an important key factor in the spatial planning, because it goes against a definite number of main values of sustainable development. Certainly, this phenomenon of spatial extension show several spatial, economic, social, environmental and even visual problems, which are strongly criticized by the actors of sustainable development. At the same time, the cities continue their drastic spreading in order to meet their needs.

In this frame, in order to be able to plan our cities efficiently and sustainably in the future, it will be necessary to understand this phenomenon and, to have a serious reflection on the future of those cities and their evolution.

Through this paper, the present study consists in characterizing and measuring the urban sprawl of the city of Batna and predicting its future sprawl. To this end, it will be necessary to apply a mathematical model, which is based on the exploitation of survey maps and satellite data of the region, and then extracting the rates of the built surfaces according to the distance from the historic center of the city in concentric halos.

Keywords: urban sprawl, logistics function, urban extension, city of Batna.

ملخص

إذا كان الامتداد الحضري مسألة ذات أهمية وموضوعية فذلك لأنه يتعارض مع عدد معين من المبادئ الرئيسية للتنمية المستدامة. والواقع أن ظاهرة الامتداد الحضري هذه تطرح المزيد من المشكلات المكانية، الاقتصادية، الاجتماعية، البيئية وحتى الجمالية التي تنتقد بشدة الجهات الفاعلة في التنمية المستدامة. ومع ذلك، لتلبية احتياجاتها، تنتشر المدينة أكثر فأكثر بعيداً. في هذا السياق ومن أجل أن نكون قادرين على تخطيط مدننا بكفاءة وبشكل مستدام في المستقبل، يجب علينا أولاً أن نفهم الظاهرة المعنية، خاصة أن العديد من الدراسات قد بينت أهمية التفكير الجاد لمحاولة فهم هذه الظاهرة ومدى تأثيرها في مستقبل المدينة وتطورها.

من خلال هذه الورقة، سنقدم دراسة لمحاولة وصف وقياس الامتداد الحضري لمدينة باتنة والتنبؤ بالامتداد الحضري المستقبلي. للوصول إلى هذه الغاية سنقوم بتطبيق نموذج رياضي (الدالات اللوجستية) يستند إلى استغلال الخرائط الطبوغرافية وبيانات الأقمار الصناعية في المنطقة، بالإضافة إلى استخراج معدلات الأسطح المبنية وفقاً للمسافة من المركز التاريخي للمدينة في هالات متحدة المركز.

الكلمات المفتاحية: الامتداد الحضري، الدالات اللوجستية، التنمية الحضرية، مدينة باتنة.

I. INTRODUCTION

Si l'étalement urbain constitue une question d'importance et d'actualité c'est parce qu'il va à l'encontre d'un certain nombre de principes clés du développement durable [1].

En effet, l'étalement urbain et la maîtrise de ses conséquences restent un défi important de l'aménagement du territoire. Les conséquences de l'étalement urbain, la consommation d'espace, la génération de trafic et ses impacts environnementaux sont de bonnes raisons pour mettre en cause cette évolution [2].

La dilatation spatiale ou étalement urbain est une des manifestations les plus importantes de la croissance urbaine de nos jours. En effet, ce phénomène d'urbanisation rapide reste difficile à cerner sur le plan scientifique et à contrôler sur le plan socio-spatial. Son approche reste complexe mais il est nécessaire que les scientifiques et les décideurs l'étudient en cherchant à mesurer le phénomène et l'évaluer pour prévoir l'évolution spatiale et territoriale des villes et, cependant, proposer des solutions afin de pouvoir planifier efficacement et durablement l'expansion future des villes.

L'Algérie, comme plusieurs pays, n'a pas échappé au phénomène de l'étalement urbain. Depuis son indépendance, le pays a connu des transformations importantes dans ce domaine suite aux effets incontrôlés d'une croissance urbaine brutale et spectaculaire. Ces transformations spatiales de beaucoup de villes peuvent s'expliquer, particulièrement durant ces trois dernières décennies, par une croissance démographique importante et un exode massif des ruraux vers les villes à la quête de conditions socio-économiques plus convenables. La ville de Batna n'a pas échappé à ce mouvement.

Pour aborder scientifiquement ce phénomène, il s'agit de répondre à un certain nombre de questionnements précis pour mieux saisir et traiter la thématique empiriquement et théoriquement comme comment s'étalent les villes ? Comment mesurer l'étalement urbain ? Comment organiser et contrôler ce phénomène et enfin comment le cerner et le circonscrire ?

Pour mieux analyser l'espace urbain, et bien étudier le processus général d'étalement des villes, de nombreuses formulations mathématiques ont été mises en place. Il s'agit de celles de **C. Clark 1951** [3], suivi par celles de **Newling 1969** [4], **Bussière 1972** [5], **Tabourin et Benafous 1995** [6] et autres. La forme la plus traditionnelle et la plus simple de ces fonctions est une fonction exponentielle négative reliant en tout point de l'aire urbaine la densité de population à la distance au centre.

Toutes ces études qui visent à comprendre la logique des villes et restituer le plus finement possible la répartition des densités dans l'espace, tout en se basant sur la densité de population et son évolution dans l'espace et dans le temps.

Les travaux empiriques menés dans ce contexte sont nombreux et les résultats des estimations avec cette forme exponentielle négative sont non négligeables.

Cependant d'autres chercheurs **Muth (1969)** [7] et **Goux (1981)** [8], proposent d'expliquer la densité de population par la répartition spatiale du bâti. Car d'après **Goux** « *Si la densité de population s'explique par une fonction exponentielle négative ou une forme dérivée, c'est parce que la densité de logement suit une loi du même type* ».

Par ailleurs, les travaux de **M. Guerois (2003)** [9] et **Cyril 2003** [10], proposent une analyse plus géographique de la ville fondée sur la densité du bâti. En effet ils ont pu analyser la relation entre les pourcentages de surfaces bâties et la distance au centre. Ce pourcentage varie avec la distance au centre et diminue au fur et à mesure que l'on s'en éloigne. Cette décroissance progressive de la densité du bâti est qualifiée de dilution urbaine.

A cet égard, l'objectif de ce papier va consister à l'élaboration d'une approche qui permet d'étudier le rythme de l'étalement urbain à travers une analyse historique d'une part, et de décrire l'étalement urbain par le biais du pourcentage de surface bâtie d'autre part. Il s'agit en quelques sortes de mieux cerner l'organisation de la ville par l'utilisation d'une fonction logistique décroissante.

Pour l'utilisation de ce modèle mathématique, nous avons pris comme exemple la ville de Batna qui a connu une extension urbaine importante en peu de temps. Batna occupe le rang de 6ème ville sur le plan démographique (plus de 300 000 habitants [11]). Son étalement spectaculaire depuis sa fondation en 1844 en tant que ville d'origine militaire ainsi que sa proximité de la région naturelle des Aurès présentent un cas d'étude intéressant. De plus, cette ville par sa position stratégique a fait l'objet d'un terrain d'analyse de plusieurs études à savoir celle de **Benyahia lamia 2017** [12], **Dridi Hadda et al 2015** [13] et de **Bahloul abdelmalek 1988** [14]. Ces études ont montré que la ville de Batna a connu une forte extension le long de son histoire engendrant un dysfonctionnement dans son développement.

II. PRESENTATION DU MODELE LOGISTIQUE

La fonction logistique est classiquement utilisée en géographie pour mettre en évidence les phénomènes de diffusion spatiale.

En 1838, le mathématicien belge Pierre-François Verhulst publia un article dans lequel il introduisit (avec des notations différentes) l'équation logistique désormais bien connue pour la croissance d'une population. [15]

$$\frac{dp}{dt} = r * p * \frac{k - p}{k} \dots \dots \dots (1)$$

Verhulst fut le premier à introduire le concept des équations logistiques. Mais ses travaux n'ont été mis en valeur qu'après un siècle.

Dans l'encyclopédie de la Géographie, Thérèse. Saint-Julien [16], a défini un modèle logistique dont son expression repose sur une relation de type différentielle, Si :

- N = une constante qui définit la capacité maximale d'accueil de l'espace étudié, capacité mesurée en nombre d'adoptants potentiels de l'innovation.
- x = le nombre de ceux qui ont effectivement adopté l'innovation au temps t
- u = une constante qui décrit la vitesse de réaction du milieu à l'arrivée de l'innovation.

La croissance du nombre de ceux qui ont effectivement adopté l'innovation peut être décrite par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dx}{dt} = u * \left(1 - \frac{x}{N}\right) * x \dots \dots \dots (2)$$

La courbe résultante présente une évolution variant entre un minimum 0 et un maximum asymptotique N.

Cette expression représente la forme première de la fonction logistique. Elle peut être qualifiée de croissante. Il existe toutefois une deuxième forme plus complexe qui permet de modéliser les variations négatives d'une variable.

Ce second modèle de la forme décroissante repose sur la relation différentielle suivante [18] :

$$\frac{dD}{dx} = -\omega \left(1 - \frac{D}{N}\right) *$$

$$D \dots \dots \dots (3)$$

La solution de cette équation est :

$$D(x) = \frac{N e^{-\omega * X + p}}{1 - e^{-\omega * X + p}} \dots \dots \dots (4)$$

Où

- x : la variable,
- Di(x) : la fonction logistique de x,
- N : le niveau de saturation indépassable,
- w : le gradient de pente du modèle logistique
- p : le paramètre d'éloignement de l'axe des ordonnées.

La linéarisation de l'équation (4) donne

$$\ln \left(\frac{D(x)}{N - D(x)} \right) = \omega * X + P \dots \dots \dots (5)$$

III. APPLICATION DU MODELE LOGISTIQUE A LA VILLE DE BATNA

Présentation du cas d'étude

La wilaya de Batna, se situant au nord-est du pays, est commandée par la ville de Batna dont elle est le chef-lieu. Elle est limitée au nord par les wilayas de Sétif, de Mila et d'Oum El Bouaghi. A l'est par la wilaya de Khenchela, au sud par la wilaya de Biskra. A l'ouest elle est mitoyenne à la wilaya steppique de M'Sila. Elle est située dans une des régions naturelles parmi la plus escarpées du pays, sa topographie est cependant variée. Le Nord-Est, dominé par la ville de Batna, est une zone de plaine. La partie centrale correspond à une longue chaîne de montagnes de direction nord-ouest sud-est. La troisième partie, qui est la plus importante, est la région steppique de la wilaya de Batna, dominée par la ville de Barika, correspond à une vaste zone de parcours.

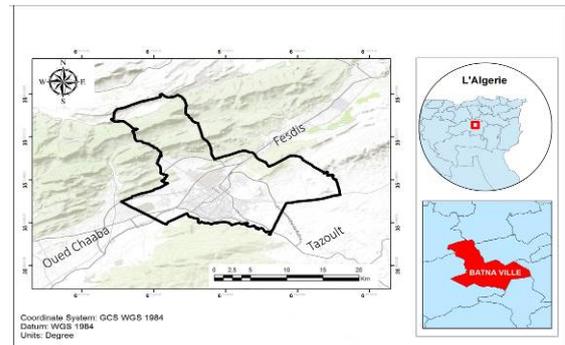


Figure n°01 : Carte de situation de la zone d'étude

La ville de Batna a été de tout temps la capitale de la région des Aurès. Peuplée de plus de 300 000 habitants [19], elle est au rang de la sixième (6ème) ville au niveau national. Bien qu'ayant été bâtie dans une dépression et dominée par plusieurs massifs montagneux, l'agglomération de Batna est située à 1058 mètres d'altitude et compte parmi les villes les plus hautes de l'Algérie (Fig. 02).

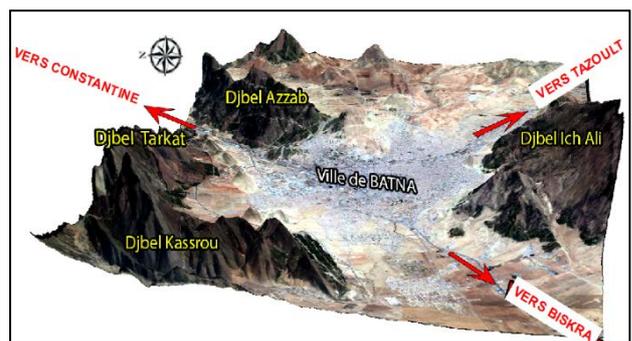


Figure n°02 : Vue en 3D de la région d'étude

Avec une population d'environ 1 119 791 habitants, la wilaya de Batna est classée au 5ème rang au niveau national. Elle est constituée de 21 Daïras et 61 communes. Ceci dénote de l'importance de la ville de Batna par rapport à son territoire wilayal (Fig. 01).

L'étalement urbain : approche méthodologique

L'objectif principal de cette démarche est la quantification de l'étalement urbain (extension urbaine de l'agglomération dans l'espace et dans le temps) pour aboutir à un modèle qui permet de mesurer ou d'évaluer tout extension urbaine selon l'équation mathématique adéquate.

L'agglomération de Batna, qui a connu un accroissement démographique et spatial vertigineux, est un exemple significatif. La méthodologie consiste à mettre au point une série de traitement de type SIG où il s'agit de la combinaison, du traitement et de l'analyse d'informations géographiques multiformes (cartes topographiques de différentes dates, images satellitaires, photos aériennes) pour déterminer l'ampleur de l'évolution spatiale du bâti dans l'espace et dans le temps. Il s'agit aussi de ramener tous les supports à une échelle cartographique identique et d'apporter des corrections pour pouvoir les superposer et les comparer.

La standardisation de l'échelle permet la numérisation et la vectorisation de l'emprise de l'agglomération batnéenne selon des dates et des périodes historiques distinctes. Cette méthode consiste à calculer les taux des surfaces bâties depuis le centre historique jusqu'aux limites extérieures de toute l'emprise de l'agglomération urbaine ; il s'agit de subdiviser toute l'emprise en auréoles concentriques en partant du centre historique jusqu'à la limite externe de l'agglomération. La densité du taux de bâti diminue automatiquement du centre à la périphérie. C'est-à-dire que plus que l'on s'éloigne du centre de l'agglomération, où le bâti est étroitement serré, la densité des constructions diminue pour arriver au système périurbain qui correspond type d'habitat pavillonnaire plus lâche.

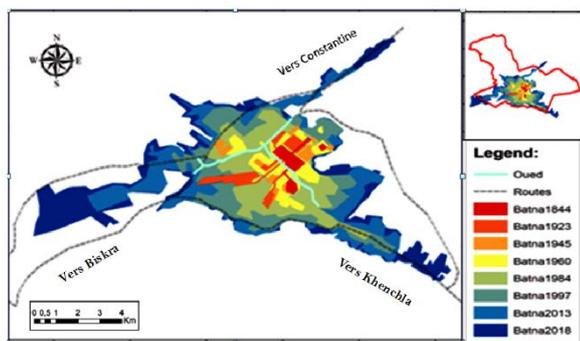


Figure n°03 Évolution spatiale de la ville de Batna de 1844 à 2018.

A l'origine Batna était une garnison militaire fortifiée. La première extension s'est effectuée durant la période 1848-1923 qui s'est soldée par la construction d'une cité civile à l'ouest du camp militaire. La période 1923-1945 a vu l'apparition de plusieurs services administratifs, sociaux et commerciaux qui ont été les prémices de l'apparition du centre urbain (marché, hôtels, trésor public, hôpital...). Ces équipements ont encouragé l'arrivée de colons qui s'établirent dans la nouvelle cité.

En 1925, le centre de Batna était peuplé de 11000 habitants est passé à 25000 habitants en 1945 marquant

une extension extraordinaire de la ville. La période de la guerre de libération, qui s'est soldée par un exode massif des ruraux des régions montagneuses avoisinantes, fuyant les effets de la guerre, ont permis à la population de la ville de passer à 55000 habitants en 1962. On commence désormais de parler d'une grande ville au milieu de la région naturelle des Aurès.

Bien que sous équipée dans tous les domaines au début des premières années de l'indépendance, la ville à continuer à enregistrer un afflux considérables des ruraux fuyant la misère des campagnes environnantes à la recherche d'emplois et des services basiques (santé, scolarisation...).

Durant la période 1978-1984, la ville de Batna a bénéficié d'un Plan d'Urbanisme Directeur (PUD) permettant la réalisation d'un nombre important de logements favorisant son extension spatiale enregistrant ainsi un nombre d'habitants de plus de 85000 en 1985.

Les orientations ambitieuses du Plan Directeur d'Urbanisme et d'Aménagement (PDAU) en 1996 dans le cadre de la construction de logements suite à une demande de logements supérieure à l'offre. D'autres parts le déterminisme géographique (reliefs montagneux) et la nature du foncier n'ont pas toujours été favorables aux orientations du PDAU. Malgré cela la ville connaît un accroissement important essentiellement le long des axes routiers principaux reliant les villes de Khenchela, de Constantine ou de Biskra vers le sud.

En 2008 (RGPH) la ville est peuplée désormais de plus de 290000 habitants. Cette poussée démographique spectaculaire (figure 4 et 5) incite les pouvoirs publics à programmer la création des nouvelles villes de Hamla 1, Hamla 2 et Hamla 3 dans le souci d'absorber cette croissance démographique exponentielle sans précédent.

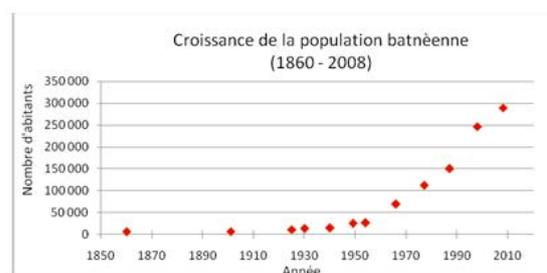


Figure n°04 : Croissance de la population de la ville de Batna.

(Source des données RGPH[18], Philippe Theriez [19]).

Le taux de croissance annuel moyen

Le taux de croissance annuel moyen est le taux qui respecte l'équation suivante :

$$TCAM = (P_t / P_{t_0})^{1/N} - 1$$

- TCAM : taux de croissance annuel moyen
- N : la période étudiée T-T0.

Il s'agit d'un ratio à progression géométrique qui donne un taux de croissance constant sur la période étudiée.

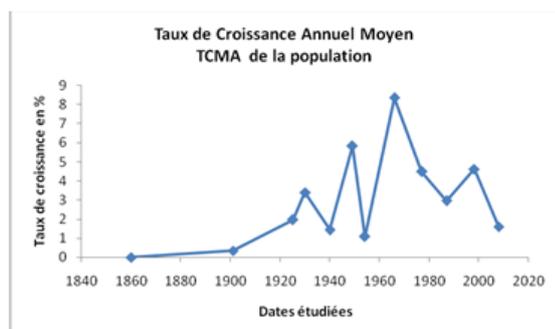


Figure n°05 : Taux de croissance annuel moyen TCMA de la population de la ville de Batna de 1860 à 2008.

La figure 05 montre qu'il y a une faible croissance jusqu'à la décennie quarante du siècle précédent ce qui explique par les maladies et la pauvreté qui régnés durant cette période. Par la suite, la croissance devient relativement modérée puis elle s'est accélérée après l'indépendance.

En effet, les premiers afflux de populations ont été enregistrés durant la guerre de libération (1954-1962), liés au climat d'insécurité des villages et à la politique de regroupement des populations menées par l'armée coloniale. Au lendemain de l'indépendance, ce phénomène migratoire a continué pour des raisons socio-économiques: recherche de l'emploi, scolarisation ...etc. et enfin durant les années 1990 pour des raisons de sécurité « guerre civile ».

La dilution urbaine.

Tous les paramètres vus précédemment seront les facteurs essentiels quand la configuration de la forme que la ville a pris. Cependant la dilution urbaine ou l'étalement urbain correspondant à la forme que la ville aurait pris et la vitesse selon laquelle elle a connu son extension spatiale. Ainsi la méthodologie correspond à mettre en exergue les variations spatiales et directionnelles du bâti par rapport au centre historique de la ville et sa dilution dans l'espace. Il s'agit d'une méthodologie SIG où il est question d'un découpage de l'emprise étudiée en auréoles concentriques en pas de 100 mètres partant du centre historique de la ville (coordonnée zéro) vers ses limites extérieures actuelles. Il s'agit de calculer la proportion du bâti de chaque auréoles qui doit obligatoirement se décroître depuis le centre vers l'extérieur. Cependant le taux de surface bâtie par auréole est inversement proportionnel à l'étendue de chaque auréole. Les valeurs obtenues dans le temps et dans l'espace permettront d'obtenir les coordonnées (x et y) correspondant à la distance du centre pour les abscisses et le taux de bâti par auréole pour les ordonnées. Le nuage de points acquis permet de déterminer une équation mathématique spécifique à la zone étudiée. Concernant l'agglomération de Batna, il s'agit d'une fonction logistique décroissante qui exprime le modèle de croissance de la zone ainsi que son étalement théorique futur selon la morphologie de la région.

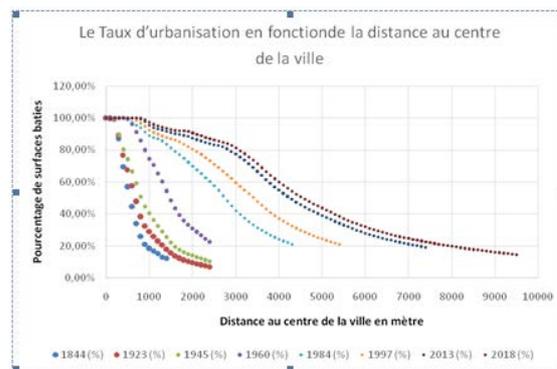


Figure n°06 : Pourcentage de surfaces bâties en fonction de la distance au centre historique de la ville.

Les courbes montrent que les configurations morphologiques changent en fonction des dates et en fonction de la distance $D(0)$: la compacité des constructions varie inversement à la distance en allant du système urbain au système périurbain pavillonnaire.

Depuis sa création jusqu'aux années soixante du siècle précédent la densité du bâti de la ville chute d'une façon brutale en partant du centre ; de 1845 au 1960 l'étalement périphérique n'a pas pris des grandes ampleurs. Pour la même période la densité de la partie centrale de la ville, c'est-à-dire dans un rayon de 1 km environ, s'est accrue de 10% à 20%, ce qui explique sa compacité centrale.

Après l'indépendance, la ville s'est déployée d'une manière substantielle dans l'espace alors que la densité du bâti a continué naturellement à diminué. Ce décroissement est tellement remarquable que les courbes de la figure n°06 font ressortir brusquement une asymptote proche du centre historique. Ceci explique que l'accroissement spatial de la ville n'a pas connu les mêmes tendances que la période antérieure. L'allure des courbes de la figure n°06 fait ressortir trois tendances en fonction de la période prise en considération.

La première tendance correspond au centre historique de la ville de Batna et présente une morphologie très compacte où taux de bâti est très dense atteignant parfois le taux de 100 %. Cette première partie serrée de la ville est passée de 500 mètres vers la fin des années 1960 à plus de 1000 mètres aux environs de l'année 2018. Ceci dénote de l'occupation par les constructions des anciennes poches vides du centre ville historique.

Le rayon de la seconde partie qui entoure le centre historique de la ville, s'étend jusqu'à une distance de 3000 mètres depuis le centre historique et fait apparaître un décroissement régulier atteignant souvent les 80 % de taux de bâti.

La troisième partie, au-delà de 3000 mètres, présente une emprise moins dense en plus d'être plus aérée que les zones précédentes. Selon ses différentes directions, la ville atteint parfois un rayon de 10 000 mètres environ

mais l'emprise décroît jusqu'à moins de 20 % de bâti par rapport à la surface totale.

Ajustement des courbes par une fonction logistique

Dans le souci d'évaluer la dynamique de la dilution urbaine de la ville de Batna et de prévoir les tendances futures, la méthode consiste à l'ajustement des courbes dérivées des données réelles. Ce procédé mathématique fait ressortir des fonctions logistiques pour chaque date et dont les paramètres w et p apparaissent dans le tableau ci-dessus.

| Date | w | p |
|------|---------|--------|
| 1844 | -4.5793 | 2.7917 |
| 1923 | -2.9659 | 2.2823 |
| 1945 | -2.3163 | 2.1742 |
| 1960 | -2.1297 | 3.3466 |
| 1984 | -1.1414 | 3.2068 |
| 1997 | -0.9196 | 3.2414 |
| 2013 | -0.705 | 3.2128 |

Tableau n°01 : Valeurs des paramètres w et p de la fonction logistique.

Ces deux paramètres vont être mis en relation avec le temps afin d'estimer leurs valeurs futures nécessaires pour le modèle logistique. Il s'agit ensuite de projeter un ajustement des valeurs de chaque paramètre et dont le meilleur ajustement possible correspond à une équation de type linéaire. Néanmoins si les tendances actuelles se poursuivent, l'ajustement des paramètres sera de nature logistique, car une certaine stabilité est indiquée par les nuages de points pour les dernières dates (voir figure n°07).

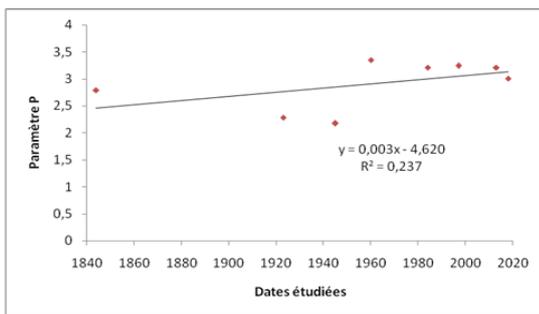


Figure n°07 : Régression linéaire entre le paramètre P et les dates étudiées

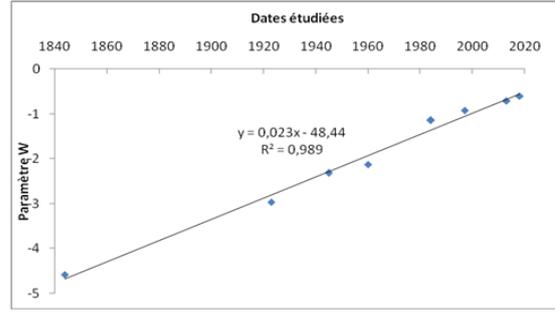


Figure n°08 : Régression linéaire entre le paramètre W et les dates étudiées

Le graphique ci-dessous montre l'ensemble de courbes ajustées pour les différentes dates ainsi que les courbes projetées.

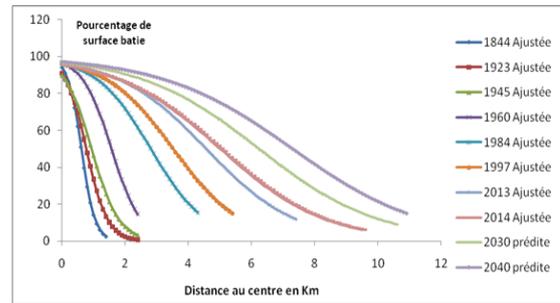


Figure n°09 : Modèle logistique de la dilution urbaine

L'analyse du modèle logistique de la ville de Batna indique que les ajustements antérieurs à 1960 décroissent brusquement sans apparition claire d'une asymptote près du centre, or la plus forte évolution est entre 1960 et 2018 avec un éloignement de l'ordre de 10 000 mètres.

D'autre part, la croissance de l'aire urbaine future pourrait prendre un rythme presque voisin à celui des années précédentes. Les ajustements basculent vers le périurbain et le rural, car le gradient w diminue sensiblement avec le temps alors que le paramètre p augmente. Il s'agit également que, selon le modèle logistique, l'étalement de la ville se poursuivrait mais selon un rythme moins soutenu.

CONCLUSION

L'étude réalisée est centrée sur le processus de dilution qui affecte les aires urbaines. Ce processus d'urbanisation rapide se caractérise par une diminution de la densité du bâti en fonction de la distance au centre d'une ville. À travers l'exemple de la ville de Batna, nous avons tenté de montrer l'intérêt du modèle logistique pour la mesure de l'étalement urbain à l'échelle globale (celle de la tâche urbaine), et la prévision de l'évolution spatiale et territoriale de la ville.

En effet, ce travail de recherche nous amène à affirmer que l'étalement urbain a déplacé les limites de la ville.

Après l'indépendance, la ville a connu une importante croissance due à la sub-urbanisation qui a permis à l'agglomération de s'étendre d'une manière continue. L'évolution spatiale de l'agglomération batnéenne s'est accomplie d'une manière concentrique jusqu'à la décennie 80 où celle-ci s'est faite d'une manière linéaire épousant des directions privilégiées sillonnant les principaux axes routiers.

Nous avons montré, également, que l'étude de l'étalement urbain par la notion de dilution apparaît comme une nouvelle alternative de modélisation de la dynamique des villes. La méthode utilisée, pour mettre en évidence ce phénomène de diffusion spatiale, est un modèle logistique décroissant, selon lequel le rythme de l'étalement de la ville de Batna était varié selon les périodes. Ce phénomène se poursuit encore jusqu'à ce que les vides se comblerent mais selon un rythme moins soutenu. En outre, l'augmentation significative et continue de la zone centrale dense qui a été observée révèle d'une situation d'étalement, ce qui fait de Batna une ville en évolution permanente. Par ailleurs, la tendance d'urbanisation future est en voie de stabilisation, engendrant une concentration de population dans les nouveaux pôles urbains.

Bien que cette modélisation ait confirmé théoriquement l'étalement urbain future autour de l'agglomération Batnéenne, il existe d'autres façons de mesure du phénomène se basant sur l'utilisation des densités de population. Cette méthode est également utilisée pour comparer des agglomérations entre elles, ceci fera l'objet de nos futures recherches.

REFERENCES

- [1]. Sainteny, Guillaume. "L'étalement urbain." *Annales des Mines-Responsabilité et environnement*. No. 1. ESKA, 2008.
- [2]. Frankhauser, Pierre. "La morphologie des tissus urbains et périurbains à travers une lecture fractale." *Revue géographique de l'Est* 45.3-4 (2005): 145-160.
- [3]. Clark, Colin. "Urban population densities." *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)* 114.4 (1951): 490-496.
- [4]. Newling, Bruce E. "The spatial variation of urban population densities." *Geographical Review* (1969): 242-252.
- [5]. Bussièrè, René. « Modèle de localisation résidentielle ». *Annales du centre de Recherche et d'Urbanisme* (1972) : 162p.
- [6]. TABOURIN Eric., BONNAFOUS Allain « , Modélisation de l'évolution des densités urbaines, Données urbaines tome 2 sous la direction de D.PUMAIN et M.F.MATTEI. » *ed. Economica Anthropos, coll. Villes* (1998) : p.167-180.
- [7]. Muth, Richard F. « cities and Housing : The spacial Pattern of Urban Residential Land Use. » (1969).
- [8]. Goux, Jean-François, «Les fondements de la loi de densité urbaine de C. Clark ». *Canadian Journal of Regional Science, no 1*(1981) : 113-32.
- [9]. Guérois, Marianne. « Les formes des villes européennes vues du ciel. Une contribution de l'image CORINE Land cover à la comparaison morphologique des grandes villes d'Europe occidentale ». *Diss. Université Panthéon-Sorbonne-Paris I*, 2003.
- [10]. ENAULT Cyril, « Modéliser la forme urbaine par une fonction logistique, analyse de l'étalement urbain à partir de la notion de dilution ». *Colloque géopoint la forme en géographie, Avignon, 1 et 2 juin 2004*.
- [11]. DLEP, Direction du Logements et des Equipements Publis de la Wilaya de Batna, (2010).
- [12]. BENYAHIA Lamia, DRIDI Hadda, « L'analyse Diachronique de la superficie urbaine par télédétection et SIG d'une Grande ville algérienne (Batna) », *Sciences & Technologie D – N°45, (Juin 2017) .101-108*.
- [13]. DRIDI, Hadda, Abdelhalim BENDIB, and Mahdi KALLA. "Analysis of urban sprawl phenomenon in Batna city (Algeria) by remote sensing technique." *An Univ Oradea–Seria Geografie 2* (2015): 211-220.
- [14]. Bahloul, Abdelmalek. « Mutation d'une ville moyenne de l'Algérie orientale: Batna ». *Diss. Paris 1*, (1988).
- [15]. Bacaër, Nicolas. "Verhulst et l'équation logistique en dynamique des populations." (2008).
- [16]. Th. Saint-Julien, in *Encyclopédie de la Géographie*, (1992).
- [17]. Enault, Cyril. "La dilution: note méthodologique pour l'analyse de l'étalement urbain." *LEspace géographique* 33.3 (2004): 241-255.
- [18]. ONS, (RGPH) *Recensement Générale de la population et de l'habitat*(2008).
- [19]. PHILIPPE thiriez, « en flanaut dans les Aurès. », *Archive internet*.