

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie de la Conservation

Intitulé :

*Étude multi chronique sur la végétation urbaine
de la ville de Sidi Bel Abbes :
une approche par télédétection*

Présenté par : Melle **KECHAR Cheïmaâ**

Melle **CHERABA Narimène Ahlem**

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mr BACHIR BOUIADJRA Salaheddine (MCA UDL Sidi Bel Abbes).

Examineur : Mr DJELLOULI Riad (MCA UDL Sidi Bel Abbes).

Promoteur : Mr MHAMDIA Chafik (MCB UDL Sidi Bel Abbes).

Co-Promoteur : Mr GHABI Mohammed (CNTS ARZEW).

Année universitaire : 2019 – 2020

« Session : Septembre »

Remerciements

Nous tenons à remercier d'abord Dieu de nous avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de science et d'accomplir ce travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Monsieur **MHAMDIA Chafik** professeur à l'université Djillali Liabes pour ses précieux conseils, son encouragement, son soutien, son aide et de nous avoir fait confiance toute au long de la préparation de ce travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les années des études en particulier :

À monsieur **LATRECHE Ali** professeur à l'université Djillali Liabes

Nos remerciements aussi au Centre National de Télédétection Spatiale (Arzew) et surtout Monsieur **GHABI Mohammed** pour son aide.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicace

À ma Mère

« Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir, tout ce que je peux t'offrir pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte.

En témoignage, je t'offrir ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée. »

À mon Père

« L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif, le guide de mon destin et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que dieu te préserve et te procure santé et longue vie. »

À mon unique frère Sidahmed,

À mes sœurs Saàdia, Khouloud, Rahaf et Lina,

À ma chère tante

À mes amies Nesrine, Ikram, Narimène et Khadidja,

À mes amis Abdelhadi et Imad.

KECHAR Cheïmaâ

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : **mon cher père Abderrahmane***

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: **mon adorable mère Samira***

*A **mon adorable petite sœur Yasmine** qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur*

A mes grands-parents, mes oncles et mes tantes et mes amis Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

*Sans oublier **mon binôme Cheïmaâ** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

CHERABA Narimène

Résumé

Les espaces verts constituent un élément essentiel pour l'esthétique, le cadre et la qualité de vie d'une ville. Ils contribuent à aérer les cités et doivent être considérés comme les poumons de la ville

La ville de Sidi Bel Abbas a connu dernièrement une évolution urbaine remarquable, ceci a provoqué une forte dégradation du couvert végétal. Pour cette raison, on a fait appel à des techniques de télédétection et du SIG pour cartographier la surface de végétation et suivre l'évolution de la biomasse verte dans la ville de Sidi Bel Abbas et extraire le ratio qui est de 0.63 m²/habitants via une étude multi chronique.

Cette étude nous a permis de comparer la surface de végétation, à partir des indices de végétation (NDVI) calculé sur des images proviennent du satellite ALSAT-2B

Mots-clés : Espaces verts, Ville de Sidi Bel Abbas, Télédétection, Etude multi chronique, Les indices de végétations, ALSAT-2B.

ملخص

تعد المساحات الخضراء عنصرا أساسيا لجماليات المدينة و مكانها و نوعية الحياة فيها. إنها تساعد على تهوية المدن و يجب اعتبارها رئة المدينة شهدت مدينة سيدي بلعباس مؤخرا تطورا عمرانيا ملحوظا، مما أدى إلى تدهور شديد في الغطاء النباتي. لهذا السبب، تم استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية لرسم خرائط لسطح الغطاء النباتي و مراقبة تطور الكتلة الحيوية الخضراء في مدينة سيدي بلعباس و حساب النسبة و التي تقدر ب 0.63 متر²/ساكن من خلال دراسة متعددة الأزمنة. سمحت لنا هذه الدراسة بمقارنة سطح الغطاء النباتي، من مؤشرات الغطاء النباتي (NDVI)، المحسوبة على صور من القمر الصناعي ALSAT-2B.

الكلمات المفتاحية : مساحات خضراء، مدينة سيدي بلعباس، الاستشعار عن بعد، دراسة متعددة الأزمنة، مؤشرات الغطاء النباتي، ALSAT-2B.

Abstract

Green spaces are an essential element for the aesthetics, the setting and the quality of life of a city. They help to ventilate the cities and should be

considered the lungs of the city. The city of Sidi Bel Abbes has recently experienced a remarkable urban development; this has caused a strong degradation of the plant cover. For this reason, remote sensing and GIS techniques were used to map the vegetation surface and follow the evolution of green biomass in the town of Sidi Bel Abbes and extract the ratio which is $0.63 \text{ m}^2 / \text{inhabitants}$ via a multi-chronic-study. This study allowed us to compare the vegetation surface, from vegetation indices (NDVI) calculated on images from the ALSAT-2B satellite.

Keywords: Green spaces, City of Sidi Bel Abbes, Remote sensing, Multi-chronic study, Vegetation index, ALSAT-2B.

Liste des acronymes

C.I.T.T.A	Commission interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale
C.C.T	Centre canadien de télédétection
DSA	Direction des Services Agricoles
I.G.T.U	Institut de Gestion des Techniques Urbaines
R.N.E	Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NDWI	Normalized Deference Water Index
EVI	Enhanced Vegetation Index
ESI	Evaporative Stress Index
LST	Land Surface Temperature
EVA	Actual Evapotranspiration
BAI	Burned Area Index
PDSI	Palmer Drought Severity Index

Liste des figures

Figure I.1.	Principe de base de la télédétection.....	5
Figure I.2	Les étapes de la télédétection.....	7
Figure I.3.	Principe de capteur actif.....	7
Figure I.4.	Principe de fonctionnement d'un capteur passif.....	8
Figure I.5.	Origine des données des SIG.....	9
Figure I.6.	Les 5 composantes d'u SIG.....	10
Figure I.7.	Mode raster.....	11
Figure I.8.	Mode vectoriel.....	12
Figure I.9.	Superposition de couches de données.....	15
Figure II.1.	Rôle des espaces verts.....	28
Figure III.1.	Localisation de la ville de Sidi Bel Abbas.....	31
Figure III.2.	Organigramme de travail.....	35

Listes des planches

Planche II.1.	Jardin public de la ville de SBA.....	19
Planche II.2.	Voirie de mairie de la ville SBA.....	20
Planche II.3.	Espace vert de la ville de SBA	20
Planche II.4.	Ceinture verte.....	21
Planche II.5.	Haie de jardin.....	22
Planche II.6.	Arbres d’alignement	23

Liste des cartes

Carte IV.1.	Espace vert de la commune de Sidi Bel Abbas.....	38
Carte IV.2.	Répartition des espaces verts de la commune de Sidi Bel Abbas.....	38
Carte IV.3.	Jardin public par la plateforme Google Engine.....	40

Liste des tableaux

Tableau I.1.	Comparaison entre le mode VECTEUR et le mode RASTE.....	13
Tableau II.1.	Situation des espaces verts à travers les wilayas du pays.....	27
Tableau III.1.	Précipitation de la ville SBA (Année 2018/2019).....	32
Tableau III.2.	Précipitations de la ville de SBA (Année 2019/2020).....	33
Tableau IV.1.	Les différents types d'espaces verts de la commune de SBA.....	39

Liste des spectres

Spectre n°1	Résultat d'NDVI (Landsat 4/5/7/8 SR)41
Spectre n°2	Résultat de l' NDWI (Landsat 4/5/7/8 SR).....42
Spectre n°3	Résultat de l'EVI (Landsat 4/5/7/8 SR)43
Spectre n°4	Résultat de l'ESI (4 week Evaporate Stress Index).....44
Spectre n°5	Résultat LST (Land Surface Temperature) (Landsat 4/5/7/8)...45
Spectre n°6	Résultat EVA (Actual Evapotraspiration).....47
Spectre n°7	Résultat de l'indice BAI (MODIS TERRA/Aqua 16-Day).....48
histogramme n°8	Résultat de l'NDVI et le PDSI (Palmer Drought Severity).....49

Introduction :

La nécessité de conserver et de protéger la diversité biologique à l'échelle planétaire fut établie dans le cadre de la Convention de Rio, adoptée en 1992. Depuis, le principe de maintien de la biodiversité occupe une place centrale dans les diverses conventions et les divers principes de développement durable. La diversité biologique est cependant encore considérée, du moins dans le discours populaire, comme une question réservée aux zones tropicales, ou du moins aux milieux naturels éloignés des zones urbaines (**Elander et al., 2005**). Le rôle de la biodiversité dans le maintien des écosystèmes et les services qu'elle apporte à l'homme ne sont pas encore intégrés dans la conscience collective. Cette affirmation est d'autant plus vraie pour les humains habitant en milieux urbains. Pourtant, ces milieux constituent une mosaïque complexe et dynamique de biotopes (**Pickett et Cadenasso, 2006**), offrant des habitats multiples à de nombreuses espèces d'animaux et de végétaux.

Lors de la Conférence internationale sur la biodiversité intitulée Science et gouvernance tenue à Paris en 2005, une des préoccupations largement palliées a été la sauvegarde des éléments naturels dans les milieux urbains et périurbains. Ceci a posé la question de la conservation de la biodiversité urbaine au cœur des politiques de développement durable. Il s'en suit la nécessité pour les villes d'adopter des politiques de protection de la biodiversité urbaine ou la mise à jour des politiques de protection des espaces verts urbains à cette fin. Cependant, force est de reconnaître la complexité relative de cette tâche. La difficulté majeure réside évidemment dans l'application des principes de gestion des milieux naturels qui sont conçus pour des milieux naturels relativement « vierges », à des milieux naturels urbains où l'empreinte de l'homme est la plus grande et où l'homme a tendance à concevoir son milieu de vie comme étant distinct de la nature.

Au moment où l'espace vert dans le monde occidental est devenu le lieu de prédilection des architectes paysagistes, en Algérie l'espace vert est considéré presque comme un investissement de décoration temporaire juste pour une visite d'un responsable. Seuls les grands projets de bases de vie dans le Sahara sont dotés d'un programme bien élaboré avec l'exigence de la présence d'un ingénieur ou d'architecture paysagiste parce qu'ils sont destinés souvent pour les investisseurs pétroliers étrangers. Avec des espaces verts conçus et adaptés à nos villes et villages, la population sera plus à l'aise sur son territoire, réconcilié avec soi-même et avec la nature. Même si nous avons hérité de la civilisation musulmane la

tradition ancestrale de faire la ville avec ses jardins. Mais ce qui nous reste en Algérie aujourd'hui, ce n'est que le réflexe des nomades car nous habitons des villes et des villages

Dans ce mémoire, nous nous interrogerons sur les nouvelles stratégies pour déterminer les espaces verts.

Afin de traiter le sujet, un plan de recherche a été établi, nous verrons dans un premier temps qu'il est nécessaire de définir la télédétection ; ces principes, étapes (chapitre I);

Nous devons également tenter d'analyser l'état des espaces verts dans la ville de SBA en montrant aussi l'importance et le rôle de ces surfaces (chapitre II);

Par la suite nous avons présenté les étapes de la démarche de notre travail qui consiste à déterminer le ratio d'espace vert et le calcul de quelques indices de végétations qui concernent le jardin public (chapitre III), et à la fin nous avons discuté les résultats obtenus (chapitre IV).

Pour diverses raisons le problème des espaces verts au sein des cités urbaines n'a jamais fait l'objet d'études sérieuses jusqu'à l'heure actuelle en Algérie c'est pour cette raison que nous avons choisi ce thème dont l'objectif est de quantifier, cartographier, étudier l'état des espaces verts en calculant les indices de végétations pour atteindre le but principal qui est la valorisation et l'amélioration des espaces verts dans notre ville.

I. La télédétection

I.1. Définition de la télédétection

Le mot télédétection (en anglais « Remote Sensing ») désigne l'ensemble des techniques qui permettent d'étudier à distance des objets ou des phénomènes. Le néologisme « Remote Sensing » fait son apparition aux Etats-Unis dans les années soixante, lorsque des capteurs nouveaux viennent compléter la traditionnelle photographie aérienne. Le terme de télédétection a été introduit officiellement dans la langue française en 1973 et sa définition officielle est la suivante : « Ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci. » (C.I.T.T.A., 1988).

La télédétection spatiale est une discipline scientifique qui intègre un large éventail de compétences et de technologies utilisés pour l'observation, l'analyse et l'interprétation des phénomènes terrestres et atmosphériques. Ses principales sources sont les mesures et les images obtenues à l'aide de plates-formes aériennes et spatiales. Comme son nom même l'indique, la télédétection est l'acquisition de l'information à distance, sans contact direct avec l'objet étudié (Mhamdia Ch., 2012).

« La télédétection est la technique qui, par l'acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information. » (Oussaf O., 2017).

Dans la plupart des cas, la télédétection implique une interaction entre l'énergie incidente et les cibles. Le processus de la télédétection au moyen de systèmes imageurs comporte les sept étapes que nous élaborons ci-après. Notons cependant que la télédétection peut également impliquer l'énergie émise et utiliser des capteurs non-imageurs (C.C.T., 2016).

I.2. Évolution historique :

L'histoire des techniques de la télédétection peut être découpée en cinq grandes époques (Midekor et al., 2013) ;

- De 1856, date à laquelle pour la première fois un appareil photographique a été installé de façon fixe à bord d'un ballon, à la première guerre mondiale ou se déroule l'époque des pionniers pendant laquelle sont explorées les possibilités de la photographie aérienne verticale

Pour la cartographie. Les lois fondamentales de la stéréoscopie et de la photogrammétrie sont découvertes à la fin du XIXe siècle ;

- De la première guerre mondiale à la fin des années 50, la photographie aérienne devient un outil opérationnel pour la cartographie, la recherche pétrolière, la surveillance de la végétation. On assiste à un progrès continu de l'aviation, des appareils photographiques et des émulsions (couleur, infrarouge noir et blanc, infrarouge fausse couleur). Les méthodes de la photo-interprétation sont précisées et codifiées ;
- La période qui commence en 1957 et s'achève en 1972 marque les débuts de l'exploration de l'espace et prépare l'avènement de la télédétection actuelle. Le lancement des premiers satellites, puis de vaisseaux spatiaux habités à bord desquels sont embarqués des caméras, révèle l'intérêt de la télédétection depuis l'espace. Parallèlement, les radiomètres- imageurs sont mis au point et perfectionnés, de même que les premiers radars embarqués à bord d'avions. La première application opérationnelle de la télédétection spatiale apparaît dans les années 60 avec les satellites météorologiques de la série ESSA ;
- Le lancement en 1972 du satellite ERTS (rebaptisé ensuite LANDSAT 1), premier satellite de télédétection des ressources terrestres, ouvre l'époque de la télédétection moderne. Le développement constant des capteurs et des méthodes de traitement des données numériques ouvre de plus en plus le champ des applications de la télédétection et en fait un instrument indispensable de gestion de la planète, et de plus en plus, un outil économique ;
- Depuis les années 70, on assiste à un développement continu de la télédétection, marqué notamment par :
 - L'augmentation de la résolution spatiale des capteurs, déjà évoquée ;
 - La diversification des capteurs qui utilisent des domaines de plus en plus variés et spécialisés du spectre électromagnétique. Dans les années 90, on assiste ainsi à la multiplication des satellites équipés de capteurs actifs (on en parlera par la suite), radars en particulier. Dans le domaine du rayonnement visible et infrarouge, les capteurs à très haute résolution spectrale sont aujourd'hui d'utilisation courante dans leur version aéroportée et font leur apparition à bord de satellites.

I. 3. Les principes de base de la télédétection :

Le principe de base de la télédétection est similaire à celui de la vision de l'homme. La télédétection est le fruit de l'interaction entre trois éléments fondamentaux (une source d'énergie, une cible et un vecteur) (Oussaf O., 2017).

I.3.1. La cible : Est portion de la surface terrestre observée par le satellite. Sa taille peut varier de quelques dizaines à plusieurs milliers de kilomètre carré.

I.3.2. Source d'énergie : Est l'élément qui éclaire la cible en émettant une onde électromagnétique (flux de photons).

Dans l'immense majorité des cas que nous aborderons ici, la source d'énergie est le soleil. Néanmoins, la technologie RADAR nécessite qu'un émetteur soit embaqué sur le satellite, dans ce cas le satellite lui-même est source d'énergie.

I.3.3. Le vecteur : ou plate-forme de télédétection mesure l'énergie solaire (rayonnement électromagnétique) réfléchi par la cible. Le vecteur peut- être un satellite ou un avion, dominat la cible de quelques centaines de mètres à 3600 kilomètre.

Les capteurs embaqués sur le satellite mesurent le rayonnement électromagnétique réfléchi puis un émetteur renvoie l'image sur terre vers des stations de réception (**Abdelhafidi N ., 2014**).

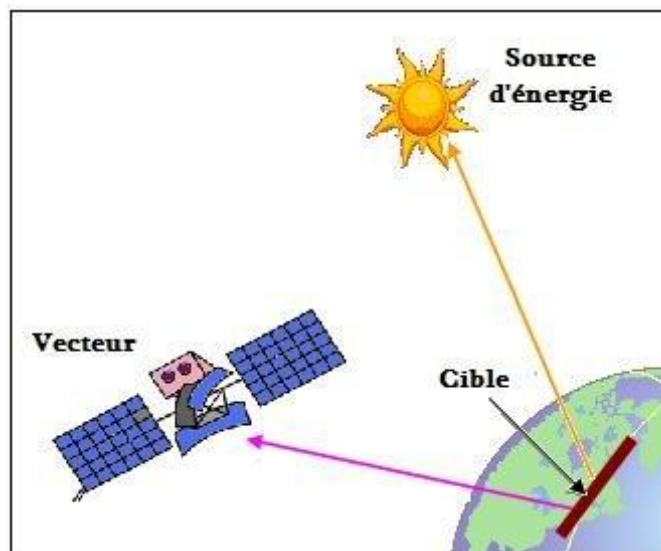


Figure I.1. Principe de base de la Télédétection.

Source : (**Abdelhafidi N ., 2014**).

(Consulter le : 15/03/2020).

I.4. Les étapes de la télédétection :

De manière plus détaillée on peut schématiser la télédétection comme un ensemble de 7 étapes clés

I. 4.1. Source d'énergie ou d'illumination (A) :

À l'origine de tout processus de télédétection se trouve nécessairement une source d'énergie pour illuminer la cible.

I. 4.2. Rayonnement et atmosphère (B) :

Durant son parcours entre la source d'énergie et la cible, le rayonnement interagit avec l'atmosphère. Une seconde interaction se produit lors du trajet entre la cible et le capteur.

I. 4.3. Interaction avec la cible (C) :

Une fois parvenue à la cible, l'énergie interagit avec la surface de celle-ci. La nature de cette interaction dépend des caractéristiques du rayonnement et des propriétés de la surface.

I. 4.4. Enregistrement de l'énergie par le capteur (D) :

Une fois l'énergie diffusée ou émise par la cible, elle doit être captée à distance (par un capteur qui n'est pas en contact avec la cible) pour être enfin enregistrée.

I. 4.5. Transmission, réception et traitement (E) :

L'énergie enregistrée par le capteur est transmise, souvent par des moyens électroniques, à une station de réception où l'information est transformée en images (numériques ou photographiques).

I. 4.6. Interprétation et analyse (F) :

Une interprétation visuelle et/ou numérique de l'image traitée est ensuite nécessaire pour extraire l'information que l'on désire obtenir sur la cible.

I. 4.7. Application (G) :

La dernière étape du processus consiste à utiliser l'information extraite de l'image pour mieux comprendre la cible, pour nous en faire découvrir de nouveaux aspects ou pour aider à résoudre un problème particulier (C.C.T., 2016).

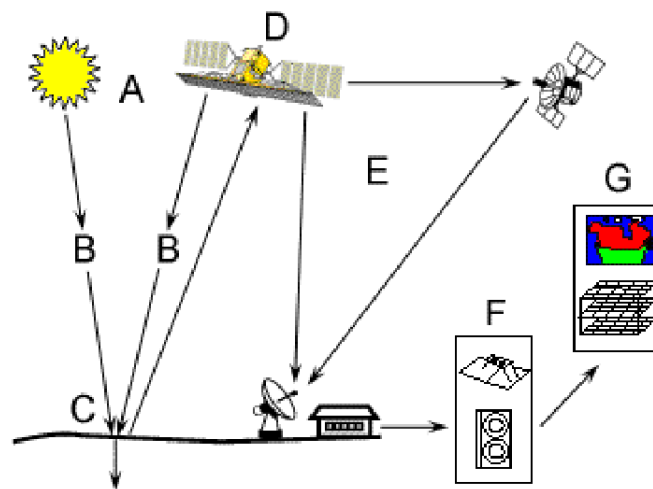


Figure I.2. Les étapes de la télédétection

Source : (C.C.T., 2016)

(Consulter le : 23/02/2020).

I. 5. Détection passive et active :

I.5.1 capteur actif : capteur auquel est incorporé ou associé un émetteur qui irradie la scène dans la bande spectrale du récepteur. Le radar et le lidar (à rétrodiffusion) sont des exemples de capteurs actifs. L'équivalent en anglais est : *active sensor*.

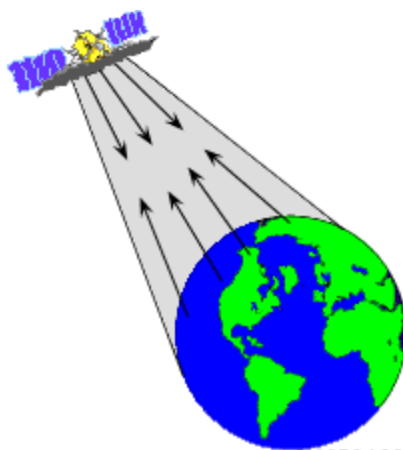


Figure I.3. Principe de capteur actif (C.C.T).

I.5.2. Capteur passif : capteur qui reçoit une énergie émise sans que lui-même irradie la scène. Un appareil photographique sans flash est un capteur passif. L'équivalent en anglais est : *passive sensor* (Lawandi., 2006)

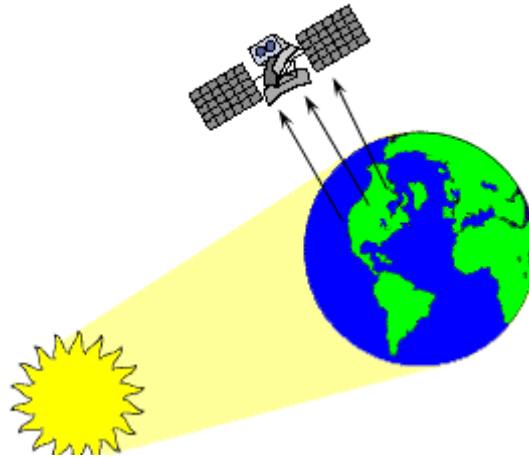


Figure I.4. Principe de fonctionnement d'un capteur passif (CCT).

I.6. Les systèmes d'information géographique (SIG) :

I.6.1. Définition du SIG :

Un système d'information géographique possède l'ensemble des caractéristiques d'un système d'informations appliqué à la géographie. Françoise de Blomac, géographe, cartographe mais aussi spécialiste des nouvelles technologies le définit de la manière suivante :

« un SIG est un ensemble organisé de matériels informatiques, de logiciels, de données géographiques et de personnel capable de saisir, stocker, mettre à jour, manipuler, analyser et présenter toutes formes d'informations géographiquement référencées. » (Oussaf O., 2017).

I.6. 2. Historique du SIG :

En 1884 dans le quartier de Soho à Londres, le docteur John Snow découvre les causes d'une épidémie de choléra en superposant sur un même carte les foyers de la maladie et le lieu de puisage de l'eau.

- Cet exemple est souvent cité comme première application de l'analyse spatiale. Néanmoins l'informatisation des données géographiques afin de faciliter cette analyse commence réellement dans les années 60 en Afrique de l'Est où la multiplicité des cartes et la difficulté à

hiérarchiser les informations rendent la localisation des meilleurs sites pour de nouvelles implantations forestières très difficile.

- En 1991, **D.J. Maguire** définit trois grandes périodes dans l'histoire des SIG :
- De la fin des années 50 au milieu des années 70 : création des premières cartes informatiques
du milieu des années 70 au début des années 80 : diffusion des SIG dans les organismes d'état
- A partir du début des années 80 : explosion du marché des logiciels, augmentation des applications et des fonctionnalités des SIG, mise en réseau on peut aujourd'hui ajouter deux grands points : la banalisation de l'informatisation des données géographiques avec les GPS, les sites de calcul d'itinéraires et des fonctionnalités comme Google Maps et l'apparition des objets 3D (**Thierr J ., 2000**).

I.6. 3. Les composants du SIG :

Un Système d'Information Géographique est constitué de 5 composants majeurs ;

I.6. 3.1. Les données :

Les données représentées dans les SIG peuvent être des cartes géographiques, images satellitaires des photos aériennes, des données alphanumériques, numériques .C'est la composant la plus importante d'un SIG.les données géo-référencées peuvent être, soit importées à partir de fichiers, soit saisies par un opérateur.

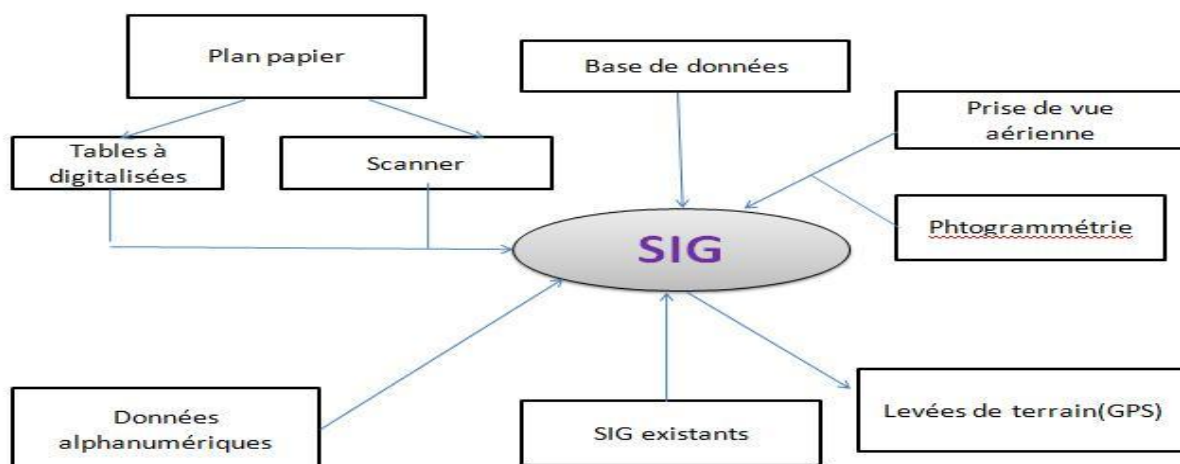


Figure I.5. Origine des données des SIG

Source : (**Eastan., 1993**).
(Consulter le : 13/03/2020)

I.6. 3.2. Le matériel :

Il s'agit d'une composante indispensable à un SIG et l'élément fondamental de ce reste l'ordinateur. Les S.I.G fonctionnent grâce aux ordinateur et périphériques connectés entre eux ou non et permettant aux utilisateurs d'utiliser tous ses fonctionnalisés.

I.6. 3.3. Logiciels

Les logiciels de SIG sont munis d'un SGPD et d'un système de cartographie assisté par ordinateur CAO. Ils offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations, grâce à ces outils, les requêtes, l'analyse et la visualisation via des interfaces graphiques devient pertinente.

I.6. 3.4. Utilisateurs :

Un SIG est avant tout un système et ce sont ses utilisateurs qui l'entretiennent et le gère, ce qui lui permet de fonctionner pour livrer tout son potentiel au besoin de l'homme.

I.6. 3.5. Méthodes :

Pour que les éléments cités plus haut soient opérationnels, il est nécessaire de fédérer des connaissances techniques autour de ceux-ci. Un SIG fait appel à divers savoir-faire et donc diverses méthodes générales (Djellout. et Moghdir., 2015).

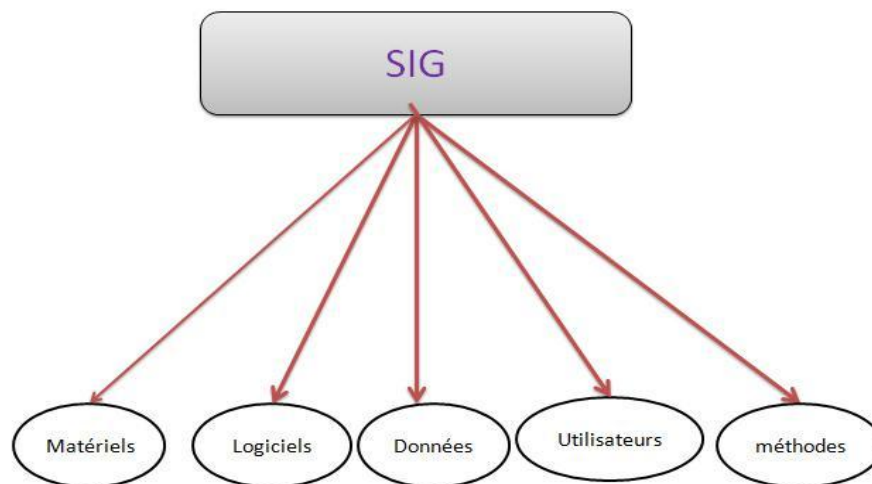


Figure I.6. Les 5 composantes d'un SIG

Source : (Mhamdia Ch., 2012).

I.6. 4. Mode de représentation les données géographiques :

Les données spatiales sont représentées dans SIG suivant deux modes : le mode vectoriel et raster (matriciel ou maillé).

I.6. 4.1. Les données raster :

La structure des données raster est une abstraction du monde réel où les données spatiales sont divisées de manière régulière en ligne et en colonne, à chaque valeur ligne / colonne (pixel) est associées une ou plusieurs valeurs décrivant les caractéristiques de l'espace, La discontinuée du modèle de données raster lui qualifié pour certains types d'opérations spatiales telle que la superposition, le calcul de superficie, ou la modélisation de simulation.



Figure I.7. Mode raster

Source : (*Servigne S., 2006*)
(Consulter le : 28/03/2020).

I.6. 4.2. Les données vectorielles :

La structure de données vecteur est une abstraction du monde réel où les données de position sont représentées sous forme de coordonnées, Dans les données vectorielles, les unités de base des informations spatiales sont des points, lignes et polygones, Chacune de ces unités est composées simplement comme une série d'un ou de plusieurs points de coordonnées, par exemple : une ligne est une collection de points connexes, un polygone est un ensemble de lignes connexes.

Les points sont couramment utilisés pour représenter les enregistrements individuels, bien que les polygones sont utilisés pour représenter les distributions d'espèces la végétation et les unités environnementaux. (Zerroug ., 2012).

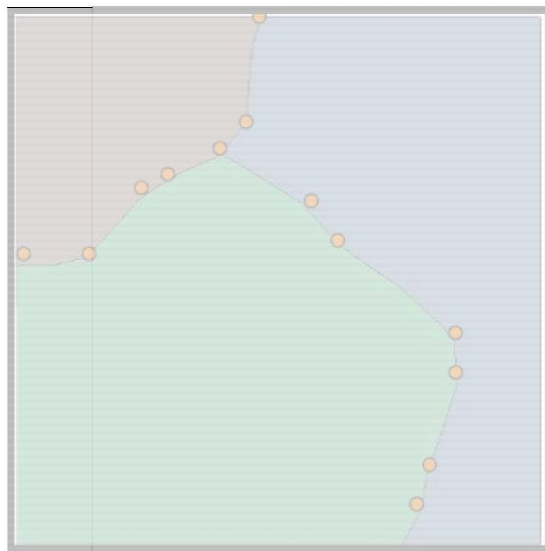


Figure I.8. Mode vectoriel

Source : (Servigne S., 2006).

I.6.4.3. Comparaison entre les deux modes rasters et vecteurs:

Bien que les deux modes sont bien distinct point de vu organisation des données, ils restent cependant complémentaires en permettant à l'utilisateur d'élargir le champ de son investigation pour des application et des traitements très variés, chaque mode a des avantages et des inconvénients et le recours à l'un ou à l'autre n'est pas toujours une tâche facile ,car ce sont les objectifs et les sources de données du projet qui orientent le choix de l'utilisateur. Certaines applications peuvent même faire appel aux deux modes (**Koelne et al., 1994**).

Tableau I.1. Comparaison entre le mode VECTEUR et le mode RASTER.

MODE	AVANTAGE	INCONVENIENTS
Raster	<ul style="list-style-type: none"> -Structure de données simple. -Compatible avec des données à distance senties ou analyse. -Procédures spatiales simples d'analyse. 	<ul style="list-style-type: none"> -Exige un plus grand espace mémoire sur l'ordinateur. -Selon la taille de Pixel, le rendement graphique peut être moins agréable. -Les transformations de projection sont plus difficiles. -Plus difficile de représenter des rapports topologiques.

Vecteur	<ul style="list-style-type: none"> -Exige moins d'espace de mémoire à disque. - Les rapports topologiques. Sont aisément maintenus. -Le rendement Graphique ressemble plus étroitement aux cartes tirées par la main. 	<ul style="list-style-type: none"> -Structure plus complexes. -Non compatible avec des données à distance senties. -Le logiciel et le matériel sont souvent plus chers. -Quelques procédures spatiales sont d'analyse peuvent être plus difficiles. -Recouvrement des multiples cartes de vecteur est souvent long.
----------------	--	--

Source :(**Koelne et al 1994**)

(Consulter le : 02/04/2020).

I.6. 5. Fonctionnalités de base des SIG les 5 « A » :

Bien que les SIG soient adaptés chacun à des objectifs fixés, ils ont en commun des fonctionnalités que l'on retrouve dans chaque système, regroupées en 5 familles sous le terme des (5A) (Longley et *al.*, 2005).

I.6. 5.1. Abstraction :

L'abstraction consiste à modéliser le problème afin de le rendre compréhensible par le plus grand nombre possible, de faciliter sa conception ultérieure et de s'assurer de respecter certaines normes de conception. Cette partie concerne plus particulièrement le système de gestion de base de données (SGBD).

Différents modèles peuvent être adoptés comme les diagrammes Entités-Associations ou les diagrammes physiques de base de données. On peut également utiliser les diagrammes SADT, Merise ou UML (Ould Ahmed. B et *al.*, 2005).

I.6. 5.2 Acquisition :

Alimentation du SIG en données : il faut d'une part définir la forme des objets géographiques et d'autre parts attributs et relations. Les principales techniques d'acquisition sont:

- Acquisition à partir de documents existants papier,
- Acquisition à partir de photos (aériennes),
- Acquisition à partir de d'images satellite (télédétection),
- Acquisition à partir de terrain (données recueillies à l'aide d'un GPS, etc.)

I.6. 5.3. Analyse :

L'analyse spatiale sémantique repose sur l'étude, par des requêtes ou des calculs, de données alphanumériques afin de décrire qualitativement ou quantitativement certaines caractéristiques d'une région. Cette description se fait souvent de manière cartographique et elle se doit de respecter les règles de sémiologies graphiques.

Les données qualitatives non ordonnées sont représentées par des couleurs différentes, des formes, des différences de texture ou d'orientation. Les données qualitatives ordonnées ou quantitatives relatives sont représentées par un dégradé d'une seule et même couleur ou l'affichage de valeurs. Les données quantitatives absolues sont représentées par une variation de taille (Djellout et Moghdir., 2015).

I.6. 5.4. Archivage :

Dans la plupart des systèmes de traitement disponibles, les données sont organisées en couches selon les différentes catégories thématiques, par exemple : formation végétale, hydrologie et toponymie, la superposition de ces couches doit refléter les phénomènes et leurs relations aussi proches que possible de ce qui existe dans la réalité (De By et al. 2000).

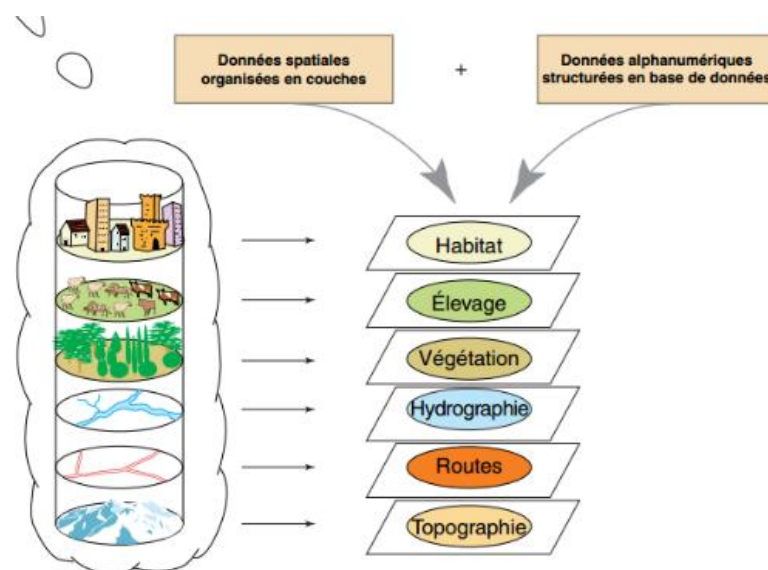


Figure I.9. Superposition de couches de données

Source : (De By et al. 2000)

(Consulter le : 01/09/2020).

I.6. 5.5. Affichage :

Restitution des résultats par des fonctions de mise en forme et de visualisation. L'affichage peut se faire sur différents supports. La plupart du temps, le SIG installé sur une Machine fixe est capable de lire un ou plusieurs formats d'images et de manipuler des bases de données afin d'afficher sur l'écran les informations voulues.

Que ce soit directement sur l'ordinateur ou par internet, l'affichage ne peut se faire que sur une machine capable d'intégrer ces logiciels et ces outils assez coûteux en mémoire. Il est possible d'imprimer sur papier ou en PDF l'affichage cartographique mais le principe des diverses couches est perdu et le rendu est souvent très médiocre (**Ould Ahmed., 2005**).

I.6. 6. Rôles du SIG dans les études environnementales :

Les applications environnementaux sont longtemps constitué la base de SIG, Beaucoup des premières applications été principalement concernées par les questions d'inventaire et de mesure, mais à partir du milieu des années 1980 une importance. Beaucoup plus grande été donnée à l'analyse statistique et la modélisation.

Les SIG sont largement utilise dans les taches environnementales suivantes:

- Le choix des parcelles représentatives d'échantillonnages, ou-schéma d'exploitation, Par exemple, le relief, la nature des sols et la végétation constituent souvent la base de données utilisés pour définir où les parcelles d'étude seront faites pour obtenir une représentation de la biodiversité dans un lieu donné.
- l'élaboration des plans d'interventions et d'exploitations (domaine forestier).
- La comparaison des indicateurs environnemental : la plupart des applications basées sur ces méthodes visent à constater des corrélations entre plusieurs variables environnementaux comme : la végétation et les changements d'utilisation des terres, les effets de la faune sur la végétation.
- Simulation et modélisation des impacts et des changements environnementaux sur la biodiversité (**Zerroug., 2015**).

II. Généralités sur les espaces verts :

II.1. Concept d'espace vert :

"L'espace vert est synonyme d'espace urbain non construit, végétaliste et aquatique. C'est un réseau d'espaces publics et privés non constructibles remplissant plusieurs fonctions: de production agricole ou forestière, de conservation du patrimoine naturel, de pédagogie, de loisirs de plein air et d'espace structurant le tissu urbain des centres aux périphéries. C'est une infrastructure publique offrant aux citoyens des usages liés à la présence des éléments naturels (végétal, animal, eau, etc.)" (**Donadieu, 2002**).

Le terme d'espace vert connaît des définitions multiples suivants les professions concernées par ce domaine : L'urbaniste l'assimile à l'espace urbain : en urbanisme, ce terme désigne tout espace d'agrément planté de fleurs, d'arbres ou engazonné. Le gazon est un élément important dans la plupart des espaces verts, facteur d'appauvrissement en biodiversité (**Wikipedia, 2020**) (consulter le : 12/08/2020).

Selon le Larousse le mot espace vert est composé de deux mots :

- Espace : Milieu affecté à une activité
- Vert : C'est une couleur Une fois composé le mot signifie Jardin, espace vital à l'homme pour vivre avec équilibre.

Selon le dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement (1996) le mot espace vert semble être utilisé pour la première fois en France en 1925 par un conservateur des parcs et Jardins de Paris J C N Forestier.

Choay et Merlin (1996) présentent l'espace vert selon les différentes époques : A l'époque antique et médiévale la ville était largement pénétrée par la campagne. Les jardins de cette époque étaient en abondance. Au 19^{ème} siècle, le préfet Haussmann met en place une politique d'aménagement des espaces verts dans les villes Françaises pour des motifs d'hygiène. A l'heure actuelle, les espaces verts prennent des formes différentes et occupent des superficies et des emplacements variables selon les besoins, les aires d'influences et la diversité du milieu urbain avoisinant. Divers types de classement sont possible selon : • Localisation (urbaine, suburbaine et rurale) ; • Leur degré d'aménagement ; • Leur statut de propriété (public, privé, privé ouvert au public) ; • Le type d'utilisateurs ; • La fréquence (quotidienne, hebdomadaire, occasionnelle..) ; On distingue, aux différents niveaux : (typologie) • De l'unité d'habitation : Les jardins privés et jardins d'immeubles • De l'unité de voisinage : Les places et jardins publics de voisinage ; • Du quartier : parc de quartier,

promenades, terrains de sport ; • De la ville : parc urbain, parc d'attraction, parc zoologique ;

- De la zone périurbaine : forêts ; terrains de campagne plein air et loisir. L'espace vert concerne aussi bien le mètre carré qu'occupe un arbre que les dizaines d'hectares qui constituent les forêts, en passant par toutes les formes et dimensions intermédiaires. **Institut de Gestion des Techniques Urbaines, IGTU de M'sila.**

II.2. Catégories d'espaces verts urbain :

Il existe deux catégories d'espaces verts urbain : les spécialisés et les non spécialisés.

II.2.1. Les espaces verts spécialisés :

Il s'agit d'espaces à vocation spécifique et qui remplissent une fonction ou permettent le déroulement d'activités bien définies, qu'elles soient sportives, scientifiques, ludiques ou autre. Cette catégorie regroupe plusieurs types :

- parc d'attraction ;
- jardin ou parc botanique ;
- base de loisirs ;
- plaine de loisirs ;
- terrain de golf ;
- camping/caravaning.

II.2.2. Les espaces verts non spécialisés :

Il s'agit d'espaces verts ouverts au public et qui se distinguent selon :

- ✓ la localisation dans la ville, le type de quartier, le type de limite ;
- ✓ la fréquentation par tranche d'âge, la distance parcourue, les moyens de transport, la zone d'influence ou de desserte ;
- ✓ la superficie et les composantes physiques végétales ou autres ;
- ✓ la fonction ou l'usage de cet espace ;
- ✓ l'existence ou non de couvert végétal et d'équipement importants ;
- ✓ le statut juridique et le mode de gestion.

On trouve :

a) Jardin public :

Il se caractérise par sa situation de proximité par rapport à la population d'un quartier, offrant à une moindre échelle que le parc urbain, une palette d'aménagements paysagers : plantations arborées et arbustives, circulation piétonne, bassin, fontaine, kiosque et mobilier urbain léger, etc. (Planche **II.1**).



Planche II.1. Jardin public de la ville de SBA

(Source : *Google images*)

(Consulter le : 21/05/2020).

b) Square :

Il se différencie du jardin public par le fait qu'il n'est absolument pas enclavé dans le tissu urbain, mais délimité sur chacun de ses côtés par des voies de circulation ; ses limites sont donc généralement plus géométrique. Les squares sont avant tout un décor urbain, lieu de promenade et de détente. Les aménagements ludiques sont rarement importants. Le jardin public et le square peuvent offrir des vallonnements et des jeux de relief permettant de mettre en valeur les plantations et les équipements.

c) Aire de jeux :

Ce sont des aires fortement plantées, offrant aux habitants du voisinage un espace dit de proximité, où peuvent jouer les enfants en bas âge et les préadolescents. Ces espaces doivent donc offrir, hygiène, ombrage et soleil, mobilière et revêtements de sol etc.

d) Parcs de quartiers :

Les parcs de quartiers offrent un lieu de repos, de détente comme les squares, et constituent en plus un lieu de pratique d'activités récréatives. Quelques équipements légers peuvent permettre le jeu ou même certaines pratiques sportives.

e) Espaces verts urbains d'accompagnement :

Ils seront différenciés en fonction du type d'occupation du sol auquel ils sont liés :

- les infrastructures essentiellement routières avec les plantations d'alignement, les haies et les trottoirs (planches **II.2** et **II.3**) ;
- les arbres d'alignement le long des façades, les mails plantés ;
- les jardins privés, liés à l'habitat et aux équipements.



Planche II.2. Voirie de mairie de la ville de SBA



Planche II.3. Espace vert de la ville de SBA

(Source : Google images)
(Consulter le : 21/05/2020).

f) Forêt de boisement

Elle est plantée de façon rigoureuse, sa plantation est généralement thématique.

g) Ceinture verte

La ceinture verte est une sorte de « coupure verte » qui vise en général à sauvegarder les espaces naturels situés en limite de l'agglomération (Planche **II.4**) dans le but de :

- ✓ limiter l'extension en tache d'huile du tissu urbain ;
- ✓ ouvrir de nombreux espaces verts de loisirs et de récréation aux habitants ;
- ✓ maintenir l'agriculture ou la forêt aux portes des villes.



Planche II.4. Ceinture verte.

(Source : Google images)
(Consulter le : 03/05/2020).

II.3. Les composantes de l'espace vert

II.3.1. Les arbres et arbustes

Eléments constitutifs des espaces verts, les arbres présentent certaines caractéristiques qui permettent d'établir des critères de classification. Ces critères sont utiles à connaître pour mener à bien les travaux de création comme ceux d'entretien.

II.3.2. Les grands terrains gazonnés

Avec les arbres et les fleurs, l'enherbement est le troisième élément constitutif des espaces verts urbains. Le terme d'enherbement comprend le gazon, la pelouse et la prairie.

II.3.3. Les haies

Parmi les fleurs ou végétaux à floraison que l'on peut développer en milieu urbain, il faut rendre aux plantes grimpantes ou sarmenteuses la place qu'il leur revient. Malheureusement, cette catégorie n'est pas suffisamment considérée et donc peu utilisée.

On distingue habituellement trois types d'usage pour ces végétaux : on peut tapisser des parois minérales surtout lorsque l'on veut masquer des surfaces qui ne sont pas agréables au regard. Dans les parcs, jardins ou petits squares, on peut également faire grimper de la végétation sur des pergolas ou des treilles (Planche II.5) (Amireche, 2012).



Planche II.5. Haie de jardin (Zouaghi Slimane).

(Source : Google images).

II.3.4. Les arbres d'alignements

De nos jours, l'arbre en milieu urbain est devenu un sujet de préoccupation car il représente un enjeu à la fois patrimonial, écologique, économique, social et politique. Les écologues estiment qu'il existe environ 100 000 espèces d'arbres dans le monde, soit le quart de toutes les espèces végétales vivantes (Gillig et al., 2008).

On appelle arbre d'alignement les espèces d'arbres couramment plantées de manière linéaire et régulière le long des routes et des rues pour l'ornementation et l'ombrage (Planche II.6).



Planche II.6. Arbres d'alignement (Talus 5 juillet 1962)

(Source : Google images)
(Consulter le : 08/05/2020)

II.4. Les normes des espaces verts

La notion de norme ou de tant de mètres carrés de verdure pour chaque habitant est discutable, pour une appréciation qualitative car elle ne représente qu'une moyenne nationale et par conséquent elle cache les disparités existantes d'une ville à une autre. La détermination des normes d'espaces verts sont calculé à partir de deux méthodes : la méthode comparative et la méthode éducative.

II.4.1. La méthode comparative

Elle consiste à examiner les principaux systèmes de normes utilisées dans les régions urbaines similaires. Elle permet aussi de prendre en compte l'expérience des pays les plus avancés à partir d'un bilan de leurs réalisations.

Cette méthode présente certains risques et inconvénients, car les paramètres utilisés dans les calculs tels que le taux d'urbanisation, la taille de la ville considérée, le revenu national et les données socio-économiques, ne tiennent pas compte de la spécificité de chaque culture qui s'exprime dans :

- ✓ le mode de vie des populations ;
- ✓ la densité d'occupation des sols ;
- ✓ la forme d'habitat et les réalisations urbanistiques.

II.4.2. La méthode éducative

Les normes sont calculées à partir des estimations de la fréquentation des espaces existants et d'une réflexion sur les perspectives d'avenir. Cette méthode pose un problème sur les estimations actuelles et futures de la fréquentation des équipements (forêts, parcs, jardins), et sur les espaces à adapter. Pour cette méthode deux grands types de normes se dégagent :

- ✓ une norme régionale de 100 m²/habitant pour les parcs régionaux et parcs de week-end.
- ✓ une norme de 25 m²/habitant sur le territoire de la ville nouvelle ou à la périphérie des villes.

II.5. Les normes dans la législation algérienne

En Algérie, la loi n° 2007-06 du 13 mai 2007 relative à la gestion, à la protection et au développement des espaces verts, fixe les normes suivantes :

Art. 29. — Pour toute conception d'espaces verts, le concepteur public ou privé est tenu dans une optique d'homogénéité et d'unité, de prendre en considération les facteurs suivants :

- ✓ le caractère du site ;
- ✓ les vues à conserver, à mettre en valeur ou celles à masquer ;
- ✓ les ressources de terrain ;
- ✓ les espèces et variétés végétales de la région concernée ;
- ✓ le patrimoine architectural de la zone ou de la région ;
- ✓ les servitudes et les contraintes liées à la mitoyenneté, au régime des eaux, au droit de passage, au bornage, aux alignements de voirie, nivellements, plantations, aux canalisations souterraines et aux installations électriques souterraines.

Art. 30. — Les emplacements réservés aux espaces verts dans les zones urbaines doivent être pris en considération lors de l'élaboration ou de la révision des instruments d'urbanisme.

Art. 31. — Il est institué en vertu de la présente loi :

- ✓ des normes d'espace vert ;
- ✓ des coefficients d'espace vert par ville ou par ensemble urbain ;
- ✓ des coefficients d'espace vert pour les habitations particulières ;
- ✓ une nomenclature des arbres urbains et des arbres d'alignement.

Art. 32. — Il est institué un prix national de la ville verte.

II.6. Classement des espaces verts

Le classement des espaces verts est une mesure indispensable à leur réhabilitation, à leur conservation et à leur développement. Au plan réglementaire et en application de la loi relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, le ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement a diffusé une instruction par laquelle, il invite les pouvoirs publics locaux à prendre les mesures permettant la réhabilitation, la conservation et le développement des espaces verts, des parcs et des jardins publics.

A cet effet, Messieurs les présidents des Assemblées populaires Communales sont tenus de procéder au classement de ces espaces qui deviennent ainsi au regard de la loi domaniale (loi 90-30 du 10 décembre 1990) des biens communaux incessibles, inaliénables et imprescriptibles et ne doivent faire l'objet d'aucune appropriation privée.

L'instruction invite également les APC à procéder à l'inventaire exhaustif des espaces verts et à les porter sur le sommier de consistance des biens et valeurs appartenant à la commune ou concédés.

Tableau II.1. Situation des espaces verts à travers les wilayas du pays

Wilaya	Type d'espace vert (ha)			
	Jardin public	Espace vert	Bosquet	Placette square
Tebessa	32439	2000	0	31693
Saida	21850	102743	40600	21850
Batna	82790	23717	0	0
Sidi bel abbes	9830	110	0	0
Oum Elbougghi	43300	87050	0	0
Sétif	114	189	21147	1255
Tlemcen	24158	210718	0	350713
Ouargla	15376	24806	6176	600
Tamanrasset	800	0	0	0
Illizi	117000	2200	0	0
Mila	103381	0	0	301940
Khenchla	17075	19365	0	552
Tipaza	1600	0	0	23565
Constantine	9601	6804	0	3907
Naama	27600	0	0	43500
El Oued	115880	0	0	0
Relizane	35880	19326	0	0
Mascara	9550	0	0	0
Borj Bouaririj	113087	0	0	0
Bejaia	18800	2400	0	18710
Total	800111	501428	67923	798283

(Source : RNE, 2003)

II.7. Rôle des espaces verts

Les espaces verts remplissent trois principaux rôles (Figure 1) qui sont liés :

- ✓ urbanistique ;
- ✓ social ;
- ✓ environnemental.

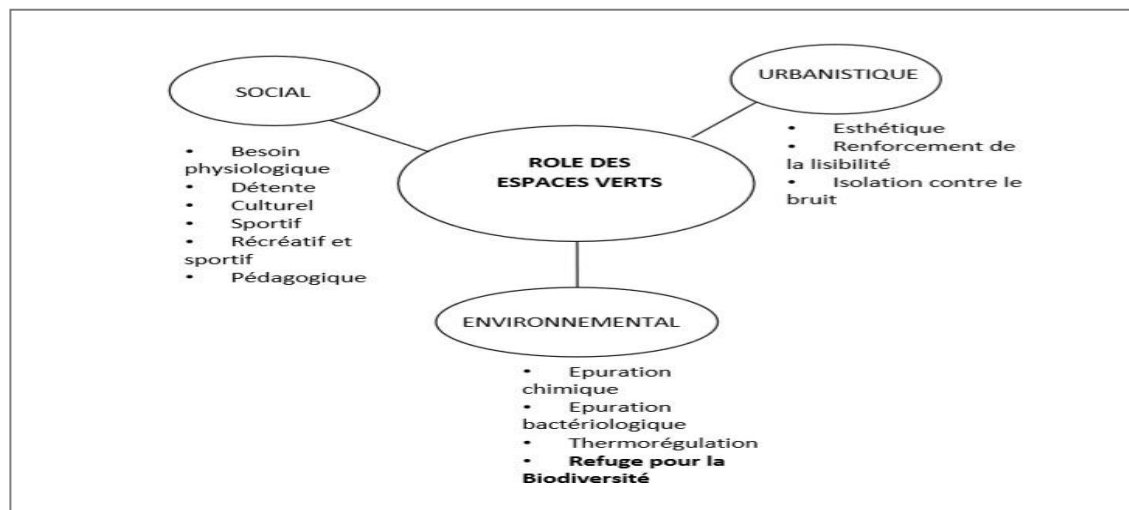


Figure II.1. Rôle des espaces verts.

(Source : Google images)

(Consulter le 10//05/2020)

II.7.1. Rôle urbanistique

Le premier rôle des espaces verts est d'embellir la ville, car le rôle esthétique est important pour la politique d'attractivité touristique des villes concernées. Par la diversité de paysage qu'ils créent, ils donnent une meilleure identité aux sites et les plantations d'alignement renforcent la lisibilité des axes principaux, diminuent l'impact visuel d'un bâti trop hétérogène, diversifient, en variant les espèces et les paysages créés.

Les plantations suffisamment épaisses permettent d'atténuer les nuisances sonores. Elles permettent alors de réduire un certain nombre de troubles psychologiques et physiologiques engendrés par le bruit. Une ceinture d'arbre de 30 mètres d'épaisseur diminue le bruit de 6 à 8 décibels (Association de l'Arbre Québec Métropolitain).

II.7.2. Rôle social

Les espaces verts sont une nécessité vitale pour les habitants des villes soumis à de nombreux stress : bruit continu, pollution atmosphérique, manque de repos... « La réintroduction de nature dans la ville n'est pas seulement un problème sanitaire. Les espaces verts répondent à un besoin très profond, en quelque sorte la fixation symbolique de la réaction de liberté et d'agressivité que la concentration des masses humaines dans un espace totalement artificiel ne peut satisfaire » (**Donadieu, 1996**).

Les espaces verts ont une histoire, des courants qui reflètent l'esprit de leur époque. Composer avec la nature en ville a longtemps été une pratique culturelle (**CERTU, 2001**).

Pour les activités récréatives, des aires de jeux, des terrains de sport, des parcours de santé sont installés dans les parcs et les jardins publics.

Les espaces verts peuvent aussi être le support de découverte du monde végétal et animal : l'éveil des sens, le goût, l'odorat, le toucher peuvent aussi être favorisé. C'est le rôle par exemple des jardins botaniques.

II.7.3. Rôle environnemental

« Cette fonction doit s'entendre à la fois dans le sens de la protection du sol par l'usage valorisant qui est donné aux espaces verts contre le développement anarchique des constructions et pour la protection de l'équilibre de l'écosystème urbain » (**De Vilmorin, 1976**).

Les espaces verts ont un rôle primordial d'épurateur de l'atmosphère. Grâce à la photosynthèse, les végétaux fixent le CO₂, produisent des quantités non négligeables d'O₂ et contribuent à l'épuration de l'atmosphère. Cependant, dans certaines zones très polluées, les éléments toxiques affaiblissent les organismes vivants. (**Larcher et Dubois, 1995**). De plus, de nombreux microbes et bactéries présents dans l'air sont détruit par l'ozone émis lors de l'assimilation chlorophyllienne (**De Vilmorin, 1976**).

Le feuillage des plantes émet des quantités considérables de vapeur d'eau. Cette émission s'accompagne d'absorption de chaleur, ce qui permet une baisse de température appréciable en période chaude. La baisse des températures entraîne des mouvements

descendants qui compensent les mouvements ascendants de l'air dans les zones bâties. Ceci permet d'éviter, en l'absence de vent, que des masses d'air pollué se forment au dessus des villes.

III.1. Zone d'étude :

III.1.1. Présentation de la ville de Sidi Bel Abbès:

La wilaya de Sidi Bel Abbès est située au Nord-Ouest du pays, à 82 km au sud d'Oran, à 87 km au nord-est de Tlemcen et à 93 km au sud-est de Mascara;

La ville est à **483m** d'altitude, située sur la Makérra au centre d'une vaste plaine comprise entre Djebel Tessala Nord et les monts de Dhaya au Sud;

Elle compte environ **212935** habitants, sur une superficie de **9151** km²; la densité de la population de la commune est donc **23.3** hab/km²;

La wilaya comprend **52** communes regroupées en **15** daïras;

Elle est comprise entre **35° 11' 38''** nord (latitude) et **0° 38' 29''** ouest (longitude) (figure III.1).



Figure III.1. Localisation de la ville de Sidi Bel Abbès

Source : (Google Earth).

(Consulter le : 02/09/2020)

III.1.2. Climat :

Le climat de Sidi Bel Abbès est chaud tempéré en été, en hiver les pluies sont bien plus importantes qu'elles ne sont en été. Selon la classification de Kopper-Geiger, le climat est de type Csa, sec et froid.

III.1.3. Hydraulique :

La ville de Sidi Bel Abbès recèle plusieurs ressources superficielles et souterraines, les premiers sont représentés par les oueds de la région dont le plus important est le bassin d'oued Mekerra qui prend sa source au niveau de la commune de Ras El Ma et le bassin supérieur d'oued El Hammam qui renferme les oueds de Sefioune et Tenira, dont on trouve 12 puits et 06 fourrages

III.1.4. Précipitation :

Mois	Quantités 2018/2019	M SELTZER	Quantités 2017/2018	Ecart
Septembre	82.7	16.5	0.0	66.2
Octobre	46.3	36.42	31.0	9.9
Novembre	24.6	58.45	20.1	-33.9
Décembre	14.7	56.84	32.6	-42.1
Janvier	48.5	68.88	47.2	-20.4
Février	15.9	36.42	24.7	-20.5
Mars	15.2	35.68	101.5	-20.5
Avril	30.2	24.69	42.6	5.5
Mai	13.5	14.14	32.2	-0.6
Juin	0.0	7	11.7	-7.0
Juillet	3.5	0	0.0	3.5
Aout	0.50	2.93	4.60	-2.4
TOT	295.6	358.0	348.2	-62.4

Tableau III.1. Précipitation de la ville SBA (Année 2018/2019)

Mois	Quantités 2019/2020	M SELTZER	Quantités 2018/2019	Ecart
Septembre	18.5	16.5	29.2	2.0
Octobre	29.2	36.42	46.3	-7.2
Novembre	55.0	58.45	24.6	-3.5
Décembre	58.5	56.84	14.7	1.7
Janvier	12.9	68.88	48.5	-56.0
Février	0.0	36.42	15.9	-36.4
Mars	0.0	35.68	15.2	-35.7
Avril	0.0	24.69	30.2	-24.7
Mai	0.0	14.14	13.5	-14.1
Juin	0.0	7	0.0	-7.0
Juillet	0.0	0	3.5	0.0
Aout	0.0	2.93	0.50	-2.9
TOT	174.1	358.0	242.1	-183.9

Tableau III.2. Précipitations de la ville de SBA (Année 2019/2020).

(Source : les services agricoles DSA.SBA)

(Résultat prise le : 26/01/2020).

III.1.5. Végétation :

Selon la Direction des Services Agricoles, la situation de la ville de Sidi Bel Abbès (2018/2019) :

- Superficie agricole totale : 3441 HA
- Superficie agricole utile : 3439 HA
- Viticulture : 2 HA
- Arbres fruitiers : 26.5 HA, en plus l'olivier (masse) : 114.7 HA
Olivier (pieds) : 18340 P
- Cultures maraichères : 10 HA.

III.1.6. Pédologie :

Les sols carbonatés, les plus répandus dans cet écosystème steppique, déterminent de vastes étendues encroûtées (**Halitim A., 1988**). Très peu profonds, ils sont reconnaissables à leur couleur grise due à une grande pauvreté en humus.

III.2. Approche Méthodologique:

Trois grands types de méthodologie peuvent être utilisés pour une cartographie d'espaces verts :

- la compilation de données cartographiques existantes.
- la photo-interprétation.
- la télédétection via des images satellites.

III.2.1. Première démarche :

La méthode de télédétection est la plus courante dans la littérature. L'utilisation de cette méthode permet la formation de classes plus précises et spécifiques.

La télédétection, bien qu'elle permette la formation de classes d'espaces verts plus détaillées, mettra en avant uniquement des classes de type "écosystème en place" (voire parfois des espèces d'arbres). Il sera nécessaire d'apporter de l'information supplémentaire si on veut différencier des types d'utilisation du sol bien spécifiques.

Au niveau de l'échelle, la majorité des études présentent des typologies à échelle locale.

Pour faire le lien avec les définitions d'espace vert, on constate que le critère végétation est toujours présent dans les classifications d'espaces verts proposées. Concernant le critère de zone urbaine, il est plus difficile à interpréter car il nécessiterait :

- la bonne connaissance de toutes les zones d'étude des différents auteurs ;
- une définition unique de la zone urbaine pour toutes ces études.

Il est donc difficile de conclure à la mise en évidence ou non de ce critère dans les études proposées. Aucun des autres critères d'une définition d'espace vert n'est mis en évidence dans les études proposant une méthodologie de cartographie des espaces verts, faisant souvent suite à un défaut de précision du contenu des différentes classes d'espaces verts.

Si l'apport de la télédétection ne peut pas être ignoré dans les méthodologies de cartographie des espaces verts, cet outil présente des limites. L'implémentation de classes d'espaces verts de type utilisation du sol ou de type foncier, par exemple, passera inmanquablement par l'ajout de couches cartographiques venant compléter l'information de l'image satellite seule. Concernant le critère de 'zone urbaine' propre aux définitions d'espace vert, si le choix est fait de faire apparaître ce critère dans les classes d'une cartographie d'espaces verts, une interprétation

paysagère devra être effectuée en vue d'identifier les limites du milieu urbain, que ce soit sur l'image satellite ou sur des couches cartographiques existantes.

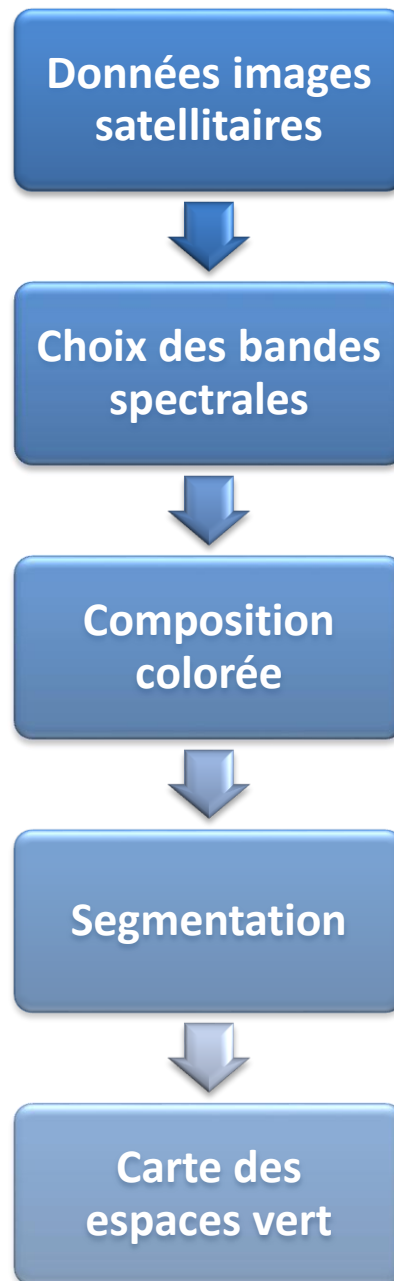


Figure III.2. Organigramme de travail.

III.2.2.1. Données utilisées :

Initialement dans notre première démarche méthodologique, nous avons fait appel à des scènes satellitaires algérienne Alsat-2B;

➤ ALSAT-2B :

Le satellite ALSAT-2B termine sa deuxième année en orbite et poursuit sa mission d'observation de la terre dans les meilleures conditions opérationnelles. Depuis son déphasage pour la constitution d'une mini-constellation avec son jumeau ALSAT-2A (lancé en Juillet 2010), le satellite suit avec précision la procédure mise en place par les ingénieurs du CDS pour l'évolution de son heure locale. En effet, cette démarche a permis d'améliorer les conditions d'éclaircissements des zones couvertes, en passant d'une heure locale de 09h30' au lancement du satellite, à 10H02' et ce, sans aucune manœuvre de correction sur l'inclinaison de son orbite.

Pour rappel, ALSAT-2B fournis des images à 2,5 m de résolution en mode panchromatique (PAN) et à 10 m en mode multispectral (MS) avec une fauchée de 17,5 km. Durant ses deux premières années en orbite, il a fourni plus de **39.600 scènes-images** PAN et MS. Ceci représente une longueur totale d'Images acquises de plus de **337 336 km**, une surface couverte de plus de **5,903 millions de km²** et une capacité de plus de **4,62 Téraoctets**.

III.2.2. Deuxième démarche :

Additivement à la précédente démarche nous avons opter à réaliser une petite étude sur le jardin public de SBA en calculant quelques indices de végétation à l'aide de la plateforme Google Engine.

➤ GOOGLE ENGINE :

Google Earth Engine (GEE) est une puissante plate-forme Web pour le traitement cloud des données de télédétection à grande échelle. Il rassemble les images satellitaires du monde - des milliards de mesures scientifiques datant de près de 40 ans - et les rend disponibles en ligne avec des outils permettant aux scientifiques, aux chercheurs indépendants et aux pays d'exploiter cet immense entrepôt de données pour détecter les changements, cartographier les tendances et quantifier les différences sur La surface de la terre. Les applications comprennent: la détection de la déforestation, la classification de la couverture terrestre, l'estimation de la biomasse forestière et du carbone et la cartographie des zones sans routes du monde. L'avantage réside dans sa vitesse de calcul remarquable, car le traitement est externalisé sur les serveurs de Google. La

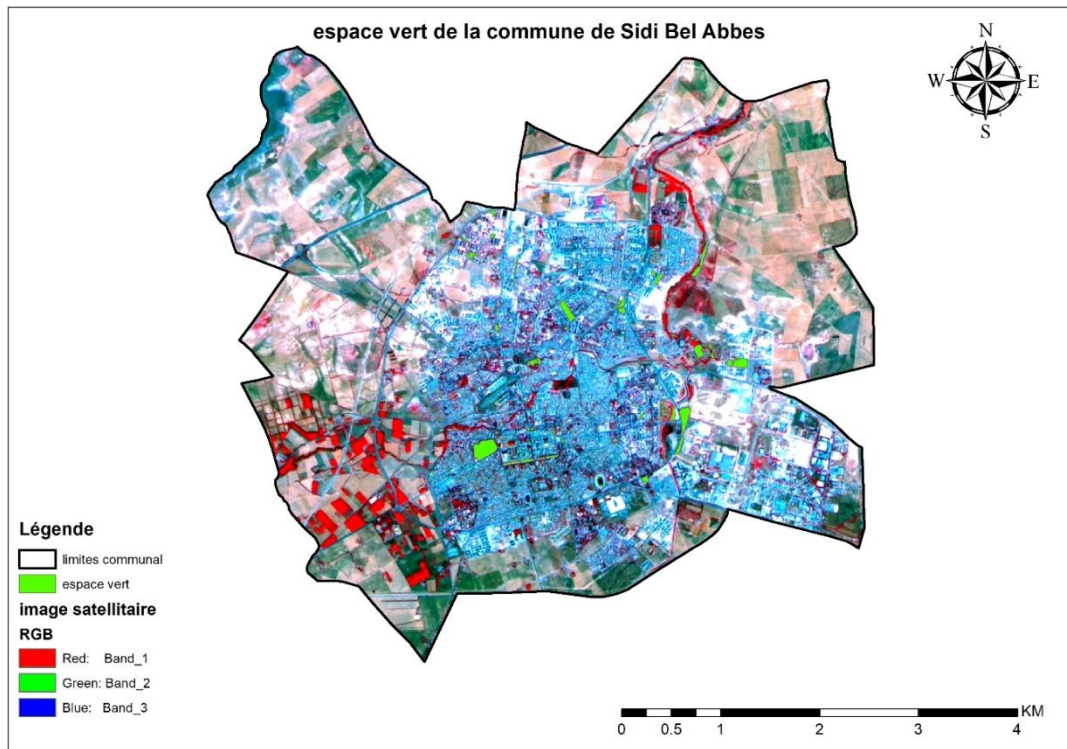
plate-forme fournit une variété d'ensembles de données constamment mis à jour, de sorte qu'aucun téléchargement d'images brutes n'est requis. L'un des outils de GEE, l'éditeur de code Earth Engine, est un environnement de développement intégré basé sur le Web qui facilite le développement de flux de travail géospatiaux complexes.

➤ **LANDSAT :**

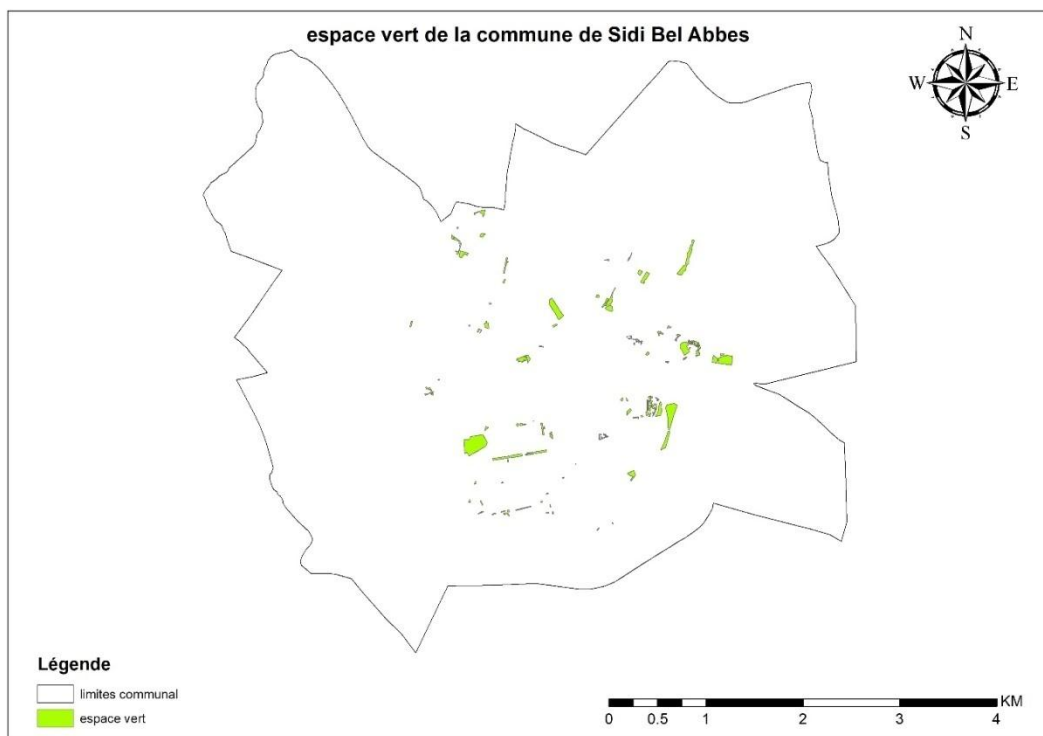
Le programme des satellites américains LANDSAT remonte à 1972, et au lancement de LANDSAT-1, a fait entrer la télédétection dans une phase plus opérationnelle, cette seconde génération de satellite se caractérise par un radiomètre de meilleure résolution spatiale (30m) est spectrales, dont chacun est destinée à caractériser un type de données.

IV.1. Les espaces verts dans la commune de Sidi Bel Abbas

La répartition des espaces verts de la commune de SBA n'est pas homogène, la majorité se situe dans la partie centrale de la ville (carte IV.1 et IV.2).



Carte IV.1. Espace vert de la commune de Sidi Bel Abbas.



Carte IV.2. Répartition des espaces verts de la commune de Sidi Bel Abbas.

Nous avons pu extraire les surfaces de l'espace vert de la commune de SBA, qui occupent une superficie de **51,64** ha, soit **0.56** % de la superficie totale de la commune.

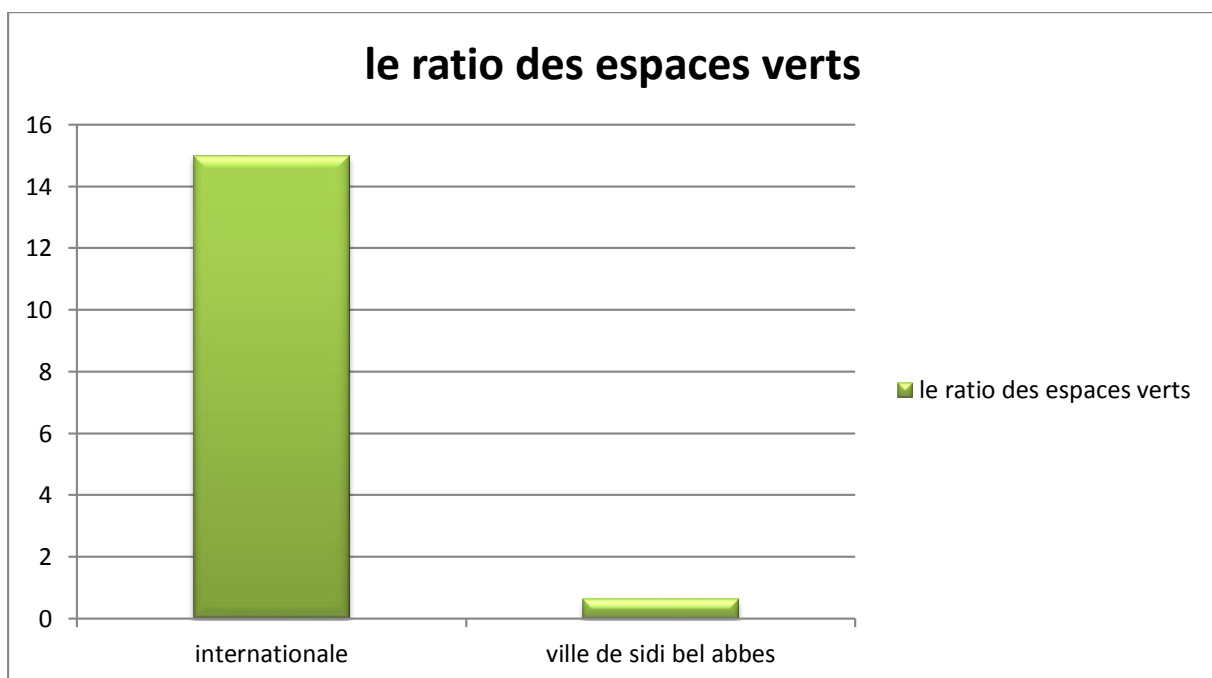
Ils sont composés par différents types : jardin public, bosquet et l'urbain (Tableau IV.1).

Type	Superficie (hectar)
Jardin Public	20.83
Bosquet	30.03
Urbain	0.78
Agriculture périurbains	7000

Tableau IV.1. les différents types d'espaces verts de la commune de SBA.

D'après la lecture des résultats obtenus nous avons calculer le ratio en prenant en consideration le nombre d'habitants de la commune de Sidi Bel Abbes fournit L'APC estimant cette population à : **327000** âmes et la surface.

$$R \text{ esp vert} = \frac{\text{nbr de pop}}{\text{surface}}$$



Histogramme IV.1. Le ratio des espaces verts (ville de SBA par rapport à la norme internationale).

Commentaire :

L'histogramme ci-dessus représente le ratio des espaces verts de la ville de Sidi Bel Abbes qui est de **0,63** m²/hab par rapport à la norme internationale de **15** m²/hab. On constate tout d'abord que le ratio des espaces verts de la ville est plus faible (**24** fois en moins).

IV.2. Choix de la parcelle :

Dans notre travail on a choisi le jardin public comme exemple de dégradation du couvert végétal de la ville de Sidi Bel Abbès, et les résultats étaient comme suit :



Carte IV.3. Le jardin public par la plateforme

(Source : Google Engine)

(Consulter le : 15/08/2020).

IV.2.1. Indices de végétations :

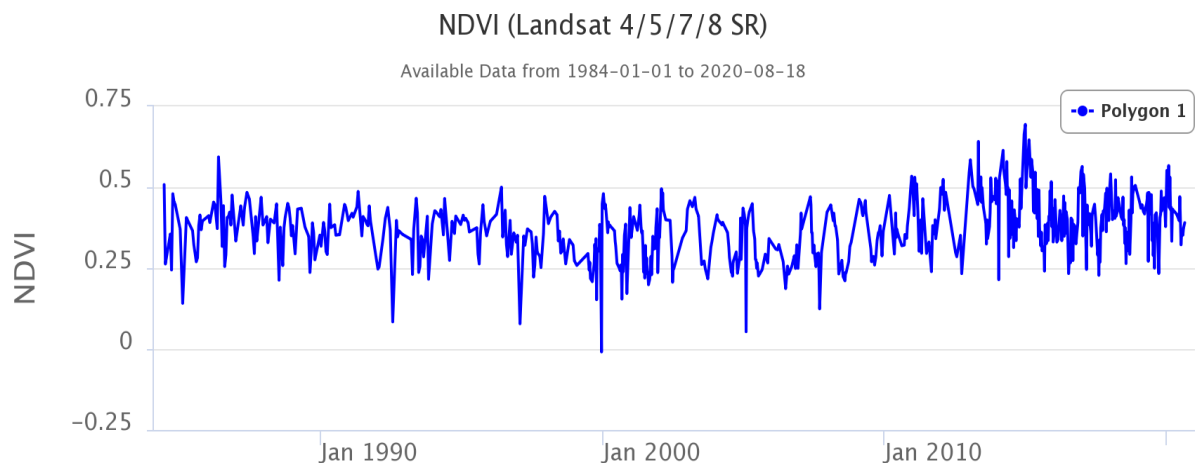
Le comportement spectral très particulier de la végétation et le contraste important entre la période végétative et le repos a donné naissance à une grande quantité d'indices de végétation visant à mesurer ce contraste. Tous les indices que ce soient les indices de végétation, les indices de sols, les indices relatifs à la colonne d'eau ...etc., reposent sur une approche empirique basée sur des données expérimentales. Les indices de végétation sont très utilisés d'une part, pour identifier et suivre la dynamique de la végétation, mais aussi pour estimer certain paramètres biophysique caractéristiques des couverts végétaux, comme la biomasse, l'indice de la surface foliaire, la fraction de rayonnement photosynthétique actif, ...etc.

1. Calcul de l'NDVI :

(Normalized Difference Vegetation Index) est l'indice de végétation le plus couramment utilisé en analyse d'images satellites. Grâce à la forte réflectance dans le proche infrarouge de la chlorophylle, cet indice permet de détecter de manière efficace l'état vert des plantes. Il prend des valeurs entre **-1** (eau) et **1** (végétation intense) et se calcule en utilisant les bandes PIR (proche infrarouge) et R (rouge), selon la formule suivante :

$$\text{NDVI} = (\text{PIR} - \text{R}) / (\text{PIR} + \text{R}) \text{ où :}$$

- Proche de **1** : présence de végétation avec une forte activité chlorophyllienne et une forte densité
- Proche de **0** : pas de feuille verte ou végétation peu dense



Spectre n° 01 : Résultat d'NDVI (Landsat 4/5/7/8 SR) fournis par la plateforme Google Engine.

Interprétation :

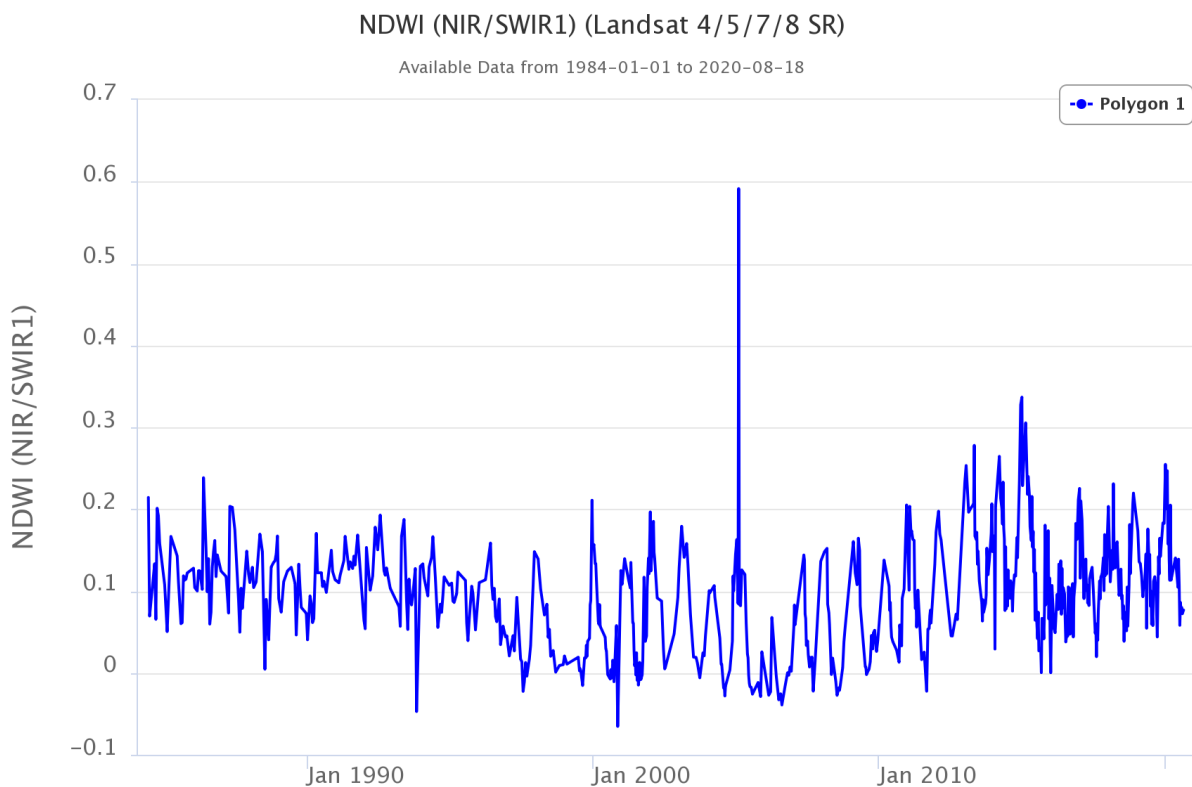
D'après la lecture de spectre des données d'NDVI ; du 10/06/1984 au 16/08/2020 ; fournis par la plateforme Google Engine on remarque l'instabilité de l'indice entre **0** et **1** avec une moyenne de **0,063**.

2. Calcul de l'NDWI :

(Normalized Deference Water Index) indice de stress hydrique il permet de déceler lorsque les végétaux sont en état de stress hydrique et sont par conséquent très utiles pour le suivi de la végétation en zone sèche. Il utilise la bande spectrale du moyen infrarouge à la place de la bande rouge.cet indice varie en fonction de la teneur en eau des feuilles.

$$NDWI = (\rho_{PIR} - \rho_{MIR}) / (\rho_{PIR} + \rho_{MIR}) \text{ où :}$$

- ρ_{MIR} : réflectance dans la bande infrarouge moyenne
- ρ_{PIR} : réflectance dans la bande proche infrarouge



Spectre n°02 : Résultat de l' NDWI (NIR/SWIR1) (Landsat 4/5/7/8 SR).

Interprétation :

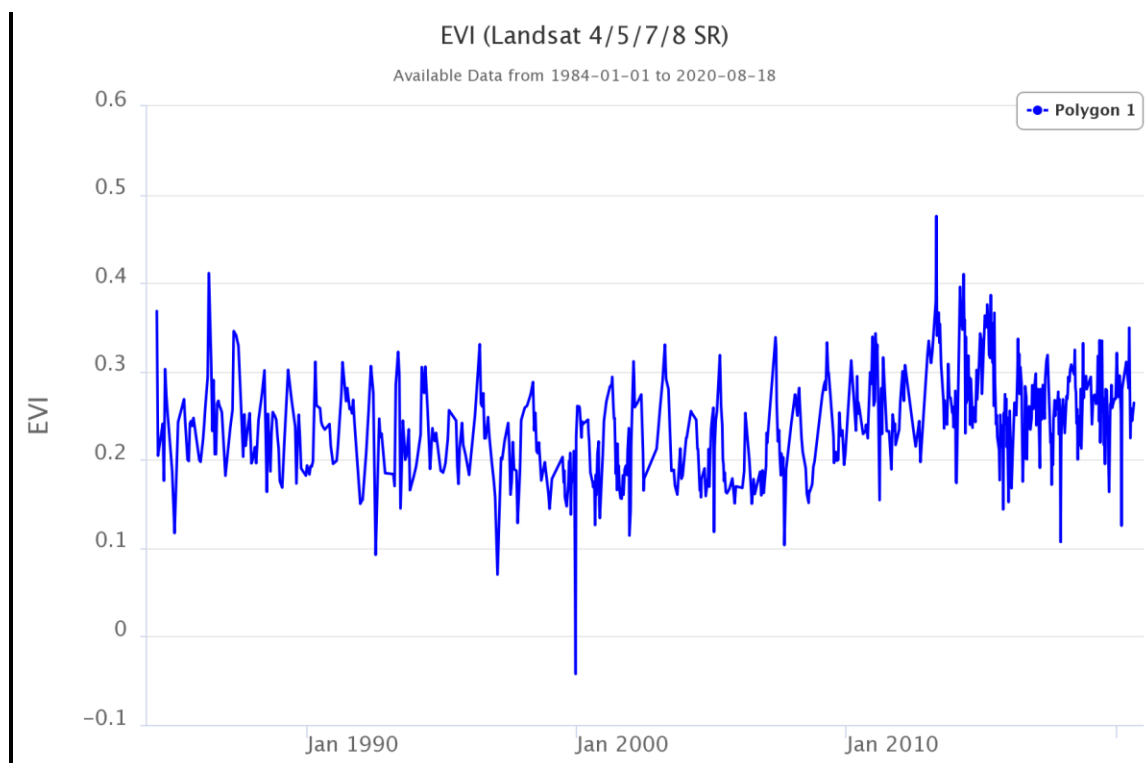
Nous avons remarqué que toutes les dates prises de 10/06/1984 au 16/08/2020 enregistraient des valeurs entre **-0,1** et **0.5** sauf le : 27/01/2005 l'indice marque valeur maximale de **0,6** avec une moyenne de **0.001**.

3. Calcul de l'EVI :

(Enhanced Vegetation Index): l'indice de végétation amélioré (EVI) est calculé de la même façon que le NDVI mais utilise des longueurs d'onde de la lumière supplémentaires pour corriger les imprécisions du NDVI, notamment les variations de l'angle d'incidence solaire, les conditions atmosphériques comme les distorsions de la lumière réfléchiée par les particules dans l'air ainsi que les signaux de la couverture du sol au-dessous de la végétation.

$$EVI = G \left[\frac{(\rho_{PIR} - \rho_R)}{(\rho_{PIR} + C1\rho_R - C2\rho_R + L)} \right] \text{ où :}$$

- C1 et C2 sont des coefficients du terme de résistance aux aérosols, $L = 1$, $C1 = 6$, $C2 = 7,5$ et G (facteur de gain) = $2,5$



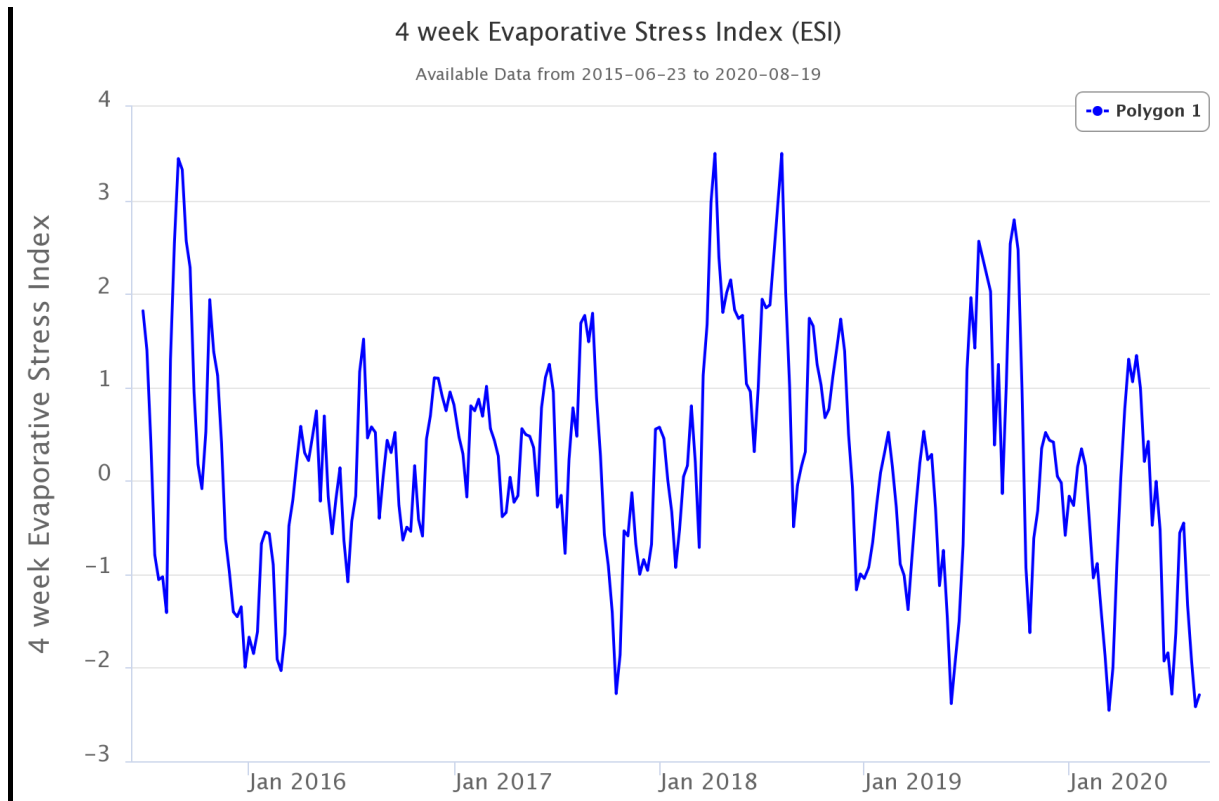
Spectre n°03 : Résultat de l'EVI (Landsat 4/5/7/8 SR).

Interprétation :

On remarque que l'indice varie entre **-0,1** et **0,5** avec une moyenne qui tombe vers le **0**.

4. Calcul de l'ESI :

L'ESI est basée sur des observations satellitaires de la température de la surface terrestre, qui sont utilisées pour estimer la perte d'eau due à l'évapotranspiration (ET), les valeurs ESI négatives montrent des taux d'ET inférieurs à la normale, indiquant une végétation stressée en raison d'une humidité insuffisante du sol.



Spectre n°04 : Résultat de l'ESI (4 week Evaporate Stress Index).

Interprétation :

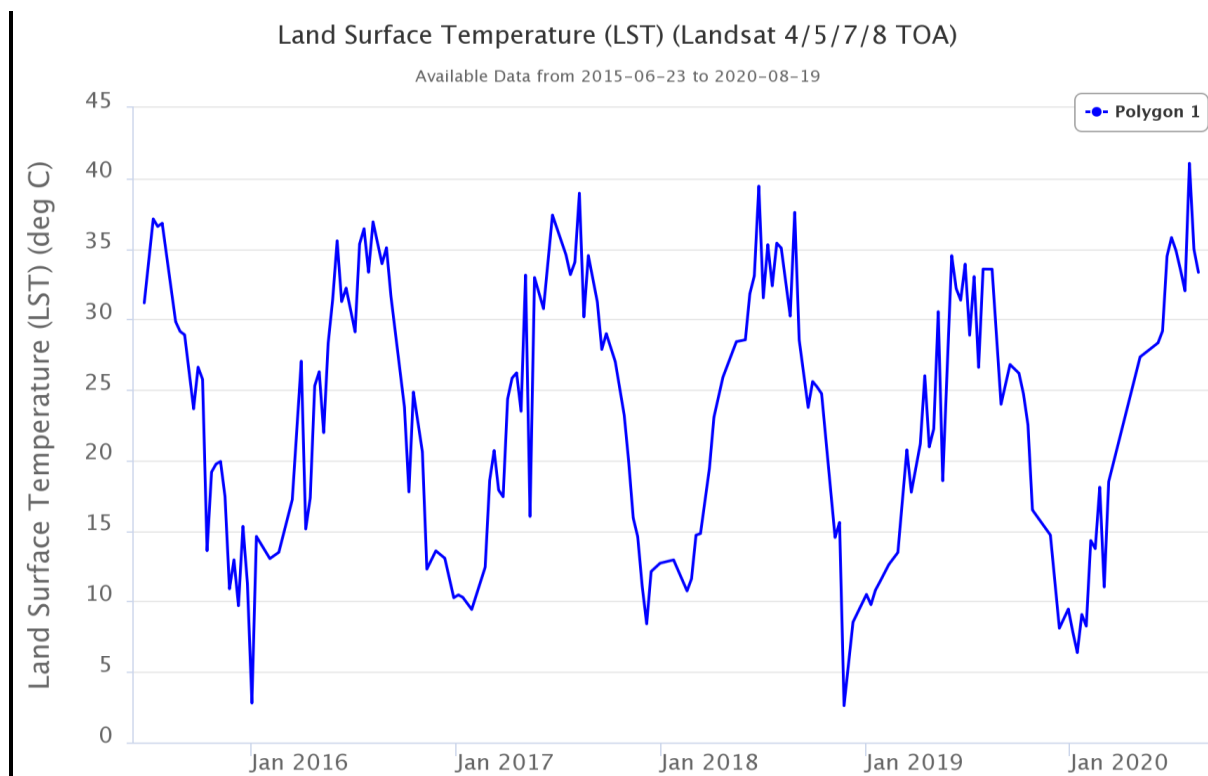
L'indice varie entre **-2** et **4**, on prend l'exemple d'intervalle de période : de 25/06/2015 au 19/08/2020, l'ESI prend les valeurs entre **0** et **-2**, cela signifie que la végétation est en stress, avec une moyenne de **0,15**.

5. Calcul de LST :

La température de surface terrestre (LST) est la température radiative de la peau au-dessus du sol. Le LST joue un rôle important dans la physique de la surface terrestre car il est impliqué dans les processus d'échange d'énergie et d'eau avec l'atmosphère. LST est utile pour la communauté scientifique, notamment pour ceux qui traitent des modèles météorologiques et climatiques. Des valeurs précises de LST sont également d'un intérêt particulier dans un large éventail de domaines liés aux processus de surface terrestre, y compris la météorologie, l'hydrologie, l'agrométéorologie, la climatologie et les études environnementales.

$$LST = \frac{K_2}{\ln\left[\left(\frac{\varepsilon \times K_1}{Rc}\right) + 1\right]}, \quad \text{Où :}$$

- K 1= la constante d'étalonnage 1 pour la bande thermique.
- K 2 = la constante d'étalonnage 2 pour la bande thermique.
- RC = le rayonnement thermique corrigé de la surface.
- ε = l'émissivité de la surface terrestre (sans dimension).



Spectre n°05 : Résultat LST (Land Surface Temperature) (Landsat 4/5/7/8 TOA).

Interprétation :

Dans les résultats d'histogramme des données de LST du 24/06/2015 jusqu'au 16/08/2020 on observe une instabilité de l'indice durant toute la période étudiée ou on a marqué comme valeur maximal **03°C** le 01/02/2016 et le 23/11/2018, et **41°C** comme valeur minimal le 31/07/2020, avec une moyenne de **23,23**.

6. Calcul de l'EVA :

L'évapotranspiration propre au couvert végétal dépend à la fois des données physiques (ETP), et des données physiologiques (coefficient cultural). Elle peut être estimée de différentes façons : par des bilans énergétiques (calcul du flux de chaleur latente et de l'évaporation de surface), estimation de la demande climatique, ou mesure directe par un évapotranspiromètre pesable ou lysimètre.

$$ET_0 = \frac{R_n \Delta + \frac{\rho C_p \delta_e}{r_a}}{\lambda(\Delta + \gamma)}$$

ET_0 : évapotranspiration de référence calculée par la relation de Penman [mm/s].

R_n : rayonnement net [W/m^2].

Δ : pente de la courbe de pression de vapeur à la température moyenne de l'air [kPa/C°].

ρ : densité de l'air à pression constante [kg/m^3].

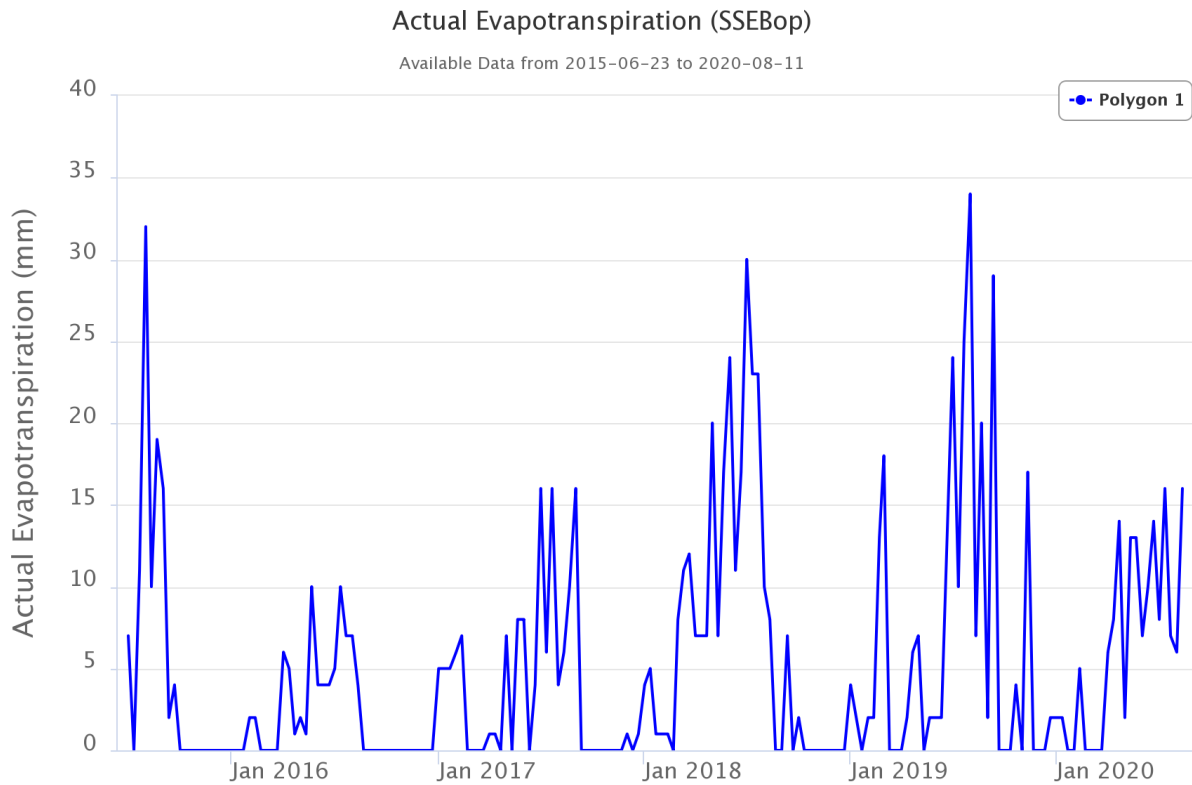
C_p : capacité thermique de l'air humide [$J/kg/C^\circ$].

δ_e : différence entre la pression de vapeur saturante e_s [kPa] et la pression de vapeur effective dans l'air e_a [kPa] ($\delta_e = e_s - e_a$).

r_a : résistance aérodynamique [s/m] (descripteur météorologique traduisant le rôle des turbulences atmosphériques dans le processus d'évaporation).

λ : chaleur latente de vaporisation de l'eau [J/kg].

γ : constante psychrométrique [kPa/C°].



Spectre n°06 : Résultat de l'EVA (Actual Evapotraspiration)

Interprétation :

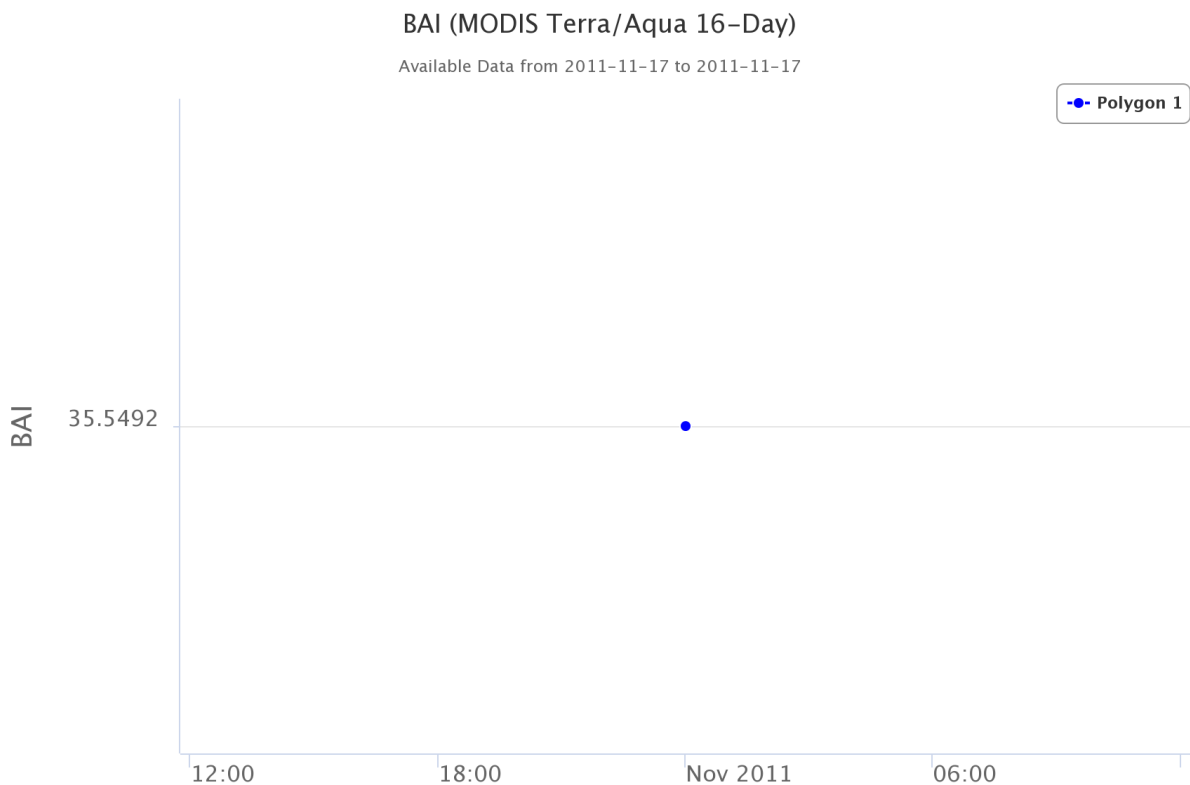
L'histogramme présente les valeurs prise concernant l'évapotranspiration du 01/07/2015 jusqu'au 11/08/2020, on déduit qu'il y a une instabilité ou le programme marque une valeur de **0** comme valeur minimal dans plusieurs période et marque **34** comme valeur maximal le 01/08/2019 avec une moyenne de **5,23**.

7. Calcul de BAI :

Indice de zone de brûlure (BAI), cet indice met en évidence les terres brûlées dans le spectre rouge à proche infrarouge, en accentuant le signal de charbon de bois dans les images post-incendie. L'indice est calculé à partir de la distance spectrale de chaque pixel à un point spectral de référence, où convergent les zones récemment brûlées. Des pixels plus clairs indiquent les zones brûlées.

$$BAI = \frac{1}{(0.1 - Red)^2 + (0.06 - NIR)^2} \quad \text{Où :}$$

- Red = valeurs de pixels de la bande rouge.
- NIR = valeurs de pixels de la bande proche infrarouge.



Spectre n°7 : Résultat de l'indice BAI (MODIS TERRA/Aqua 16-Day).

Interprétation :

La plateforme Google Engine pu signalé l'incendie dans le jardin public le 17/11/2011 avec une moyenne de **36**.

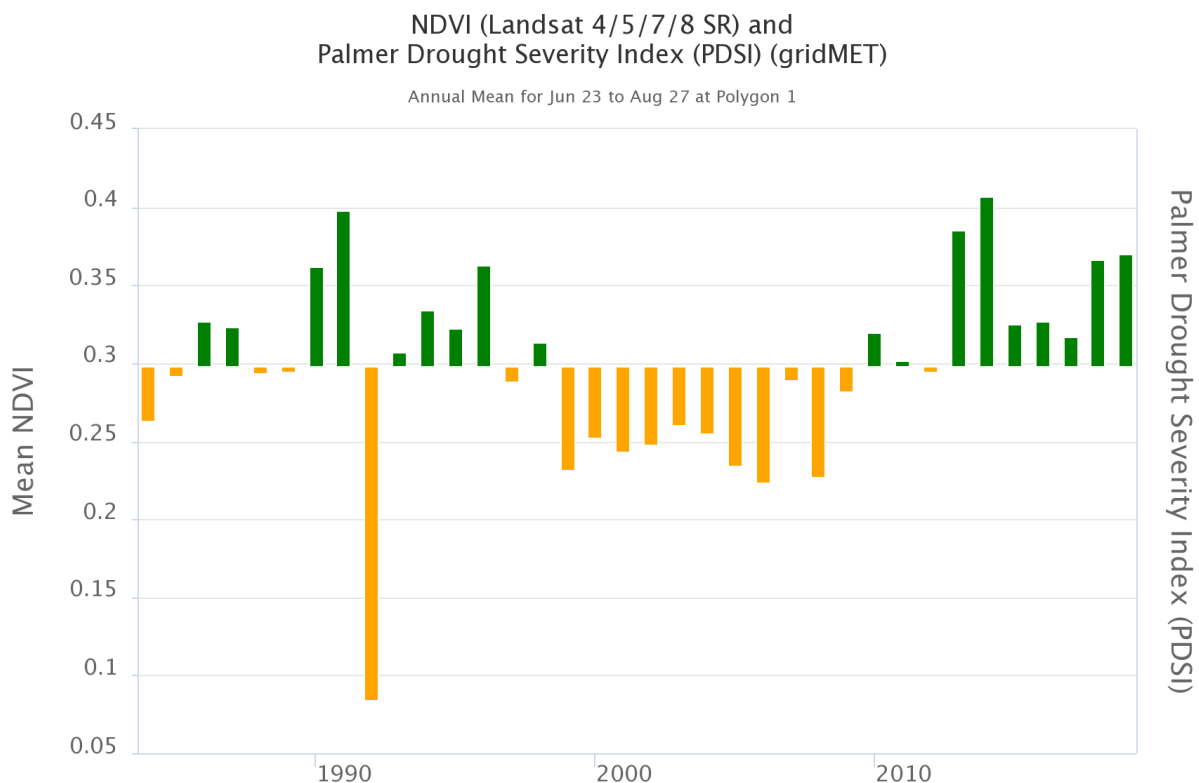
8. Calcul de PDSI :

L'indice de gravité de la sécheresse de Palmer (PDSI) utilise des données de température et de précipitations facilement disponibles pour estimer la sécheresse relative. C'est un indice standardisé qui s'étend généralement de **-10** (sec) à **+10** (humide), mais des valeurs plus extrêmes sont possibles. Le PDSI a raisonnablement réussi à quantifier la sécheresse à long terme. Comme il utilise des données de température et un modèle de bilan hydrique physique, il peut capturer l'effet de base du réchauffement climatique sur la sécheresse à travers des changements dans l'évapotranspiration potentielle.

$$PDSI = X(i) = 0,897X(i-1) + Z(i)/3$$

où :

$X_{i(i-1)}$	PDSI de la période précédente
$Z(i)$	"Moisture Anomaly Index" ou Indice de l'anomalie en humidité
i	Mois de l'année



Histogramme n°8 : Résultat de l'NDVI et le PDSI (Palmer Drought Severity).

Interprétation :

L'histogramme a marqué des valeurs faibles d'NDVI durant ces dernières années du au début des travaux de trame avec une réflectance moyenne qui ne franchise pas **0,45** qui signifie que la végétation est en stress hydrique.

Conclusion :

En Algérie l'espace vert est considéré presque comme un investissement de décoration temporaire juste pour une visite d'un responsable, Sidi Bel Abbes ville dans le nord-ouest algérien accuse également un grand déficit en espaces verts à l'instar des autres villes algériennes

La réalisation des espaces verts urbain à SBA reste très faible par rapport à sa population, et la répartition de ces espaces n'est pas homogène et dégradé.

On note aussi que la typologie des espaces vert dans la commune se limite à un jardin public, un bosquet et a des alignements boisées mais avec des surfaces réduites.

Alors il faut manifester, intervenir, régler et recommencer avec une manière plus intelligente car les espaces verts perdent du terrain dans les coins de notre ville.

Pour mieux gérer, améliorer les espaces verts dans notre ville nous proposant :

- La ville se doit d'appliquer les normes les plus strictes et relative à la plantation.
- Cloner les philosophies réussies à travers le monde.
- Coordination entre les différentes structures concernées (wilaya, APC, direction de l'environnement).
- Contribuer à l'économie de la ville.
- Accompagner la commune dans la mise en place d'une gestion plus écologique des espaces verts.
- Restaurer les espaces verts détruites.
- La création de nouveaux espaces plus durables.
- Contribuer à la sensibilisation des citoyens de l'importance des espaces verts.
- Contribuer dans le cadre de la préservation et la propreté des espaces verts.
- Création d'une base de données sur mesure pour répondre aux besoins des intervenants.
- Assurer l'application des lois législatives existantes.
- Assurer la surveillance et la protection des espaces verts.
- Aménagement du territoire qui a des répercussions direct sur ce paysage.
- Diversifier, renforcer et entretenir les espaces verts.

- Relier tous les espaces verts entre eux de la manière la plus conviviale possible (Ce maillage constitue l'aboutissement à la trame verte tout en préservant et en développant la biodiversité).
- Favoriser une architecture de paysage de qualité et consolider le cadre bâti en harmonie avec le caractère de chaque lieu dans la ville.
- Valoriser les espaces publics par une urbanisation végétale cohérente des boulevards ainsi que des lieux publics, afin d'améliorer le paysage urbain et le cadre de vie des citoyens.
- Créer des pépinières modernes disposant d'une flore ornementale variée et possédant une équipe de spécialité en entretien des espaces verts pour mieux sauvegarder l'embellissement végétale et la pérennité des espaces verts de la ville.

La notion de développement durable, affirme que pour avoir un développement qui réponde également aux besoins des générations futures, le développement doit être économiquement viable, socialement équitable et écologiquement vivable.

Enfin, la planification, l'aménagement et la gestion des espaces verts dans la ville Sidi Bel Abbes connaît un dysfonctionnement important, qui exige une réflexion et une grande attention pas seulement de l'État mais de tous ; écologues, botanistes, paysagistes, société civile et citoyens, car nous sommes tous touchés, tous concernés, donc nous sommes tous responsables.

Allons-nous vers une nouvelle imagination d'espace vert urbain. L'espace vert définit comme tout espace, quel que soit sa superficie, recouvert de végétation naturelle ou boisée pour faire renaître petit paris.

Références bibliographiques

- **Abdelhafidi, N. (2014).** Estimation du Gisement Solaire en Algérie à partir des Données de Satellite Météosat, Mémoire de Magister, faculté de technologie, université AMAR TELIDJI de LAGHOUAT.
- **Amireche, T. (2012).** Approche des espaces publics urbains : cas de la ville nouvelle Ali Mendjeli. Mémoire de magister, faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire département d'architecture & d'urbanisme, université Mentouri Constantine .P 219.
- **C.E.R.T.U. (2001).** Composer avec la nature en ville, Lyon, Certu collections, P 371.
- **Choay et Merlin (1996).** Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement .P120-121.
- **Donadieu, P. (1996).** La gestion différenciée des parcs publics in La plante dans la ville, colloque d'Angers novembre 96, INRA, pp 21-27
- **Donadieu, P. (2012).** Sciences du paysage: Entre théories et pratiques. Ed. Lavoisier, P 230.
- **Fergani, A et Moumene, L. (2018).** Cartographie et inventaire des espaces verts dans la commune de Constantine. Mémoire de master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, université Mentouri Constantine. P 3.
- **Gillig CH-M et al.; (2008).** L'arbre en milieu urbain conception et realization de plantation.infolio edition, P 216.

- **Halitim, A (1988).** Les sols des régions arides d'Algérie. Ed.O.P.U. Alger. 385p.
- **Larcher J.L et Dubois M.N (1995).** Aménagement des espaces verts urbains et paysage du rural, histoire, composition, éléments construits, Editions Tech et Docs, P 337.
- **Longley et al., (2005).** Geographic Information Systems and Science
- **Megherbi, A (2015).** La réalité des espaces verts cas de ville de Sidi Bel Abbes. Mémoire de fin d'étude INSFP.
- **Mhamdia, C (2012).** Etude diachronique de la Forêt de M'sila (Wilaya d'Oran, Algérie Nord Ouest) par la télédétection spatiale, thèse de doctorat, Faculté des sciences de la nature et de la vie, université djillali liabes de sidi bel abbes.
- **Midekor, A et al.; (2013).** Initiation à ENVI Octobre Ouagadougou, Burkina Faso

- **Oussaf, O (2017)**. Contributions de la télédétection et système d'information géographique dans l'analyse de la diversité Eco-physiologique des forêts cas :la forêt domaniale d'Errich, mémoire de master, Université de Bouira.
- **RNE. (2003)**. Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement 2003. P 351-352.
- **Thierry J., (2000)**. Middle Callovian. In: Atlas Peri-tethys, Palaeogeographical maps – Explanatory notes (Coord. S. Crasquin): 71–83. CCGM/CGMW, Paris.
- **Vilmorin, C. (De) (1976)**. La politique d'espaces verts, Paris, Centre de Recherche sur L'Urbanisme, P 439.
- **Zerroug, K (2012)**. Elaboration d'un système d'information géographique (flore) dans la Wilaya de Sétif, mémoire de magister, faculté des sciences de la nature et de la vie, université Ferhat Abbas Sétif.

Les sites web

- **Site n°1** :<https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Sidi-Bel-Abb%C3%A8s--Sidi-Bel-Abb%C3%A8s> (consulté le : 16/03/20).
- **Site n°2** : <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/sidi-bel-abbes/sidi-bel-abbes-3690/> (consulté le: 16/03/20).
- **Site n°3** : http://www.meteociel.fr/previsions/50334/sidi_bel_abbes.htm (Consulter le 15/04/2020).