

La télédétection au service des études urbaines ; cas d'Alger

Meriem BELKACEMI

Architecte – Doctorante en Urbanisme

Email : mbelkacemi@usthb.dz

Fetta DJOUAB ép. DJENDER

Maître-assistante A – Enseignante Chercheur

Email : fettadjouab@yahoo.fr

Mohammed .CHADLI

Professeur- Directeur de Laboratoire de Recherche

Email : mdchadly4@yahoo.co.uk

Université USTHB - Bab Ezzouar - Alger

Faculté : Sciences de la terre, Géographie et Aménagement du Territoire

Département : Géographie et aménagement du Territoire

Laboratoire : Ville, Région et Gouvernance Territoriale (LVRGT).

Option : Ville, Risque et Aménagement.

Résumé :

La croissance urbaine est un phénomène mondial. Les espaces urbanisés sont de plus en plus importants et des espaces périurbains de plus en plus éloignés.

Ce qui caractérise les villes des pays en voie de développement c'est la rapidité de cette croissance urbaine ; une urbanisation anarchique et dangereuse. En l'absence de base économique constructive et une maîtrise des outils technologiques condamnent ces villes à des dysfonctionnements qui peuvent se porter soit à handicaper ou un arrêt total du système urbain.

Alger, capitale politique et économique ; ville des pays en voie de développement caractérisée par une urbanisation anarchique. Une masse de béton s'élargie et engloutie de vaste terres agricoles ; les terres de la Mitidja ; les plus fertiles du pays.

La répartition inégale des investissements a engendré une répartition inégale de la population et a fait d'Alger le pôle le plus attractif du pays. Une croissance démographique importante, une crise de logement et une urbanisation loin des plans d'aménagement.

A travers ce travail ; la télédétection va nous permettre de mesurer et de suivre l'orientation de l'étalement urbain sur une ville aussi importante que Alger. Grace à cet outil nous allons spatialiser et tracer la trajectoire la dynamique urbaine algéroise.

Mots clés : Alger, Télédétection, Croissance Urbaine, Etalement, Terres agricoles, Artificialisation

I. Introduction :

Les villes constituent le principal foyer d'accueil de la croissance démographique. Depuis plusieurs décennies, la rapide d'expansion des grandes agglomérations dans le monde, et les transformations des paysages urbains qu'elle engendre, font partie des défis auxquels l'Homme moderne doit faire face. Les villes sont le moteur du développement économique.

La ville moderne, malgré tous les avantages dont elle sait tirer parti pour attirer toujours plus de population, demeure néanmoins source de pollution, de maladies, d'instabilité politique et d'inégalités sociales

Le suivi des processus d'urbanisation et périurbanisation dans les villes et leurs évolutions à travers le temps, constitue un défi pour les collectivités.

Les capteurs numériques de télédétection spatiale, depuis leur apparition au cours de la décennie 1970, ont été sollicités afin de fournir des images aux résolutions spatiales et spectrales adéquates pour appréhender le phénomène d'expansion urbaine. Devenus de véritables outils de planification et d'aménagement des villes, via les nombreuses applications qui leur sont subordonnées (occupation des sols, gestion des risques, gestion des sols imperméabilisés, etc.).

À l'heure où l'utilisation des images satellitaires se généralise, la télédétection est devenue, une source d'information essentielle en matière d'urbanisation. Véritable outil de planification et de rétrospective, l'observation des changements urbains et périurbains au cours du temps permet d'estimer le processus en jeu et d'évaluer les enjeux de gestion du territoire.

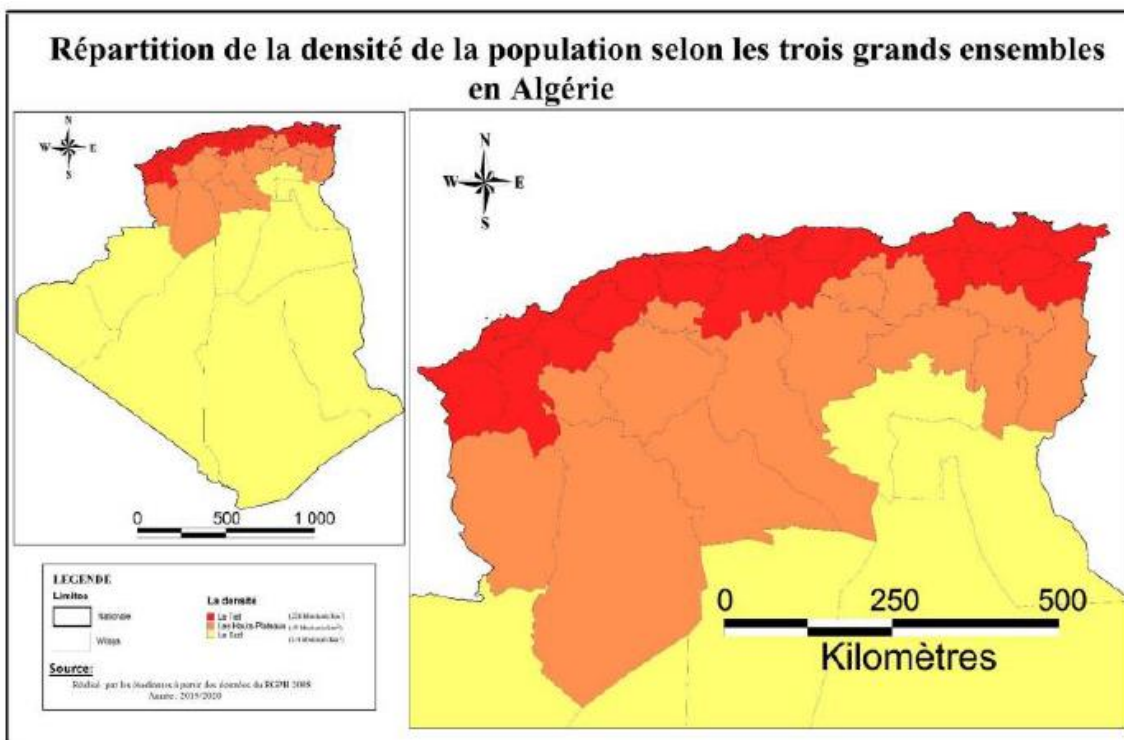
Le travail mené s'inscrit dans la mise en place d'un système d'observation du territoire algérois, en effet l'utilisation de la télédétection et l'imagerie satellitaire archivée, va nous permettre de mesurer et de suivre l'orientation de l'étalement urbain sur une ville aussi importante qu'Alger.

L'objectif de ce travail est l'utilisation conjointe des SIG (Système d'Information Géographique) et de la télédétection comme outils d'aide à la décision pour une gestion plus rationnelle des communes urbaines et périurbaines d'Alger. Ces deux outils ont permis une perception du processus d'urbanisation des espaces ruraux limitrophes de l'ancien centre urbain de ses orientations, ainsi qu'une quantification de ces mutations sur une période donnée.

I.1. Alger ; villes des pays en voie de développement et pôle attractif à l'échelle nationale

L'Algérie est le plus grand pays d'Afrique. Sa superficie est égale à 2381741km², elle est 4 fois la France et 60 fois la Suisse. Sa population, selon la banque mondiale était de 39,21 habitants en 2013, mais elle est inégalement répartie.

Ouverte sur la méditerranée, le nord est privilégié par un climat méditerranéen doux. Contrairement au climat rude qu'offre le sud. Plus de 80% de la population algérienne se concentrent sur 11% de son territoire au nord. Et sur 80% de sa superficie, se trouve 13% de la population au sud. Et sur la bande littorale, qui ne représente que 1.7% du total du pays, se concentre près de 40% du total de la population (PDAU)



Source : BENSEBAA Salima. HAMITOUCHE Rym ; mémoire master : « Enjeux Et Impact De La Suprématie D'Alger Sur La Ville Nouvelle De Sidi Abdellah »/2020

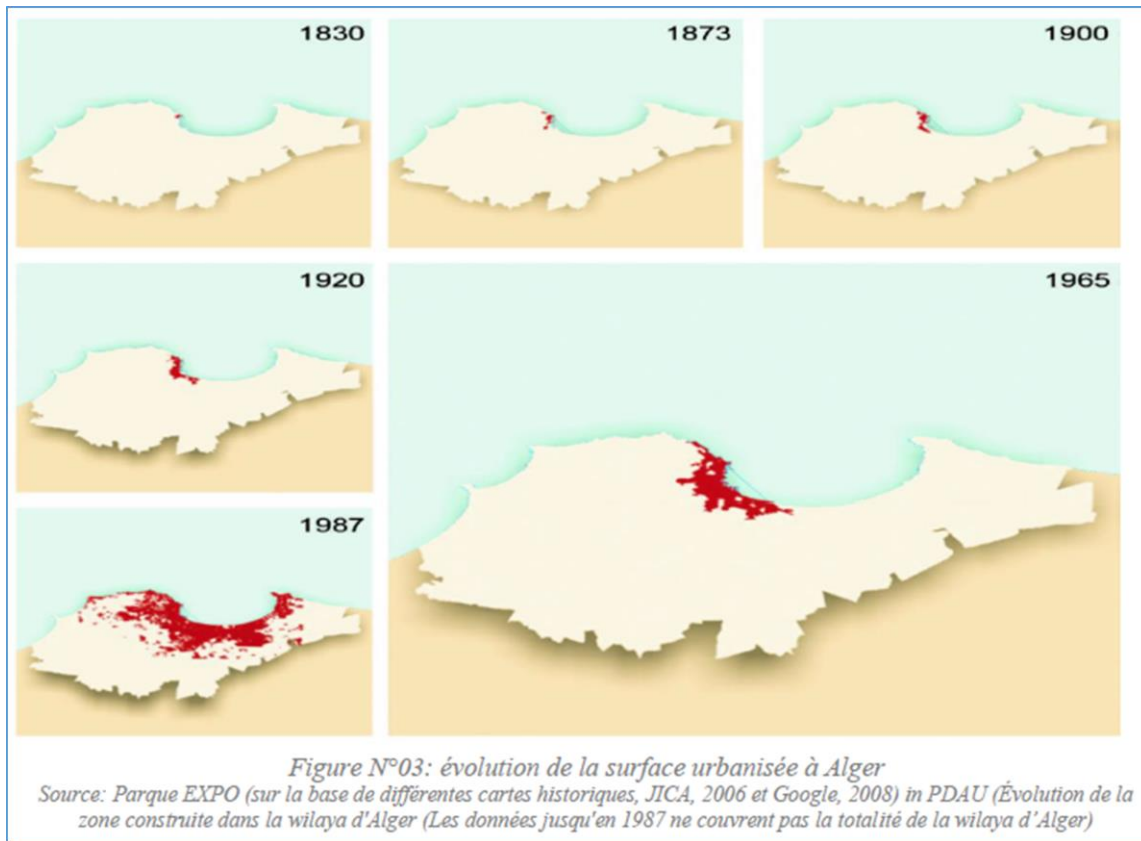
I.2. Evolution de l'occupation spatiale d'Alger :

L'occupation d'Alger remonte à l'installation phénicienne par un comptoir commercial, au pays des berbères. Sur un site stratégique appelé ICOSIM ; à l'époque romaine.

De 1830 date de l'occupation française jusqu'à 1873, l'urbanisation d'Alger se fait sur une superficie de 204 hectares. Et au début du XXème siècle, en 25 ans, la surface urbanisée va doubler et va atteindre 400 hectares. Et il suffit de 20 ans pour doubler encore une fois la surface urbanisée et atteindre 900 hectares en 1920. Et entre la 1ème guerre mondiale jusqu'à l'indépendance, elle va connaître une évolution plus lente car, elle ne va doubler qu'en 40 ans. Après l'indépendance la surface urbanisée est 24000 hectares soit le multiplicateur de la surface urbanisée, en espace de 40 ans est de 12.2

Aujourd'hui face à la rapidité de la croissance urbaine, presque toutes les communes de la wilaya d'Alger sont urbanisées

² PDAU d'Alger



I.3. L'urbanisation de la capitale durant la colonisation :

L'urbanisme moderne en Algérie a été marqué par l'expérience française. Pendant, la période coloniale, Alger était pour les colons un laboratoire des nouvelles acquisitions urbaines de l'époque.

Et même après l'indépendance, l'extension d'Alger s'est basée sur le plan de Constantine, dicté par le général DEGAUL, en 1958-59. Et dont l'objectif était un rattrapage économique et social pour contrecarrer la Révolution algérienne.

Durant cette période coloniale, c'est un bouleversement total ; la percée haussmannienne double l'espace algérois, exprimé en premier lieu sur l'assiette de la casbah d'Alger (la basse Casbah).

L'urbanisation s'étend vers l'extra muros et bouleverse la structure de la Medina.

Alger est un pôle attractif et subit un exode rural vers tous les arrondissements de la ville.

I.4. Politique urbaine post indépendance

Après l'indépendance, la politique urbaine était dirigée par l'Etat socialiste autoritaire, qui était seul décideur et réalisateur de l'espace urbain.

Le départ en masse de la population européenne a libéré le parc immobilier ; avec un nombre important de logements vacants

La politique de l'époque avait comme objectif principal les activités productives ; et les villes étaient les assiettes d'accueil. Ce qui a généré un exode rural important, et ainsi une croissance démographique de masse.

Ce n'est qu'à partir des années 70 ; que le besoin en logement s'est exprimé ; dans les grandes villes d'Algérie ; telle qu'Alger.

Pour répondre aux besoins démographique et socio-économique, générés par cette démographique rapide, les ZHUN font leur apparition. Il s'agit d'une procédure technique et administrative pour récupérer le retard enregistré en termes d'habitat urbain et équipement.

La ZHUN remplaçait un instrument français qui est la ZUP (zone à urbaniser par priorité) de 1958.

Il s'agit là d'un moteur d'urbanisation algérienne post indépendance. Sur la base des réserves foncières communales. Sur la base de cette procédure, certaines villes ont doublé. On assiste à la naissance des cités dortoirs, sous-équipé, sans langage architectural et dégradation des espaces extérieurs.

Vu leur taille, les ZHUN se localisent sur la périphérie des centres villes. Les maux de société ne tardent pas à s'exprimer, insécurité, délinquance, chômage, surpeuplement et dégradations des équipements existants, problèmes de transport, et dégradation de l'environnement. A cette période ; Alger était composée de 10 arrondissements (Bab El Oued, Alger centre ; Casbah, Sidi M'Hamed, El Madania, El Biar, Bologhine, Hussein Dey, Bir Mourad Rais ; Kouba, El Harrache). C'est un territoire fortement urbanisé caractérisé par une forte centralité, à rayonnement régional et même national.

A partir de la fin des années 80, l'Algérie atteint la limite de la première phase post indépendance, et entame par conséquent la deuxième phase. Un changement politique et économique se met en place, et le rôle de l'Etat est celui de régulateur et contrôleur. Une nouvelle politique urbaine prend naissance, avec de nouveaux instruments urbains.

I.4.1. La période 1972- 1982 :

En 1974 ; un deuxième découpage administratif a été réalisé. Beraki ; Bouzereah et Kouba ont été rajouté au Grand Alger (AG). La croissance démographique caractérisée ; cette époque ; due à un exode rural de masse ; avec l'apparition de l'habitat informel sur des sites non planifiés. En plus des programmes de logements et d'équipements lancés par l'Etat. Ce qui rend le grand Alger de plus en plus saturé.

I.5. La politique de gestion urbaine est d'abord une question de suivi :

Une faille existe entre la réglementation et la mise en place concrète des documents. Le temps est l'un des facteurs le plus importants. La réalité avance toujours plus rapidement que les études de planification urbaine

L'urbanisme se trouve ainsi soumis au pouvoir central, et c'est le pouvoir politique qui prime sur les compétences techniques. La responsabilité liée à la mise en oeuvre du PDAU ou du POS n'est pas concrètement définie.

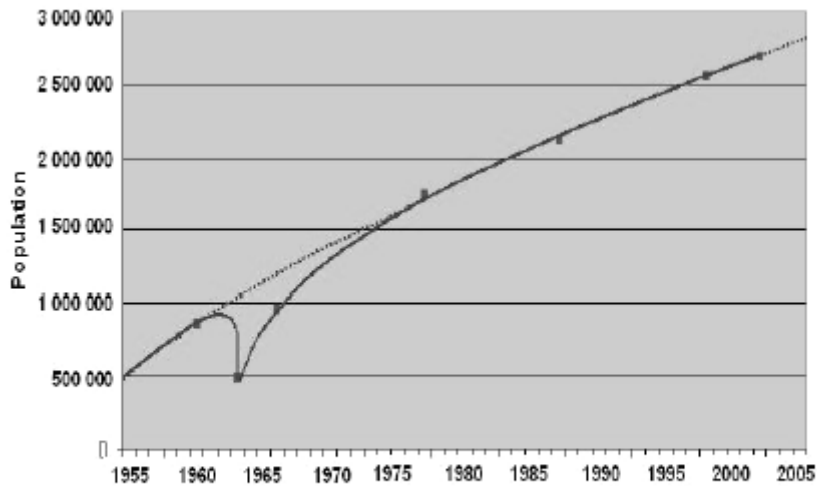


Figure N°04 : évolution démographique de la wilaya d'Algier
 Source: RGPH

Le premiers RGPH de l'Algérie indépendant fut celui de 1966. Alger était composée de 14 agglomérations, dont une agglomération principale ; grand Alger (GA) ; composé de 10 arrondissements (Bab El Oued , Alger Centre, Casbah , Sidi M'Hamed , El Madania , El Biar ,Bologhine ,Hussein Dey, Bir Mourad Rais-Kouba, El Harrach) ; et constitue un territoire fortement urbanisé

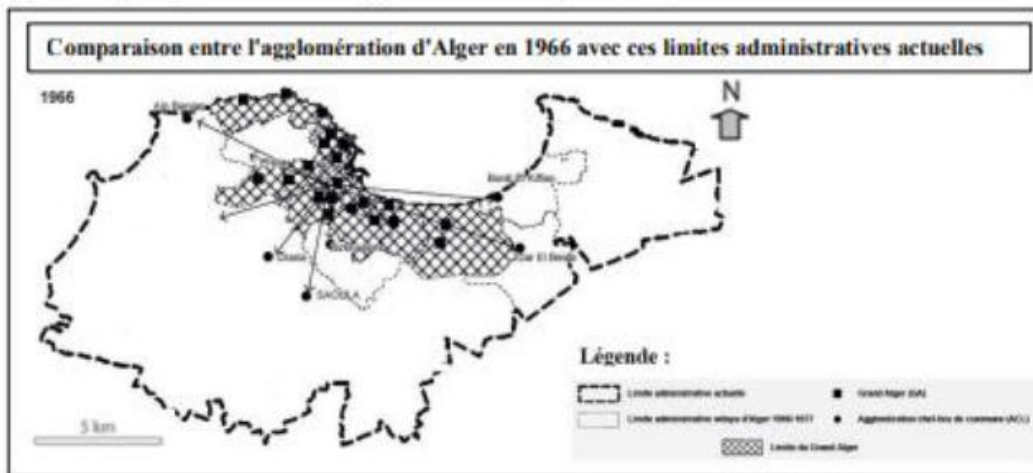


Figure N°05 : comparaison entre l'agglomération d'Alger en 1966 et ses limites administratives actuelle
 Source : BENSEBAA Salima. HAMITOUCHE Rym ; mémoire master : « Enjeux Et Impact De La Suprématie D'Alger Sur La Ville
 Nouvelle De Sidi Abdellah »/2020

Après le découpage de 1984 ; 13 nouveaux agglomérations ont été rattachée au GA ; donnant ainsi un total de 28 chefs-lieux ; avec une population de 1507241 habitants

Durant la période de 1987 à 1998, la population agglomérée est passée de 1678615 habitants à 2477485, soit une augmentation de 65%.

Avec ce nouveau découpage de 1997, une nouvelle réalité socio spatiale s'est imposée sur le territoire algérois.

Selon le dernier RGPH de 2008, Alger est passé au rang de métropole. Cette croissance démographique représente l'élément phare des extensions spatiales de la capitale. La politique urbaine est orientée par une demande croissante en logement.

I.6. Politique urbaine et stratégie de l'habitat en Algérie

Le logement est une donnée primordiale. La déclaration universelle des droits de l'homme a reconnu en 1948, le droit de chaque individu de disposer d'un logement descend. L'Algérie, vit depuis l'indépendance une crise de logement. Le logement est resté et demeure encore le centre des actions urbaines. Sans pour autant répondre de manière définitive à la crise du logement qui est toujours d'actualité ; que ça soit du point de vue qualitatif ou quantitatif.

Alger, par son statut de capitale politique et économique, subit le poids de la croissance rapide de la population urbaine ; comme toutes les villes des pays en développement. Cette croissance rapide engendre une urbanisation anarchique, au dépend d'une politique urbaine visant un développement durable.

La politique algérienne de développement, après l'indépendance, était basée sur la mise en place d'une industrie de base au niveau des grandes villes. Les biens vacants laissés par le départ massif des colons, a laissé ces villes loin du besoin en logement.

Ce n'est qu'à partir des années 80, quand les premières crises commençaient à se sentir de manière exceptionnelle ; par la croissance rapide des grandes villes ; que les premières grandes entreprises de réalisation furent créées (SONATIBA, ES DNC/ ANP, COOMEPAD, etc...). Le système de promotion immobilière fut confié à deux organismes différents : l'ONLF (office national de logement familial) créé en 1980, et remplacé en 1986 par l'entreprise de promotion du logement familial (EPLF) et l'OPGI (offices publics de promotion et de gestion immobilière qui furent créés en 1976 en remplacement des OPHLM, dissous la même date.

Ces organismes avaient le monopole de toutes les activités de promotion immobilière, qui étaient exclusivement réservées au secteur d'Etat. Et ceci jusqu'à la promulgation de la loi n° 86-07.

L'Algérie n'étant plus un pays socialiste, elle est aujourd'hui capitaliste, et ce depuis 1990. Le changement économique a fait apparaître le marché privé du logement et réduit le pouvoir d'achat. Face à la crise du logement, l'Etat abandonne progressivement son rôle exclusif de producteur de logement.

L'Etat s'occupe désormais du logement social, pour les catégories les plus démunies. Et les couches moyennes sont orientées vers les logements participatifs LSP, ou logement location-vente AADL. Les différents acteurs urbains se chevauchent sur un même espace

I.7. La Détection du Changement et occupation des sols pour suivre l'étalement urbain :

La détection du changement d'occupation et d'utilisation des sols est l'une des principales applications de la télédétection spatiale³. Il s'agit d'une démarche de comparaison de scènes satellites multi-dates. Elle consiste à faire une rétrospective de l'occupation du sol et mettre en valeur les changements des classes d'occupation du sol durant une période donnée, à travers le calcul de la variation de radiance entre pixels ayant les mêmes localisations⁴⁵(Mas, 2000 ; Singh, 1989).

Les méthodes de détection du changement s'appuient principalement sur la télédétection spatiale et les SIG pour l'acquisition, le traitement et l'exploration des données spatiotemporelles. Les SIG facilitent ainsi la modélisation et la prédiction de différents scénarios ainsi que leur évaluation. Cette approche permet d'appréhender le processus d'étalement des villes à travers l'identification des différents changements d'occupation et d'utilisation du sol s'opérant sur les territoires urbains et périurbains. Cette démarche peut aider les autorités locales à agir efficacement en matière de planification spatiale, dans une optique de développement durable des territoires avec moins d'impact sur l'environnement⁶⁷(Thériault et al., 2011 ; Weng, 2007).

Avec les récentes innovations en matière de techniques d'observation de la Terre (capteurs, satellites, données), la télédétection « urbaine » ou les « applications urbaines de la télédétection » ont rapidement gagné en popularité auprès des urbanistes et plus généralement des administrations chargées de l'aménagement des territoires. En effet, la télédétection permet d'augmenter notre compréhension des zones urbaines de différentes manières, bien que le réel potentiel de cette technique soit souvent contesté par la complexité de l'environnement urbain lui-même⁸ (Xiaojun, 2011).

II. Matériels et méthodes :

II.1. Aire d'étude :

Alger, capitale politique et économique d'Algérie, s'étend sur une superficie de 808.89 Km², l'unité urbaine d'Alger comptait 2 481 788 habitants selon l'Office national des statistiques algérien d'après le dernier recensement du RGPH 2008, tandis que l'agglomération en

³ Mas, J. F. (2000). Une revue des méthodes et des techniques de télédétection du changement. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 26(4), 349-362. <https://doi.org/10.1080/07038992.2000.10874785>

⁴ Idem 1

⁵ Singh, A. (1989). Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(6), 989-1003. <https://doi.org/10.1080/01431168908903939>

⁶ Thériault, M., Sparfel, L., Gourmelon, F., et Le Berre, I. (2011). Modélisation des changements d'occupation et d'utilisation du sol. Cadres formels et exemple d'application. *Revue internationale de géomatique*, 21(3), 267-295. <https://doi.org/10.3166/ig.15.267-295>

⁷ Weng, Y.-C. (2007). Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and Urban Planning*, 81(4), 341-353. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.01.009>

⁸ Xiaojun Yang : *Urban Remote Sensing : Monitoring, Synthesis and Modeling in the urban Environment*. Wiley-Blackwell, Oxford, 2011, 388 p

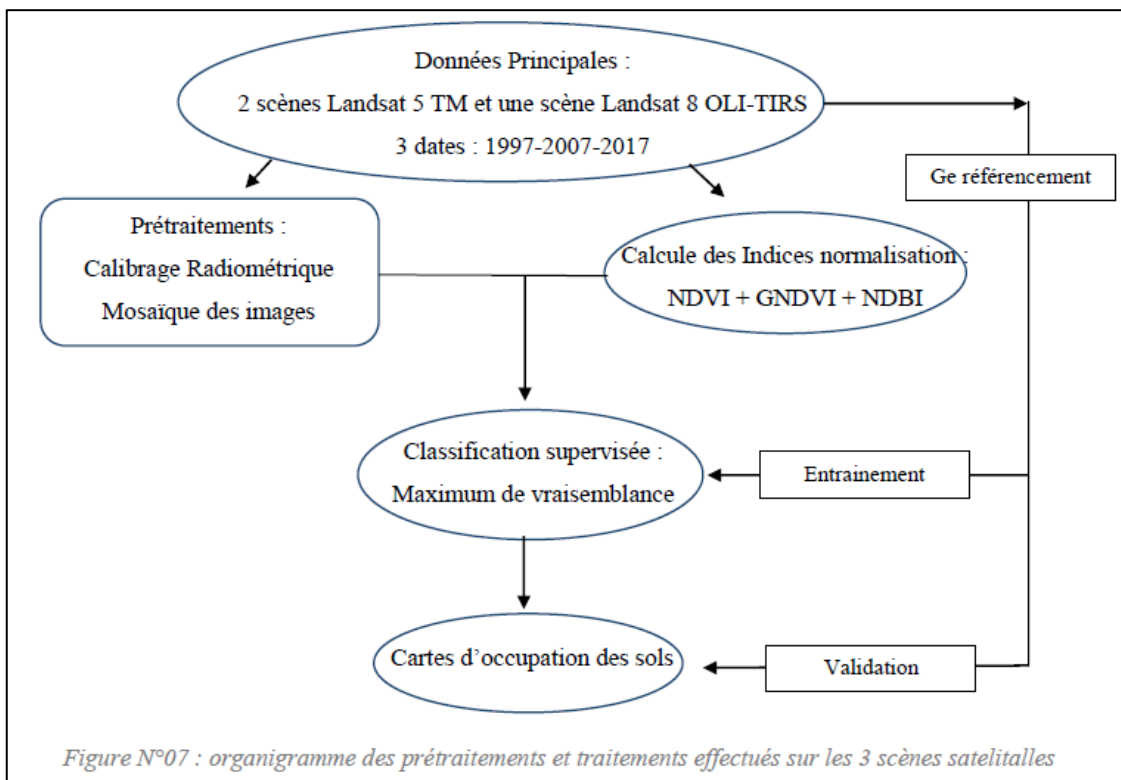
	Image I	Image II	Image III
Capteur	Land SAT 5 TM	Land SAT 5 TM	Land SAT 8 OLI et TIRS
Taille du Pixel (m)	Générale : 30 Infrarouge thermique: 120	Générale : 30 Infrarouge thermique : 120	Générale : 30 Panchromatique : 15 Infrarouge thermique : 60
Bandes spectrales	1-2-3-4-5-7	1-2-3-4-5-7	2-3-4-5-6-7
Date d'acquisition	1997.08.03	2007.09.16	2017.07.25

Tab N°01 : Principales caractéristiques des images satellitaires utilisées (PIR : Proche Infrarouge, MIR : Moyen Infrarouge).

La chaîne de traitement (classification et post classification) des images satellitaires est effectuée au moyen du logiciel ENVI 5.3 et ARCGIS 10.6.

II.4. Démarche méthodologique :

La figure suivante (fig N° ...), explique les différentes étapes de prétraitements et traitements réalisées sur chaque une des trois images satellitaire.



Après avoir appliquées des prétraitements des images téléchargées (Calibrage radiométrique, atmosphérique et mosaïque).

Une classification des données satellitales qui est une méthode efficace permettant l'extraction de l'information spatiale. Elle consiste à attribuer à chaque pixel son appartenance en matière d'occupation du sol. Dans cette étude, une classification de type supervisée a été entamée¹⁰ (Girard et Girard, 2010 ; Dengsheng Lu et Weng, 2007).

La classification supervisée a été effectuée en exécutant l'algorithme « Maximum de vraisemblance » (Dengsheng Lu et Weng, 2007 ; Mather et Tso, 2016 ; Nath et al., 2014 ; Phiri et Morgenroth, 2017) selon la nomenclature suivante : d'un côté, les surfaces urbanisées comprennent, le Bâties en toutes formes identifiées ainsi que les voies de communication (Routes, Pistes, chemins de fer...), d'autre coté , les surfaces non urbanisées, englobent les terres agricoles cultivées, et non cultivées, les forêts, jardins et terres arables, en dernier, les surfaces en eau regroupe les lacs, la Mer et les forages. Les résultats de cette classification, nous aidera à suivre et à reconstruire finement les trajectoires d'évolution de l'occupation des sols durant la période d'étude.

Les résultats de la classification ont été évalués et améliorés par des corrections effectuées et assisté par les SIG (ENVI et ARCGIS) à partir des données de référence.

III. Résultats et discussion :

III.1. Validation de la classification

Les cartes thématiques obtenues sont illustrées dans la figure 8. Elles correspondent respectivement aux années 1997, 2007,2017. Les matrices de confusion générées pour ces trois cartes ont montré un niveau de précision satisfaisant, notamment celles des surfaces urbanisées et des surfaces non urbanisées. L'indice Kappa a montré un niveau acceptable de précision avec les valeurs 0.94, 0.92 et 0.91 pour les années 1997, 2007,2017 respectivement. La synthèse de cette évaluation est illustrée dans le tableau 2 suivant :

Type d'évaluation	1997	2007	2017
Précision globale (%)	97.63	94,73	91.55
Précision classe « surface urbanisée » (%)	67	78	95
Précision classe « surface non urbanisé » (%)	87	82	72
Indice Kappa	0,94	0,92	0,91

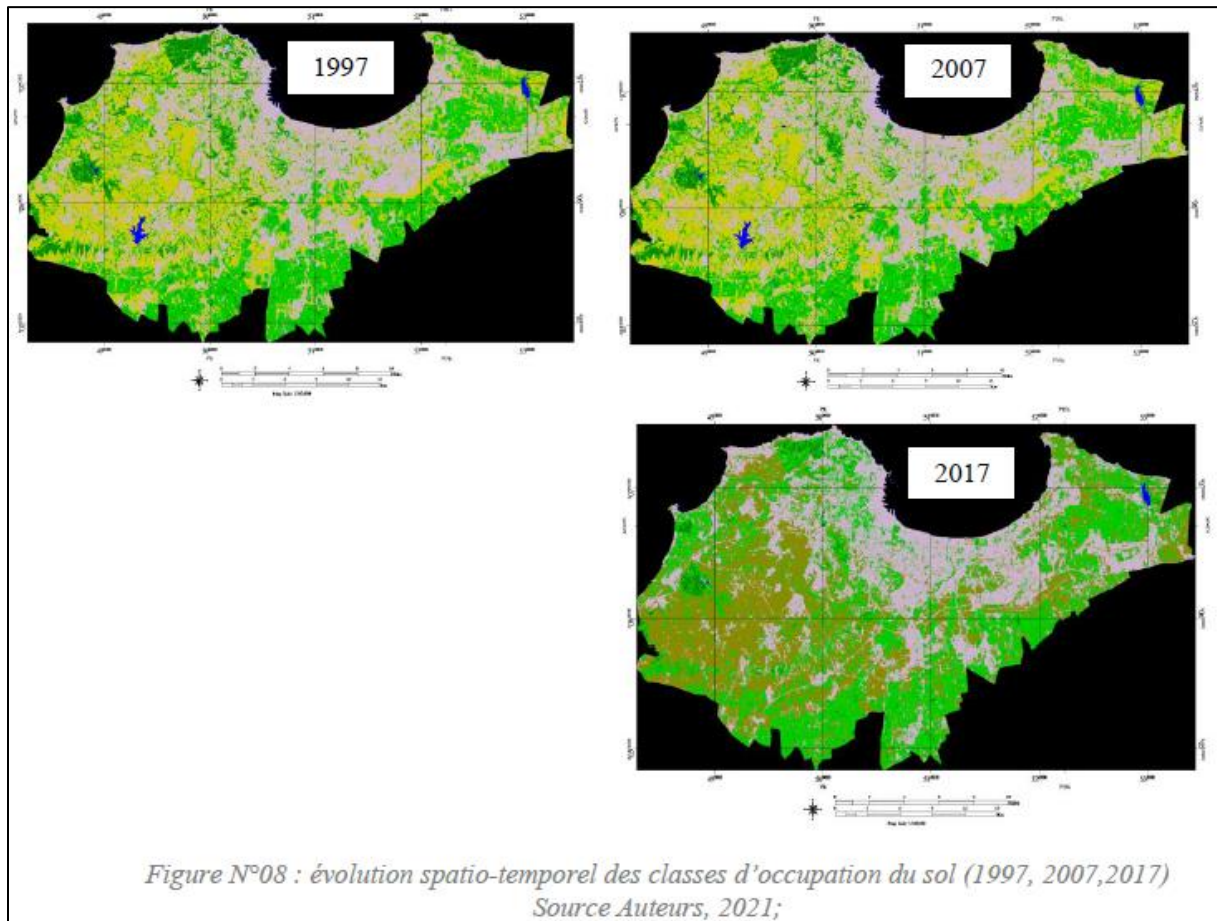
Tab N°02 : Précision de classification (1997, 2007, 2017).
 Source : Auteurs. 2021

¹⁰ A. Dechaicha , D. Alkama ; la détection du changement de l'étalement urbain au bas-sahara algérien : apport de la télédétection spatiale et des sig. Cas de la ville de biskra (algérie) ; Revue Francaise de Photogrammetrie et de Teledetection · November 2020

III.2. La détection du changement : un étalement urbain cartographie

Le changement obtenu de la classification réalisé illustrer par la cartographie spatiotemporelle (figure 08) qui définit l'évolution de la wilaya d'Alger entre 1997 et 2017. La première lecture

des trois images montre une nette croissance des surfaces urbanisées, au détriment des surfaces non urbanisés.



Spatialement, l'extension de la surface urbanisée s'est opérée suivant l'axe sud et sud-ouest, on empiétant sur surfaces destinées au foncier agricole tel que les communes de BARAKI, Eucalyptusetc. du côté sud. Par ailleurs, les communes tel que Sidi Abdellah, Draria, du côté sud-ouest, particulièrement dans la période allant de 2007 à 2017. Sur le plan quantitatif, la figure 03 illustrent cette évolution spatiale.

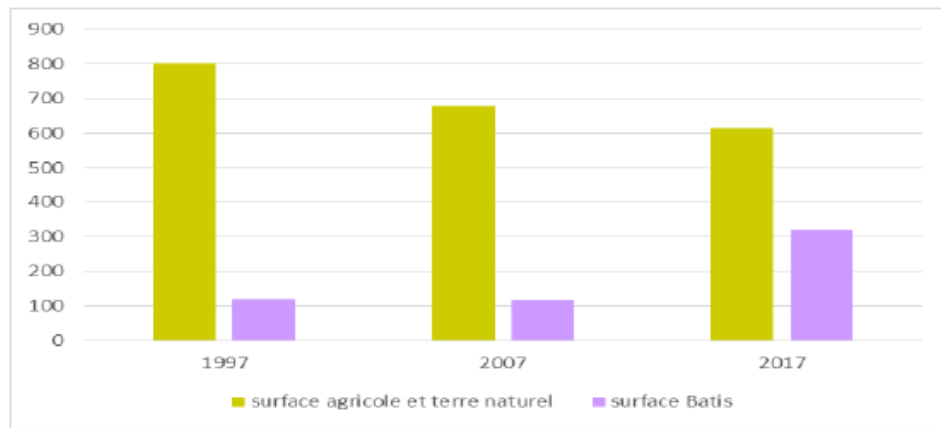


Figure 08 : Évolution comparative d'occupation et d'utilisation des sols entre 1997 à 2017
Source : Auteurs, 2021

La figure ci-dessus (figure 08) met l'accent sur la croissance des surfaces bâties par rapport à celle de non bâties. La lecture du tableau révèle une variation d'une dynamique urbaine entre les deux périodes (1997 – 2007) et (2007 – 2017).

IV. Conclusion :

La croissance urbaine est un phénomène mondial. Mais ce qui caractérise les villes des pays en voie de développement est la rapidité de ce processus. Il est principalement nourri par le mouvement migratoire. Comme c'est le cas d'Alger ; capitale politique et économique qui se trouve comme pôle le plus attractif d'un vaste pays qui est l'Algérie

Face à cette urbanisation rapide ; les plans d'aménagement se trouvent souvent dépassés par la réalité. Alger s'accroît de manière anarchique

La gestion de tels espaces exige une maîtrise dans le domaine technique, des compétences et des moyens économiques importants ; ce qui n'est pas toujours à la portée des pays en voie de développement.

L'utilisation de la géomatique et la télédétection se trouve aujourd'hui comme un outil incontournable dans la gestion des espaces urbains, notamment dans les changements et utilisation des espaces dans la ville. C'est un atout à la portée de tous.

Plusieurs villes dans le monde ont pu quantifier et détecter les changements opérés par l'étalement urbain. La coordination des informations entre les différentes structures de gestion et de réalisation des espaces urbains est une assise pour la promotion d'un développement durable.

La transparence et la fiabilité des résultats qu'offrent la télédétection permet aux différents acteurs de discuter leurs différents projets au temps réels. Et permet une lisibilité donc une coordination entre les différentes actions projetées sur un même espace.

Références Bibliographiques

- A.Dechaicha , D.Alkama ; la détection du changement de l'étalement urbain au bas-sahara algérien : apport de la télédétection spatiale et des sig. Cas de la ville de Biskra (Algérie) ; Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection · Novembre 2020.
- Armand, M. (2016). Images satellitaires et planification des villes du Tiers-Monde. *Mondes en développement*, 44(176), 168-169
- BENSEBAA Salima. HAMITOUCHE Rym ; mémoire master : « Enjeux Et Impact De La Suprématie D'Alger Sur La Ville Nouvelle De Sidi Abdellah »/2020.
- Du, P., Liu, P., Xia, J., Feng, L., Liu, S., Tan, K., et Cheng, L. (2014). Remote Sensing Image Interpretation for Urban Environment Analysis: Methods, System and Examples. *Remote Sensing*, 6(10),
- Gamba, P. et Dell'Acqua, F. (2016). Change Detection Revue Française de Photogrammétrie et Télédétection n° 222- Novembre 2020 49 in Urban Areas: Spatial and Temporal Scales. In: Y. Ban (Éd.), *Multitemporal Remote Sensing Methods and Applications*. Cham: Springer International Publishing, pp. 19-43
- Girard, M.-C., et Girard, C.-M. (2010). *Traitement des données de télédétection: Environnement ET ressources naturelles*. Dunod (2e Éd). 576p.
- Lu, D, Mausel, P., Brondízio, E., et Moran, E. (2004). Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12), 2365-2401.
- Lu, Dengsheng, et Weng, Q. (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28(5), 823-870.
- Mas, J. F. (2000). Une revue des méthodes et des techniques de télédétection du changement. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 26(4), 349-362.
- Mather, P., et Tso, B. (2016). *Classification methods for remotely sensed data* (2nd éd.). Boca Raton: CRC press. 376p.
- MESLI, M, 1998. Les origines de la crise agricole en Algérie Tome 1. OPU Alger
- Nath, S. S., Mishra, G., Kar, J., Chakraborty, S., et Dey, N. (2014). A survey of image classification methods and techniques. In: *Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT), 2014 International Conference*. IEEE, pp 554-557
- PDAU d'Alger ; 2016
- Phiri, D., et Morgenroth, J. (2017). Developments in Landsat Land Cover Classification Methods: A Review. *Remote Sensing*, 9(9), 967.
- SAADI, S, 2008. Etude diachronique sur la zone périurbaine algéroise, Thèse magister Sciences p260, USTHB (Alger).
- Sezgin, M., et Sankur, B. (2004). Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation. *Journal of Electronic Imaging*, 13(1), 13-20.

- Singh, A. (1989). Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(6), 989-1003.
- Skupinski, G., Binh Tran, D., et Weber, C. (2009). Les images satellites Spot multi-dates et la métrique spatiale dans l'étude du changement urbain et suburbain—Le cas de la basse vallée de la Bruche (Bas-Rhin, France). *Cybergeo: European Journal of Geography*.
- Thériault, M., Sparfel, L., Gourmelon, F., et Le Berre, I. (2011). Modélisation des changements d'occupation et d'utilisation du sol. Cadres formels et exemple d'application. *Revue internationale de géomatique*, 21(3), 267-295.
- Weng, Y.-C. (2007). Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and Urban Planning*, 81(4), 341-353