

**Université Ferhat Abbas, Campus El Bez, Sétif**  
Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre



# **Cours de Télédétection**

## Principes et Applications en Géosciences

**M.Bersi**

# Chapitre 01 | Généralités

## 1.1 Définition :

Le mot télédétection peut être divisé en deux parties : Télé (à distance) et détection. La télédétection peut être définie comme l'Ensemble des connaissances et des techniques permettant de déterminer certaines caractéristiques physiques et biologiques de points observés à partir de mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci. (Commission interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale, 1988.)

L'exemple le plus simple à comprendre et le plus compliqué dans sa conception est bien l'œil humain. L'œil peut reconnaître plusieurs types d'objets que ceux soient statiques ou bien en mouvement. Si on prend l'exemple de la reconnaissance des visages, l'œil humain défie tous les appareils de haute technologie. Sa capacité à reconnaître les personnes depuis leurs visages est inestimable.

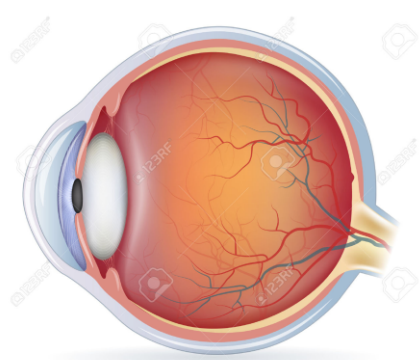


Fig 1.1 l'œil humain, un système de télédétection très puissant

La télédétection est de plus en plus utilisée en géosciences, depuis les photographies aériennes jusqu'aux drones super équipés, la notion de télédétection a passé d'un outil d'observation à un outil d'investigation et de prospection. Elle s'appuie sur la physique quantique (rayonnement électromagnétique) et les sciences informatiques (algorithmes de traitement des images).



Dominer un paysage



Photo depuis un ballon



Photo depuis un avion

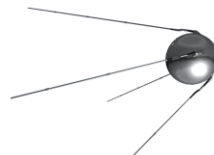


Photo depuis un satellite

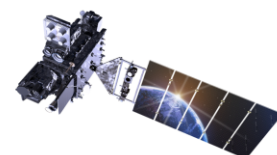


Photo + vidéo depuis un satellite



Fig 1.2 Evolution des techniques de prises de vue et le passage de l'observation à l'analyse des images

## 1.2 Principe de base de la télédétection :

Un système de télédétection est formé de cinq (05) éléments essentiels :

**La source d'énergie :** À l'origine de la majorité des processus de télédétection se trouve une source d'énergie naturelle pour illuminer la cible. Le soleil est considéré comme source d'énergie naturelle, il éclaire la surface de la Terre durant la journée.

**La cible :** la surface éclairée par la source va interagir avec l'énergie (rayonnement) qu'elle reçoit. L'énergie réfléchi par cette surface va être captée par un capteur, donc cette surface est considérée comme cible du capteur.

**Le capteur** : un capteur est un appareil qui reçoit l'énergie réfléchiée par la surface éclairée, les satellites sont des capteurs permettant de transformer l'énergie captée en informations utiles (**signal**).

**Le récepteur** : l'information envoyée par un satellite sera reçue par un récepteur « antenne », l'antenne transforme le signal en données sous forme d'images brutes.

**Station de traitement de données** : Une station de traitement de donnée transforme les images et les signaux aux images exploitables avec toutes les corrections des erreurs liées au capteur.

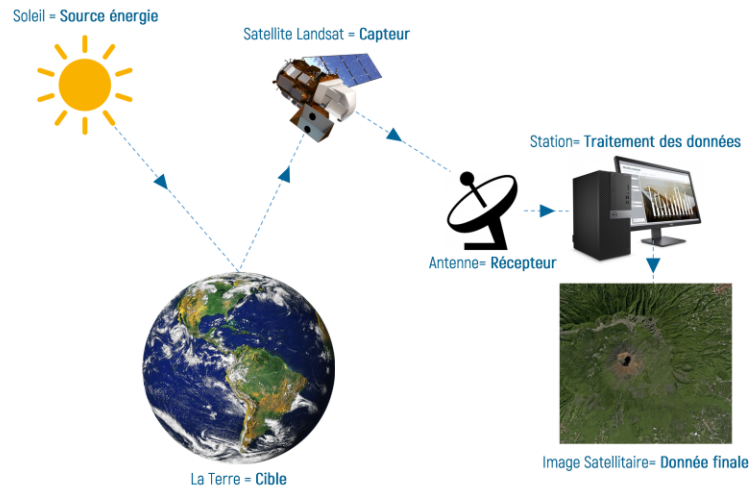


Fig 1.3 Éléments de base de la télédétection.

## Chapitre 02 | Rayonnement électromagnétique

### 2.1 Définition :

C'est l'ensemble de radiations de natures similaires mais dont les longueurs d'ondes sont différentes. Les rayonnements électromagnétiques sont plus souvent appelés lumière, que celle-ci soit visible par l'homme (lumière blanche) ou non (Ultraviolet, Infrarouge, rayon...etc.). Le rayonnement électromagnétique est constitué de radiations monochromatiques caractérisées par une longueur d'onde  $\lambda$  et une fréquence  $\nu$ . Une onde électromagnétique est un ensemble de deux vecteurs orthogonaux indissociables se propageant dans l'espace et dont l'amplitude varie périodiquement (sinusoïdalement) avec le temps, il s'agit des vecteurs  $E$  (Vecteur de champs électrique) et de  $B$  (Vecteur de champs magnétique). Lors de la propagation des ondes électromagnétiques, les deux vecteurs  $E$  et  $B$  vibrent d'une manière perpendiculaire à la direction de propagation.

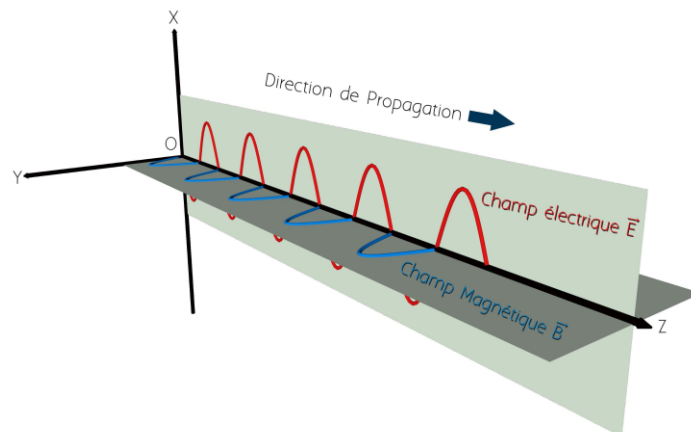


Fig 2.1 Composantes d'une onde électromagnétique

## 2.2 L'éclairement solaire :

L'éclairement énergétique ou irradiance est un terme radiométrique qui quantifie la puissance d'un rayonnement électromagnétique frappant par unité de surface perpendiculaire à sa direction. C'est la densité surfacique du flux énergétique arrivant au point considéré de la surface. Dans le Système international d'unités, elle s'exprime en watts par mètre carré (W/m<sup>2</sup>).

Le soleil émet un éclairement avec une intensité totale de 60 000 000 W/m<sup>2</sup>, la quantité qui atteint l'atmosphère terrestre est 1370 W/m<sup>2</sup>. Le reste des rayons sont déviés par les astres et par le champ magnétique terrestre. L'atmosphère va absorber, réfléchir et diffuser une quantité d'énergie. Enfin, la quantité de l'énergie solaire qui atteint réellement la surface de la Terre est estimée à 340 W/m<sup>2</sup>. C'est cette quantité d'énergie qui va interagir avec les objets terrestres.

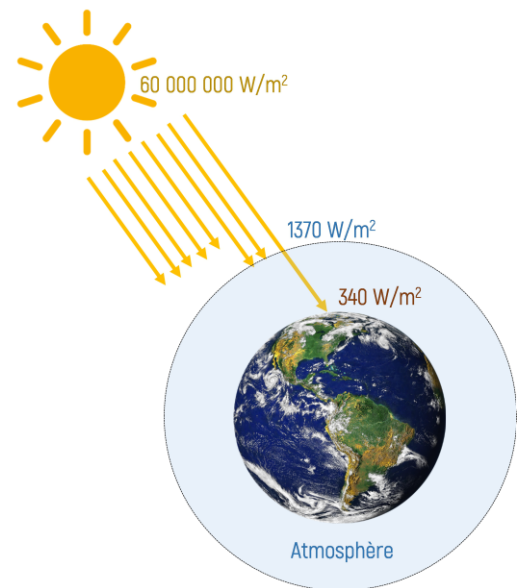


Fig 2.2 Eclairement solaire atteignant la surface de la Terre.

## 2.3 La réflectance :

L'éclairement solaire atteignant la surface de la Terre sera réfléchi (réflexion), absorbé (absorption) et diffusé (diffusion) par les objets. On appelle réflectance la quantité d'énergie réfléchi par un objet, elle est conditionnée par plusieurs paramètres dont les plus importants sont la composition chimique et la texture.

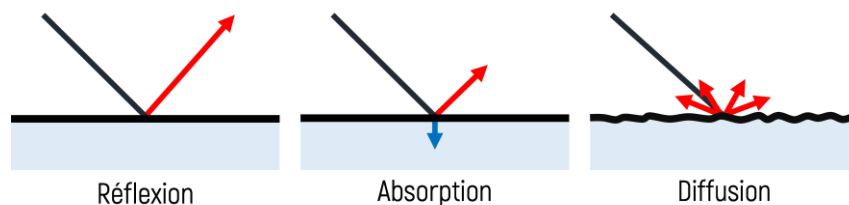


Fig 2.3 Devenir des rayons solaires en contact des objets terrestres.

Dans la nature tous les objets réfléchissent une partie du rayonnement reçu et absorbent une autre partie. Rares sont les cas où un objet Terrestre réfléchi ou bien absorbe toute l'énergie incidente. La réflectance peut être mesurée selon l'équation suivante :

$$\rho \text{ (Réflectance)} = \frac{E_r \text{ (énergie réfléchi)}}{E_i \text{ (énergie incidente)}}$$

Si un objet réfléchi toute l'énergie incidente, la valeur de réflectance sera 1, et dans le cas où toute l'énergie incidente serait absorbé, alors la valeur de réflectance serait 0.

Si  $\rho = 1$  on parle d'un corps blanc, le cas de la neige bien cristallisée et d'un miroir.

Si  $\rho = 0$  on parle d'un corps noir, le cas d'un terrain volcanique « basalte ».

## 2.4 Notion de niveaux de gris:

Dans la nature les valeurs de  $\rho$  vont être comprises entre 0 et 1, dans le système 1 bit les objets auront deux niveaux 0 (noir) et 1 (blanc). Dans un système en 2 bits les objets auront 4 niveaux qu'on appelle niveaux de gris. Ainsi, le nombre de niveaux de gris qu'on peut avoir dans un système est défini par  $2^n$ , avec  $n$  = nombre de bits.

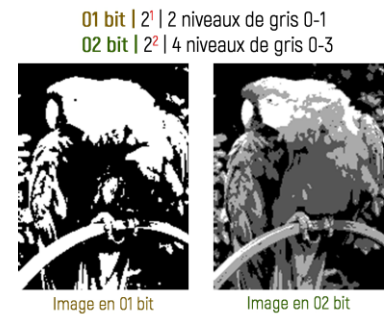


Fig 2.4 Photographies illustrant la notion de niveaux de gris

### Exercice n° 01 :

Complétez la figure suivante :

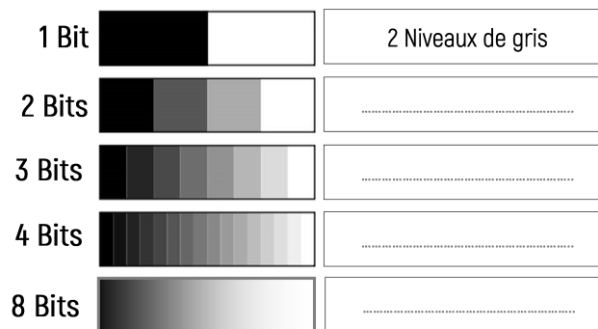


Fig 2.5 Exercice sur les systèmes de bits et les niveaux de gris équivalents.

Si on considère une énergie d'intensité  $200 \text{ W/m}^2$  réfléchiée par une surface, la valeur de réflectance sera calculée et convertie en 8 Bits de la manière suivante :

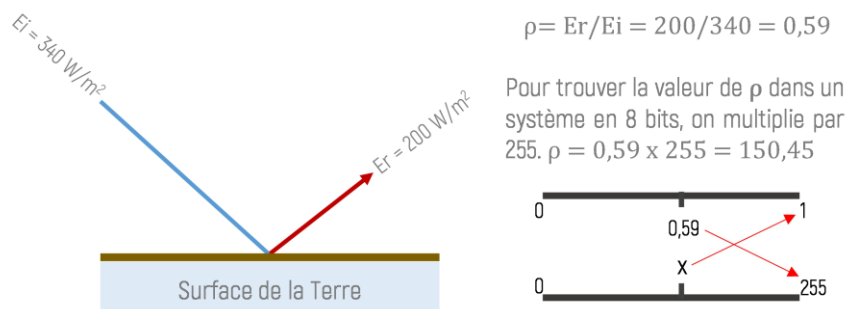


Fig 2.6 Exemple de calcul de réflectance.

## 2.5 Le spectre électromagnétique:

Les ondes électromagnétiques se propagent dans le vide avec la vitesse  $C = \lambda \cdot \nu = 2.98 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  dans un spectre uni. La source du spectre électromagnétique dite direct lorsqu'elle provienne du soleil, elle peut être aussi indirecte lorsqu'elle est réfléchiée par un autre Object. L'excitation continue des particules solaires sur sa couche externe (Photosphère) induit à une libération d'une énergie sous forme de photons, chaque photon va transporter une quantité d'énergie, selon Einstein cette quantité d'énergie est dite Quantum d'énergie. Le domaine visible du spectre électromagnétique s'étale de  $0,4 \mu\text{m}$  à  $0,8 \mu\text{m}$ . Ce domaine est précédé par les domaines des UV (Ultra-violet), rayons X et rayons Gamma. Le domaine visible est suivi par les domaines IR (infra-rouge) et des ondes radio.

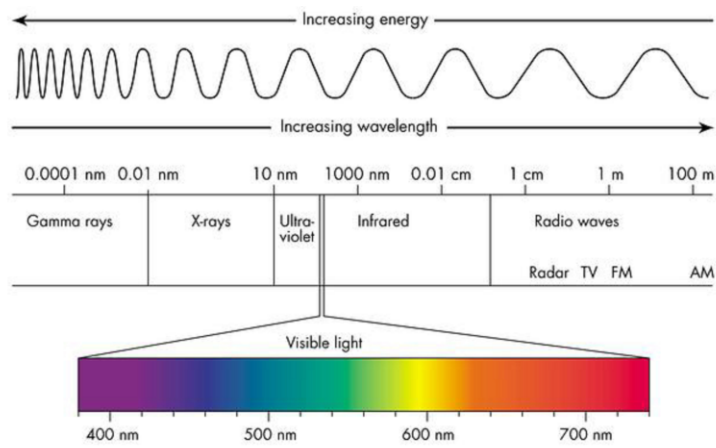


Fig 2.7 Spectre électromagnétique.

## Chapitre 03 | Interaction rayonnement matière

### 3.1 Introduction :

La surface de la Terre est recouverte dans sa majeure partie par trois types de couvertures, il s'agit d'une couverture végétale, d'une couverture rocheuse et d'une couverture hydrique. Dans le domaine visible, ces trois types de couvertures ont des réflectances variables. Ainsi, l'eau a tendance à réfléchir plus dans le domaine bleu (0.42-0.58  $\mu\text{m}$ ) que dans les domaines de vert (0.52-0.56  $\mu\text{m}$ ) et rouge (0.64-0.69  $\mu\text{m}$ ), d'où la couleur bleu des plans d'eau. La végétation réfléchit plus dans le vert et les roches dans le rouge, d'où la couleur verte des végétaux et marron à ocre pour les roches. Le satellite capte l'énergie réfléchiée par ces trois types de couvertures selon trois capteurs (BVR) et convertit cette énergie en valeurs radiométriques « valeurs en niveau de gris » dans le système 8 bit « exemple de Landsat 7 ». On obtiendra alors trois bandes (1, 2 et 3). Chaque bande est une image formée par des pixels, et chaque pixel contient une valeur radiométrique. Le schéma suivant illustre ce principe.

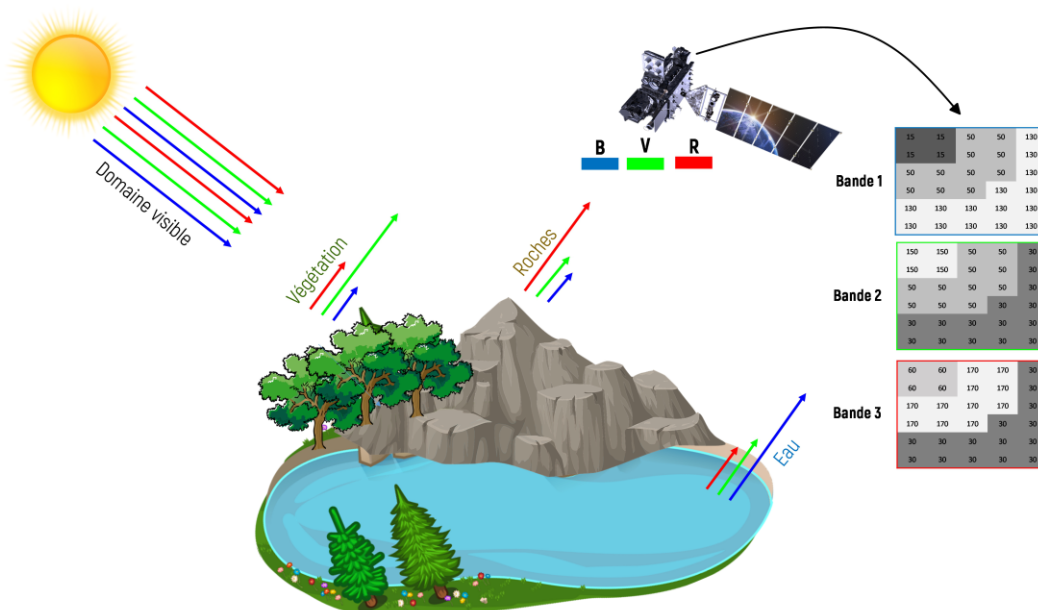


Fig 3.1 Réflectance des surfaces terrestres dans le visible.

### 3.2 Affichage en niveaux de gris et en couleurs :

Les satellites produisent 3 bandes dans le domaine visible, chaque bande contient des pixels avec des valeurs radiométriques et des couleurs grises « niveaux de gris ». Selon le principe de la colorimétrie, trois couleurs principales « bleu, vert et rouge » sont nécessaires pour créer d'autres couleurs. En imagerie, pour afficher une image en couleur, il nous faut trois bandes.

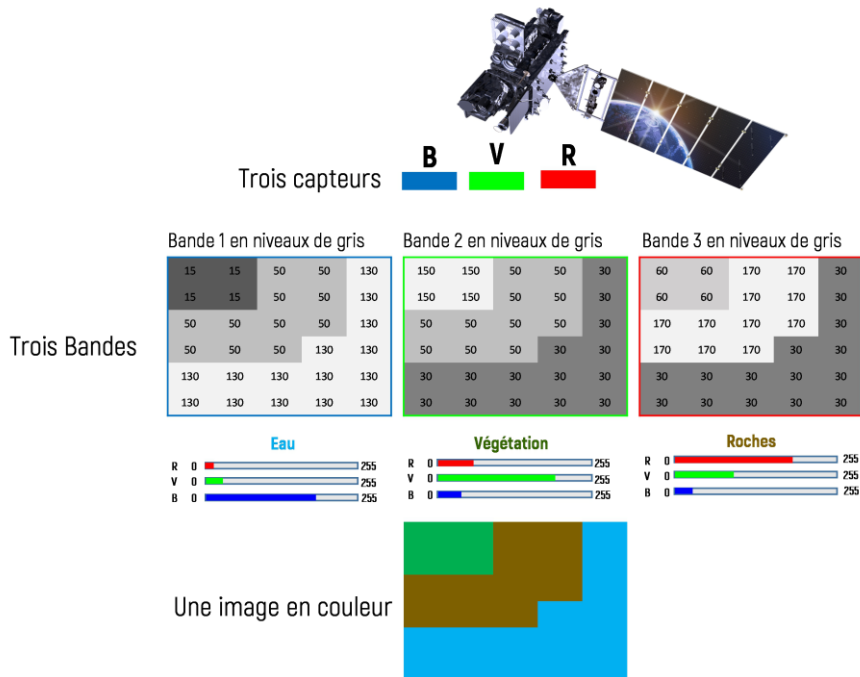
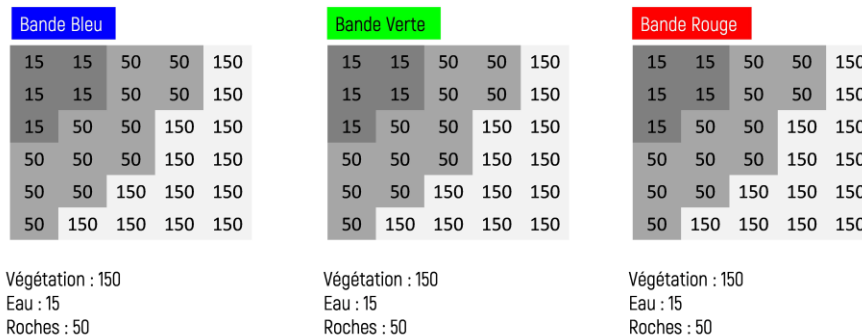


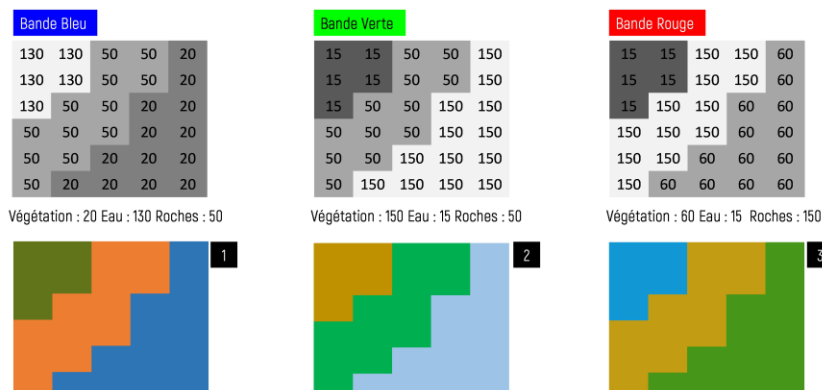
Fig 3.2 affichage d'une image en mode RVB (Rouge, vert et bleu).

#### Exercice n° 02 :

1-Quelle bande est en accord avec ça légende ? :



2- la quelle des images couleurs qu'on peut obtenir avec les trois bandes suivantes ?





### 3.3 La signature spectrale :

Par définition, la signature spectrale est la représentation graphique d'une réflectance caractéristique d'un objet en fonction de la longueur d'onde. Elle se représente par une courbe : Réflectance = F(Longueur d'onde).

En télédétection visible et infrarouge proche, les surfaces naturelles se caractérisent par de très importantes variations de la réflectance selon la longueur d'onde. Elle permet donc de discriminer les principaux types de surfaces terrestres ou d'analyser plus finement les propriétés de ces surfaces.

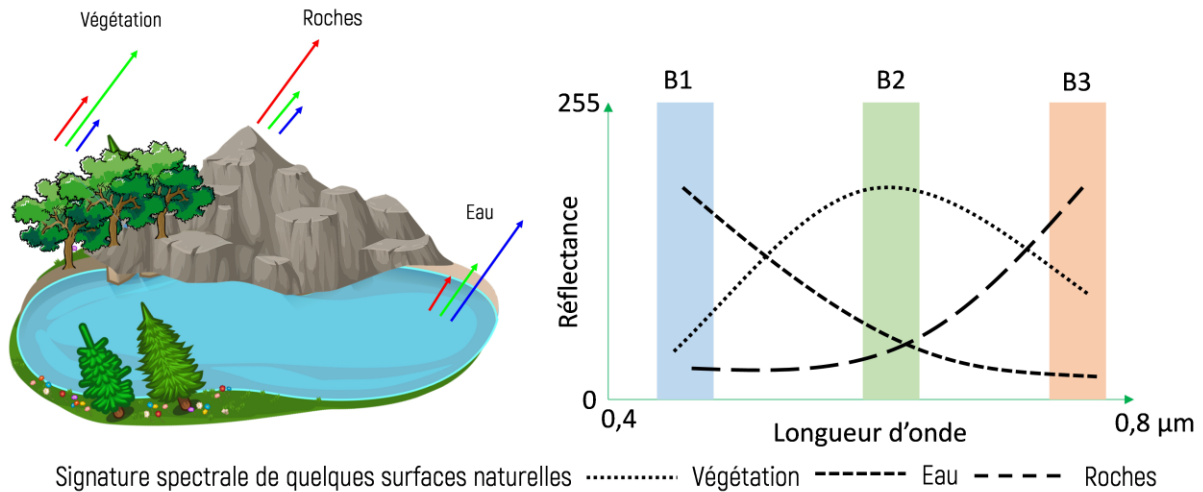


Fig 3.4 Signature spectrale de quelques surfaces naturelles.

### 3.4 Les bandes d'absorption :

Les bandes d'absorption sont les intervalles dans le spectre « intervalle radiométrique » où la signature spectrale présente des valeurs faibles « pique d'absorption ». En l'absence d'absorptions, la réflectance serait maximale donnant ainsi une signature sous forme de ligne passant par la valeur 255. Ces bandes d'absorption sont bien visibles dans l'intervalle du spectre allant du Proche infrarouge (Near Infrared NIR en anglais) à l'infrarouge à courtes longueurs d'ondes « en anglais Short Wave Infrared SWIR ».

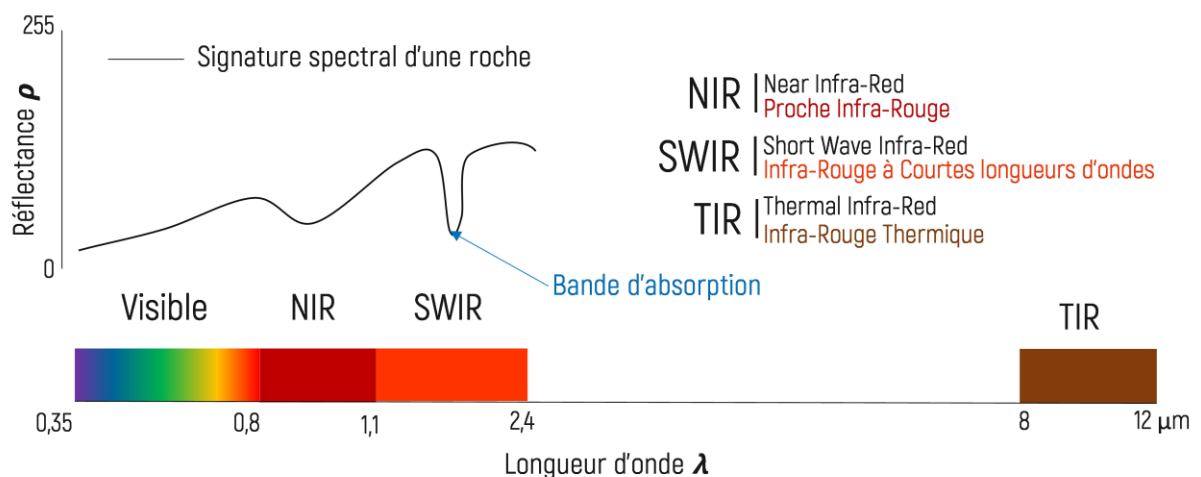


Fig 3.5 Notion de bande d'absorption



Les absorptions sont liées aux caractéristiques physico-chimiques des objets, dans ce cours on va aborder uniquement les absorptions liées à la composition chimique des objets. Dans le cas des roches on parlera de la composition minéralogique, c'est cette composition qui conditionne le taux d'absorption dans chaque intervalle du spectre. Selon la longueur d'onde de la lumière incidente on peut distinguer deux types d'absorption, une absorption liée aux transitions électroniques dans les domaines visible et NIR, et une absorption liée aux vibrations électroniques dans le domaine SWIR.

### 3.5 Les transitions électroniques :

Les absorptions liées aux transitions électroniques se produisent dans le domaine visible et PIR. Dans ces deux intervalles les longueurs d'ondes sont courtes, donc elles interagissent avec les atomes. Un atome contient des orbites « niveaux énergétiques » sur lesquels on trouve des électrons avec des électrons de valence sur l'orbite externe « couche externe ». À l'état d'équilibre les atomes gardent leur position dans les orbites et ils forment ainsi la structure atomique caractéristique d'un atome. Cependant, à l'état excité les électrons vont changer d'orbite « transition ». Si l'énergie d'excitation est suffisante, l'électron passe d'un niveau d'énergie inférieur à un niveau d'énergie supérieur, cette transition consomme l'énergie avec laquelle l'électron a été excité et on parlera donc de l'absorption.

A la fin de l'excitation l'électron va rejoindre son niveau d'énergie initial, il passe donc d'un niveau supérieur à un niveau inférieur en libérant une énergie et on parlera dans ce cas de l'émission.

Les ondes électromagnétiques (OEM) sont constituées de photons, un photon étant l'unité de base d'une OEM. C'est le photon qui va interagir avec l'électron en l'excitant avec une énergie variable suivant la longueur d'onde. L'atome de fer possède une absorption caractéristique dans l'intervalle allant de 0.9 à 1.1  $\mu\text{m}$ .

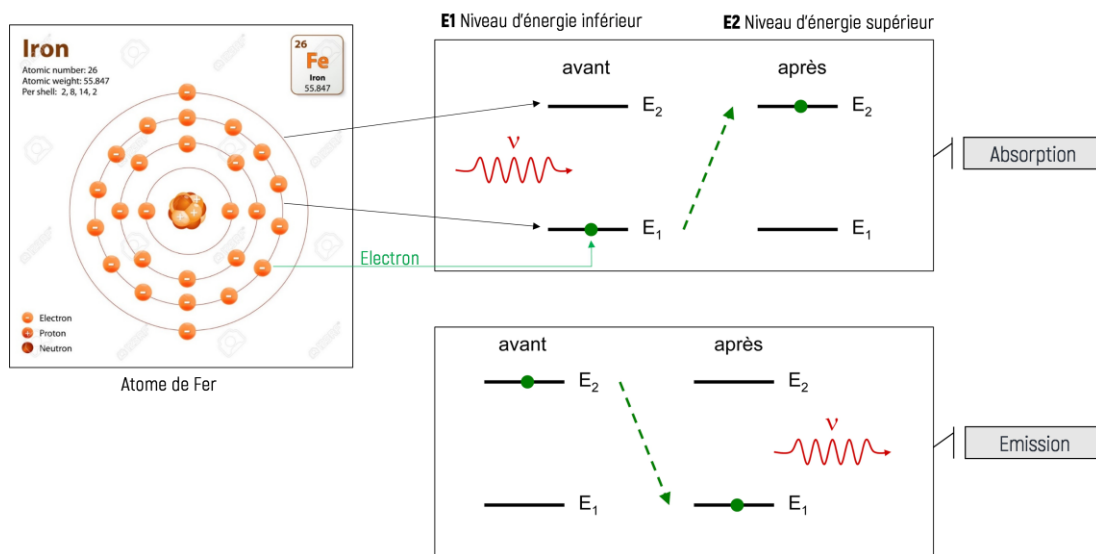


Fig 3.6 Schéma explicatif des transitions électroniques.

### 3.6 Les vibrations moléculaires:

Les vibrations moléculaires sont des phénomènes qui se produisent à l'échelle de la molécule, notamment les molécules diatomiques telles que la molécule d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), les oxydes et les hydroxydes (exemple de  $\text{MgO}$ ). Les vibrations se produisent dans l'intervalle allant de 1.1 à 2.4  $\mu\text{m}$  (SWIR), dans cet intervalle les longueurs d'ondes sont importante et elles entrent en interaction avec la molécule et non pas l'atome. L'absorption sera donc conditionnée par le taux de vibration, à chaque fois que les ondes sont longues, on aura des vibrations importantes et donc des absorptions considérables. La présence d'eau dans les objets naturels se traduit par deux bandes d'absorption caractéristiques autour de 1.4 et 1.9  $\mu\text{m}$ .

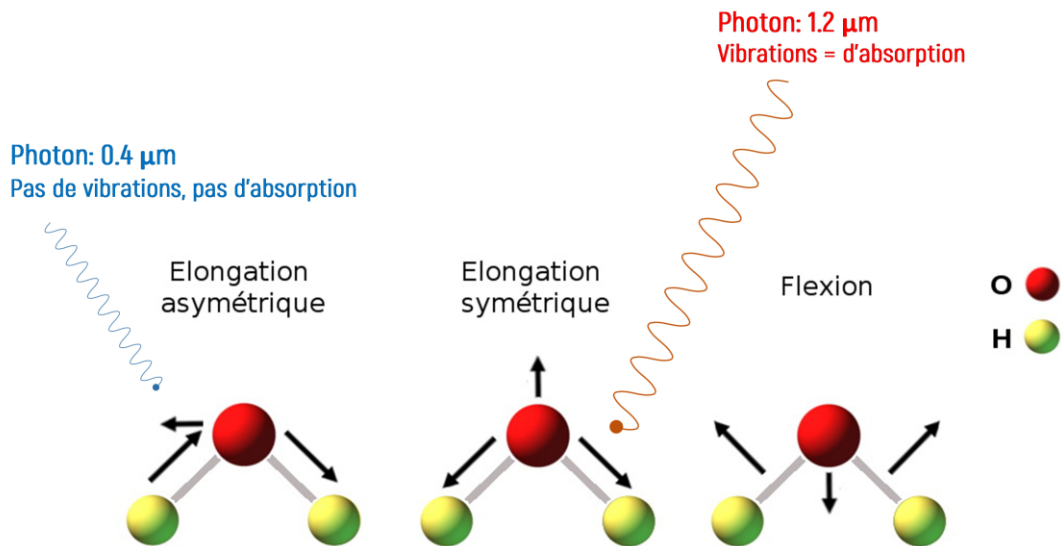


Fig 3.7 Exemple de vibrations de la molécule d'eau.

Les transitions électroniques et les vibrations moléculaires deux phénomènes à l'origine des absorptions qui se produisent dans le domaine allant de 0.4 à 2.4  $\mu\text{m}$ , ces absorptions sont traduites sur la signature spectrale d'une surface naturelle par des bandes d'absorption.

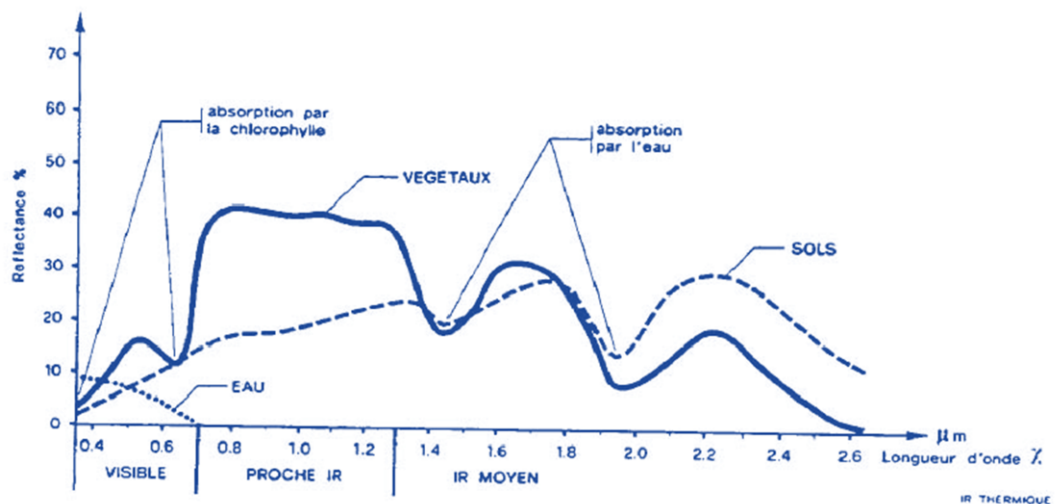


Fig 3.8 Signatures spectrales de trois surfaces naturelles « eaux, roches et végétation » montrant des bandes d'absorptions.

# Chapitre 04 | Les satellites de télédétection

L'observation de la Terre reste l'une des applications les plus prisées dans le domaine des satellites. En fonction de la mission à accomplir, on choisira plutôt tel ou tel satellite placé sur telle ou telle orbite. Les satellites de télédétection représentent un intérêt dans plusieurs domaines comme l'agriculture, la cartographie, la foresterie, la géologie, la conservation de la nature et le contrôle de la biodiversité, assistance lors des missions humanitaires, gestion des risques majeurs, surveillance marine et côtière ainsi que dans les systèmes d'informations géographiques. Comme satellites de télédétection, on peut nommer Spot (France), Landsat (USA) entre autres.

## 4.1 Les types d'orbites:

La trajectoire effectuée par un satellite autour de la Terre est appelée orbite. L'orbite d'un satellite est choisie en fonction de la capacité des capteurs qu'il transporte et des objectifs de sa mission. Le choix d'une orbite est déterminé par l'altitude (la hauteur du satellite au-dessus de la surface de la Terre), l'orientation et la rotation du satellite par rapport à la Terre. Certains satellites ont une altitude très élevée et regardent toujours la même région de la surface de la Terre, ils ont une orbite géostationnaire. Ces satellites géostationnaires ont une altitude d'environ 36 000 kilomètres et se déplacent à une vitesse qui correspond à celle de la Terre, donnant ainsi l'impression qu'ils sont stationnaires. Cette configuration orbitale permet au satellite d'observer et d'amasser continuellement de l'information sur une région spécifique. Les satellites de communication et d'observation des conditions météorologiques sont situés sur de telles orbites. L'altitude élevée de certains satellites météorologiques leur permet d'observer les nuages et les conditions qui couvrent un hémisphère complet de la Terre. D'autres plates-formes spatiales suivent une orbite allant pratiquement du nord au sud ou vice versa. Cette configuration, combinée à la rotation de la Terre (ouest-est), fait qu'au cours d'une certaine période, les satellites ont observé la presque totalité de la surface de la Terre. Ce type d'orbite est appelé orbite quasi polaire à cause de l'inclinaison de l'orbite par rapport à une ligne passant par les pôles Nord et Sud de la Terre. La plupart des satellites sur orbite quasi-polaires ont aussi une orbite héliosynchrone; de cette façon, ils observent toujours chaque région du globe à la même heure locale solaire. Pour une latitude donnée, la position du Soleil dans le ciel au moment où le satellite survole une certaine région au cours d'une saison donnée sera donc toujours la même. Cette caractéristique orbitale assure des conditions d'illumination solaire similaires, lorsqu'on recueille des données pour une saison particulière (Centre Canadien de Télédétection).

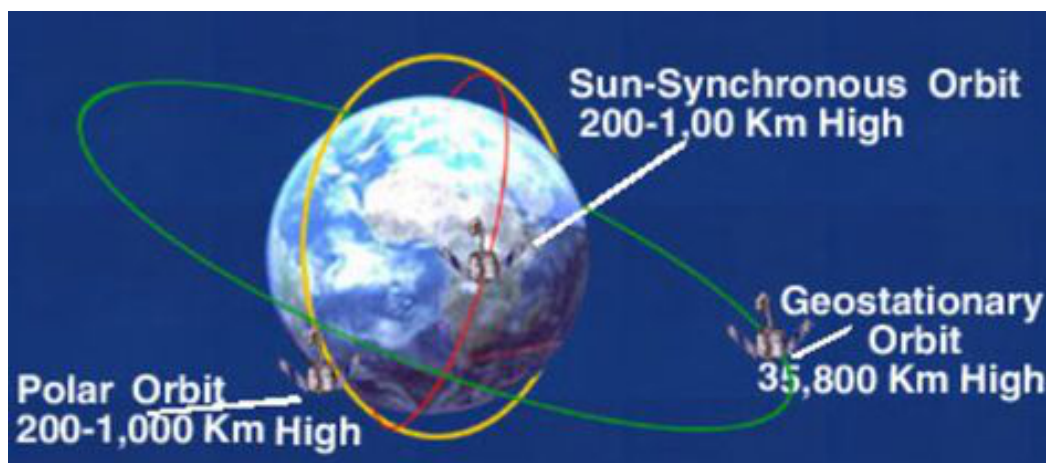


Fig 4.1 Types d'orbites des satellites.

## 4.2 Caractéristiques des satellites de télédétection:

### A | La résolution

#### A1 | La résolution spatiale

La résolution spatiale d'un satellite est définie par la taille du pixel de ses images. Le pixel étant l'élément le plus petit dans une image et il est généralement un carré. La résolution spatiale est dite forte lorsque la taille du pixel est petite, une forte résolution nous permet de voir le détail des objets.

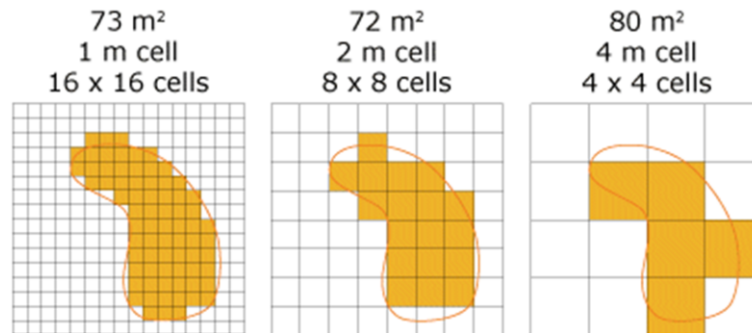


Fig 4.2 Notion de la résolution Spatiale.

#### A2 | La résolution radiométrique

La résolution radiométrique dépend du système de stockage ou bien d'encodage, ces systèmes sont exprimés en nombres de bits « voir chapitre 2 ». Les images de bonne résolution radiométrique correspondent aux images stockées avec un système en nombres de bits important. Plus le nombre de bits est important plus on aura plusieurs niveaux de gris, donc la perception devient meilleure.



Fig 4.3 Résolution radiométrique.

#### A3 | La résolution spectrale

La résolution spectrale est conditionnée par les détecteurs d'un satellite, ces détecteurs captent l'énergie réfléchi par une surface naturelle selon différents intervalles du spectre électromagnétique. Ensuite ils stockent cette information dans des bandes spectrales « plusieurs bandes forment une image numérique ». La résolution spectrale est définie par le nombre de bandes d'un satellite, plus les nombres de bandes est important plus cette résolution est bonne. Il faut noter que la répartition des bandes dans le spectre est très importante, un satellite qui possède 100 bandes réparties dans le domaine visible uniquement n'est pas considéré comme un satellite de bonne résolution spectrale. On peut classer les satellites de télédétection, suivant la résolution spectrale de leurs images, en trois types : Satellites à images multispectrales (généralement 4 à 30 bandes), satellites à images hyperspectrales (plus de 100 bandes) et enfin les satellites à images ultraspectrales (plus de 1000 bandes).

### Exemple de satellites à images multispectrales (Spot et LandSat)

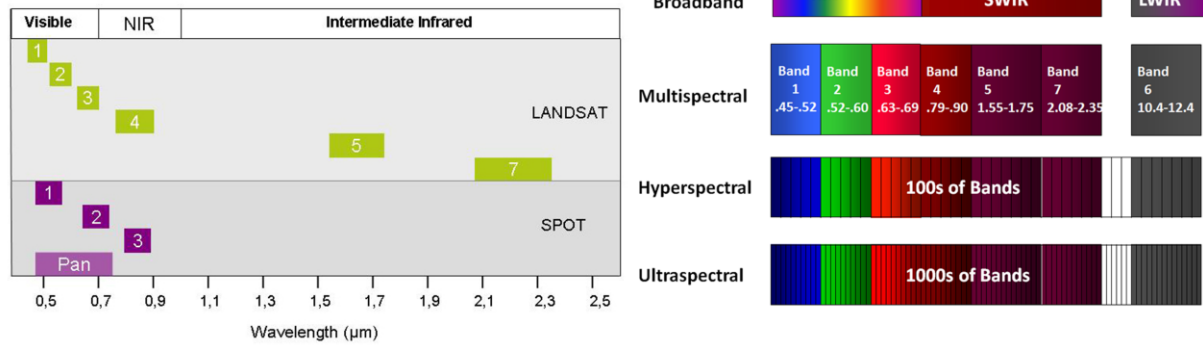


Fig 4.4 Notion de la résolution Spectrale.

## A4 | La résolution temporelle

La résolution temporelle est conditionnée par l'orbite du satellite et par l'objectif de sa mission, c'est le temps que fait un satellite (généralement en unité de jour) pour qu'il repasse (capte une image) sur la même région (On parle aussi de la répétitivité). Plus ce temps est court plus la résolution temporelle est bonne. Les satellites à bonne résolution temporelle sont les plus utilisés pour le suivi et l'analyse des catastrophes naturelles telles que les inondations.

### Bonne résolution temporelle qui a permet d'analyser les régions affectées par les inondations.

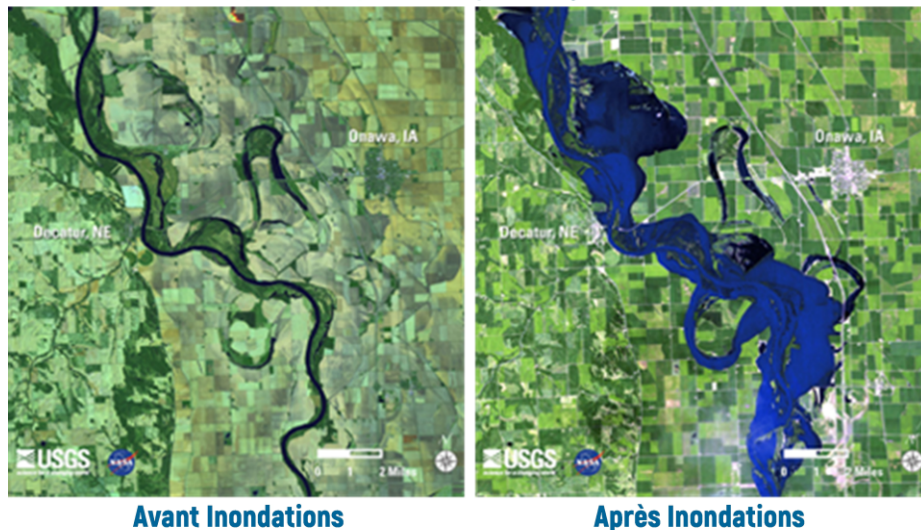


Fig 4.5 Résolution temporelle (répétitivité).

## B | La Fauchée

La fauchée d'un satellite peut être définie comme la taille de l'image qu'il capte, c'est une portion de la surface de la Terre qui capte un satellite et qui est exprimé en Longueur (en Km) x Largeur (en Km). Le satellite Landsat dispose d'une fauchée de 185x185. Il faut noter que la fauchée ne conditionnent pas forcément la résolution spatiale, on peut avoir des satellites de bonne résolution et d'une fauchée assez grande [exemple de Sentinel 2A | Résolution spatiale 10m, Fauchée 295x295].



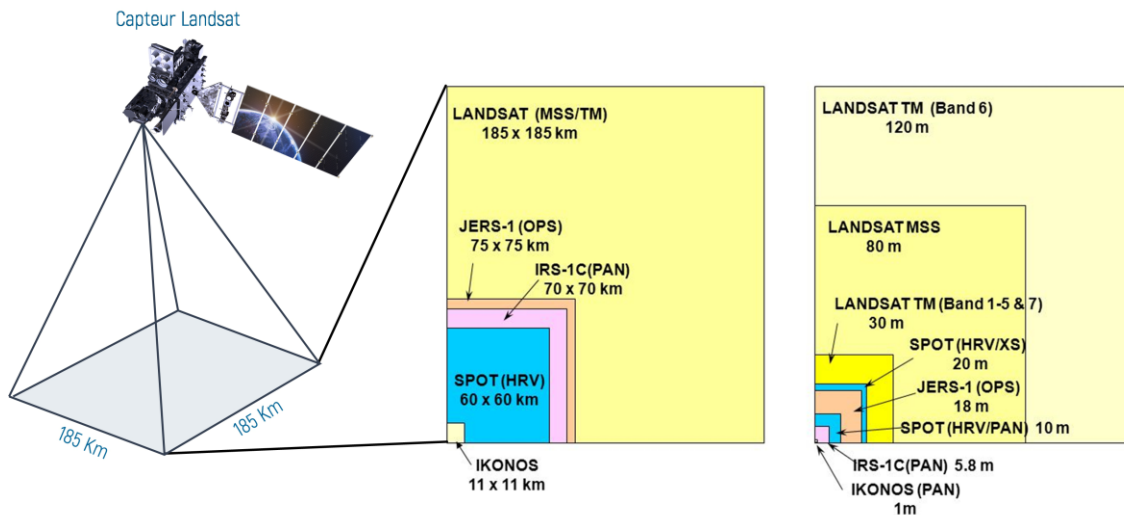


Fig 4.6 La fauchée de quelques satellites avec leurs résolutions spatiales.

### 4.3 Acquisition des images :

La grande partie des satellites de télédétection captent les images suivant leur trajectoire en mode balayage « pushbroom ». C'est une méthode d'acquisition avec une barrette de détecteurs qui scanne une bande du paysage. C'est une technique d'acquisition très adaptée à l'observation de la Terre. L'image captée sera donc stockée au niveau de la station réceptrice « voir chapitre 01 » avec un fichier de données la concernant. L'image aura donc un nom du fichier composé de plusieurs abréviations, la figure suivante résume la signification de ces abréviations :

Scene ID	Landsat Product Identifier
<b>LXSPPPRRRRYYYYDDGSIVV</b>	<b>LXSS_LLLL_PPPRRR_YYYYMMDD_yyyymmdd_CC_TX</b>
L = Landsat X = Sensor S = Satellite PPP = WRS path RRR = WRS row YYYY = Year DDD = Julian day of year GSI = Ground station identifier VV = Archive version number	L = Landsat X = Sensor ("C" = OLI/TIRS Combined, "O" = OLI-only, "T" = TIRS-only, "E" = ETM+, "T" = TM, "M" = MSS) SS = Satellite ("07" = Landsat 7, "08" = Landsat 8) <b>LLLL = Processing correction level ("L1TP": Precision Terrain, "L1GT": Systematic Terrain, "L1GS": Systematic)</b> PPP = WRS path RRR = WRS row YYYYMMDD = Acquisition year (YYYY) / Month (MM) / Day (DD) <b>yyymmdd = Processing year (yyyy) / Month (mm) / Day (dd)</b> <b>CC = Collection number ("01", "02")</b> <b>TX = Collection category: ("RT" for Real-Time, "T1" for Tier 1, or "T2" for Tier 2)</b>
<b>Examples:</b>	<b>Examples:</b>
LC80290302015343LGN00 LE70160392004262EDC02 LT40170361982320XXX08 LM10170391976031AAA01	LC08_L1GT_029030_20151209_20160131_01_RT LE07_L1TP_016039_20040918_20160211_01_T1 LT04_L1GS_017036_19821115_20160315_01_T2 LM01_L1GS_017039_19760131_20160225_01_T2

Fig 4.7 Signification des abréviations dans le nom des fichiers images Landsat.

# Chapitre 05 | Traitement des images Optiques

À l'ère des technologies de pointe, la plupart des données de télédétection sont enregistrées sous forme numérique, si bien que le processus d'interprétation et d'analyse des images comprend presque toujours des éléments de traitement numérique. Divers procédés peuvent être utilisés dans le traitement numérique des images, notamment la visualisation en niveaux de gris et en couleur, les opérations mathématiques, l'analyse en composantes principales et plusieurs autres traitements.

## 5.1 Notion d'image numérique:

Une image numérique est un fichier comportant plusieurs bandes spectrales. Le nombre de bandes est suivant la résolution spectrale du satellite. Une image Landsat 7 est formée de 9 bandes spectrales : trois dans le domaine visible, une bande dans le proche infrarouge « NIR », deux dans le SWIR, deux dans le TIR et une bande panchromatique « panchromatique c'est le domaine du visible entier ».

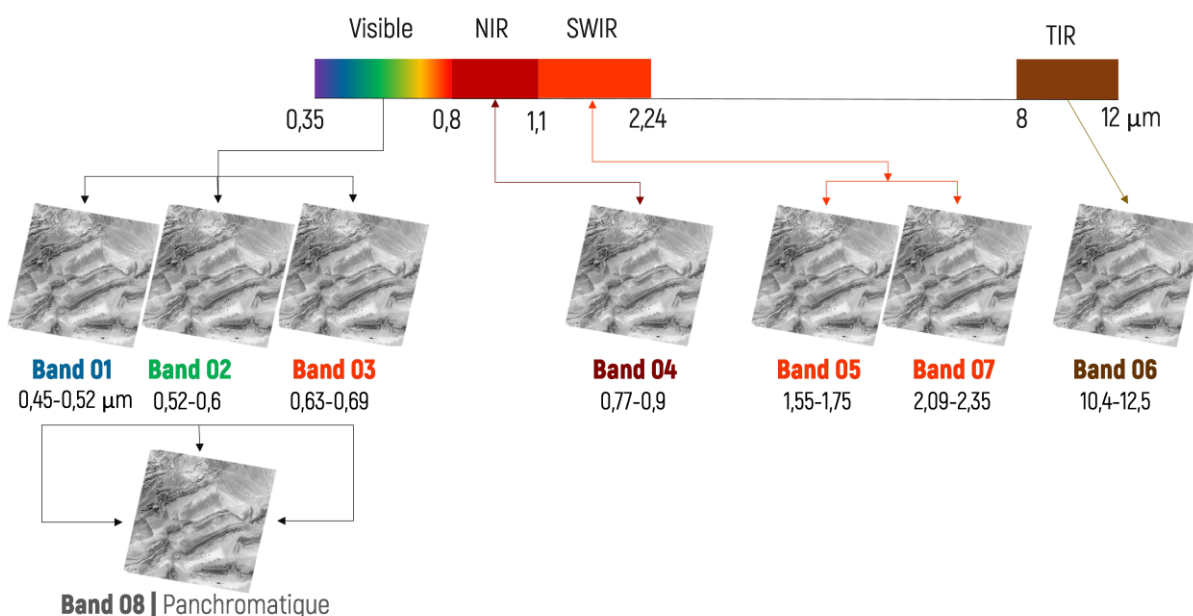


Fig 5.1 Notion de l'image numérique Landsat.

## 5.2 Traitement des images :

Le traitement des images numériques de télédétection est une étape très importante, elle permet d'extraire une information initialement invisible dans les données brutes. La première étape de traitement d'images est la visualisation qui peut se faire en deux modes : en niveaux de gris et en couleurs.

### A | Visualisation en niveaux de gris

La visualisation en niveaux de gris se fait sur une seule bande et on peut donc voir les teintes « variations du gris » des surfaces et on peut déjà avoir une idée sur les objets à teintes claires et ceux avec les teintes sombres. Cette étape ressemble à la photogrammétrie lors de l'analyse de la photographie aérienne.



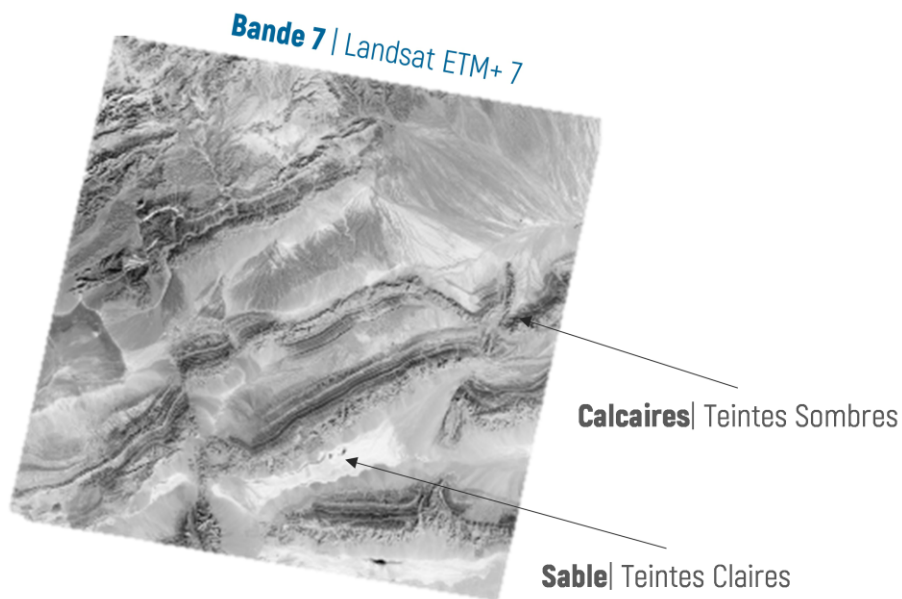


Fig 5.2 Visualisation en Niveaux de gris « Gray scale visualisation ».

### B | Visualisation en couleur

La visualisation en couleur passe forcément par ce qu'on appelle Compositions colorées, elle consiste à afficher en mode couleur RGB (Red, Green et Blue) trois bandes à la fois. Les logiciels de traitement d'images (ENVI, ERDAS, IDRISI, ESA SNAP...etc) disposent de trois canaux (Red, Green et Blue) pour permettre l'affichage en ce mode RGB. Lorsque le mode d'affichage s'accorde avec le domaine spectral des bandes (Bande bleu du satellite on l'affiche dans le canal bleu du logiciel, la bande verte dans le canal vert et la bande rouge dans le canal rouge) on parlera de composition en **lumière naturelle**. Cette composition nous permet de voir les objets comme on les voit à l'œil nu.

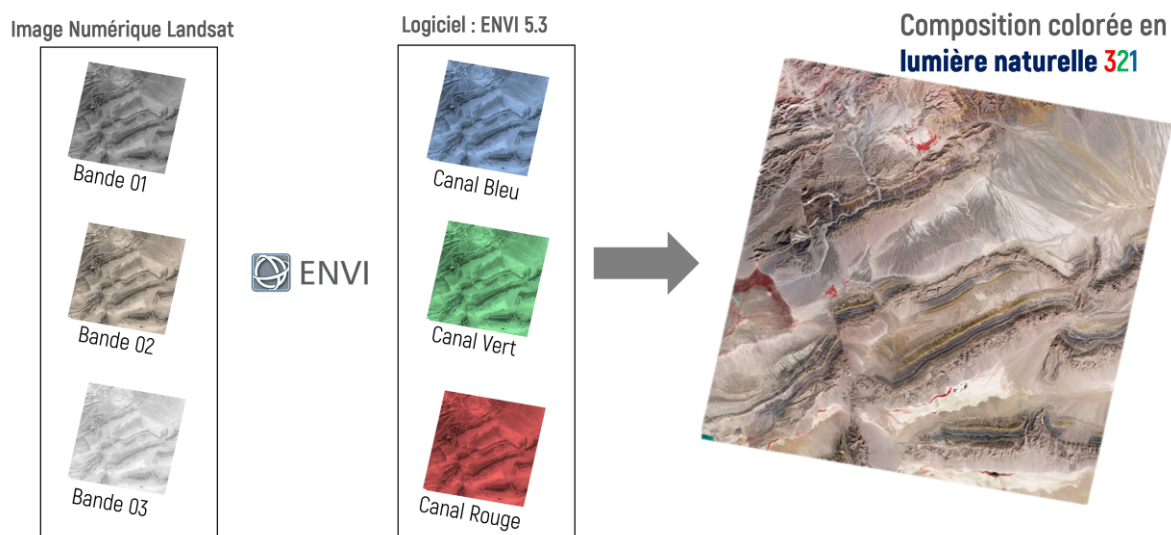


Fig 5.3 Visualisation en lumière naturelle 321.

Il faut noter que cette notation 321 est différente selon la nomination des bandes du satellite, si on travaille avec Landsat 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) la bande 01 est la bande bleu, Bande 02 c'est la bande verte et la bande 03 est la bande rouge, dans ce cas la notation de la composition en lumière naturelle sera 321. Lorsqu'on travaille avec des images Landsat OLI 8 (Operational Land Imager) cette notation devient 432 (on verra ça lors de l'Application).

Toutes les autres compositions qu'on affiche hors la composition 321 sont considérées comme des compositions en **fausse couleur**. Le choix des bandes à afficher en fausse couleur nécessite une réflexion de l'utilisateur et elle dépend des résultats de la visualisation en lumière naturelle et en niveaux de gris. L'homme par nature est sensible à la couleur rouge, il la détecte plus facilement des autres. On essaye toujours de mettre la bande où la cible possède les valeurs de réflectance les plus élevées dans le canal rouge pour assurer que cette cible va avoir une couleur rouge à l'affichage. Il existe des algorithmes permettant le choix assisté de la meilleure composition en fausse couleur (OIF) Optimum Index Factor (Chavez et al, 1982), mais le choix basé sur l'analyse visuelle reste le plus efficace.

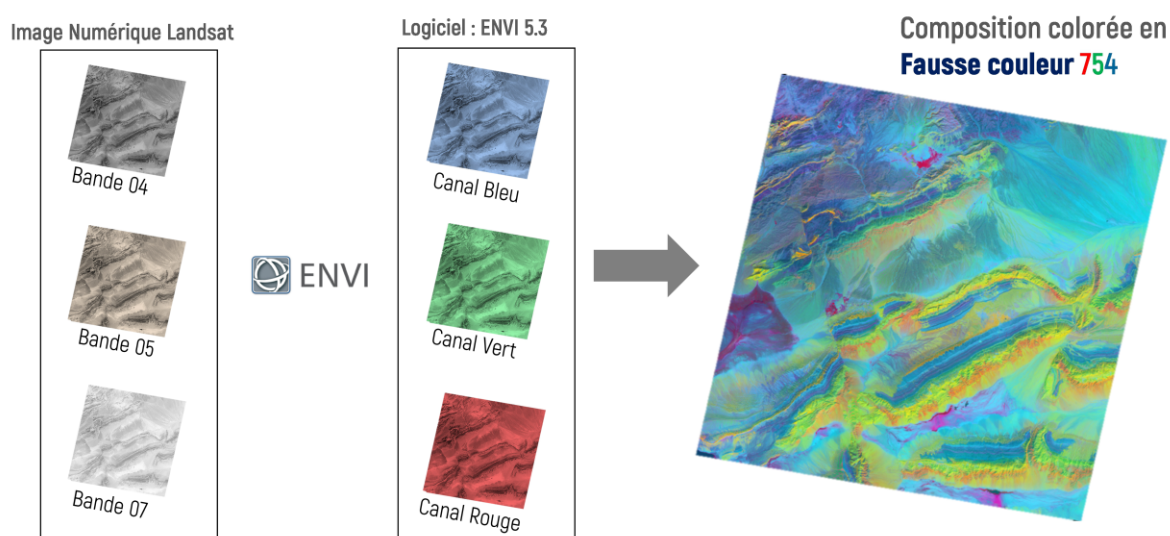


Fig 5.4 Composition colorée en fausse couleur 754.

Les images de télédétection peuvent être assimilées à des matrices, des traitements mathématiques peuvent être appliqués sur ces images. La division des images est l'une des opérations mathématiques les plus utilisées sur les images de télédétection, souvent appelée **rapports de bandes** (band ratios). Elle consiste à diviser la valeur radiométrique d'un pixel dans une bande sur la valeur radiométrique du même pixel dans une autre bande. L'image résultante aura donc de nouvelles valeurs permettant de reconnaître des objets initialement non reconnus dans les images initiales. L'exemple suivant montre la division de la bande 7 sur la bande 5, sur ces deux images on reconnaît deux objets uniquement un sombre et un autre clair. L'application des rapports de bandes nous a permis de reconnaître trois objets sur l'image du résultat.

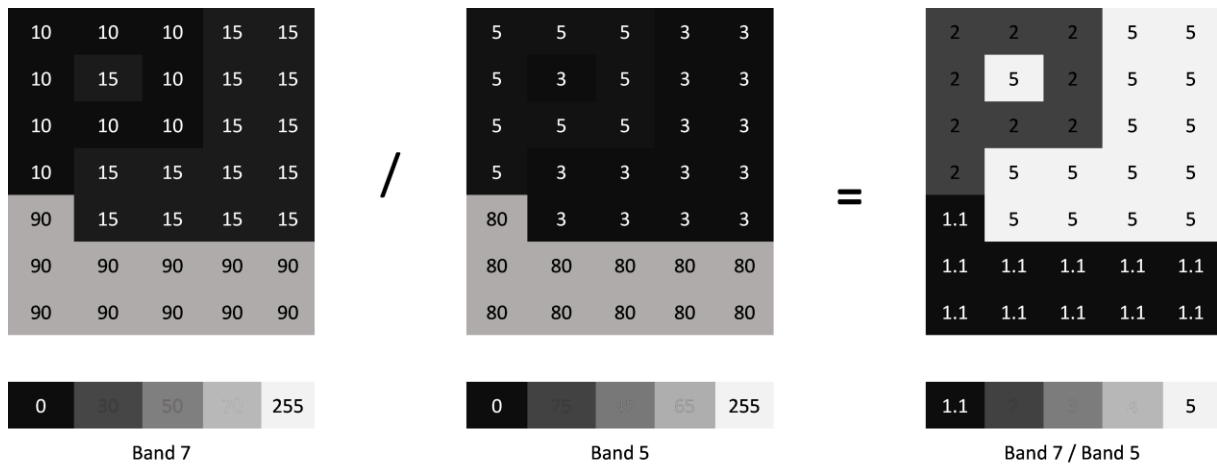


Fig 5.5 Rapports de bandes B7/B5.

Trois rapports de bandes peuvent être affichés en mode RGB, l'image suivante montre un affichage de trois rapports de bandes en mode RGB. En télédétection les couleurs sont très importante pour l'analyse donc il est mieux d'afficher les rapports ensembles en couleur que de les visualiser individuellement en niveaux de gris.

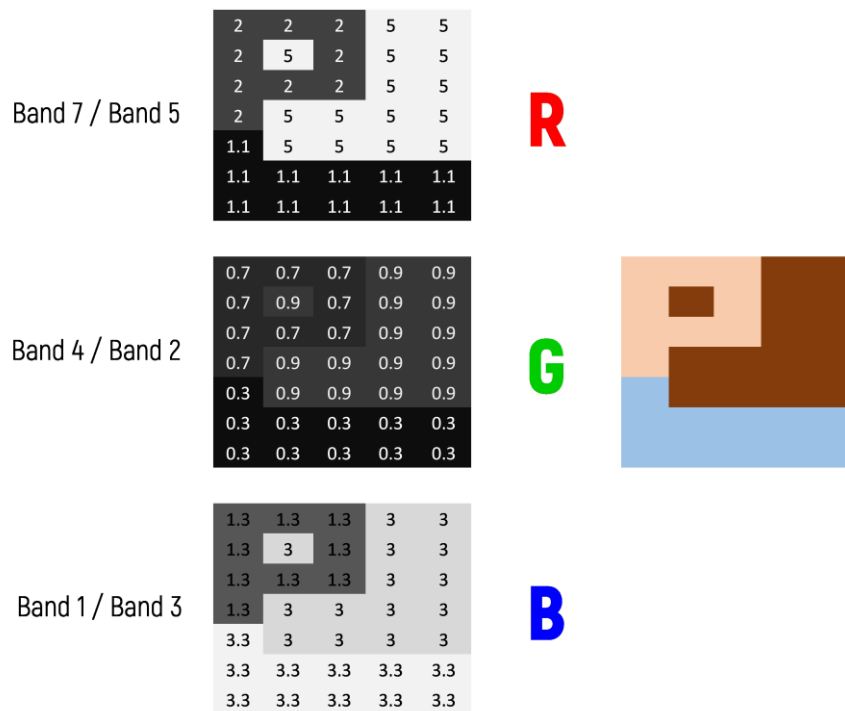


Fig 5.6 Affichage de trois rapports en mode RGB.

### Références bibliographiques :

Gupta RP. Remote sensing geology. Springer; 2017 Nov 24.

Scanvic, Jean-Yves. Télédétection aérospatiale et informations géologiques. Vol. 24. BRGM (Editions), 1993.

<http://lanceurs.destination-orbite.net/orbites.php>

<http://lulusurf.free.fr/tpe/capteurpropi.htm>

<http://nilerak.hatfieldgroup.com/French/NRAK/EO/html/rsbch15.html>