

L'ANALYSE DU PROCESSUS D'URBANISATION ET LE CHANGEMENT DE LA FORME ET LA COMPOSITION DU PAYSAGE DE LA VILLE PAR LA TELEDETECTION, CAS D'ETUDE GUELMA (ALGERIE)

GUECHI Imen¹, GHERRAZ Halima², Alkama Djamel³

¹Maitre de conférences, Département d'architecture, laboratoire LEQUAREB, Université Arbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghie. Algérie. E-mail : guechi.imen@gmail.com

²Maitre de conférences, Département d'architecture, laboratoire LEQUAREB, Université Arbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghie. Algérie. E-mail : halima.gherraz@gmail.com

³Professeur, Département d'architecture, Université 8 Mai 1945, Guelma. E-mail : dj.alkama@gmail.com

Résumé

L'urbanisation rapide entraîne des modifications de la couverture des surfaces et des paysages. Ainsi que le suivi et l'évaluation des transformations spatiales et paysagères générées par une urbanisation contrôlée est actuellement une étape nécessaire dans tous les projets de durabilité. Compte tenu de cette préoccupation, on peut prendre l'exemple de Guelma. A l'instar de toutes les villes moyennes de l'Algérie, Guelma semble être affectée par une croissance urbaine rapide et massive, qui a fortement bousculé l'espace, générant des transformations spatiales profondes. Cette étude vise à analyser l'urbanisation le changement de la forme et la composition du paysage dans la ville de Guelma de 1990 à 2020 ; en utilisant des données de télédétection, une série chronologique d'images Landsat et les SIG. La surveillance par télédétection permet d'obtenir la forme du paysage par le biais de capteurs à distance sur des satellites. Cette méthode présente une continuité, une intégrité et une acquisition de données en temps réel. Elle permet de surmonter les inconvénients de l'observation traditionnelle au sol et fournit d'avantage de données scientifiques.

La recherche est basée sur l'extraction quantitative de données de télédétection en tenant compte des méthodes de plusieurs disciplines, notamment les systèmes d'information géographique (SIG) avec le logiciel Arc Gis et l'analyse statistique avec le logiciel Fragstats et Excel. Les indices paysagers sélectionnés pour les compositions (urbaine, forêt et agriculture) comprennent le nombre de taches (**NP**), le pourcentage de paysage (**PLAN**), l'indice de la plus grande parcelle (**LPI**), la superficie moyenne des parcelles (**AREA_MN**), l'indice de la forme du paysage (**LSI**), la distance euclidienne du plus proche voisin (**ENN-MN**) et l'indice d'agrégation (**AI**). Ce sont des indices typiques et fréquemment utilisés dans la recherche sur le paysage. Les indices au niveau du paysage sont utilisés pour définir les caractéristiques globales de l'état de la couverture terrestre, tandis que les indices des types de parcelles se concentrent sur la morphologie et la structure des types de la couverture terrestre.

Les résultats indiquent que le groupement intercommunal de Guelma a connu une urbanisation accélérée entre 1990 et 2020, concentrés dans la commune de Guelma, soit une augmentation de 34, 38 km² contre une

régression de la surface des terres agricoles et des forêts. Cet étalement se traduit par un changement important dans la forme et la composition du paysage de la ville.

Mots clés : Urbanisation ; Télédétection ; composition du paysage ; Forme du paysage ; Guelma ;

Analysis of urbanization process and the change of the form and composition of the city' landscape by remote sensing, case study Guelma (ALGERIA)

Abstract

Urbanization is a phenomenon that is driven by humans and has significantly influenced biodiversity, ecosystem processes and regional climate. Like all medium-sized cities in Algeria, Guelma seems to be affected by rapid and massive urban growth, which has strongly disrupted the space, thus generating profound spatial and environmental transformations. One of the urbanization's significant environmental implications is the reduction of vegetation cover. This study aims to analytical study of urbanization and its impact on the LST, in Guelma city over a period of 30 years (1990–2020), based on remote sensing & GIS. A time-series of Landsat images TM, ETM+ and OLI/TIRS data and various geospatial approaches were used to facilitate the analysis. Supervised Maximum Likelihood classification (MLC) techniques is used to extracted the Changes in urban land cover (ULCC). The results indicate that the intermunicipal grouping of Guelma experienced an aceous urbanization between 1990 and 2020, concentrated in the commune of Guelma, an increase of 34, 38 km² against a regression in the surface of agricultural land and forests.

Landscape level indices are used to define the overall LC status characteristics, whereas, patch type indices concentrate on LCT types morphology and structure. The selected landscape indices include total area (CA), percent landscape (PLAN), largest patch index (LPI), mean patch area (AREA_MN), landscape shape index (LSI), Euclidean nearest neighbor distance (ENN). These are typical and frequently utilized hints in landscape research.

Keywords: Guelma, Urbanization, land use/cover change (LULC), landscape indices, Remote sensing.

1. Introduction

L'urbanisation rapide entraîne des modifications de la couverture des surfaces et des paysages. Ainsi que le suivi et l'évaluation des transformations spatiales et paysagères générées par une urbanisation contrôlée est actuellement une étape nécessaire dans tous les projets de durabilité. Après l'indépendance, avec l'accélération de l'urbanisation en Algérie, une grande partie de la population rurale s'est déplacée vers les villes pour bénéficier de meilleures opportunités d'emploi, de meilleurs niveaux de vie et de meilleures installations sanitaires. Cette urbanisation rapide a également entraîné des changements considérables dans le paysage urbain et l'émergence de problèmes socio-économiques et environnementaux (Gao et al. 2018). Avant l'avènement de la télédétection, le suivi de l'urbanisation était basé sur des techniques classiques qui s'appuyaient sur des observations effectuées sur le terrain et l'usage de photographies aériennes qui permettaient de produire une cartographie précise du paysage. Cependant, elles présentent un certain nombre de contraintes [Jat et al. 2007] tel que : le coût élevé ; la consommation du temps ; elles ne sont généralement pas mises à jour régulièrement et ne sont pas disponibles partout. Ceci explique l'intérêt croissant suscité par la cartographie et le suivi de la croissance urbaine et plus

précisément la forme du paysage à partir de l'utilisation d'images satellitaires et de Systèmes d'Information Géographiques (SIG) [Epstein et al. 2002]. Donc comment détecter, mesurer et analyser le phénomène de l'urbanisation ? Comment décrire les formes du paysage observées et quelles sont leurs caractéristiques ? La majorité des recherches sur le changement du paysage et l'urbanisation prend la télédétection comme une réponse à toutes les questions de l'évaluation de ce phénomène, car celle-ci fournit en continu des images satellitaires qui permettent de caractériser les territoires et leur évolution. Le caractère multi-date des images satellites permet de mettre en évidence les changements et d'analyser les dynamiques urbaines et péri-urbaines [Ding et al. 2007]. Le gradient urbain-rural, les différentes tailles de grille et les différentes mesures du paysage sont les moyens les plus populaires pour quantifier et évaluer l'étalement urbain.

Comme toutes les villes moyennes d'Algérie, Guelma est touchée par une croissance urbaine rapide et massive qui a fortement perturbé l'espace, générant ainsi de profondes transformations spatiales et environnementales. Les autorités locales de Guelma ont révisé le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) en 2013 afin d'apporter une solution à la disponibilité des terrains pour l'urbanisation future de la commune de Guelma. Ils ont fait appel à ce qu'on appelle le groupement intercommunal de Guelma dans le cadre du report de la croissance urbaine de la commune de Guelma vers les communes voisines. Il comprenait le chef-lieu de Guelma, et les trois communes voisines telles que : El Fdjourj ; Belkhair et Ben Djarah. La position de Guelma au centre, place ces communes dans son champ d'attraction. Elle souffre du poids des communes de la wilaya en général et des communes voisines en particulier. Les villes satellites de Belkheir ; El Fedjoudj et Bendjerrah, du fait de leur proximité avec le grand centre urbain, n'ont pas connu la croissance souhaitée en raison uniquement de la contrainte de terres à fort potentiel agricole. D'où la possibilité d'exploiter les terres agricoles et les forêts à des fins urbaines. La réduction de la végétation et son remplacement par des surfaces imperméables, comme l'asphalte et le béton, sont directement liés aux facteurs d'urbanisation qui ont des conséquences environnementales et sociales (Mitchell, 2011).

L'objectif principal de cette étude est d'analyser le processus d'urbanisation et le changement de la forme et la composition du paysage de la ville, donc on va essayer de caractériser et d'évaluer les formes spatiotemporelles produites à l'aide de différentes techniques de télédétection et de SIG et l'analyse statistique.

2. Cas d'étude et données utilisées

Notre cas d'étude (groupement intercommunal de Guelma) est situé au centre de la wilaya de Guelma, au nord-est de l'Algérie, à environ 60 km au sud de la mer Méditerranée (36°27'43"N - 7°25'33"E) et à 305 m au-dessus du niveau de la mer (Figure 1). Cette région occupe une superficie totale de 282,11 km² et possède un climat semi-aride avec des hivers frais, une température annuelle moyenne de 21,5 ° C et une pluviométrie annuelle moyenne de 150,3 mm (Aouissi., 2010.). donc on peut distinguer deux périodes dans l'année, huit mois de temps froid et humide d'octobre à mai et

quatre mois de temps chaud et sec de juin à septembre. Elle regroupe quatre communes (le chef-lieu de la Wilaya ; la commune de Bendjarah ; la commune de Belkhair et la commune d'el Fdjouj). Elles présentent un contexte à vocation agricole par excellence. (Figure 1)

Les données utilisées dans cette analyse étaient des séries chronologiques d'images Landsat capturées par les capteurs Landsat TM, Landsat ETM+ et Landsat Operational Land Imager (OLI)/Thermal Infrared Sensor (TIRS). Toutes les données ont été téléchargés en tant qu'ensemble de données géoréférencées sur le site Web de l'United States Geological Survey.

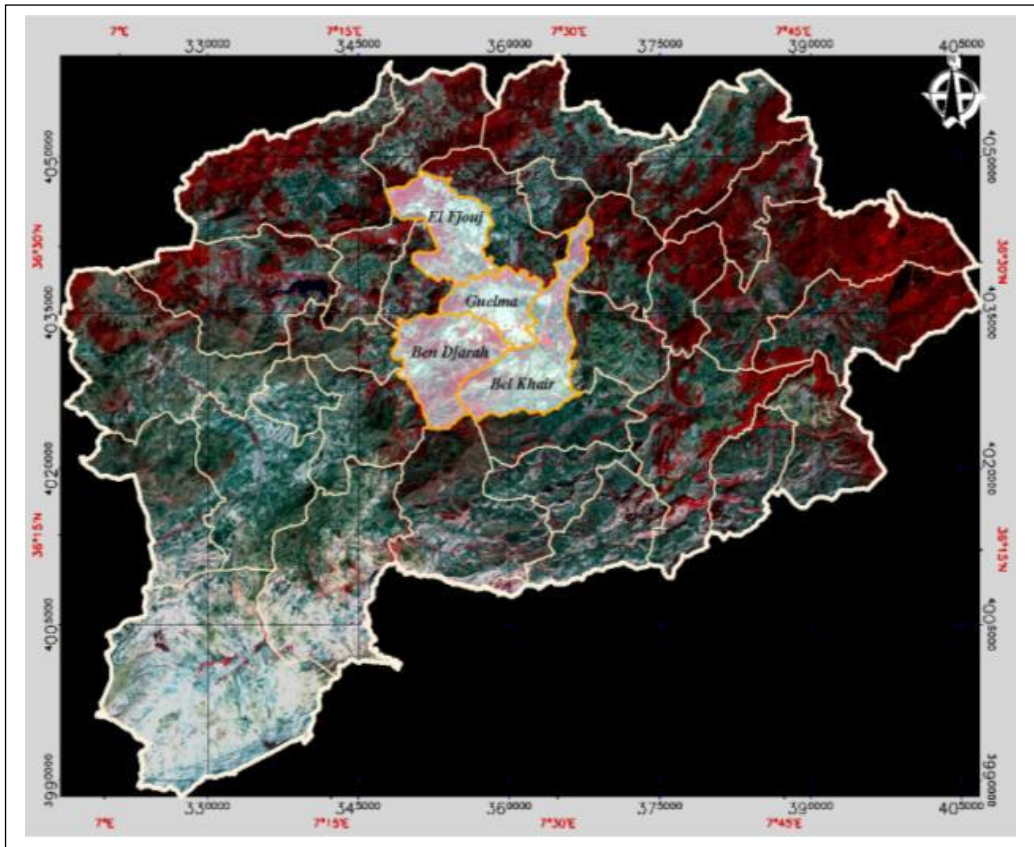


Figure N° 01 : la situation géographique du Groupement intercommunal de Guelma

3. Méthodologie de recherche

L'objectif de ce travail est d'essayer de caractériser et d'évaluer les formes spatiotemporelles produites à la suite de l'avancée excessive de la frange urbaine révélée notamment par la détection du changement et l'analyse statistique du groupement intercommunal de Guelma. Donc la méthode qui va être présentée a été utilisée sur la base d'un traitement des images satellitaires multi-dates dans l'objectif d'étudier l'évolution ; la direction et la forme de l'espace bâti du groupement à travers le temps. Elle relève essentiellement de la classification supervisée et l'analyse statistique. Ainsi que la qualification des transformations spatiotemporelles affectant les paysages est permise à travers le suivi de métriques paysagères.

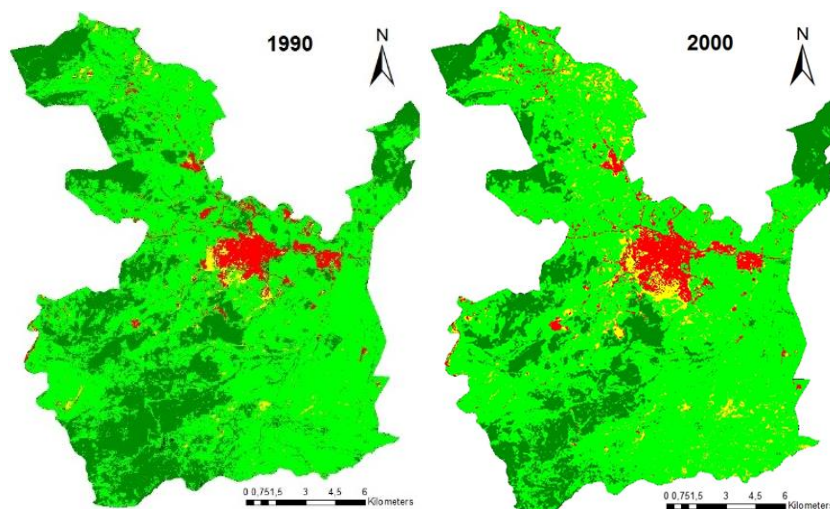
Notre recherche est basée sur 04 images satellitaires de type Landsat (TM ; ETM+), formant 04 scènes d'étude : de 1990 ; 2000 ; 2010 et de 2020. L'interprétation des images s'appuie également sur les résultats de la classification supervisée pour cartographier la croissance de l'agglomération de Guelma et évaluer l'emprise et l'évolution de l'espace bâti, afin de déterminer les indices de la forme de chaque classe. Le choix de type de satellite dépend de plusieurs critères tel que la dimension spatiale, la résolution spatiale.....etc. Les logiciels de traitement d'images ArcGIS (version 10.5), Environment for Visualizing Images (ENVI) version 5.0 et Excel ont été utilisés pour effectuer les analyses statistiques.

Les indices paysagers sélectionnés pour les compositions (urbaine, forêt et agriculture) comprennent le nombre de taches (NP), le pourcentage de paysage (PLAN), l'indice de la plus grande parcelle (LPI), la superficie moyenne des parcelles (AREA_MN), l'indice de la forme du paysage (LSI), la distance euclidienne du plus proche voisin (ENN-MN) et l'indice d'agrégation (AI). Ce sont des indices typiques et fréquemment utilisés dans la recherche sur le paysage. Les indices au niveau du paysage sont utilisés pour définir les caractéristiques globales de l'état de la couverture terrestre, tandis que les indices des types de parcelles se concentrent sur la morphologie et la structure des types de la couverture terrestre.

4. Résultats et discussions

4.1. La classification supervisée

Après avoir extrait le groupement intercommunal de Guelma sur les images de 1990 ; 2000 ; 2010 et de 2020, quatre cartes ont été réalisées par classification supervisée pour évaluer l'urbanisation aux quatre dates à l'échelle de l'agglomération urbaine.



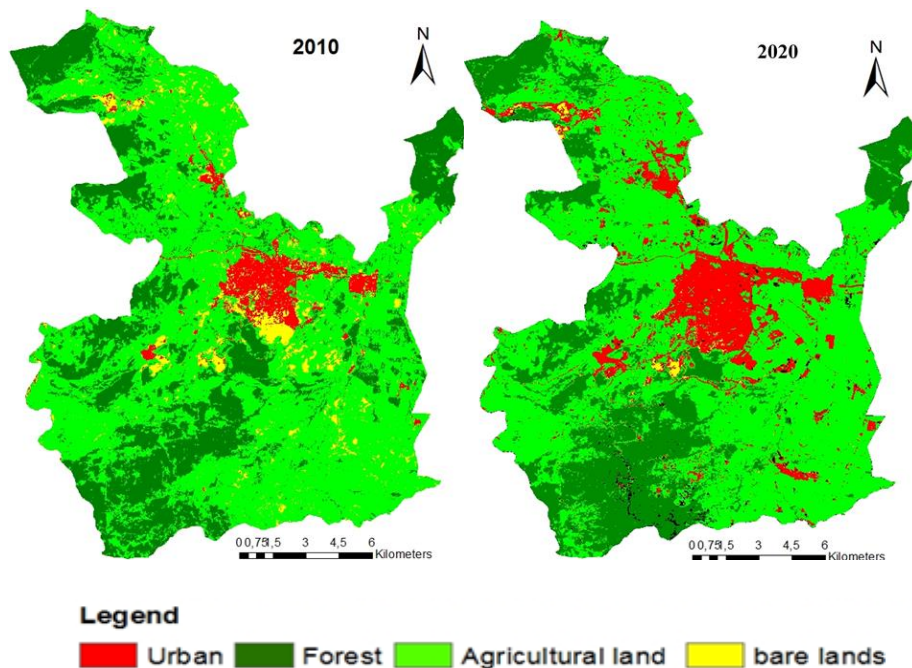


Figure N° 02: Les résultats de la classification dans le groupement intercommunal de Guelma entre 1990 et 2020

Les cartes spatiales LU/LC du groupement intercommunal de Guelma sont présentées dans la figure n°2. on peut remarquer qu'il y a eu une expansion urbaine dans l'ensemble intercommunal de Guelma au cours des 30 dernières années. Cette croissance est concentrée dans la commune de Guelma qui est très importante par rapport aux autres communes. Guelma est considérée comme l'une des villes algériennes qui remplit des fonctions urbaines très importantes. Ces fonctions exercent une influence à la fois sur les communes adjacentes et même sur le reste des communes de la province.

4.2. Quantification et métriques spatiales des formes d'urbanisation

Les cartes thématiques générées à l'issue de la classification supervisée sont confrontées aux descripteurs paysagers, dans le but de mettre en valeur l'impact de l'évolution des surfaces bâties sur les terres agricole et les forêts.

4.2.1. Évolution des indicateurs surfaciques (NP, PLAND, LPI)

Les résultats de calcul des métriques sont illustrés dans la figure N° 3

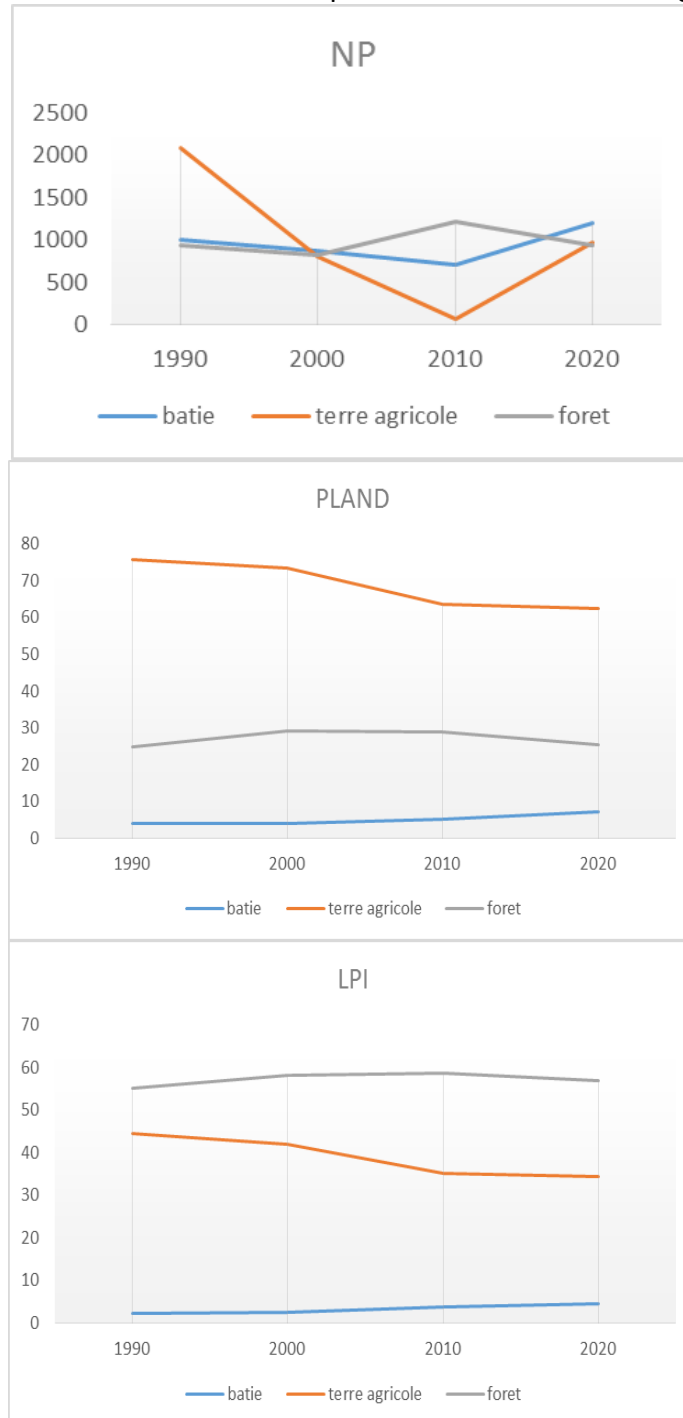


Figure N° 03 : Évolution des indicateurs surfaciques pendant la période 1990 - 2020 (Groupement intercommunal de Guelma)

Pour l'espace batie le nombre des fragment (NP) c'est diminuer entre l'année 1990 et 2010 et augmenter entre 2010 et 2020 avec une augmentation continue de la portion occupée par la tache du bâti représentée par l'indice PLAND, et de l'indice de plus grand fragment LPI. Donc il y a une urbanisation ou croissance urbaine concentré dans la

commune de Guelma entre 1990 et 2010, dans les années 2015 l'urbanisation de Guelma orientée vers les villes satellites c'est pour ça on remarque l'augmentation du nombre des fragments de l'espace bâti dans cette période.

Pour les terres agricoles on remarque qu'il y a une diminution dans le nombre des fragments entre l'année 1990 et 2010 contre une augmentation entre 2010 et 2020, mais avec des tendances opposées par rapport à l'indice PLAND et LPI entre la période 2010-2020 ce résultat nous confirme qu'il y a une consommation des terres agricoles dans la période très claire dans la période 1990-2010 traduit par la diminution des valeurs de PLAND et LPI.

Pour les forêts, il y a une diminution dans le nombre des fragments entre l'année 1990-2000 et entre 2010-2020 contre une augmentation entre 2000-2010, mais avec des tendances opposées par rapport à l'indice PLAND et LPI entre la période 1990-2000. ce résultat nous confirme qu'il y a une consommation de la forêt dans la période entre 2010-2020 traduit par la diminution des valeurs de PLAND et LPI.

4.2.2. Évolution des indicateurs de distance (AREA_MN, ENN_MN)

Les résultats de calcul des métriques sont illustrés dans la figure N° 4

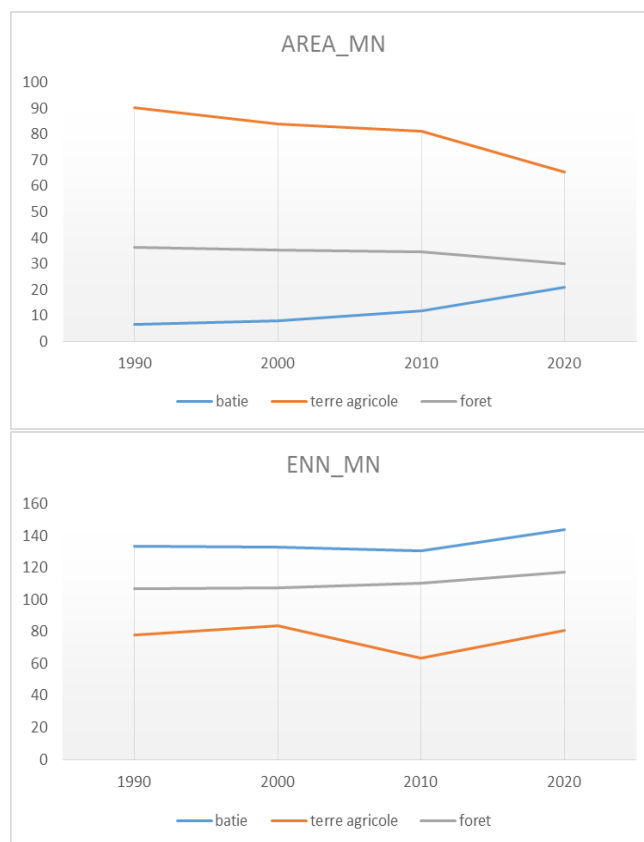


Figure N° 04 : Évolution des indicateurs de distance pendant la période 1990 - 2020 (Groupement intercommunal de Guelma)

D'après la figure N°4 on peut dire que la tâche du bâti a enregistré une remarquable croissance de sa taille moyenne représentée par AREA_MN, tandis que l'indice ENN_MN relatif aux distances minimales entre les fragments voisins a enregistré une tendance relativement stable avec légères variations mais dans deux sens opposés : entre 1990 et 2010, la distance minimale s'est augmentée. Entre 2010 et 2020, la valeur de cet indice s'est diminuée. Cette variation montre que la tâche du bâti a suivi deux modes de croissances. Au cours de la première période, entre 1990 et 2000, les extensions urbaines se sont opérées en mode d'extension continue concentré dans la commune de Guelma. Mais à partir de l'an 2010, le mode d'extension devient discontinu grâce au report de la croissance urbaine vers les villes satellites.

Pour les terres agricoles et les forêts la taille moyenne a diminué d'une année à l'autre grâce à la consommation des terres agricoles et même des forêts.

5. Conclusion

La présente étude a pour objet les atouts opérationnels offerts par la télédétection dans l'observation des dynamiques spatio-temporelles de l'étalement urbain du groupement intercommunal de Guelma sur la période 1990-2020.

Dans cette recherche, des théories et des méthodes pluridisciplinaires ont été utilisées pour analyser le processus d'urbanisation et le changement de la forme et la composition du paysage de la ville. Les résultats montrent que, le type de la couverture terrestre dans le groupement intercommunal de Guelma a changé de manière significative. Les zones urbaines/construites de la ville de Guelma se sont étendues de façon spectaculaire, tandis que la couverture végétale a diminué. Ces résultats indiquent que les changements du type de la couverture terrestre sont liés à la croissance urbaine rapide et massive.

Dans l'ensemble, les résultats ont prouvé la capacité des images Landsat multi temporelles à mesurer précisément la tendance à la transformation de l'occupation des sols. La combinaison de la télédétection et du SIG peut offrir un outil bénéfique pour la surveillance, le suivi du paysage et l'étendue des changements de couverture des sols.

6. Références

Cao, H., Liu, J., Fu, C., Zhang, W., Wang, G., Yang, G., & Luo, L. 2017. Urban expansion and its impact on the land use pattern in Xishuangbanna since the reform and opening up of China. *Remote Sensing*, 9(2), 1–21.

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.

Ding H., Wang R.C., Wu J.-P., Zhou B., Shi Z., Ding L.-X., 2007. Quantifying Land Use Change in Zhejiang Coastal Region, China Using Multi-Temporal Landsat TM/ETM+ Images. *PELOSPHERE*, n°17(6), p. 712-720.

Epstein J., Payne, K. and Kramer E., 2002. Techniques for mapping suburban sprawl. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol.63, No.9, pp.913-918.

Guechi I., Alkama Dj . 2017. Apport de la télédétection pour la cartographie diachronique de l'étalement urbain et l'analyse morphologique de l'agglomération de Guelma. *Courrier du Savoir – N°24*, pp.73-80

Guechi, I. (2018), « L'influence des contraintes physiques sur l'urbanisation des établissements humains, cas de l'agglomération de Guelma », Mémoire de doctorat, Université de Biskra.

Jat, M.K., Garg, P.K., Khare, D., 2007. Monitoring and modeling urban sprawl using remote sensing and GIS techniques. *Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinform.*, Vol.10, No.1, pp.26-43.