

# Sommaire

Introduction générale.....	1
<b>I.1</b> Introduction.....	4
<b>I.2</b> Historique de la Télédétection.....	4
<b>I.3</b> Objectif de la télédétection.....	4
<b>I.4</b> Le Rayonnement Electromagnétique .....	5
<b>I.5</b> Les vecteurs et les capteurs.....	5
<b>I.5.1</b> Les vecteurs.....	5
a) Les satellites géostationnaires.....	5
b) Les satellites à défilements.....	6
<b>I.5.2</b> Les Capteurs .....	6
<b>I.6</b> Les étapes de la télédétection.....	7
<b>I.7</b> Image numérique .....	8
<b>I.8</b> Image satellitaire.....	8
<b>I.9</b> Codage des valeurs.....	8
<b>I.10</b> Histogramme.....	9
<b>I.12</b> Resolution.....	9
a) Résolution spatiale .....	10
b) Résolution spectrale.....	10
c) Résolution temporelle.....	10
<b>I.13</b> Traitements d'image .....	11
<b>I.13.1</b> Composition colorées.....	11
<b>I.13.2</b> Corrections géométriques.....	12
<b>I.13.3</b> Corrections radiométriques.....	13
<b>I.13.4</b> Etalement de la dynamique.....	14
<b>I.13.5</b> Filtrage.....	15
<b>I.13.6</b> Les Indices.....	16
<b>I.14</b> Les Systemes de Télédétection.....	17
<b>I.15</b> Les domaine d'application de la Télédétection.....	19
<b>II.1</b> Introduction.....	21
<b>II.2</b> Les principaux indices de végétation.....	21
<b>II.2.1</b> Les indices simples.....	21

<b>1)</b> Indice de brillance (IB).....	22
<b>2)</b> Indice de végétation par quotient (RVI) .....	22
3) Indice différentiel de végétation (DVI).....	23
<b>II.2.2</b> Les indices prenant en compte l'influence des sols.....	23
• Indice perpendiculaire de végétation ( <b>PVI</b> ).....	23
• Soil-Adjusted Vegetation Index ( <b>SAVI</b> ).....	24
<b>II.2.3</b> Les indices prenant en compte les effets de l'atmosphère.....	24
• Atmospherically Resistant Vegetation Index ( <b>ARVI</b> ).....	24
• Global Environmental Monitoring Index ( <b>GEMI</b> ).....	24
<b>II.2.4</b> Les indices prenant en compte les effets conjugués des sols .....	25
• Enhanced Vegetation Index ( <b>EVI</b> ) .....	25
<b>III.2.5</b> Les indices prenant en compte la température de surface.....	25
• Temperature Vegetation Dryness Index ( <b>TDVI</b> ).....	25
<b>III.1</b> Introduction.....	29
<b>III.2</b> Langage de programmation .....	29
<b>III.3</b> Description de l'application.....	29
<b>III.4</b> Menu «Fichier».....	30
<b>III.5</b> Menu «Indice» .....	30
<b>III.6</b> Bandes spectrales utilisées .....	31
<b>III.7</b> Données.....	32
<b>III.8</b> Composition colorés.....	34
<b>III.9</b> Résultats .....	36
<b>III.10</b> Discussion.....	44
<b>III.11</b> Conclusion.....	44
<b>Conclusion générale</b> .....	

## Liste des figures

<b>Figure I.1:</b> Landsat1 .....	4
<b>Figure I.2:</b> Spot 1 .....	4
<b>Figure I.3:</b> Rayonnement électromagnétique.....	5
<b>Figure I.4:</b> Etapes de la télédétection.....	7
<b>Figure I.5:</b> Histogramme.....	9
<b>Figure I.6:</b> Résolution spatiale.....	10
<b>Figure I.7:</b> Image Spot de résolution 35m (Oran).....	12
<b>Figure I.8 :</b> Corrections radiométriques.....	13
<b>Figure I.8 :</b> Les Indices.....	16
<b>Figure III.1:</b> L'interface principale.....	29
<b>Figure III.2 :</b> Ouvrir une image .....	30
<b>Figure III.3: Image 1 :</b> Alsat1 de résolution 32m (Oran).....	32
<b>Figure III.4: Image2:</b> Spot de résolution 35m (Oran).....	32
<b>Figure III.5: Image 3 :</b> Ikonos 2 de résolution 4m (canada).....	33
<b>Figure III.6: Image 4 :</b> Quick bird de résolution 2 ,44m (Canada).....	33
<b>Figure III.7:</b> Composition colorés de <b>Image 2</b> .....	34
<b>Figure III.8:</b> bande 1 de l' <b>image 2</b> (vert).....	34
<b>Figure III.9:</b> bande 2 de l' <b>image 2</b> (rouge).....	35
<b>Figure III.10:</b> bande 3 de l' <b>image 2</b> (proche infrarouge).....	35
<b>Figure III.11: Image 1 :</b> Alsat1 de résolution 32m (Oran).....	36
<b>Figure III.12:</b> Indice de brillance(IB) ( <b>Image1</b> ).....	36
<b>Figure III.13:</b> Indice différentiel de végétation (DVI) ( <b>Image1</b> ).....	37
<b>Figure III.14:</b> Indice de végétation par quotient (RVI) ( <b>Image1</b> ).....	37
<b>Figure III.15: Image 2 :</b> Spot de résolution 35m (Oran).....	38
<b>Figure III.16:</b> Indice de brillance (IB) ( <b>Image 2</b> ).....	38
<b>Figure III.17:</b> Indice différentiel de végétation (DVI) ( <b>Image 2</b> ).....	39
<b>Figure III.18:</b> Indice de végétation par quotient (RVI) ( <b>Image 2</b> ) .....	39
<b>Figure III.19:</b> Figure III.19 : Image 3 Ikonos .....	40
<b>Figure III.20: Image 3</b> Indice de brillance (IB).....	40
<b>Figure III.21: Image 3</b> Indice différentiel de végétation (DVI) ( <b>Image3</b> ).....	41
<b>Figure III.22:</b> Indice de végétation par quotient (RVI) ( <b>Image 3</b> ).....	41
<b>Figure III.23:</b> Quick bird (Canada).....	42

<b>Figure III.24:</b> Indice de brillance (IB) ( <b>Image 4</b> ).....	<b>42</b>
<b>Figure III.25:</b> Indice différentiel de végétation (DVI) ( <b>Image 4</b> ) .....	<b>43</b>
<b>Figure III.26:</b> Indice de végétation par quotient (RVI)( <b>Image 2</b> ).....	<b>43</b>

## **Liste des Tableaux**

<b>Table I.1:</b> Caractéristiques principales des satellites.....	<b>18</b>
<b>Table II.1:</b> Les indices de végétation.....	<b>26</b>
<b>Table III.1:</b> Les bandes de l'image satellitaire multi spectrale.....	<b>31</b>

## **Liste des abréviations :**

**R.G.B** :Red Green Blue.

**IB** : Index Brightness.

**DVI** : Difference Vegetation Index.

**RVI** : Ratio-Vegetation-Index.

**SPOT** : Satellite Pour l'Observation de la Terre.

**SAVI** : Soil-Adjusted Vegetation Index.

**ARVI** : Atmospherically Resistant Vegetation Index.

**GEMI** : Global Environmental Monitoring Index.

**EVI** : Enhanced Vegetation Index.

**TDVI** : Temperature Vegetation Dryness Index

## Introduction générale

La télédétection est une technique permettant d'obtenir de l'information sur des objets en analysant des données collectées par des instruments n'étant pas en contact direct avec ces objets

Chaque objet émet de l'énergie électromagnétique à cause de l'agitation des particules chargées qui sont présentes dans toute matière. Cette énergie est émise par les objets, mais elle peut aussi être transmise, absorbée et réfléchi par ces mêmes objets. Le soleil est une des principales sources naturelles d'énergie électromagnétique reçue sur terre, mais il existe aussi de nombreuses sources artificielles comme les lampes électriques, les fours à micro-ondes, les GSM, etc.

Une petite partie du spectre électromagnétique revêt une importance toute particulière pour nous: celle qui correspond aux longueurs d'ondes de  $0.4 \mu\text{m}$  à  $0.7 \mu\text{m}$  (= lumière visible). Dans cet intervalle de fréquences, chacune des couleurs de l'arc-en-ciel correspond à une longueur d'onde particulière (bleu :  $\pm 0.45 \mu\text{m}$ , vert  $\pm 0.55 \mu\text{m}$ , rouge  $\pm 0.65 \mu\text{m}$ ).

En télédétection, les indices font parties des méthodes de traitement que l'on appelle les transformations multi spectrales. Ils consistent à convertir les luminances mesurées au niveau du capteur satellitaire en grandeurs ayant une signification dans le domaine de l'environnement.

Basés sur le caractère multi spectral des données satellitaires, ils permettent de décrire l'état d'un phénomène. Un indice de végétation par exemple, peut rendre compte du stade de croissance végétale à un moment donné. [11]

Dans la présent mémoire nous nous intéressons a l'extraction des indice à partir des images satellitaires de différents résolution.

Le principe des indices consiste à relier entres-elles certaines caractéristiques de la végétation (teneur en eau, évapotranspiration, etc.) et les mesures radiométriques (valeurs de réflectance et éventuellement températures de brillance) acquises dans deux ou plusieurs bandes spectrales d'un capteur. Concrètement, il s'agit de réaliser des

combinaisons (différence, rapport, etc.) linéaires ou non, de réflectances obtenues dans les différentes longueurs d'onde. Le calcul des indices s'appuie essentiellement sur les écarts de réflectance constatés dans les différentes bandes spectrales, ainsi que sur la variabilité des réflectances au sein d'une même bande spectrale, qui traduisent des surfaces de nature différente. Par conséquent, on utilise principalement les différences des propriétés optiques de la végétation dans le rouge et le proche infrarouge. Les réflectances dans le proche infrarouge augmentent avec la présence de la végétation (forte réflexion par le parenchyme lacuneux), tandis que celles dans le rouge diminuent (pic d'absorption de la chlorophylle). [11]

Notre mémoire s'articule autour de trois chapitres :

- 1. Un premier chapitre** dans lequel nous présentons les différentes définitions et les termes générales de la télédétection :
- 2. quand au deuxième chapitre**, nous exposons les différents indices qui existent.
- 3. Un troisième chapitre** à travers lequel on présente l'application et les différents résultats obtenus.

Et enfin nous terminerons par une conclusion et perspectives.

# Chapitre I

# Téledétection

---

## I. 1. Introduction.

La télédétection représente l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection utilise les propriétés du rayonnement électromagnétique pour analyser à distance la surface du sol, de l'océan ou l'atmosphère, Une bonne connaissance de la physique élémentaire du rayonnement est indispensable à l'interprétation des résultats de la télédétection. [1]

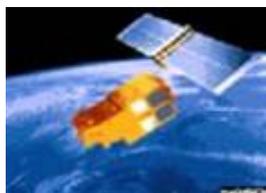
## I. 2. Historique de la Télédétection.

- 1783 : Première ascension en ballon par les frères Montgolfier
- 1839 : Invention de la photographie (Daguerre)
- 1858 : Premières photos aériennes par Nadar
- 1957 : Entrée de la télédétection dans l'ère moderne avec le lancement de Spoutnik
- 1972 : lancement de Landsat (USA)



**Figure I.1 : Satellite Landsat 1**

- 1986 : lancement de Spot 1 (France +Belgique et Suède)



**Figure I.2 : Satellite SPOT 1**

## I. 3. Objectif de la télédétection

La télédétection a pour objectif de fournir des informations sur les paysages sous la forme de données images en utilisant le rayonnement électromagnétique comme véhicule de ces informations. [2]

## I. 4. LE RAYONNEMENT ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Le rayonnement électromagnétique est une forme de **propagation de l'énergie** dans la nature, Cette énergie constituée d'ondes électromagnétique est considérée comme le vecteur porteur d'informations relatives a l'objet étudié.[7]

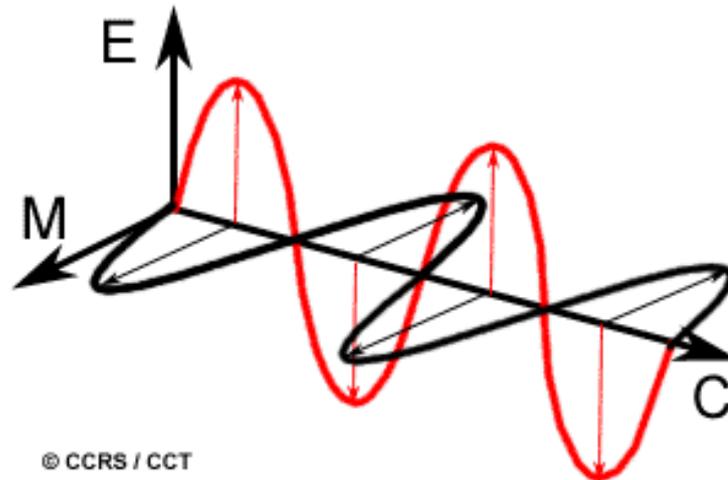


Figure I.3 : Rayonnement électromagnétique. [15]

## I. 5-Les vecteurs et les capteurs

### I. 5.1-Les vecteurs

Sont des objets artificiels placés en orbite autour de la terre pour les besoins de la télédétection, des communications et de la télémétrie. Grâce à leur orbite, les plates-formes spatiales permettent une couverture répétitive et continue de la surface de la terre. Le cout est souvent un facteur déterminant dans le choix des différentes plates-formes. [3]

Les vecteurs en télédétection sont deux types :

#### a) -Les satellites géostationnaires

Un satellite géostationnaire est un satellite artificiel qui se trouve sur une orbite géostationnaire. Sur cette orbite le satellite se déplace de manière exactement synchrone avec la planète et reste constamment au-dessus du même point de la surface. Cette caractéristique est très utile pour les télécommunications (satellite de télécommunications) et certaines applications dans le domaine de l'observation de la planète. [8]

## b) -Les satellites à défilements

Un satellite à défilement est un satellite qui... défile! C'est-à-dire qui ils sont en orbite basse et défilent rapidement (typiquement 1 h ou 1 h 30 pour faire le tour de la terre). Ce genre de satellite permet à toute personne équipée d'un téléphone adéquat et quel que soit l'endroit du monde ou elle est de se relier directement au satellite pour téléphoner. Cela nécessite beaucoup de satellites pour que toute la surface de la terre soit couverte et qu'il y ait au moins deux satellites visibles à chaque instant en tout point.[9]

## I. 5.2-Les Capteurs

Un capteur, dans le domaine de la télédétection spatiale, est un instrument qui recueille de l'énergie radiative provenant de la scène visée et délivre un signal électrique correspondant et mesurable. Les équivalents en anglais sont : sensor, et transducteur.

Par assimilation et bien qu'elle ne délivre pas de signal électrique, on considère la chambre photographique comme un capteur. Le terme " capteur " est parfois utilisé à tort pour désigner le détecteur.

Les différents types de capteurs utilisés dans le domaine de la télédétection spatiale, sont les suivants :

**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.

**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. [10]

## I. 6-Les étapes de la télédétection.

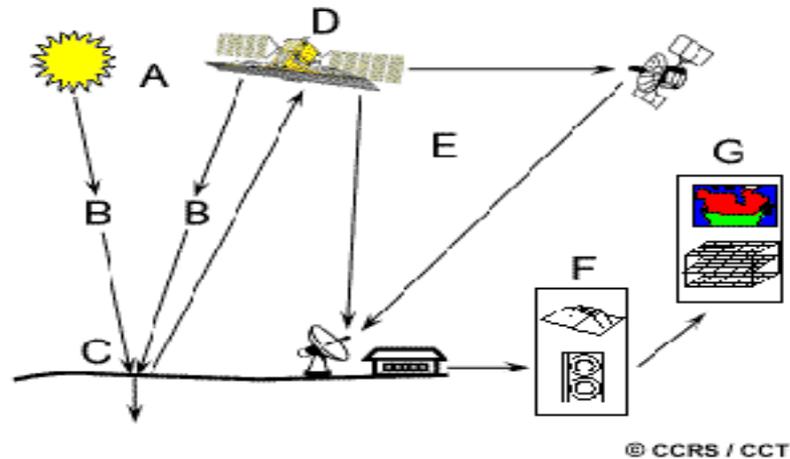


Figure I.4 : étapes de la télédétection.

On peut schématiser la télédétection comme un ensemble de sept étapes clés, Ces étapes couvrent le processus de la télédétection, du début à la fin.

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.
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.
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.
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.
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).

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.
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. [4]

## I. 7 Image numérique :

Une image est une représentation dans le plan d'un objet réel. Les images sont omniprésentes dans notre société (dessins, peintures, photographies, etc.). Depuis quelques années, on assiste à une invasion d'images numériques, aussi appelées images "digitales" par emprunt à l'Anglais ("digit" = nombre). Ces images sont constituées d'un très grand nombre de très petits points dont la couleur (ou l'intensité) est définie par des chiffres. Ces points sont appelés "pixels", dérivé de l'anglais "picture elements". [11]

## I. 8 Image satellitaire

Une image satellitaire est une représentation graphique, en vue de dessus, d'une zone assez vaste de la Terre. La particularité de cette image est qu'elle est prise par un satellite placé en orbite autour de la planète.

Contrairement aux images obtenues à l'aide d'un appareil photo, ou dessinées sur du papier, une image satellitaire est une image numérique, traitée par outil informatique, élaborée à partir des signaux transmis par un satellite. [11]

## I. 9 Codage des valeurs

Dans une image numérique en noir et blanc, chaque pixel a par exemple une valeur conventionnelle de 1 à 10. Les données peuvent être représentées comme une grille de valeurs, mais si on décide d'affecter une intensité de gris aux valeurs numériques (1 = noir, 10 = blanc), la grille de chiffres se transforme en image. Les ordinateurs sont prévus pour traiter de manière privilégiée des données numériques codées sur 8 bits. Celles-ci peuvent prendre les valeurs 0 à 255, c'est pourquoi les images numériques sont souvent codées sur 256 niveaux de luminosité, allant du noir (0) au blanc (255). Un gris moyen correspondra donc à une valeur de 127. En fait, l'œil humain n'est pas capable de discerner plus de

quelques dizaines de valeurs de gris différents, et l'observateur ne percevra donc aucune discontinuité dans une image codée sur 256 niveaux de gris. [11]

## I.10-HISTOGRAMME

un histogramme peut être graphique ou numérique, il indique la fréquence de répétition d'une valeur radiométrique dans une image et donne l'allure générale sur la dynamique de l'image et sert à déterminer les seuils pour future étalement de la dynamique. [3]

## I.11-HISTOGRAMME CUMULE

Représente la somme des fréquences du minimum vers le maximum. [3]

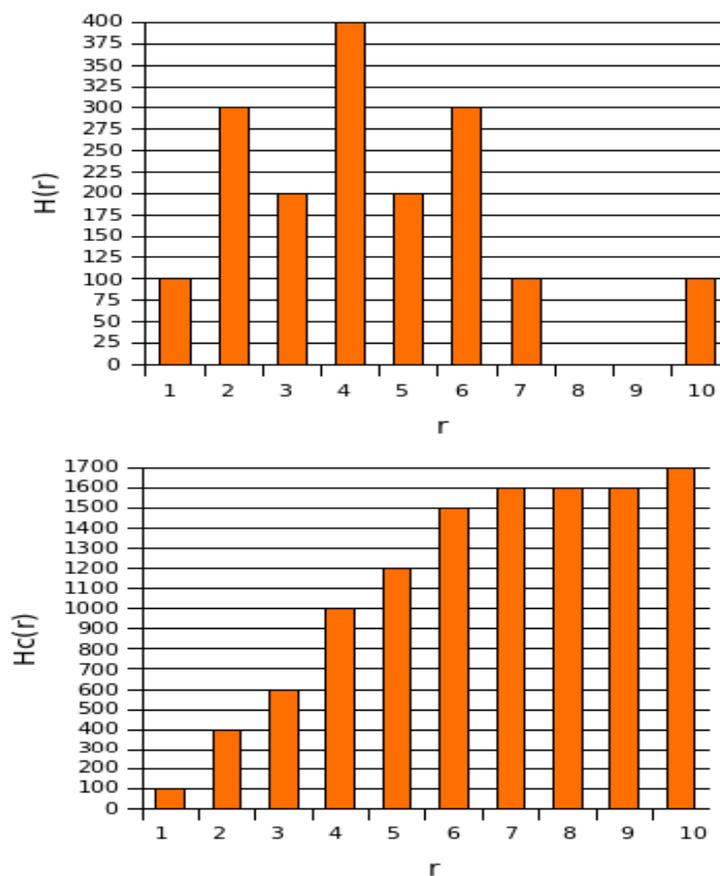


Figure I.5 :HISTOGRAMME

## I. 12 Résolution

La résolution est une mesure de la capacité d'un système optique de séparer des signaux proches spatialement et/ou spectralement. La capacité de mesurer une information par télédétection exige la considération prudente de trois types de résolution : spatiale, spectrale, et temporelle. [3]

### a) Résolution spatiale

La résolution des images numériques est définie par le nombre de pixels par millimètres. En télédétection, on exprime la résolution des images par la taille de la zone couverte par un pixel. Chaque pixel de l'image correspond à une partie de la surface de la terre. On parle alors de "résolution-sol".[11]

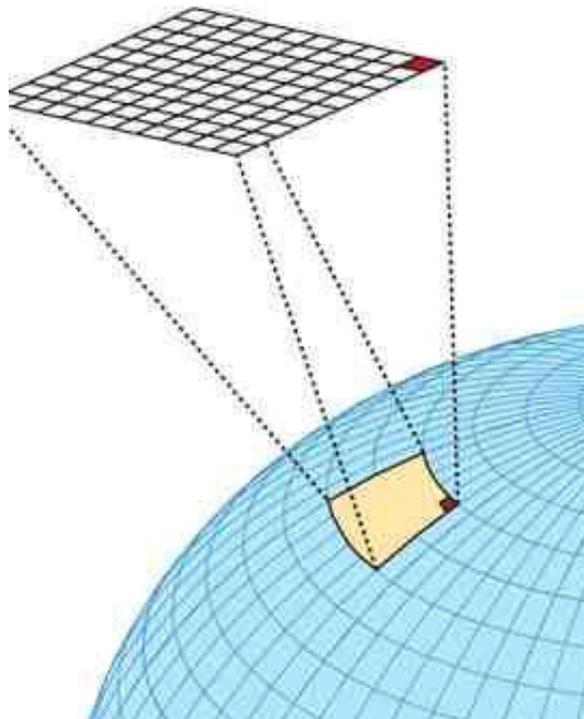


Figure I.6 : Résolution spatiale.[11]

### b) Résolution spectrale

En fonction de leurs caractéristiques techniques, les capteurs à bord des satellites enregistrent le rayonnement réfléchi ou émis par les objets au sol dans des gammes ou intervalles de longueur d'onde donnés.

La résolution spectrale est l'aptitude du capteur à distinguer des rayonnements électromagnétiques de fréquences différentes. Plus le capteur est sensible à des différences spectrales fines (intervalles de longueur d'onde étroits), plus la résolution spectrale du capteur est élevée. La résolution spectrale dépend du

dispositif de filtrage optique qui décompose l'énergie captée en bandes spectrales plus ou moins larges. [11]

**c) Résolution temporelle**

C'est le changement que peut rapporter un radiomètre entre deux dates pour des surfaces particulières. On utilise ce type de résolution pour le suivi d'un phénomène à évolution dans le temps. [3]

**I. 13 Traitements d'image :**

**I.13. 1 Composition colorées**

**Couleurs vraies, fausses couleurs.**

L'affichage sur un écran d'ordinateur d'une image numérique enregistrée par une caméra digitale s'effectue de manière évidente: on associe au canal "rouge" du système d'affichage l'image enregistrée par le canal "rouge" de la caméra, au canal vert le canal vert, etc. L'image résultante correspond donc fidèlement à ce que l'œil d'un observateur direct aurait vu: l'image d'un objet de couleur rouge est rouge, etc.

Dans les systèmes de télédétection, nous avons vu qu'il est possible de détecter et d'enregistrer des parties du spectre électromagnétique qui ne sont pas décelables à l'œil nu, comme l'infrarouge par exemple. Pour pouvoir visualiser cette information, on associe aux bandes spectrales du système d'observation des couleurs d'affichage (rouge-vert-bleu), qui ne leur correspondent pas nécessairement. Ce faisant, on crée des compositions colorées, appelées parfois "images en fausses couleurs".

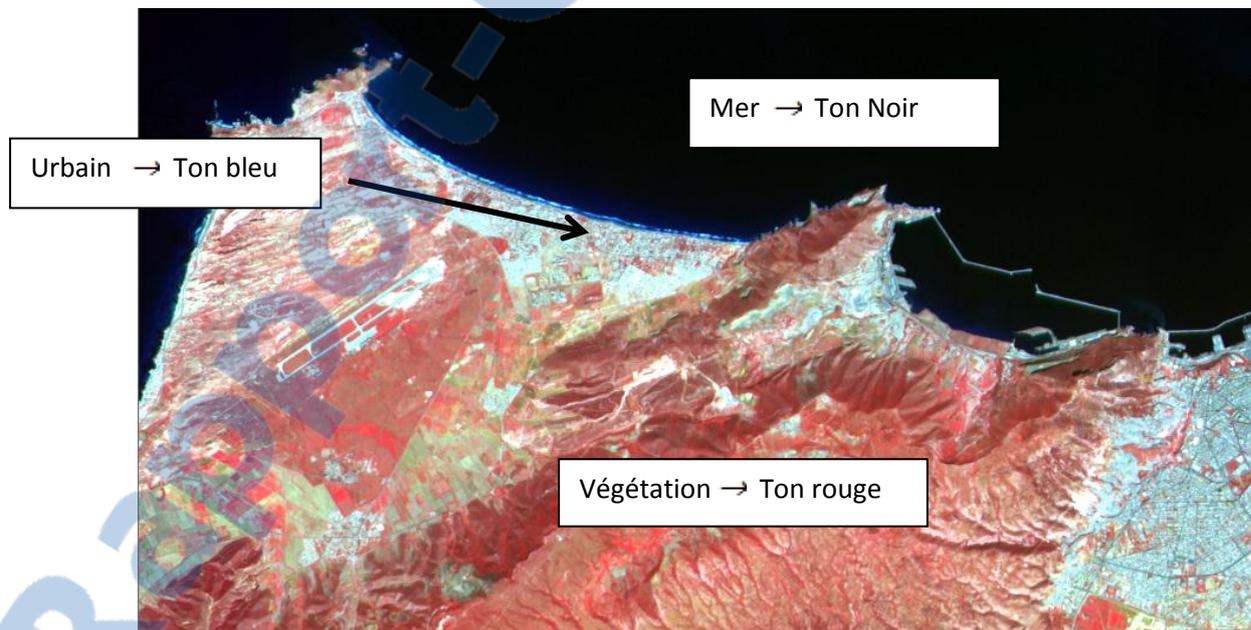
Cette méthode est très efficace car elle permet d'analyser en un coup d'œil des données ayant trois composantes: comme indiqué précédemment, en faisant varier de 0 à 255 les composantes rouge, verte et bleue définissant la couleur d'un pixel d'une image numérique, on peut obtenir plus de 16 millions de couleurs différentes. L'œil de l'interprète s'avère être un puissant outil d'analyse, car il permet de comparer la couleur de différents objets, mais aussi d'analyser la manière dont les couleurs sont juxtaposées, la forme et la taille des objets.[11]

Cette possibilité est à la base des techniques de photo-interprétation des images de télédétection.

Une composition colorée particulièrement efficace en télédétection est la composition dite "infrarouge fausses couleurs". Elle associe les bandes proches infrarouges, rouge et vertes du capteur aux couleurs rouge verte et bleue de l'écran.

Cette composition est très efficace pour analyser la végétation, et elle présente l'avantage pour l'interprète d'avoir pratiquement les mêmes propriétés que les photographies infrarouges en couleur utilisées depuis longtemps par les photo-interprètes. Elle exploite la particularité du spectre réfléchi par les végétaux, qui présente un "pic" important dans le proche infrarouge. Sur une image en "fausses couleurs infrarouge", la végétation qui a une forte activité photosynthétique apparaît en rouge vif (pic de l'infrarouge proche), l'eau apparaît pratiquement en noir (ce matériau absorbe pratiquement toutes les longueurs d'onde) et les surfaces minérales (sol nu, béton), apparaissent dans des tons de bleu à blanc.

Il est important de distinguer ces compositions colorées d'un autre type d'image assez fréquemment utilisé en télédétection, appelé images en pseudo couleurs. Il s'agit d'un artifice d'affichage permettant d'améliorer l'interprétation des images mono spectrales (enregistrées dans une seule partie du spectre et affichées en niveau de gris). En effet, l'œil humain ne permet d'identifier de manière efficace qu'un nombre relativement réduit de niveaux de gris dans une image. [11]



**Figure I.7.** :Image Spot de résolution 35m (Oran).

**I.13. 2 - Corrections géométriques**

Les images acquises par les systèmes d'observation de la terre ne peuvent être directement superposées à des cartes parce qu'elles sont affectées de déformations géométriques. Ces déformations sont dues à des erreurs de positionnement du satellite sur son orbite, au fait que la terre tourne sur son axe durant l'enregistrement de l'image, aux effets du relief terrestre, etc. Elles sont encore amplifiées par le fait que certains satellites prennent des images en oblique.

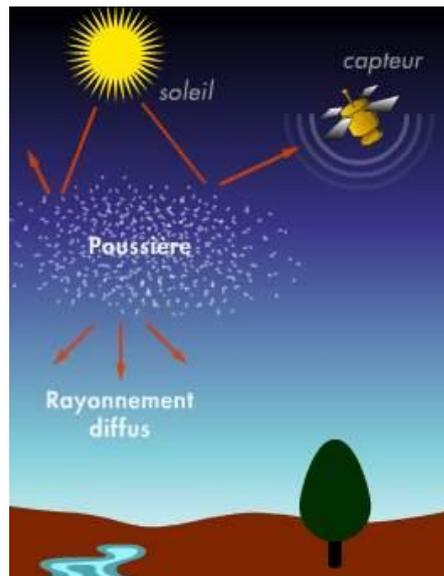
Certaines déformations, comme l'effet de rotation de la terre ou l'effet de visée oblique, sont prévisibles et il est possible d'en calculer l'effet, et donc d'appliquer des corrections systématiques. Les satellites ont également à leur bord des systèmes sophistiqués permettant d'enregistrer de très faibles mouvements affectant le satellite. Ces informations sont principalement utilisées pour corriger la position du satellite, mais ils peuvent également servir à corriger géométriquement les images.[11]

**I.13. 3 - Corrections radiométriques**

Un système d'observation de la terre idéal serait équipé d'un spectro-radiomètre parfait, mesurant de manière précise et uniforme la quantité d'énergie réfléchie par les objets situés à la surface de la terre.

Malheureusement, la lumière solaire qui éclaire les objets est perturbée par sa traversée de l'atmosphère et n'éclaire pas tous les objets sous un même angle.

De plus, la lumière réfléchie par les objets doit également traverser l'atmosphère avant d'être analysée par le capteur du satellite et cette traversée perturbe également le signal. Ces perturbations sont dues à la présence de gaz et de poussières qui peuvent absorber et/ou réfléchir certaines longueurs d'ondes, modifiant ainsi les propriétés spectrales du rayonnement. [11]



**Figure I.8 : Corrections radiométriques**

Le traitement électronique du rayonnement reçu par les capteurs s'accompagne lui-aussi de certaines perturbations. En conséquence, il est finalement assez difficile de retrouver les valeurs radiométriques précises à partir des données enregistrées par les satellites d'observation de la terre. Or, il est parfois très utile de pouvoir calibrer de manière précise ces données, par exemple pour comparer des données enregistrées par des satellites différents ou enregistrées par un même satellite à des moments différents, Il existe plusieurs solutions pour tenter de corriger ces défauts. [11]

Certaines sont basées sur des modèles mathématiques complexes décrivant les interactions principales. Ces modèles sont efficaces, mais leur application suppose que l'on connaisse les valeurs de certains paramètres (telle la composition de l'atmosphère) lors et au lieu de la prise de vue, ce qui est rarement possible.

D'autres méthodes de correction radiométriques se basent sur l'observation de cibles de référence dont on connaît la radiométrie. Des surfaces d'eau libre, des calottes glaciaires et des étendues de sables désertiques sont souvent utilisées, mais ici aussi, on comprendra que la mise en œuvre pratique de ces corrections est souvent mal aisée. En fait, une très grande majorité des recherches en télédétection s'effectue sur des données dont la radiométrie n'a pas été corrigée. [11]

**I.13. 4 - Etalement de la dynamique**

L'étalement de la dynamique permet de faire étaler la dynamique entre 0 et 255 d'une image qui a une dynamique réduite (mauvaise interprétation). Il sert surtout pour la composition colorée, les classifications, etc.. Il existe plusieurs méthodes d'étalement de la dynamique (étalement linéaire, égalisation d'histogramme, etc...). [3]

Prenant comme exemple l'étalement linéaire de la dynamique, elle se résume par la formule suivante :

$$\mathbf{ImC(I,J)} = \frac{\mathbf{ImB(I,J)} - \mathbf{Min}}{\mathbf{Max} - \mathbf{Min}} \times \mathbf{255}$$

**I.13. 5 - Filtrage**

Les filtrages sont des opérations destinées à améliorer la lisibilité des images et/ou d'en extraire certaines informations. Le principe des filtrages est de modifier la valeur numérique de chaque pixel en fonction des valeurs des pixels voisins. Par exemple, en remplaçant la valeur de chaque pixel par la moyenne de lui-même et de ses 8 voisins, on effectue un "lissage" de l'image: les détails les plus fins disparaissent, et l'image apparaît plus floue. Cette opération est obtenue en calculant pour un pixel la somme des produits des valeurs des pixels du voisinage multipliés par les coefficients donnés dans une table. La même opération est ensuite effectuée pour le pixel suivant etc., ce qui explique qu'on appelle ce procédé "filtrage par fenêtre mobile".[11]

**I.13. 6 - Les classifications et analyse**

Les opérations de classification et d'analyse d'image sont utilisées pour identifier et classifier numériquement des pixels sur une image. Il existe une variété d'approches prises pour faire une classification numérique. Nous allons brièvement décrire deux approches générales qui sont souvent utilisées, la classification supervisée et la classification non supervisée. [3]

**a. La classification supervisée**

La classification supervisée cherche à regrouper dans une même classe des données de type analogue et distinct des autres classes. La reconnaissance est effectuée à partir d'éléments étalons choisies avant le classement.

**b. La classification non supervisée**

La classification non supervisée procède de la façon contraire. Les classes spectrales sont formées en premier, basées sur l'information numérique des données seulement. Ces classes sont ensuite associées, par un analyste, à des classes d'information utile.

L'analyse peut spécifier certains paramètres relatifs à la distance entre les classes et la variance à l'intérieur même d'une classe. Le résultat final de ce processus de classification itératif peut créer des classes que l'analyste voudra combiner, ou des classes qui devraient être séparées de nouveau. [3]

**I.13. 7 Les Indices**

La nature numérique des données de télédétection se prête particulièrement bien à des opérations entre canaux. Le principe de ces opérations est d'effectuer, pour chaque pixel, des opérations mathématiques plus ou moins complexes faisant intervenir les valeurs numériques observées pour ce pixel dans les différentes bandes spectrales.

Par exemple, on pourrait calculer la somme des valeurs spectrales d'une image à trois composantes: le calcul s'effectue pour chaque pixel, et le résultat est stocké dans une image numérique ayant le même nombre de pixels que les images de base. Dans certains cas, le résultat des opérations peut être négatif, ou dépasser 255, qui est la valeur maximale que peut gérer un système de traitement d'images. On aura alors recours à des coefficients multiplicateurs et/ou à l'ajout d'une constante. Par exemple, si les 2 composantes A et B varient chacune entre 0 et 255, alors  $C = (A-B) \times 0,5 + 127$  sera certainement compris entre 0 et 255.

Un très grand nombre d'indices plus ou moins sophistiqués ont été développés spécifiquement pour l'analyse des données de télédétection seront détaillés dans le chapitre suivant [11]

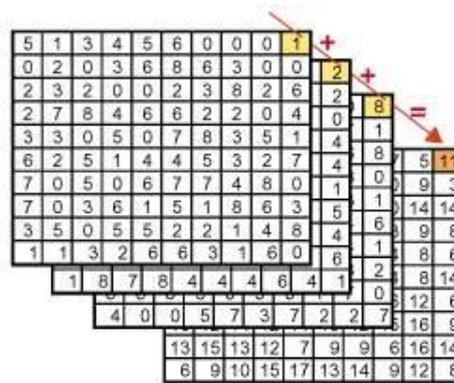


Figure I.9 : Les Indices

**I.14 LES SYSTEMES DE Télédétection**

La collecte de données de télédétection est réalisée soit par des avions soit par des satellites. Actuellement, la télédétection évoque surtout l'acquisition de données par les satellites. Il y a une multitude de satellites en orbite qui observent les états de la surface terrestre ont va citer quelques uns. [12]

**a. 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 satellites se caractériser par un radiomètre de meilleure résolution spatiale (30m) est spectrales, dont chacun est destinée à caractériser un type de données. [13]

**b. SPOT**

Le premier Satellite SPOT a été lancé en février 1986 par (CNES) centre National d'Etudes spatiales le (SPOT) est une coentreprise entre la France, la Suède et la Belgique. Le satellite et son système de capteurs sont exploités par la compagnie française SPOT Image, de Toulouse en France. [13]

**c. IKONOS**

IKONOS appartient à une nouvelle classe de satellites-imageurs commerciaux à haute résolution, Il est mis en orbite en 24 septembre 1999 .le capteur est un radiomètre à balayage multi spectral dans quatre bandes. Il peut fournir des données-images à très haute résolution pour des portions relativement petites de la surface de la Terre, ce que seuls les satellites-espions militaires pouvaient faire auparavant. [13]

### d. ASTER

ASTER est essentiellement une grosse caméra numérique qui capte des images dans le visible et l'infrarouge, il est mis en orbite en décembre 1999, ce capteur expérimental tourne autour de la Terre à bord du satellite Terra de la NASA.

[13]

### e. ALSAT

Alsat-1 est le premier satellite artificiel algérien. C'est un micro-satellite de cartographie. Il a pour objectif principal la gestion des ressources naturelles du territoire algérien.

les premières véritables images d'Alsat-1 ont été reçues le 17 décembre 2002, dans la station de réception se trouvant dans les locaux du Centre National des Techniques Spatiales (CNTS) d'Arzew. Et le dernier satellite algérien c'est Alsat-2 qui est lancé le 12 juillet 2010 il servira à différentes applications notamment la topographie, l'agriculture, la cartographie, le suivi de l'environnement. [13]

Le tableau ci-dessous résume seulement quelques caractéristiques principales qui déterminent les types d'application des images.

	<b>IKONOS-2</b>	<b>ALSAT2</b>	<b>LANDSAT 7</b>	<b>SPOT 5</b>
<b>PAYS</b>	États-Unis	Algérie	États-Unis	France
<b>ANNÉE DU LANCEMENT</b>	1999	12 juillet 2010	1999	2002
<b>ALTITUDE</b>	681 km	700 km	705 km	830 km
<b>CAPTEUR</b>		MSS (Multispectral Scanner)	ETM (Enhance Thematic Mapper)	HRG (Haute résolution)
<b>TYPE</b>	Radiomètre à Barrettes (Push Broom)	Radiomètre à balayage	Radiomètre à Balayage	Radiomètre à barrettes ( Push Broom)
<b>RÉSOLUTION SPECTRALE</b>	B[0,45-0,52 μm] V[0,52-0,60 μm] R[0,63-0,69 μm] IR[0,76-0,90μm] Pan[0,45-0,9μm]	V[0,5-0,6μm] R[0,6-0,7 μm] IR[0,7-0,8μm] IRM[0,8-1,1μm]	B[0,45- 0,52 μm] V[0,53- 0,61 μm] R[0,63- 0,69 μm] IR[0,78-0,90μm] IRM[1,551,75μm] IRT[10,4-12,5μm] IRM[2,09-2,35μm] Pan[0,52-0,90μm]	V[0,50-0,59μm] R[0,61-0,68μm] IR[0,79-0,89μm] IRM[1,58-1,7μm] Pan[0,51-0,7μm]
<b>RÉSOLUTION SPATIALE</b>	Multi spectral :4 m Panchromatique :1m	Multi spectral:10 m Panchromatique 2,5 m	Multi spectral:30 m Infra rouge thermique : 60 m Panchromatique : 15 m	Vert,rouge et IR: 10 m Infra rouge moyen : 20 m Panchromatique : 5 m et 2 à 3 m
<b>DIMENSION DE L'IMAGE</b>	13 x 13 km Bande 13 X 1000 km	17,5 x17,5 km	185 x 172 km	60 x 60 km (80 km en visée latérale extrême)
<b>STÉRÉOSCOPIE</b>	± 26° latéral	Non	Non	± 27° latéral et avant-arrière
<b>FRÉQUENCE DE PASSAGE</b>	3 jours à 1 m 1,5 jour à 1,5 m	18 jours	16 jours	3 à 26 jours
<b>APPLICATION</b>	Occupation du sol, agriculture et cartographie	La gestion des ressources naturelles	Occupation du sol et végétation	Occupation du sol, cartographie et physiographie
<b>PARTICULARITÉ</b>	Très grande précision spatiale		Grande variété Spatiale	Très grande précision spatiale

**Table I.1: caractéristiques principales des satellites. [14]**

Par la comparaison des caractéristiques des différents capteurs, on peut s'apercevoir que le système parfait n'existe pas. Chaque système possède ses avantages et ses inconvénients. Souvent, il faut utiliser plusieurs capteurs pour bien répondre à tous les besoins d'une application.

## I. 15- LES DOMAINES D'APPLICATION DE LA TELEDETECTION.

Le premier grand domaine d'application de la télédétection a été **l'étude de l'atmosphère** (météorologie et climatologie). L'intérêt de la télédétection dans ce domaine est d'assurer une couverture globale et très fréquemment répétée de la planète entière. [5]

- d) **Cartographie** : les images satellitaires qui ont un très faible rapport "taille de l'image".Distance satellite - Terre" ont de très bonnes caractéristiques géométriques, ce qui justifie leur utilisation pour l'établissement de documents cartographiques à moyenne et petite échelle. Elles sont parfois directement utilisées comme document cartographique de base.
- e) **Thématique** : les images spatiales sont utilisées pour reconnaître et caractériser les éléments du paysage, et établir des documents thématiques, sous forme statistique ou cartographique pour la foresterie, l'urbanisme, l'agriculture (e.g., carte d'occupation des sols : carte de la distribution spatiale des éléments du paysage), la pêche (e.g., cartes de températures des surfaces terrestres), la géologie, l'hydrologie, la surveillance des catastrophes naturelles, etc. [5]
- f) **Climatologie et changements globaux** : les satellites dits météorologiques, par opposition aux satellites dits à haute résolution, constituent la principale source d'information pour les études globales telles que le suivi de la nébulosité, la caractérisation des différents constituants de l'atmosphère, la cartographie des températures marines, les échanges biosphère - atmosphère, etc. Ils sont caractérisés par un grand champ de vue, une faible résolution spatiale de l'ordre du kilomètre et Plus, et une relativement importante fréquence temporelle. [5]

# CHAPITRE II

Les différents indices  
de végétation

## 1. Introduction

En télédétection, les indices font parties des méthodes de traitement (appelées les transformations multi spectrales). Ils consistent à convertir les luminances mesurées au niveau du capteur satellitaire en grandeurs ayant une signification dans le domaine de l'environnement basés sur le caractère multi spectral des données satellitaires, ils permettent de décrire l'état d'un phénomène. Les indices de végétation sont très utilisés pour identifier et suivre la dynamique de la végétation, mais aussi pour estimer certains paramètres biophysiques caractéristiques des couverts végétaux, comme la biomasse, l'indice de surface foliaire, la fraction de rayonnement photosynthétique actif, *etc.*

## II. 2. Les principaux indices de végétation

De très nombreux indices de végétation ont été construits et utilisés depuis maintenant une quarantaine d'années. Ils prennent la forme soit d'expressions très basiques (simple différence ou simple ratio), soit de formules beaucoup plus complexes. On a l'habitude de les classer en familles d'indices selon qu'ils prennent ou non en compte les facteurs externes aux couverts végétaux, tels que l'influence de l'atmosphère, la contribution spectrale des sols, la teneur en eau des végétaux (indices de sécheresse), *etc.* [16]

Nous présentons dans ce qui suit les Cinq familles d'indices utilisés

### II. 2.1. Les indices simples

Les indices de végétation les plus simples sont basés sur des opérations arithmétiques entre deux bandes spectrales, généralement le rouge et le proche infrarouge, mais également les bandes du proche et du moyen infrarouge.

Il existe cinq indices simples

#### 1) **IB** Indice de Brillance (en anglais Index Brightness)

Il permet de faire clairement la distinction entre les surfaces végétalisées et les sols nus. Sa formule est la suivante : [17]

$$IB = \sqrt{\rho R^2 + \rho PIR^2}$$

- 2) **DVI** Indice différentiel de végétation (en anglais Difference Vegetation Index) cet indice est le plus élémentaire et le plus ancien, renseigne sur une couverture suffisante ou non du sol par la végétation. Permet une bonne discrimination des éléments du paysage qui est égal à la simple différence des bandes du proche infrarouge et du rouge sa formule est la suivante : [19]

$$DVI = \rho_{PIR} - \rho_R$$

Où

$\rho_R$  : Réflectance dans la bande rouge

$\rho_{PIR}$  : Réflectance dans la bande proche infrarouge

- 3) **RVI** L'indice de végétation par quotient (en anglais Ratio-Vegetation-Index) s'exprime également de façon très simple. Il est égal au rapport entre les bandes du PIR et du rouge son expression est :

$$RVI = \rho_{PIR} / \rho_R$$

**Remarque :**

L'inconvénient de ces indices est qu'ils sont très sensibles aux variations atmosphériques, ainsi qu'à la contribution spectrale des sols. En outre, lorsque la végétation est très dense, la réflectance dans la bande rouge devient très faible, ce qui entraîne une saturation des valeurs de l'indice RVI. [6]

- 4) **NDVI** (en anglais Normalized Difference Vegetation Index) L'indice de végétation par différence normalisé il permet de mesurer l'intensité de vert des forêts d'une zone donnée, et indique la masse de végétation présente dans celle-ci, résultant de l'analyse de données satellitaires. [6]  
Sa formule est la suivante :

$$NDVI = (\rho_{PIR} - \rho_R) / (\rho_{PIR} + \rho_R)$$

- 5) **NDWI** (Normalized Difference 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. Ce indice varie en fonction de la teneur en eau des feuilles. [6]

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

Où

$\rho_{MIR}$  : Réflectance dans la bande infrarouge moyenne.

$\rho_{PIR}$  : Réflectance dans la bande proche infrarouge.

### II. 2.2. Les indices prenant en compte l'influence des sols

Ces indices ont été proposés pour et réduire l'influence des sols sous-jacents aux couverts végétaux sur le signal mesuré au niveau du capteur satellitaire.

Les indices les plus développés sont :

- **PVI** (Perpendicular Vegetation Index)

L'indice perpendiculaire de végétation Il permet de produire des isolignes de végétation parallèles à la droite des sols, ce qui n'est pas très représentatif de la réalité. [18]

Où

$$PVI = 1/\sqrt{2a + 1}(\rho_{PIR} - a\rho_R)$$

$a$  : pente de la droite des sols dans l'espace (R, PIR)

$b$  : ordonnée à l'origine de la droite des sols.

- **SAVI** (Soil-Adjusted Vegetation Index)

Indice de végétation ajusté pour le sol qui introduit un paramètre d'ajustement, noté L, qui caractérise le sol et son taux de recouvrement par la végétation. Le paramètre L prend la valeur de 0,25 pour une forte densité et de 1 pour une très faible densité de végétation. Pour des densités intermédiaires, il est égal à 0,5.

$$SAVI = (\rho_{PIR} - \rho_R) / (\rho_{PIR} + \rho_R + L) (1+L)$$

Où L est une constante égale à 0,5. [18]

### II. 2.3 Les indices prenant en compte les effets de l'atmosphère

- **ARVI** (Atmospherically Resistant Vegetation Index)

Un indice qui permet de réduire les effets atmosphériques en utilisant la bande bleue.

$$ARVI = \rho_{PIR} - \rho_{rb} / \rho_{PIR} + \rho_{rb}$$

Où

$\rho_{rb}$  : une combinaison des réflectances dans les bandes spectrales bleu et rouge.

$$\rho_{rb} = \rho_{rouge} - \gamma (\rho_{bleu} - \rho_{rouge})$$

$\gamma$ : est un facteur d'autocorrection atmosphérique qui dépend du type d'aérosols présents. Il est calculé à partir des réflectances intrinsèques de l'atmosphère dans les bandes bleue et rouge. [6]

- **GEMI** (Global Environmental Monitoring Index)

Un indice qui a une relation non linéaire pour minimiser l'influence de l'atmosphère sur la mesure de l'indice de végétation. [6]

$$GEMI = \eta(1-0.25 \eta) - (\rho_{rouge}-0.25) / (1- \rho_{rouge})$$

avec 
$$\eta = 2(\rho_{PIR}^2 - \rho_R^2) + 1.5 \rho_{PIR} + 0.5 \rho_{PIR} / (\rho_{PIR} - \rho_R + 0.5)$$

**II. 2.4 Les indices prenant en compte les effets conjugués des sols et de l'atmosphère**

En combinant les indices présentés ci-dessus, notamment le SAVI et l'ARVI, Ils permettent de corriger les effets conjugués des sols et de l'atmosphère,

Comme **EVI** (Enhanced Vegetation Index). [6]

$$\mathbf{EVI} = \mathbf{G} [ (\rho_{\text{PIR}} - \rho_{\text{R}}) / (\rho_{\text{PIR}} + \mathbf{C}_1\rho_{\text{R}} - \mathbf{C}_2 \rho_{\text{R}} + \mathbf{L}) ]$$

Où

**G**: facteur de gain (égal à 2,5).

**L**: facteur d'ajustement des sols.

**C<sub>1</sub>** et **C<sub>2</sub>** : coefficients de correction de la diffusion atmosphérique

**II. 2.5 Les indices prenant en compte la température de surface**

La température de surface des sols est reliée à l'indice de végétation par une relation linéaire décroissante.

La végétation régule la température de surface en absorbant l'énergie rayonnante et en la réémettant sous forme de chaleur latente via le processus d'évapotranspiration. [18]

- **TDVI** (Temperature Vegetation Dryness Index)

Son expression est la suivante :

$$\mathbf{TDVI} = (\mathbf{T}_S - \mathbf{T}_{S(\text{min})}) / (\mathbf{a} + \mathbf{b} \mathbf{NDVI} - \mathbf{T}_{S(\text{min})})$$

Où

**T<sub>S</sub>** : température de surface.

**T<sub>S (min)</sub>**: température de surface minimum.

**b**: respectivement ordonnée à l'origine et pente de la droite reliant la température de surface au NDVI maximum.

Le tableau ci-dessous résume quelques uns des indices de végétation les plus couramment utilisés.

<b>Les indices simples</b>
$RVI = \frac{\rho_{PIR}}{\rho_R}$ $IB = \sqrt{\rho_R^2 + \rho_{PIR}^2}$ $NDVI = \frac{\rho_{PIR} - \rho_R}{\rho_{PIR} + \rho_R}$
<b>Les indices de stress hydrique</b>
$NDWI = \frac{\rho_{PIR} - \rho_{MIR}}{\rho_{PIR} + \rho_{MIR}}$ $MSI = \frac{\rho_{MIR}}{\rho_{PIR}}$
<b>Les indices prenant en compte l'influence des sols</b>
$PVI = \frac{1}{\sqrt{a^2 + 1}}(\rho_{PIR} - a\rho_R - b)$ $SAVI = \frac{\rho_{PIR} - \rho_R}{\rho_{PIR} + \rho_R + L} (1 + L)$ $TSAVI = \frac{a(\rho_{PIR} - a\rho_R - b)}{\rho_R + \rho_{PIR} - ab + 0,08(1 + a^2)}$ $MSAVI = \frac{\rho_{PIR} - \rho_R}{\rho_{PIR} + \rho_R + L} (1 + L)$
<b>Les indices prenant en compte les effets de l'atmosphère</b>
$GEMI = \eta(1 - 0.25\eta) - \frac{\rho_{rouge} - 0.25}{1 - \rho_{rouge}}$ $ARVI = \frac{\rho_{PIR} - \rho_{rb}}{\rho_{PIR} + \rho_{rb}}$
<b>Les indices prenant en compte les effets conjugués des sols et de l'atmosphère</b>
$EVI = G \frac{\rho_{PIR} - \rho_R}{\rho_{PIR} + C_1\rho_R - C_2\rho_B + L}$
<b>Les indices prenant en compte la température de surface</b>
$TDVI = \frac{T_S - T_{S(min)}}{a + b NDVI - T_{S(min)}}$

**Table I.1:** Indices de végétation les plus couramment utilisés. [18]

### **Conclusion :**

Les indices de végétation ont été utilisés dans des applications très nombreuses et variées depuis l'apparition de la télédétection spatiale. Leur usage pour des estimations quantitatives soulève un certain nombre de questions qui peuvent limiter sérieusement leur utilité réelle s'ils ne sont pas correctement interprétés. Ils dépendent de nombreux paramètres (éclairage solaire, angles de visée, etc.) et sont perturbés par plusieurs facteurs (sensibilité aux effets atmosphériques, aux types de sols et à leur taux d'humidité)

Dans le chapitre suivant nous nous sommes intéressés aux trois indices à savoir :

Indice différentiel de végétation, indice de Brillance et Indice de végétation par quotient qui seront appliqués sur différentes images satellitaires à différentes résolutions spatiales.

# CHAPITRE III

## APPLICATION

**III.1. Introduction :**

Dans ce chapitre, nous présentons notre application et les résultats obtenus en appliquant les différents indices, ainsi que la description de l'environnement de travail.

**III.2. Langage de programmation :**

Notre logiciel est implémenté sous l'environnement de programmation C++ Builder version 6 qui est un produit de Borland.

Le Borland C++ est un outil RAD, qui permet le développement rapide **d'application (Rapid Application Development) sous Windows**, en un mot, C++ Builder permet de réaliser de façon très simple l'interface des applications et de relier aisément le code utilisateur aux événements Windows, quelle que soit leur origine (souris, clavier, événement système, etc ...).

**III.3. Description de l'application :**

Notre application se présente comme suit :

Menu principale de l'application

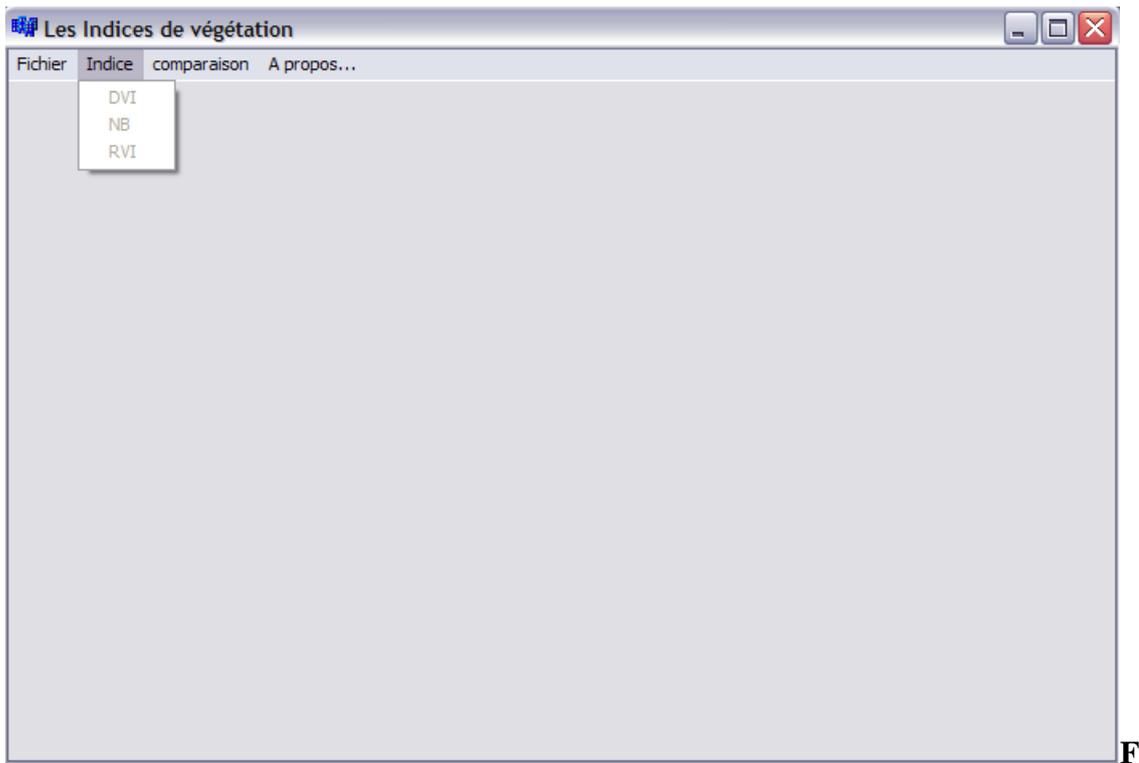


figure III.1 : L'interface principale.

**III.4. Menu «Fichier» :**

1. Le menu « ouvrir une image » nous permet d'ouvrir une image satellitaire soit en niveaux de gris, soit en RGB (voir figure.(Figure III.2))



Figure III.2 : Ouvrir une image

2. Le menu « Enregistrer l'image » permet d'enregistrer les images résultats.
3. Le menu « Quitter » permet de quitter l'application.

### III.5. Menu «Indice» :

Le menu Indice permet de calculer les différents Indices et les affichez

Il contient trois indices:

- **DVI** Indice de brillance.
- **RVI** Indice de végétation par quotient.
- **IB** Indice différentiel de végétation.

### III.6. Bandes spectrales utilisées :

Une image multi spectrale est une image obtenue à partir de capteurs opérant dans plusieurs bandes spectrales à la fois, les bandes utilisés dans notre application se résume dans le tableau 1.1, se sont des bandes où le contraste entre le sol et la végétation est plus grand [6].

<b>Bandes spectrales</b>	<b>canal</b>	<b>Longueur d'onde</b>
bande 1	vert	0.50 -- 0.59 um
bande 2	rouge	0.61 -- 0.68 um
bande 3	proche infrarouge	0.78 -- 0.89 um

**Tableau III.1** : Les bandes d'une image multi spectrale. [19]

**III.7. Données**

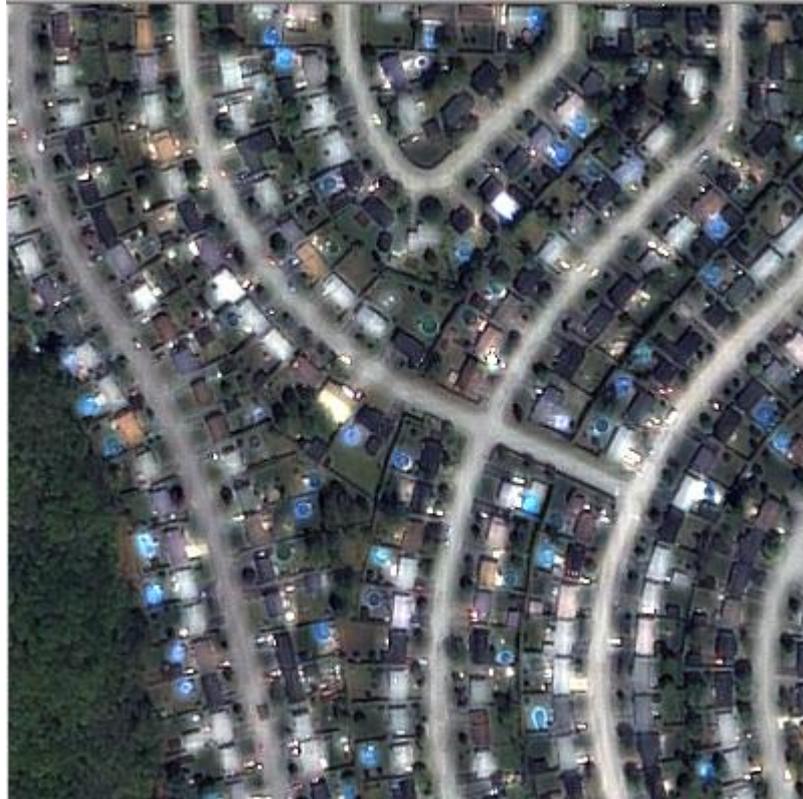
On va appliquer nos indices sur différentes images satellitaires à différents résolutions



**FigureIII.3 : Image 1 :Alsat1 de résolution 32m (Oran).**



**Figure III.4 : Image 2 : Spot de résolution 35m (Oran)**



**Figure III.5 : Image 3 : Ikonos 2 de résolution 4m (Canada).**



**Figure III.6 : Image 4 : Quick bird de résolution 2,44m (Canada).**

**III. 8. Composition colorés**

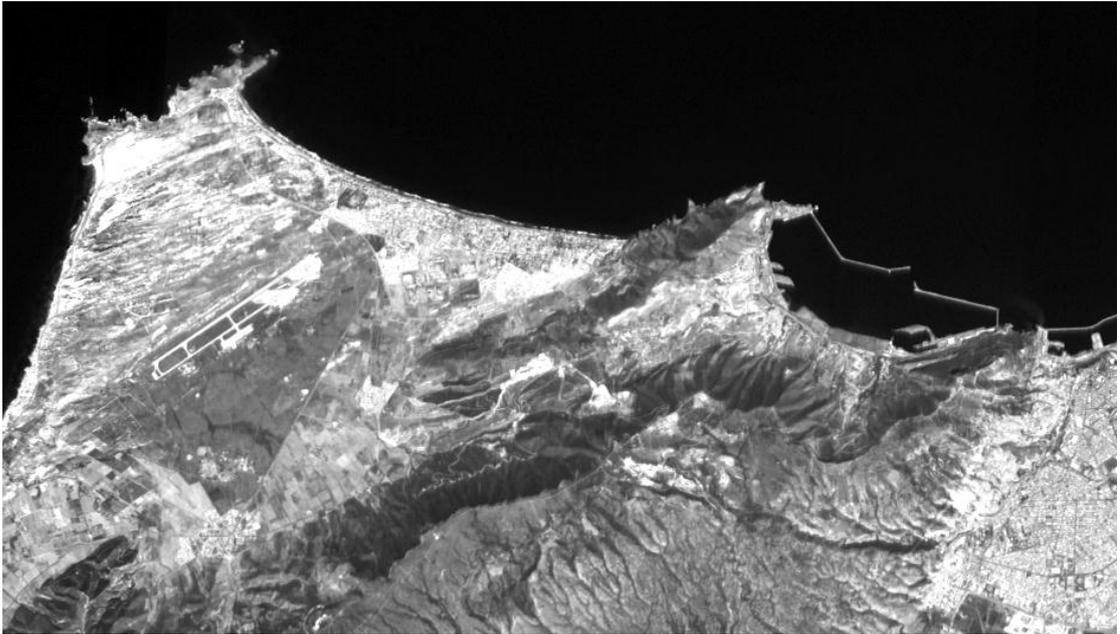


**Figure III.7 : Composition colorés de Image 2**

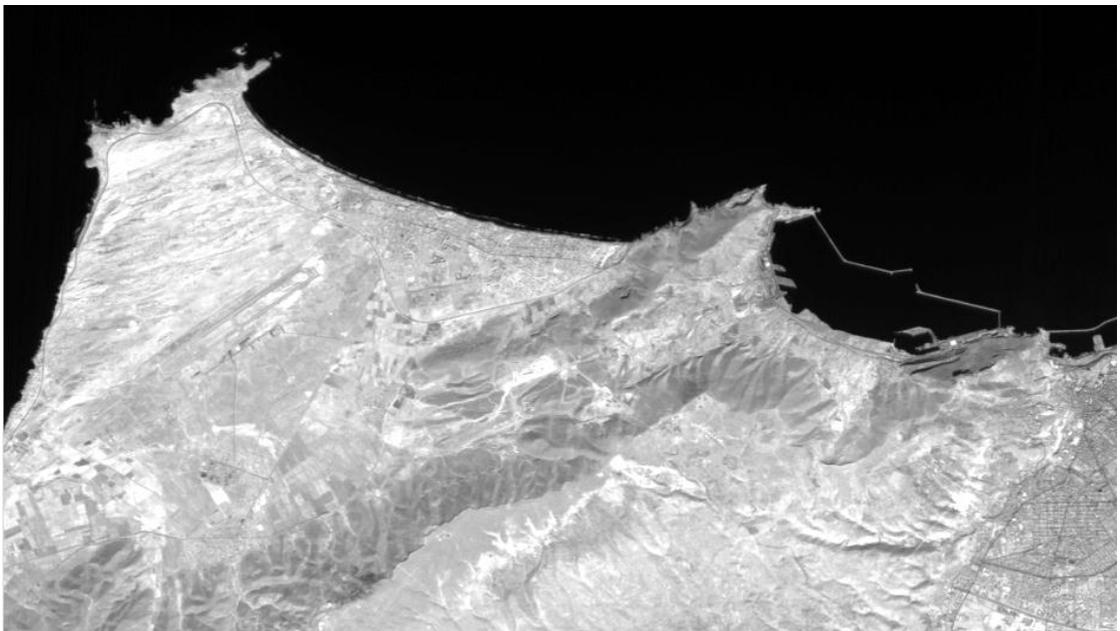
**(R : Bande 3(PIR) G : Bande 2 (rouge) B : Bande 1(vert))**



**Figure III.8 : bande 1 de l'image 2(vert).**



**Figure III.9:** bande 2 de l'image 2 (rouge).

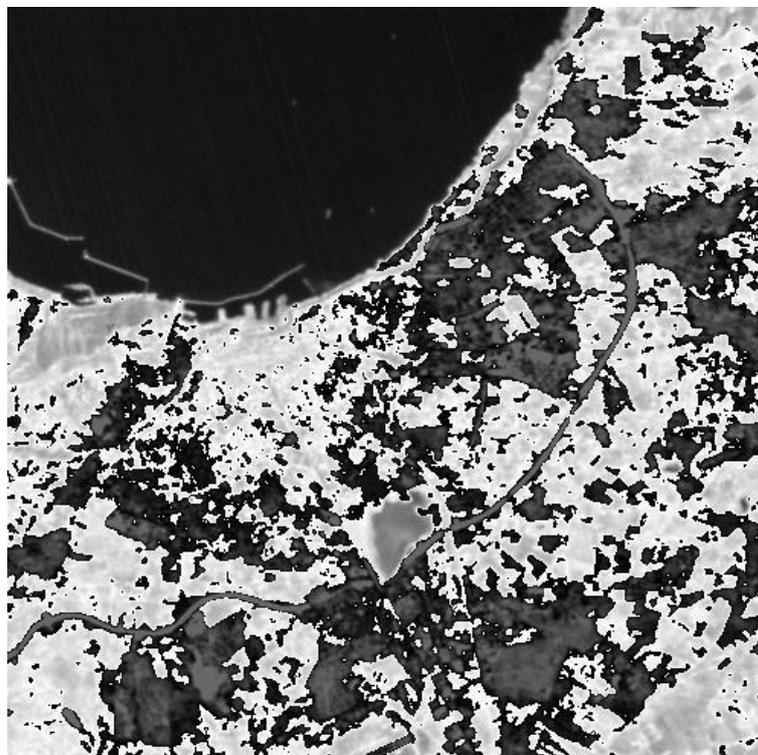


**Figure III.10:** bande 3 de l'image 2 (proche infrarouge).

**III.9 Résultats**



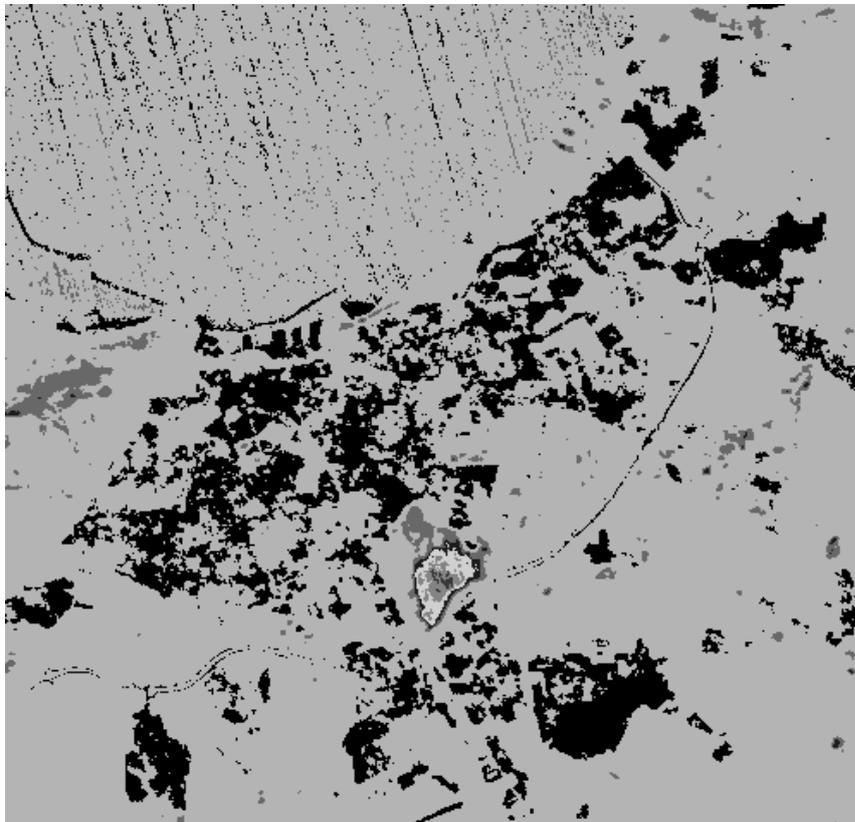
**Figure III.11 : Image 1 Alsat1 de résolution 32m (Oran).**



**Figure III.12 : Indice de brillance (IB) (Image1)**



**Figure III.13 : Indice Différentiel de végétation(DVI) (Image1).**



**Figure III.14 :Indice de végétation par quotient(RVI) (Image1).**



Figure III.15 : Image 2 : Spot de résolution 35m (Oran).

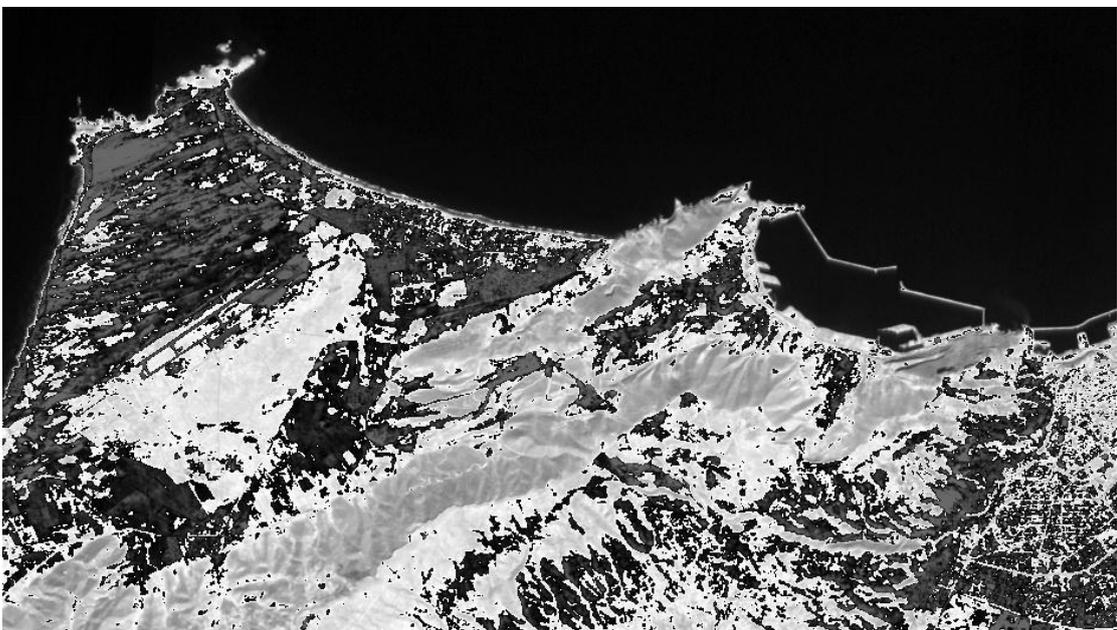


Figure III.16 : Indice de brillance (IB) (Image 2).

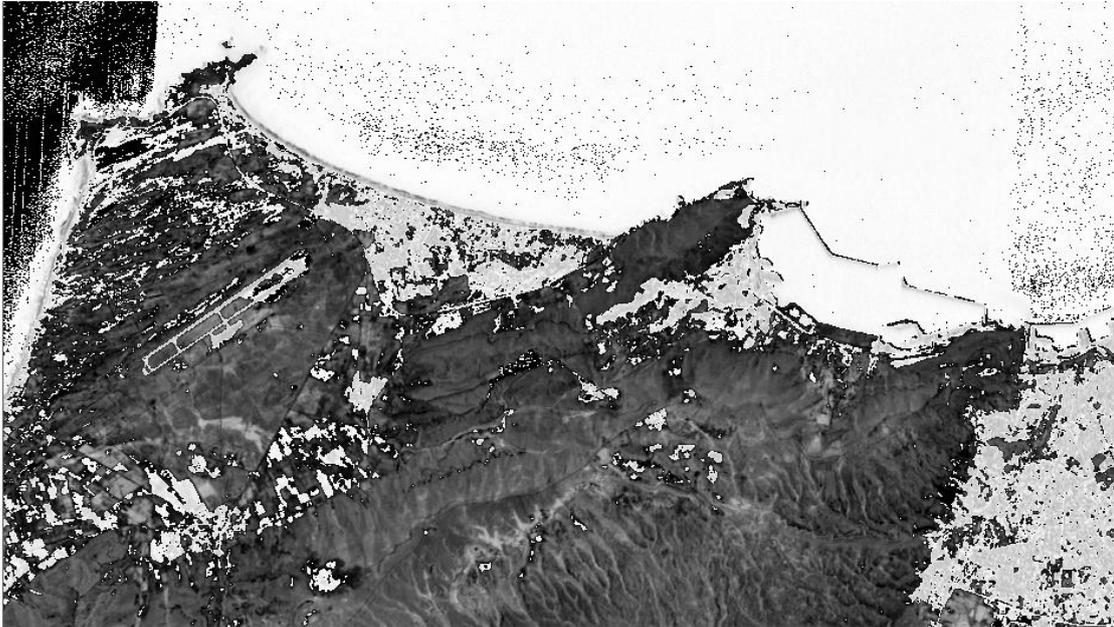


Figure III.17 :Indice Différentiel de végétation(DVI) (Image 2).

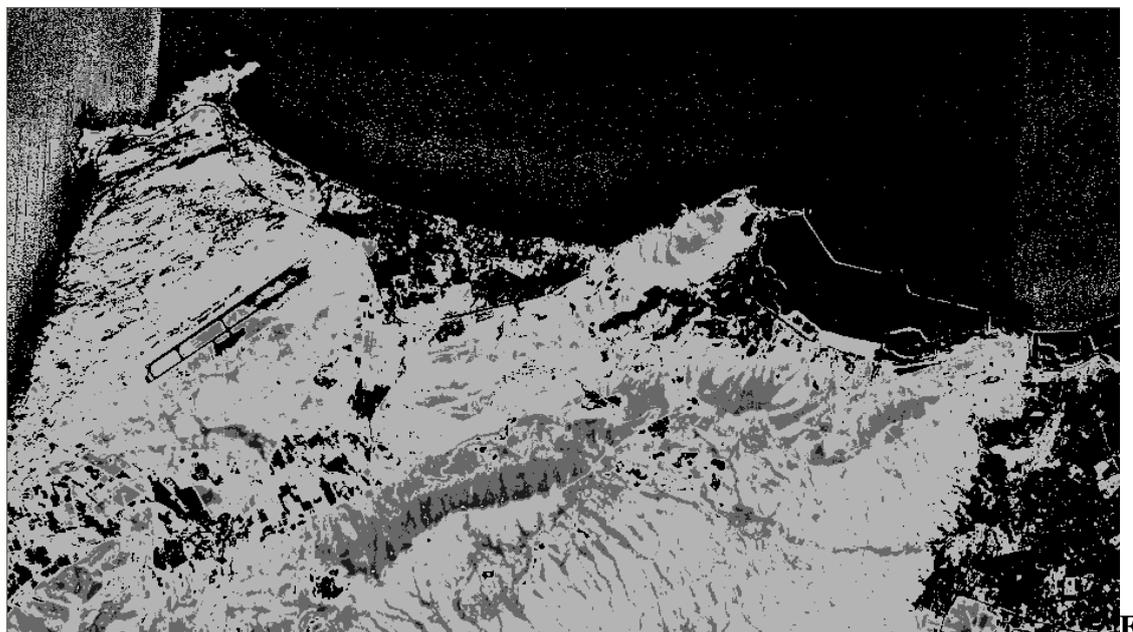
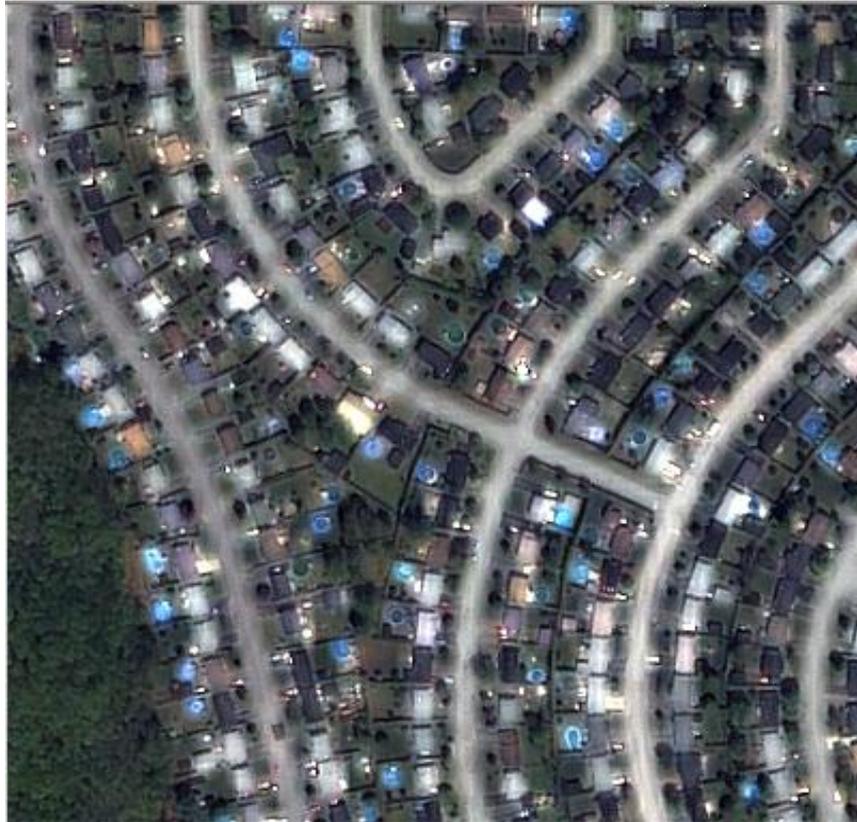


Figure III.18 :Indice de végétation par quotient(RVI) (Image 2).



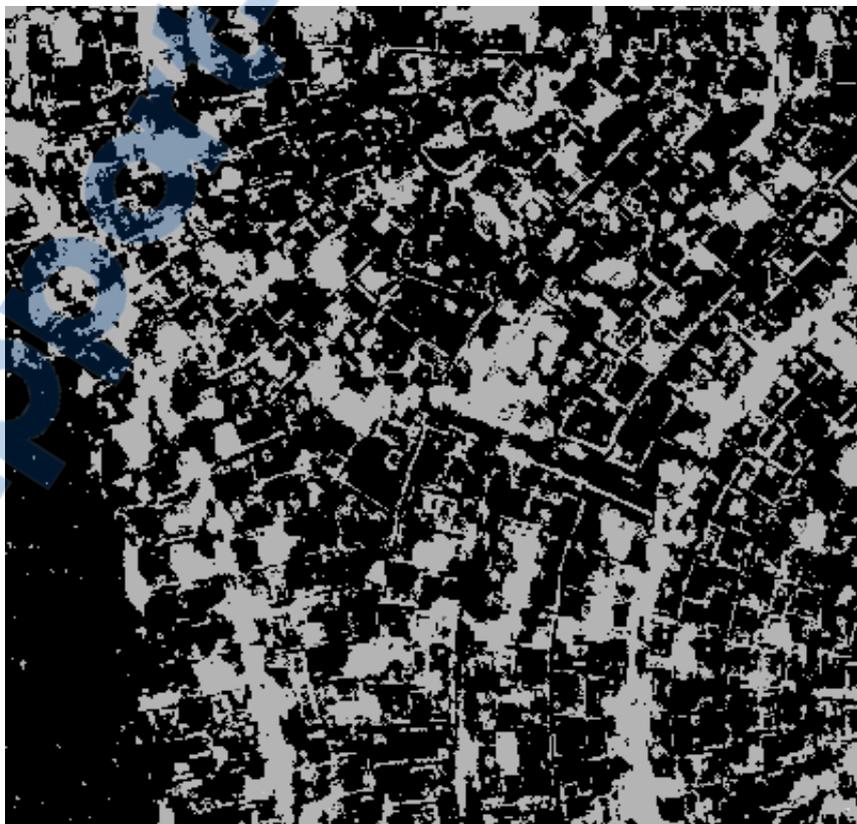
**Figure III.19 : Image 3 Ikonos**



**Figure III.20 : Image 3(IB).**



**Figure III.21 : Image 3(DVI).**



**Figure III.22 : Image 3 (RVI).**



**Figure III.23 : Image 4 Quick bird (Canada).**



**Figure III.24 : Image 4 (IB).**

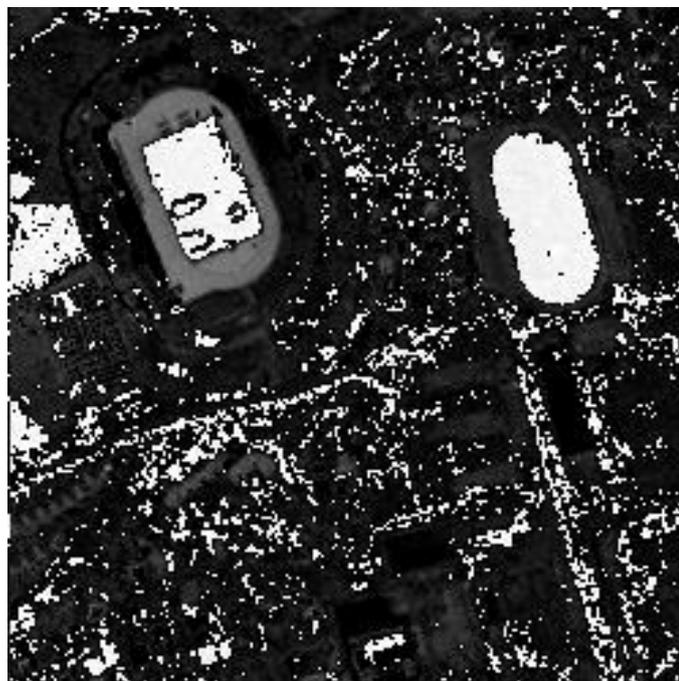


Figure III.25 : Image 4 (DVI).

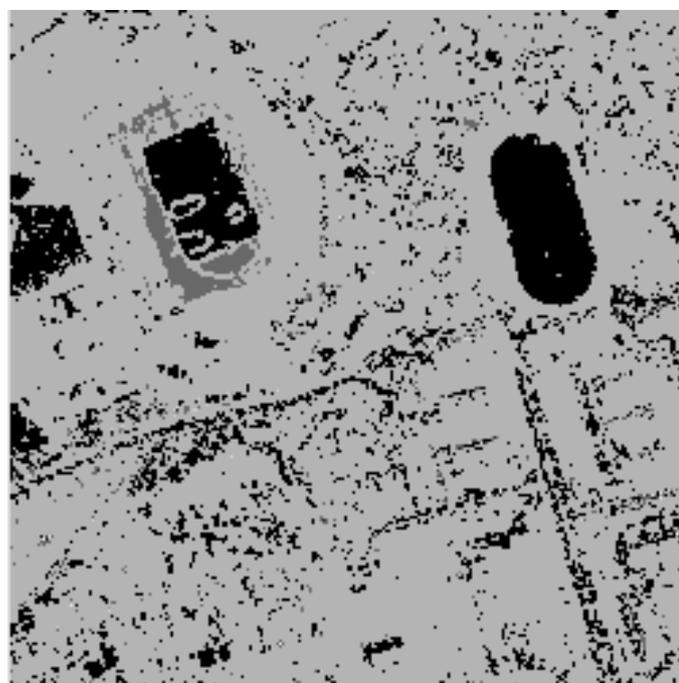


Figure III.26 : Image 4 (RVI).

**III.10 Discussion**

Les résultats sont présentés sur les figures (III.12 , Figure III.13, Figure III.14, Figure III.16 , Figure III.17, Figure III.18, Figure III.120, Figure III.21, Figure III.22, FigureIII.24, Figure III.25, Figure III.26). Ces images présentent une nette distinction entre les surfaces végétalises, les sols nus et les zones urbaine (voir figure des indices de l'image 1 et 2). Une analyse visuelle montre aussi que les indices privilégient les formes géométriques et les lignes (voir figure des indices de l'image 3 et 4)

**Conclusion**

Dans ce mémoire, nous avons décrit les différents indices de végétation les plus simple et souvent utilisé en télédétection. L'étude et l'application de ces indices permet de suivre spatialement et temporellement l'évolution du développement de la végétation,

## **Conclusion générale**

Les indices de végétation réduisent l'information spectrale contenue dans certaines gammes de longueur d'onde à une valeur unique qui représente une propriété ou une caractéristique particulière de la végétation. La plupart des indices combinent deux caractéristiques de la végétation : sa réflectance élevée dans le proche infrarouge (causée par la réfraction du rayonnement au niveau de la structure cellulaire des feuilles) et sa faible réflectance dans le rouge (causée par l'absorption chlorophyllienne).

Dans ce mémoire nous avons pu programmer et mettre en évidence le paysage végétal de plusieurs images satellitaires de la région d'Oran, Algérie et des régions du Canada et ceci en appliquant les indices de végétations.

En effet le paysage végétal est une mosaïque composée de divers types de végétaux dont les composants changent d'une année à l'autre, d'une saison à l'autre et même d'un mois à l'autre.

A travers ce modeste travail, en utilisant trois indices de végétations, nous avons pu extraire la végétation, les résultats obtenus sont presque semblables, une nette distinction entre les surfaces végétalisées, les sols nus et les zones urbaines, ces indices sont sensibles aux variations atmosphériques et à la nature des sols.

Nous avons à travers ce travail pu nous initier au domaine du traitement d'images et à la télédétection, nous avons élargi nos connaissances aussi en programmation et surtout à l'analyse et l'interprétation d'un problème.

Le travail présenté dans ce mémoire, peut avoir un impact sur la suite des travaux de recherches à entreprendre dans l'avenir. Afin d'étudier la croissance végétale d'une région donnée, travailler sur des images multi spectrales à différentes dates. Ces indices peuvent être utilisés dans un processus de classification ainsi que l'extraction d'autres indices.

## **Bibliographie**

- [1] **Jeannine GUILLET** La Télédétection et ses applications pédagogiques
- [2] **Danielle Ducrot** UPS CESBIO quelques bases sur les satellites, la télédétection
- [3] **Kouider Tadjerouni polycops** (petites échelle) centre National des Techniques Spastiales (ARZEW-ORAN) 2002.
- [4] **BIG n3-initialisation à la télédétection** Cours Bulletin de l'information Geographique
- [5] **J.P. Gastellu-Etchegorry** **Acquisition** et Traitement d'image numerique Université Paul Sabatier 2008
- [6] **Cours EnvCAL-Suivi de l'environnement par télédétection- Les indices simples**
- [19] **ICyfORS'I Afimed ridjani Or. BEVICOVIVEREatifia** Détection de la végétation a partir d'une image satellitaire Université Amar Thelidji Laghouat

## Site Web

[7] [http://www.geographiedijon.fr/IMG/pdf/Photographie\\_aerienne\\_diaporama-2](http://www.geographiedijon.fr/IMG/pdf/Photographie_aerienne_diaporama-2)

[8] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Satellite\\_stationnaire](http://fr.wikipedia.org/wiki/Satellite_stationnaire)

[9] [http://xen-](http://xen-lamap.inrp.fr/lamap/?Page_Id=33&Action=3&Element_Id=336&DomainScienceType_Id=2&ThemeType_Id=2)

[lamap.inrp.fr/lamap/?Page\\_Id=33&Action=3&Element\\_Id=336&DomainScienceType\\_Id=2&ThemeType\\_Id=2](http://xen-lamap.inrp.fr/lamap/?Page_Id=33&Action=3&Element_Id=336&DomainScienceType_Id=2&ThemeType_Id=2)

[10] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur \(télétection\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur_(t%C3%A9l%C3%A9d%C3%A9tection))

[11] <http://eoedu.belspo.be/fr/guid/defrele.asp?section=1>

[12] <http://www.cartographie.ird.fr/refugies/methodes-Teledec.html>

[13] <http://nilerak.hatfieldgroup.com/French/NRAK/EO/html/landsat.html>

[14] <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs44573>

[15] <http://www.rncan.gc.ca/sciences-terre/limite-geographique/teledetection/fondements/1449>

[16] <http://e-cours.univ-paris1.fr/modules/ued/envcal/html/vegetation/indices/qques-indices/index.html>

[17] <http://e-cours.univ-paris1.fr/modules/ued/envcal/html/vegetation/indices/qques-indices/indices-temperature-surface.html>

[18] <http://e-cours.univ-paris1.fr/modules/ued/envcal/html/vegetation/indices/qques-indices/indices-effets-sol.html>

## Résumé

Le paysage végétal est une mosaïque composée de divers types de végétaux dont les composants changent d'une année à l'autre, d'une saison à l'autre et même d'un mois à l'autre. Dans la présent mémoire nous nous intéressons à l'extraction de plusieurs indicateurs radiométriques des végétaux. Nous utilisons pour cela trois types d'indices de végétation afin de faire une analyse visuelle des résultats concernant le couvert végétale de plusieurs images satellitaires à différents résolutions spatiales. Les résultats obtenus sont presque semblables, une nette distinction entre le végétal et le sol nu. Ainsi la télédétection de la végétation dans le domaine optique repose sur la forte absorption du rayonnement rouge par les végétaux verts, alors qu'ils réfléchissent la lumière solaire dans les longueurs d'onde correspondant a l'infrarouge.

**Mot clefs :** Télédétection, indice de végétation, image satellitaire.

## Abstract :

The vegetation is a mosaic of different types of plants whose components change from one year to another, from one season to another and even from one month to another. In this memory we are interested in the extraction of several radiometric indicators plant. For this we use three types of vegetation indices to make a visual analysis of the results for the vegetation cover of several satellite images at different spatial resolutions. The results are almost identical, a clear distinction between the vegetation and bare soil. And remote sensing of vegetation in the optical domain based on the strong absorption of red radiation by green plants as they reflect sunlight in wavelengths corresponding to the infrared.

**keywords:** Remote sensing, vegetation index, satellite image.

## الخلاصة

الغطاء النباتي هو عبارة عن فسيفساء من أنواع مختلفة من النباتات حيث تختلف مكوناتها من سنة إلى أخرى، من موسم إلى آخر، وحتى من شهر إلى آخر. في هذه المذكرة نحن مهتمون في استخراج العديد من المؤشرات الإشعاعية للنباتات نستخدم لهذا الغرض ثلاثة أنواع من مؤشرات الغطاء النباتي لإجراء تحليل بصري للنتائج التي تخص الغطاء النباتي للعديد من صور الأقمار الصناعية. النتائج تكاد ان تكون متطابقة، مع تميز واضح بين الغطاء النباتي والترربة العارية. ان الاستشعار عن بعد للغطاء النباتي في المجال الضوئي القائم على امتصاص قوي للشعاع الأحمر من طرف النباتات الخضراء حيث تعكس أشعة الشمس الى أطوال موجية مقابلة للأشعة تحت الحمراء.

**المفاتيح** الاستشعار عن بعد ، مؤشر الغطاء النباتي، صورة القمر الصناعي