

Université Batna - 2

Institut des sciences de la terre et de l'univers
Département de géographie et aménagement
du territoire



MASTER I GESTION DES RISQUES ET
SÉCURITÉ CIVILE
MATIÈRE : TÉLÉDÉTECTION

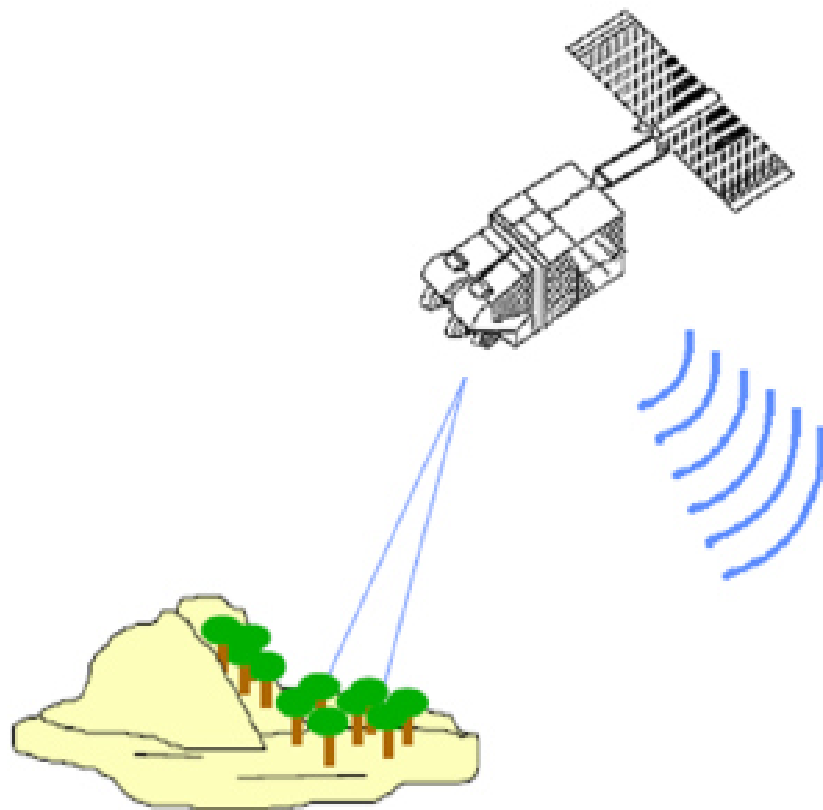
TP: EXPLORATION DES IMAGES
SATELLITAIRES SOUS ENVI

Enseignante : Baala fatima

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2019/2020

CONCEPT D'IMAGE NUMÉRIQUE

Les capteurs de télédétection mesurent la réflexion, l'émission ou la rétro-diffusion de la surface de la terre dans différentes longueurs d'onde. Les mesures sont stockées sous forme de **grilles de nombres**, les **images numériques**.

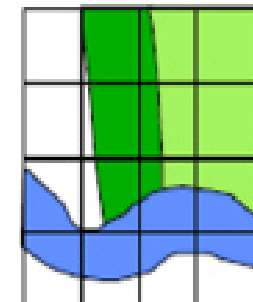
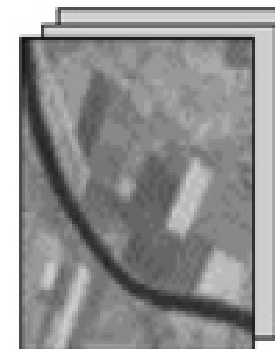


Les images sont des matrices de points individuels ayant chacun une valeur numérique

→ concepts de **grille, raster**

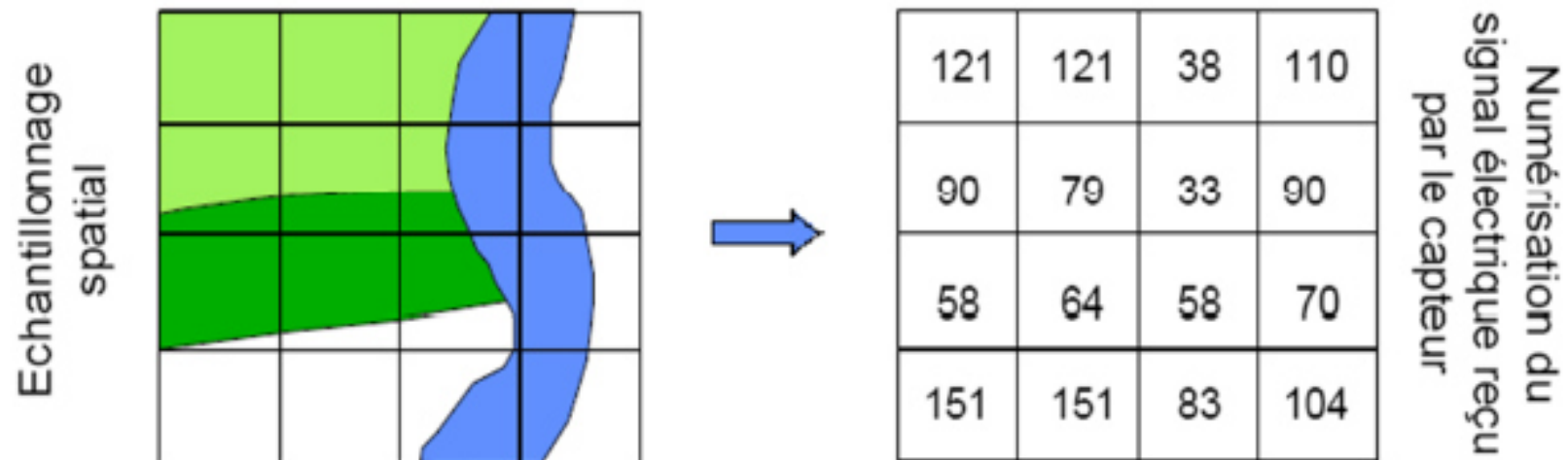
→ concept de **PIXEL** (Picture Element)

| | | | |
|-----|-----|----|-----|
| 121 | 121 | 38 | 110 |
| 90 | 79 | 33 | 90 |
| 58 | 64 | 58 | 70 |
| 151 | 151 | 93 | 104 |



CONCEPT D'IMAGE NUMÉRIQUE

LA MATRICE DE DONNEES : NOTION DE PIXEL



- Une image numérique est composée de **points d'intensité lumineuse** qui expriment l'information.
- Chaque point est décrit par :
 - 2 coordonnées (i,j) relatives à la **situation du point**
 - 1 (ou plusieurs) compte(s) numérique(s) (mesure mono/multispectrale) correspondant au **flux émis ou réfléchi** par la surface observée.

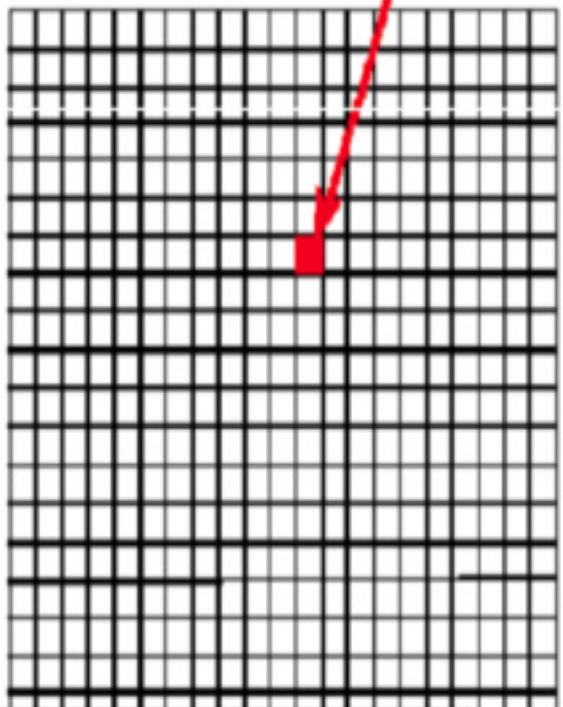
CN (*digital number = pixel value = brightness value = grey level = digital count*)
- Notion de **pixel** (picture element) et **raster**

MATRICE DE DONNEES

PIXEL:

- coordonnées
- compte numérique

Image numérique
=
système de grille



Lignes et colonnes
définissent des cellules
individuelles (pixels)

lignes →

| | | | | |
|-----|-----|----|-----|-----|
| 121 | 121 | 38 | 110 | 203 |
| 90 | 79 | 33 | 90 | 115 |
| 58 | 64 | 58 | 70 | 66 |
| 151 | 151 | 83 | 104 | 129 |
| 123 | 85 | 75 | 96 | 69 |

← colonnes

Valeur = Compte Numérique (CN)
Normalement codé sur 8 bits
→ $2^8 = 256$ valeurs possibles
(Valeurs entre 0 et 255)

PIXEL
= Picture Element

Support physique :

Supports magnétiques à grande capacité (DAT)

CD-Rom

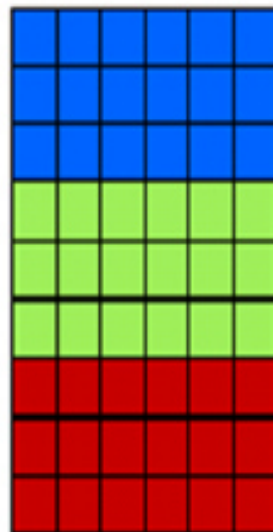
Format des données :

Généralement : 1 byte/pixel = $2^8 = 256$ niveaux

NOAA -AVHRR : 10 bits/pixel = $2^{10} = 1024$ niveaux

Radar : 16 bits/pixel = $2^{16} = 64000$ niveaux

Band Sequential (**BSQ**)



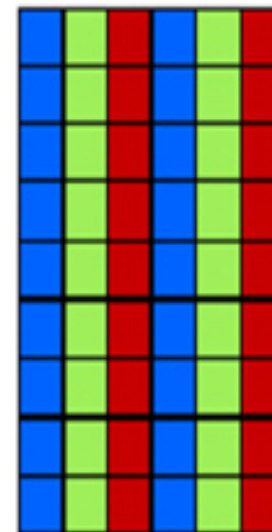
On peut facilement lire et visualiser une bande

Band interleaved by line (**BIL**)



Il est facile d'extraire une zone particulière

Band interleaved by pixel (**BIP**)



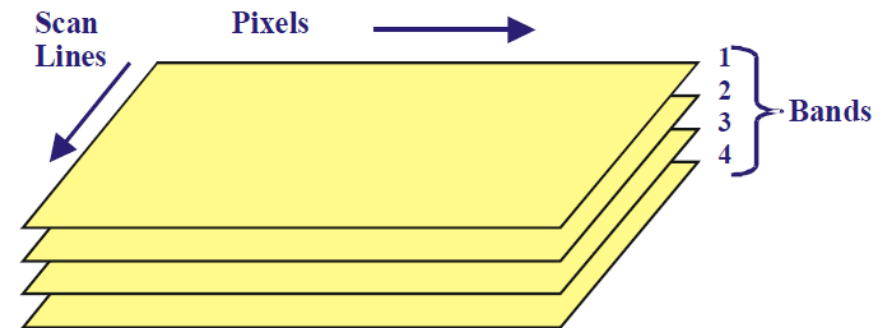
Peu utilisé

CARACTÉRISTIQUES DE L'IMAGE DE TÉLÉDÉTECTION

LA NOTION DE BANDES

Les longueurs d'onde sont approximatives, les valeurs exactes dépendent des instruments du satellite :

- **Bleu** (450/515-520 nm) : est utilisé pour l'imagerie atmosphérique et l'eau profonde, et peut atteindre moins de 50m de profondeur dans l'eau clair;
- **Vert** (515-520/590-600 nm) : est utilisé pour l'imagerie de la végétation et les structures en eaux profondes jusqu'à 30m dans l'eau claire;
- **Rouge** (600-630/680-690) : est utilisé pour l'imagerie d'objets fabriqués par l'homme, sol et végétation, et peut atteindre jusqu'à 9m;



*Structure d'une image
multispectrale*

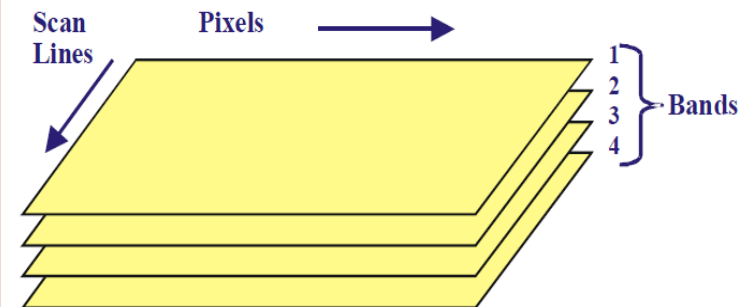
CARACTÉRISTIQUES DE L'IMAGE DE TÉLÉDÉTECTION

LA NOTION DE BANDES

- **PIR** (750/900 nm) : est principalement utilisé pour l'imagerie de la végétation;
- **MIR** (1550/1750 nm) : est utilisé pour la végétation, la teneur en humidité du sol et quelques incendies de forêts;
- **MIR** (2080/2350 nm) : est utilisé pour le sol, pour l'humidité, les caractéristiques géologiques, les silicates, les argiles et les incendies;

Infrarouge thermique (10400/12500) : utilise le rayonnement émis au lieu de réfléchi, pour l'imagerie des structures géologiques, les incendies, etc.

RADAR : utiles pour la cartographie de terrain et pour la détection d'objets divers.



*Structure d'une image
multispectrale*

Caractéristiques des programmes satellitaires:

➤ Couverture terrestre :

zones du globe atteignable par la vision du satellite.

➤ Résolution spatiale:

taille de la surface au sol

➤ Résolution spectrale:

bandes spectrales considérées

➤ Résolution temporelle (périodicité):

Intervalle de temps entre deux prises de vue de la même zone

➤ Résolution radiométrique:

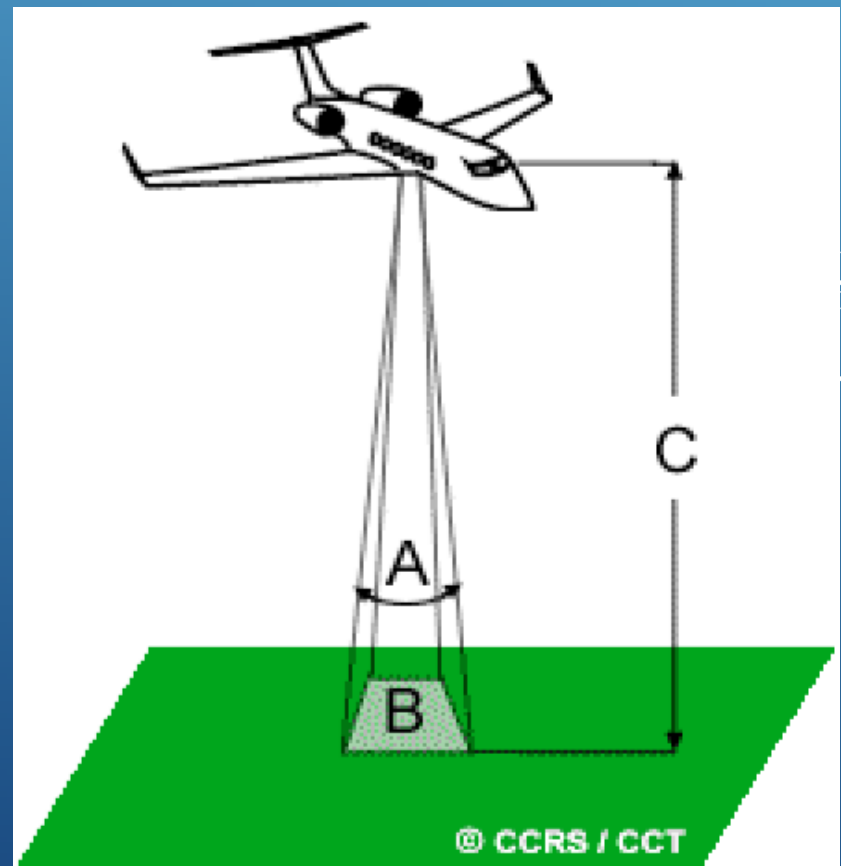
Capacité de discrétisation de l'énergie électromagnétique

La résolution spatiale :

La résolution spatiale est la surface au sol représentée par chaque pixel. Plus fine est la résolution, plus petit est ce pixel. Par exemple, une résolution de 30 mètres est plus grossière qu'une résolution de 20 mètres.

Cette surface varie de 1 km² à quelques cm² pour des capteurs aéroportés à très haute résolution.

La résolution correspond ainsi au plus petit détail qui peut être distingué au sol.



Résolution spatiale

Taille de la surface de sol projetée sur l'élément de l'image (pixel), exprimée par la dimension de son côté supposé carré.

Elle détermine l'échelle de travail pertinente et le niveau de détail que l'on peut attendre de l'image.

| | Multispectral sensors | | | | | | Panchromatic sensors | | | |
|-------------|-----------------------|-------|-------|------|------|-----|----------------------|------|-----|-----|
| | 1 km | 500 m | 200 m | 80 m | 25 m | 4 m | 15 m | 10 m | 5 m | 1 m |
| Agriculture | | | | | | | | | | |
| Environment | | | | | | | | | | |
| Landscape | | | | | | | | | | |
| Resources | | | | | | | | | | |
| Forestry | | | | | | | | | | |
| Transport | | | | | | | | | | |
| Utilities | | | | | | | | | | |
| Real Estate | | | | | | | | | | |
| Hazards | | | | | | | | | | |
| Mapping | | | | | | | | | | |

Utility level

| | | | |
|------|-------------|----------|-----|
| High | Significant | Moderate | Low |
|------|-------------|----------|-----|

**Landsat Thématique Mapper:
pixels: 30 m**

**Résolution spatiale:
exemples**

| Satellite | Capteur | Résolution |
|-----------|-----------------|------------|
| Alsat 2A | Multispectral | 10m |
| Alsat 2A | panchromatique | 2,5m |
| Landsat | MSS | 80m |
| Landsat | Thematic Mapper | 30m |
| Ikonos | panchromatique | 1m |
| | | 4m |



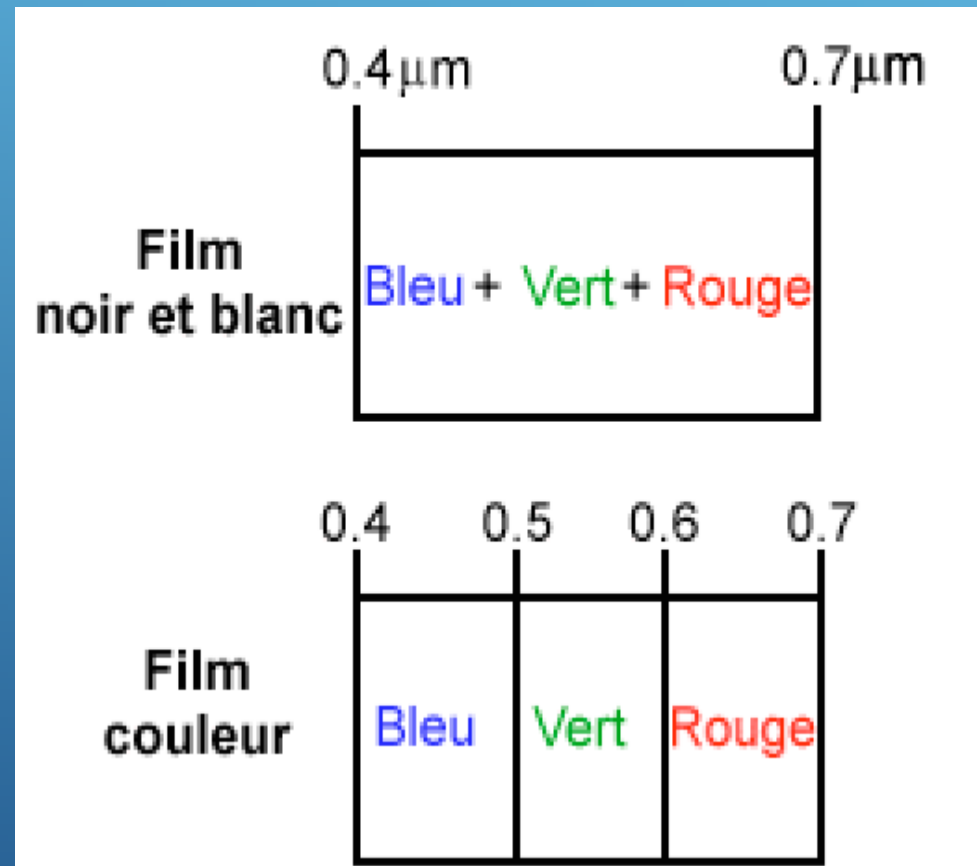
**SPOT Pan
pixels: 10
m**

La résolution spectrale

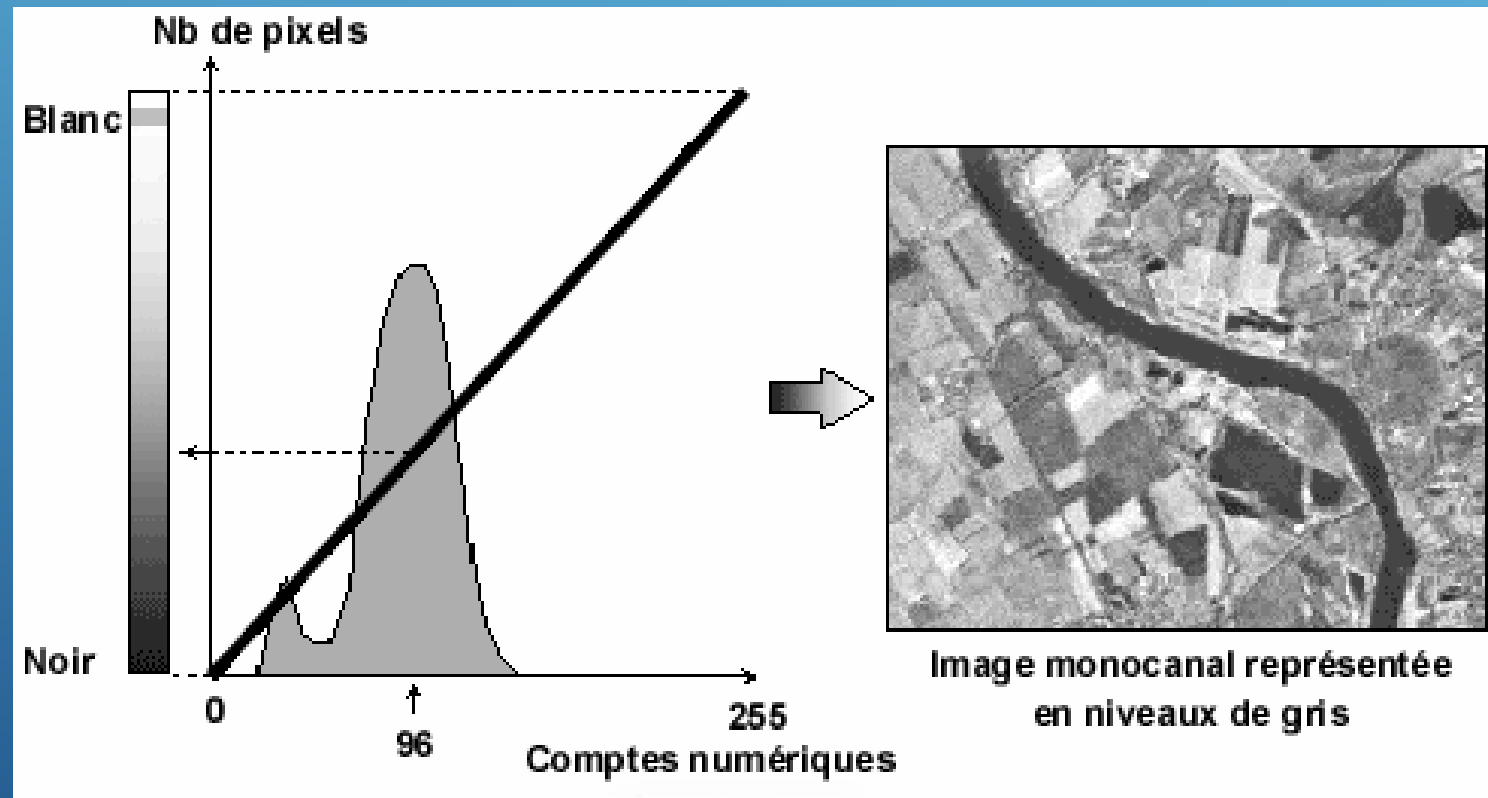
La résolution spectrale est l'aptitude du capteur à distinguer des rayonnements électromagnétiques de fréquences différentes.

Elle décrit la capacité d'un capteur à utiliser de petites fenêtres de longueurs d'onde.

Plus la résolution spectrale est fine, plus les fenêtres des différents canaux du capteur sont étroites.

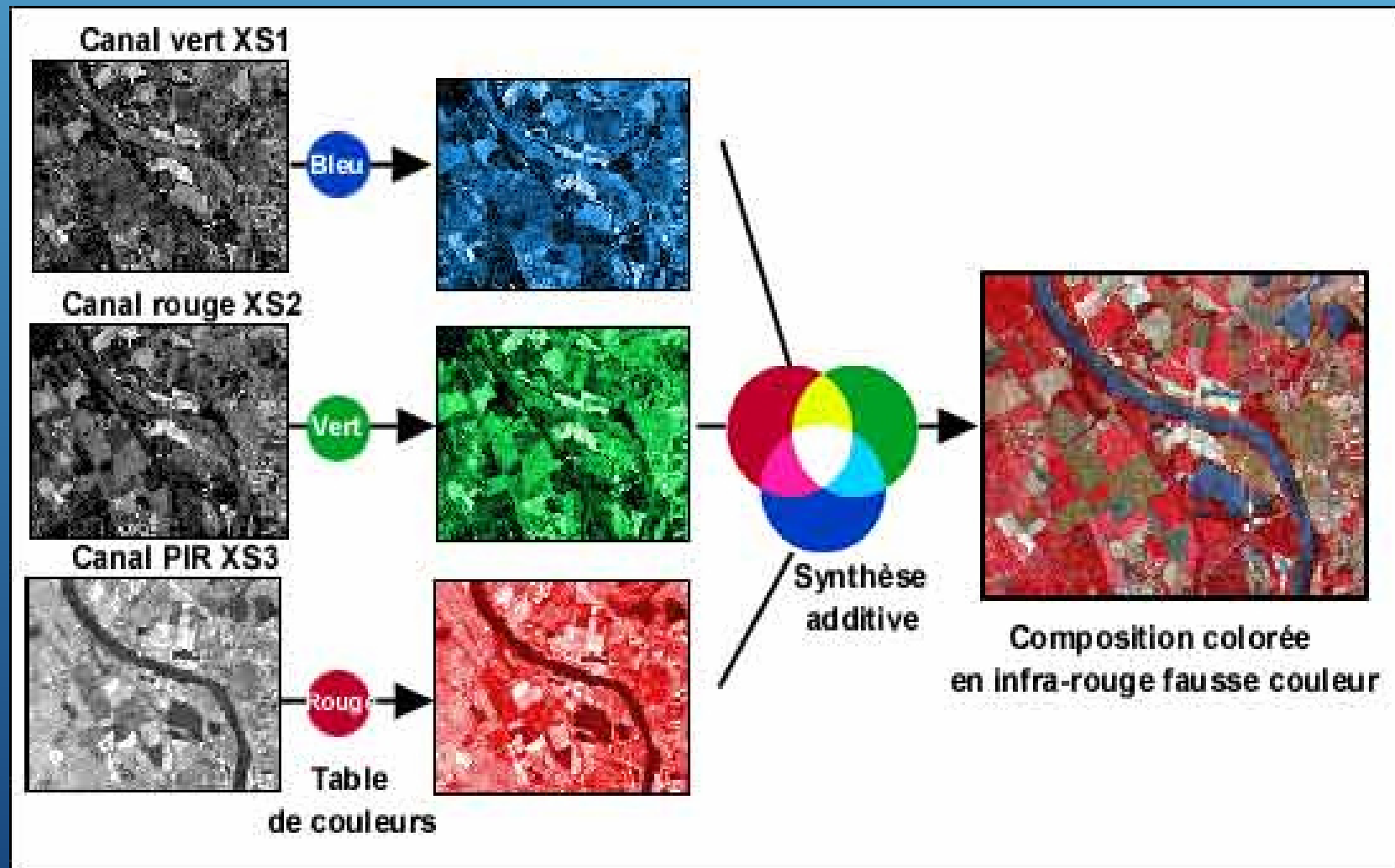


Types de capteurs :



*Capteur
panchromatique*

capteur multispectral
ici: 3 canaux: vert, rouge, PIR



La résolution radiométrique

La résolution radiométrique d'un système de télédétection décrit sa capacité de reconnaître de petites différences dans l'énergie électromagnétique. Plus la résolution radiométrique d'un capteur est fine, plus le capteur est sensible à de petites différences dans l'intensité de l'énergie reçue.

La résolution temporelle

La résolution temporelle d'un satellite traduit le temps que prend un satellite pour effectuer un cycle orbital complet (intervalle entre 2 passages au nadir d'un point de la surface terrestre). Cette période est généralement de quelques jours. Il faut donc quelques jours à un tel satellite pour qu'il puisse observer de nouveau exactement la même scène à partir du même point dans l'espace. La résolution temporelle absolue du système de télédétection est donc égale à cette période.

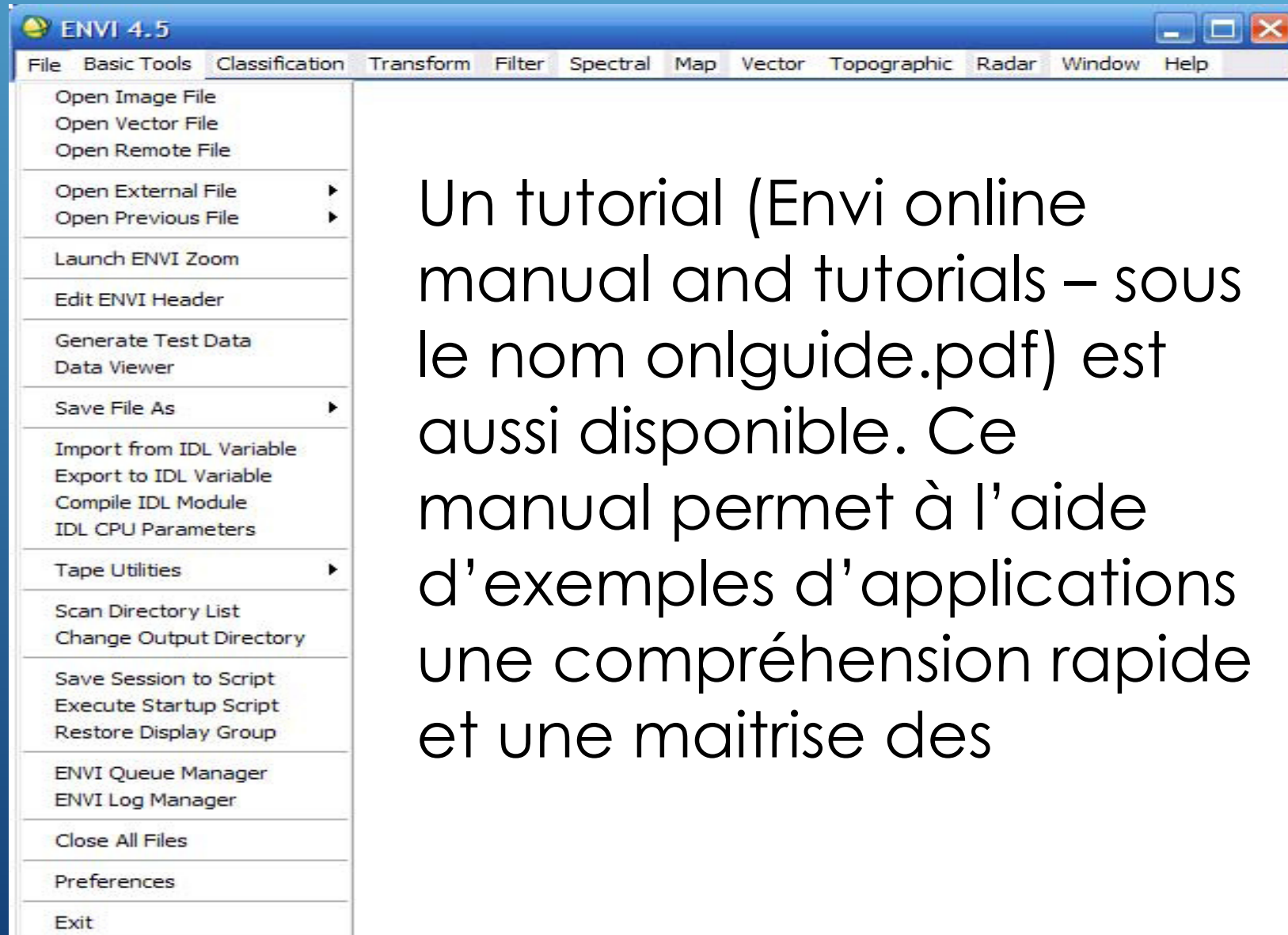
Exemples: 16 jours pour Landsat TM, 3 jours pour SPOT.

Présentation du logiciel ENVI

Le logiciel ENVI est un logiciel commercial complet de visualisation et de traitements d'images issues de la télédétection. Toutes les méthodes de traitement d'images de corrections géométriques, radiométriques, de classification et de mise en page cartographique sont présentes. D'autres outils relatifs à la visualisation et à la modélisation de données topographiques sont aussi disponibles.

Lancement d'ENVI

Démarrer / Programmes /ENVI 4.5



Un tutorial (Envi online manual and tutorials – sous le nom onlguide.pdf) est aussi disponible. Ce manual permet à l'aide d'exemples d'applications une compréhension rapide et une maîtrise des

Basic Tools

- Resize Data (Spatial/Spectral)
- Subset Data via ROIs
- Rotate/Flip Data
- Layer Stacking

- Convert Data (BSQ, BIL, BIP)
- Stretch Data

- Statistics
- Measurement Tool

- Band Math
- Spectral Math

- Segmentation Image

- Region Of Interest
- Mosaicking
- Masking

- General Purpose Utilities
- Data-Specific Utilities
- Calibration Utilities

Vector

- Open Vector File
- Create New Vector Layer
- Create World Boundaries

- Available Vectors List

- Raster to Vector
- Classification to Vector
- Rasterize Point Data

- Convert ROI to DXF
- Convert ANN to DXF
- Convert EVF to DXF

Classification

- Supervised
 - Parallelepiped
 - Minimum Distance
 - Mahalanobis Distance
 - Maximum Likelihood
 - Spectral Angle Mapper
 - Binary Encoding
- Unsupervised
- Endmember Collection
- Create Class Image from ROIs

- Post Classification

Filter

- Convolutions
- Morphology

- Texture
 - Occurrence Measures
 - Co-occurrence Measures
- Adaptive
- FFT Filtering

Spectral

- Spectral Libraries
- Spectral Slices

- MNF Rotation
- Pixel Purity Index
- n-Dimensional Visualizer
- Mapping Methods

- Spectral Mapping Wizard
- Spectral Analyst

- Spectral Math
- Spectral Resampling

- EFFORT Polishing
- FLAASH

- Build 3D Cube

Map

- Registration
- Orthorectification
- Mosaicking

- Georeference from Input Geometry
- Georeference SeaWiFS
- Georeference AVHRR

- Customize Map Projections
- Convert Map Projection
- Layer Stacking

- Map Coordinate Converter
- ASCII Coordinate Conversion
- Merge Old "map_proj.txt" File

- GPS-Link

Transform

- Image Sharpening

- Band Ratios
- Principal Components
- MNF Rotation
- Color Transforms

- Decorrelation Stretch
- Saturation Stretch
- Synthetic Color Image

- NDVI (Vegetation Index)
- Tasseled Cap

Topographic

- Open Topographic File
- Topographic Modeling
- Topographic Features

- Create Hill Shade Image
- Replace Bad Values
- Rasterize Point Data

- 3D SurfaceView

Radar

- Open/Prepare Radar File
- Antenna Pattern Correction
- Slant-to-Ground Range
- Incidence Angle Image

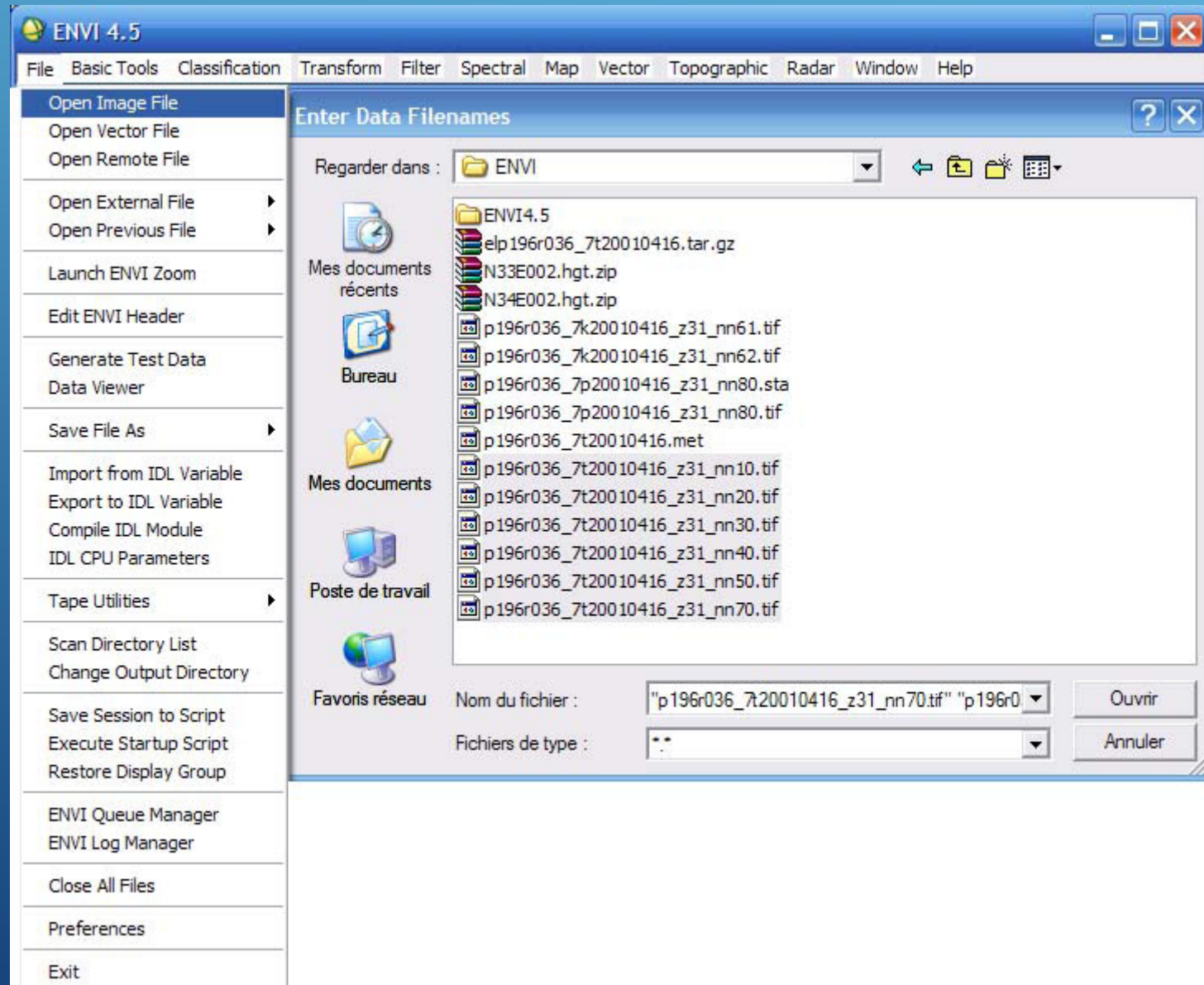
- Adaptive Filters
- Texture Filters

- Synthetic Color Image

- Polarimetric Tools
- TOPSAR Tools

Ouverture d'une image sous ENVI

File /Open image file



La composition colorée:

Les compositions colorées permettent de produire des images en couleurs en tenant compte de la signature spectrale des objets. Elles sont fréquemment utilisées pour faire ressortir les différents types de surface sur les images multispectrales ou mettre en évidence certains phénomènes environnementaux, comme les feux de forêts, les vents de sable, les glaces de mer, *etc.*

Rôle de la couleur en traitement de l'imagerie spatiale :

En traitement de l'imagerie numérique, la couleur sert avant tout à distinguer les différents objets présents dans les images et ainsi faciliter l'interprétation des images. On peut utiliser un nombre restreint de couleurs si l'on veut seulement mettre en avant quelques objets dans une image. Mais la plupart du temps, et notamment lorsqu'on travaille avec des compositions colorées, on manipule un très grand nombre de couleurs. Lorsqu'on réalise une composition colorée en combinant deux ou trois bandes spectrales, l'objectif est bien de tirer le maximum d'information de l'image et de rendre l'analyse et l'interprétation plus aisées.

Selon les applications, on peut être amené à effectuer différentes compositions colorées:

- Soit des compositions que l'on appelle '**vraies couleurs**' si l'on veut rendre les images réalistes. C'est ce que nous observerions si nos yeux étaient à la place du capteur satellitaire.
- Soit des compositions '**fausses couleurs**', qui ne représente pas les couleurs réelles, mais qui ont pour but de mettre en avant certains objets dans une image, à l'instar des images infrarouges fausses couleurs très utilisées pour l'étude de la végétation.

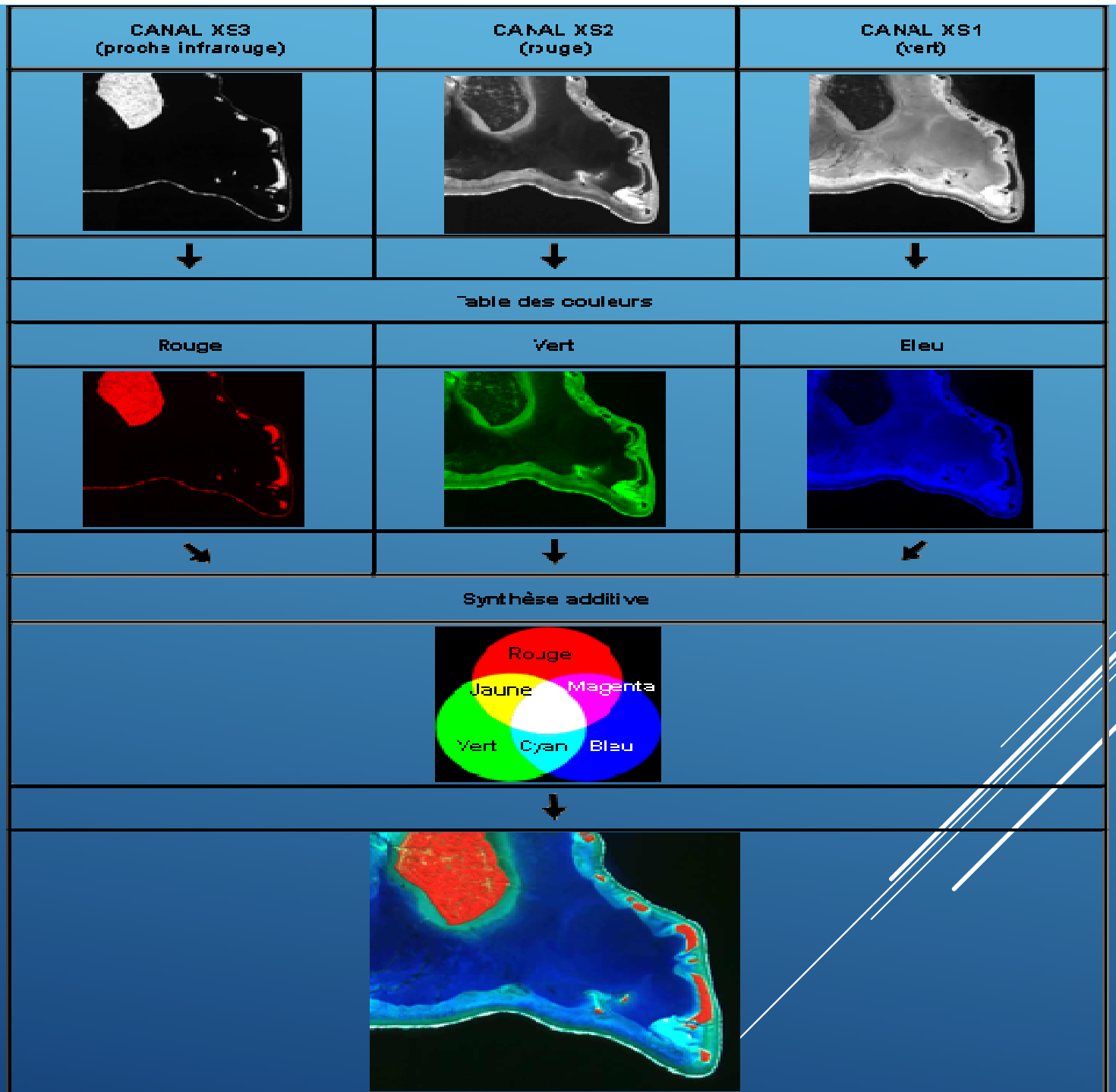
La réalisation d'une composition colorée consiste à affecter à chacune des trois couleurs primaires (le rouge, le vert et le bleu) trois bandes spectrales d'un capteur satellite. Par synthèse additive, toutes les couleurs peuvent être reconstituées.

La figure ci-dessous illustre ce principe à partir de trois bandes spectrales de SPOT :

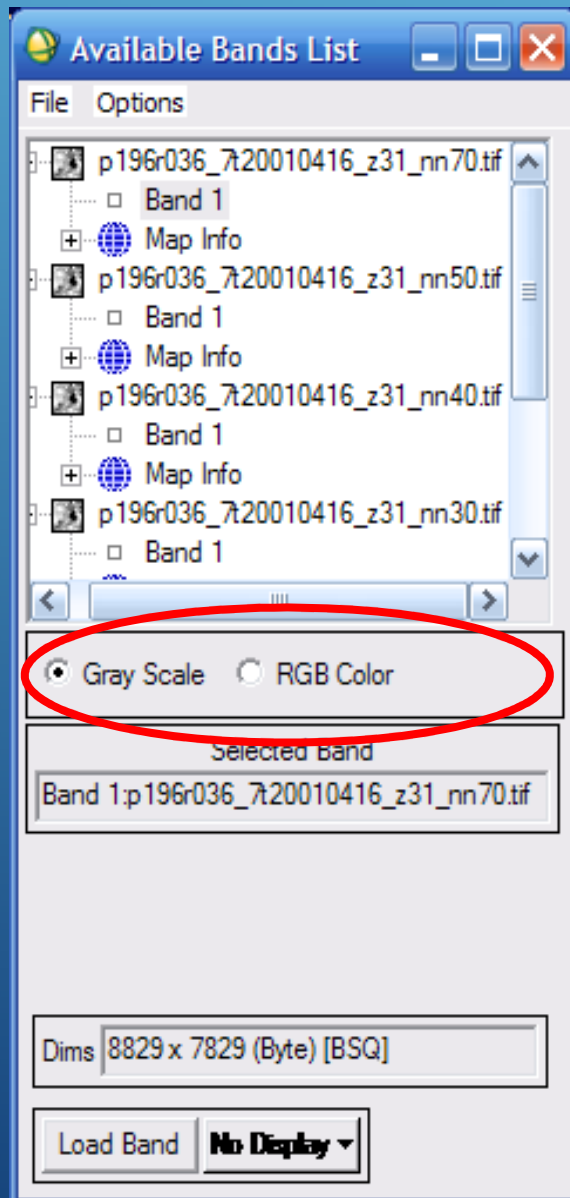
- le canal XS3 (proche infrarouge) est codé en rouge,
- le canal XS2 (rouge) est codé en vert
- et le canal XS1 (vert) est codé en bleu.

Les couleurs résultantes sont fonction des valeurs numériques des pixels dans chacune des trois bandes spectrales. Plus les valeurs des pixels sont élevées, plus la couleur affectée sera saturée. Par exemple, les pixels correspondant à la végétation ont des valeurs plus élevées dans le proche IR (forte réflexion du rayonnement due à la structure cellulaire de la feuille) que dans le rouge et dans le vert (absorption du rayonnement visible). La végétation apparaît donc en rouge sur la composition colorée. Les teintes bleues (bleu foncé au bleu cyan) de l'eau à l'intérieur du lagon, sont liées au fait que seules les plus courtes longueurs d'onde (vertes - canal XS1) parviennent jusqu'au fond et sont réfléchies vers la surface. Dans le rouge, la majeure partie du rayonnement est absorbée avant d'avoir pu atteindre le fond. Sur l'image XS2, on observe uniquement les sables faiblement immergés, le long de la barrière de corail. Dans le proche IR, il est absorbé très rapidement par les premiers micromètres de la surface marine.

**PRINCIPE
DE LA
COMPOSITION
COLORÉE À
PARTIR
D'UNE
IMAGE
SPOT**



Les deux modes de visualisation des images sous ENVI



La boîte de dialogue **Available Bands List** affiche le nombre de couches que constituent l'extrait de l'image Landsat. Ici, on a donc six couches, nommées bande 1, bande 2, bande 3, bande 4, bande 5 et bande 7.

Deux modes de visualisation de l'image sont disponibles : **Gray Scale** (échelle de gris) et **RGB** (rouge, vert et bleu).

L'image résultante de ce dernier mode d'affichage est dite composition colorée ou image en fausse couleur du fait que les bandes disponibles ne correspondent pas réellement aux couleurs primaires.

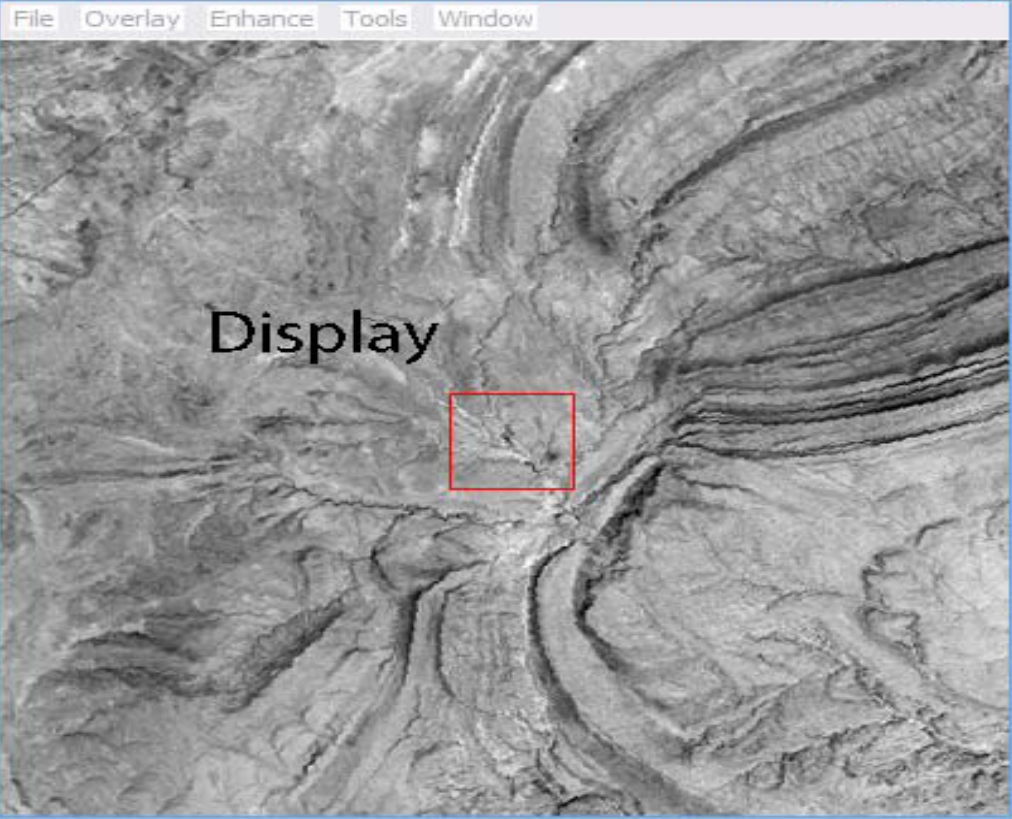
Affichage en niveaux de gris

On clique sur la bande 7 et on choisit le mode d'affichage **Gray Scale** – puis on clique sur le bouton **Load Band**.

Trois fenêtres sont disponibles : la fenêtre principale **Display 1**, le **Scroll** et le **Zoom**. Le carré rouge sur la fenêtre Scroll permet de délimiter la zone géographique qui s'affichera sur la fenêtre Display. Ces fenêtres peuvent être agrandies ou réduites à l'aide de la souris.

ENVI 4.5
File Basic Tools Classification Transform Filter Spectral Map Vector Topographic Radar Window Help

#1 Band 1:p196r036_7t20010416_z31_nn70.tif



Available Bands List

File Options

- p196r036_7t20010416_z31_nn70.t
 - Band 1
 - Map Info
- p196r036_7t20010416_z31_nn50.t
 - Band 1
 - Map Info
- p196r036_7t20010416_z31_nn40.t
 - Band 1
 - Map Info

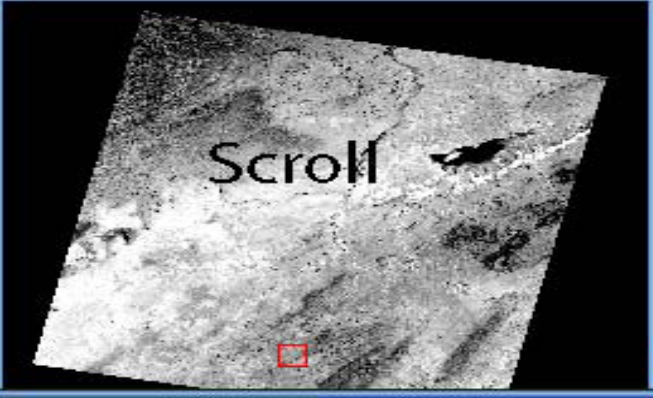
Gray Scale RGB Color

Selected Band
Band 1:p196r036_7t20010416_z31_nn70.tif

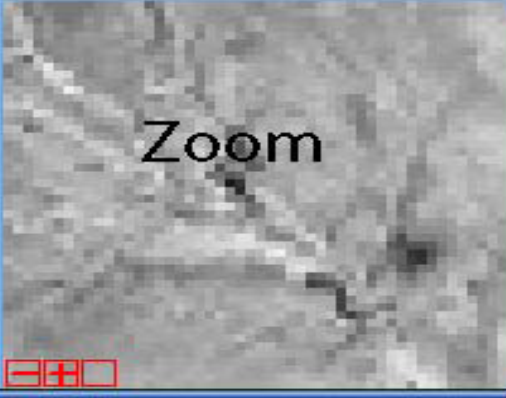
Dims 8829 x 7829 (Byte) [BSQ]

Load Band **Display #1**

#1 Scroll (0.02900)

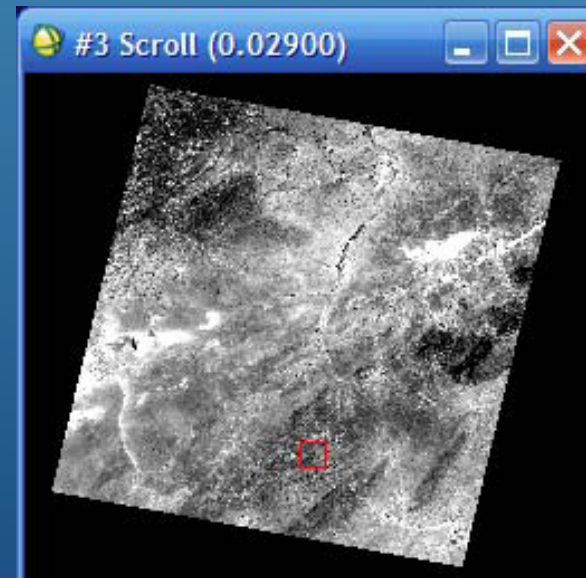


#1 Zoom [4x]



Le mode de visualisation en niveaux de gris n'affiche qu'une seule bande. Le niveau de gris varie entre 0 et 255. 0 correspond au noir et 255 au blanc. Plus le pixel est sombre, plus sa réflectance est faible.

De la même manière que pour la bande 7, on visualise les autres bandes en cliquant sur le bouton Display de la boîte de dialogue Available bands list puis **new display (nouvelle fenêtre)**



Affichage en fausses couleurs : composition colorée

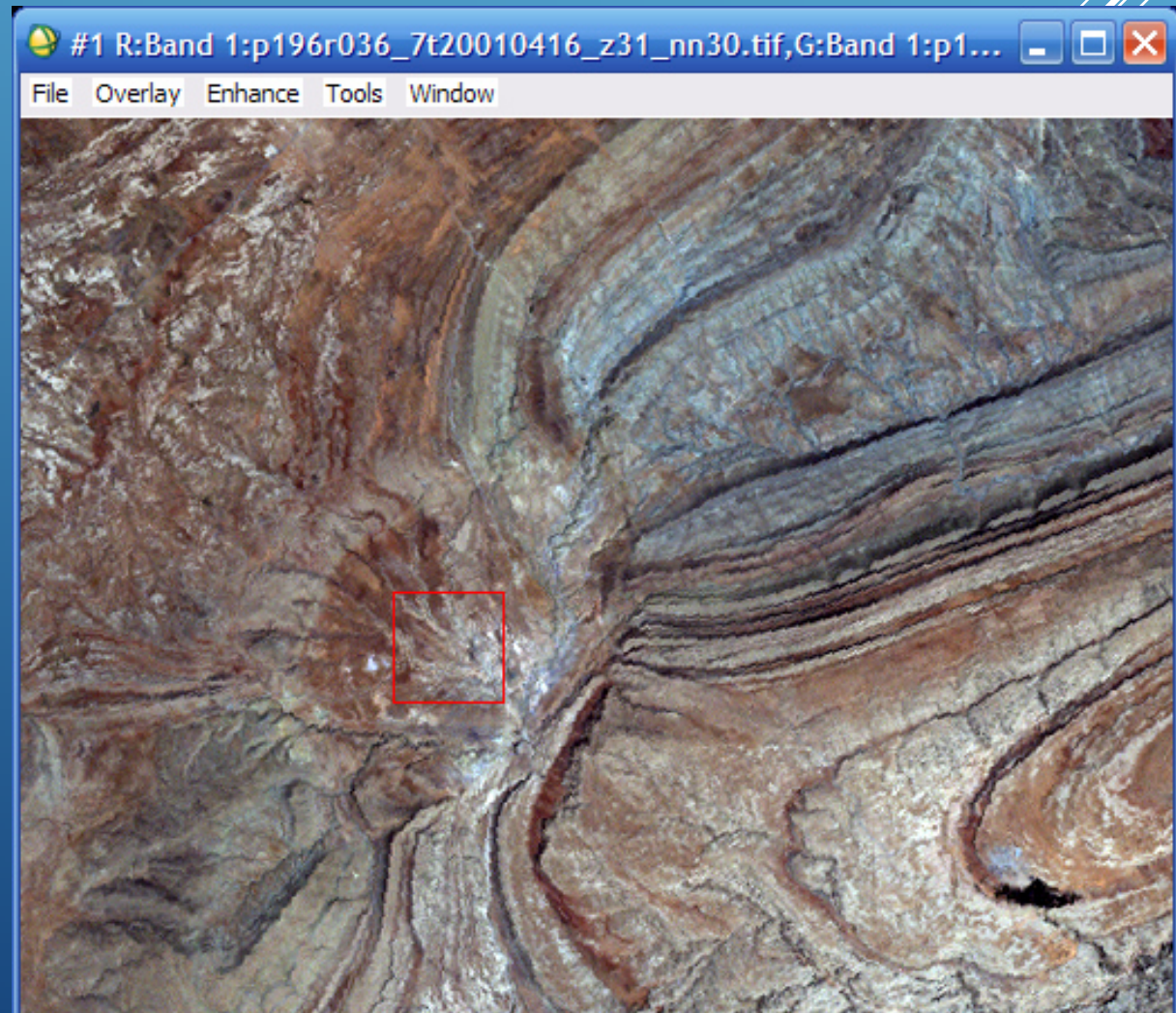
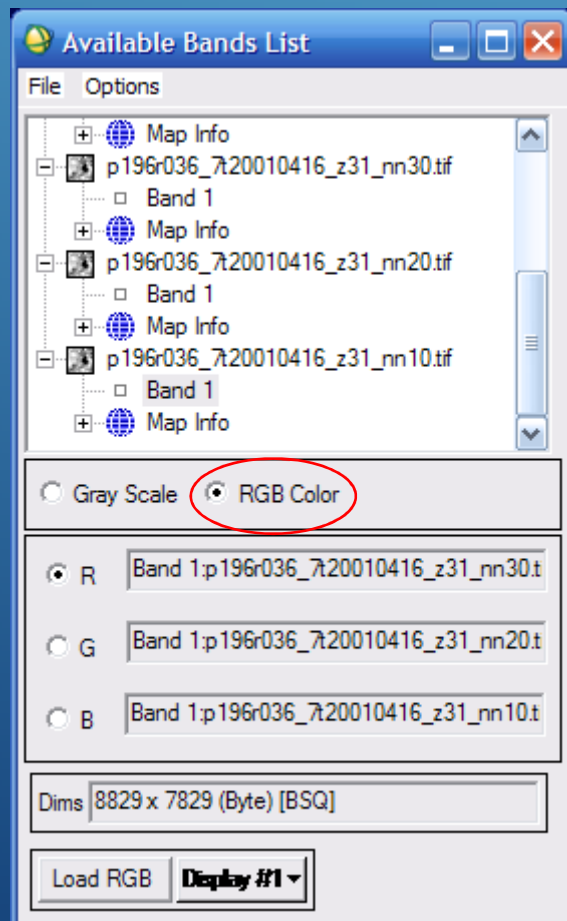
affichage en fausses couleurs consiste à attribuer des couleurs fictives aux bandes spectrales.

L'image résultante est dite composition colorée et se compose de trois plans de couleur rouge, vert et bleu. Par convention, on attribue la couleur rouge à la bande spectrale proche infrarouge, la couleur verte à la bande rouge et la couleur bleue à la bande verte.

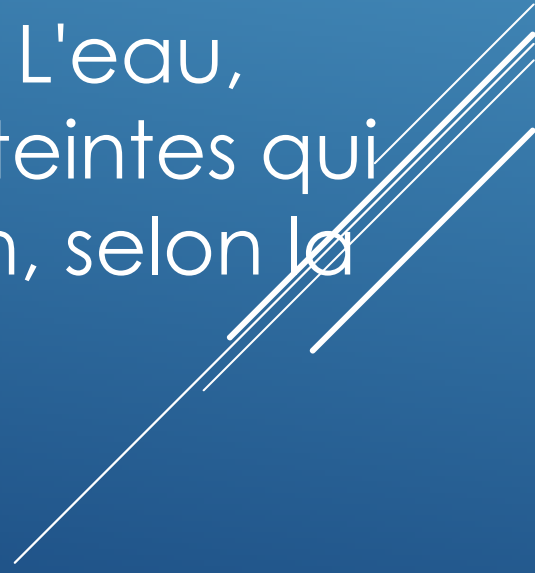
Dans une composition et comme pour toute image couleur, la formation de la couleur est basée sur les trois couleurs primaires rouge, vert et bleu. En mode dit synthèse trichromatique additive, on part du noir (absence de couleur), on ajoute dans des proportions variables les trois couleurs primaires pour former de la couleur. Par exemple, le blanc est formé par les trois couleurs R, V et B à intensités maximales (255).

D'une manière générale, sur une composition colorée, les sols nus apparaissent dans des teintes bleu clair, l'eau dans une teinte bleu foncé ou pratiquement noir, la végétation herbacée en rouge clair

Pour visualiser une image en fausse couleur, on valide l'option RGB dans la boîte de dialogue « Available bands list » puis on attribue la couleur correspondante à chacune des bandes



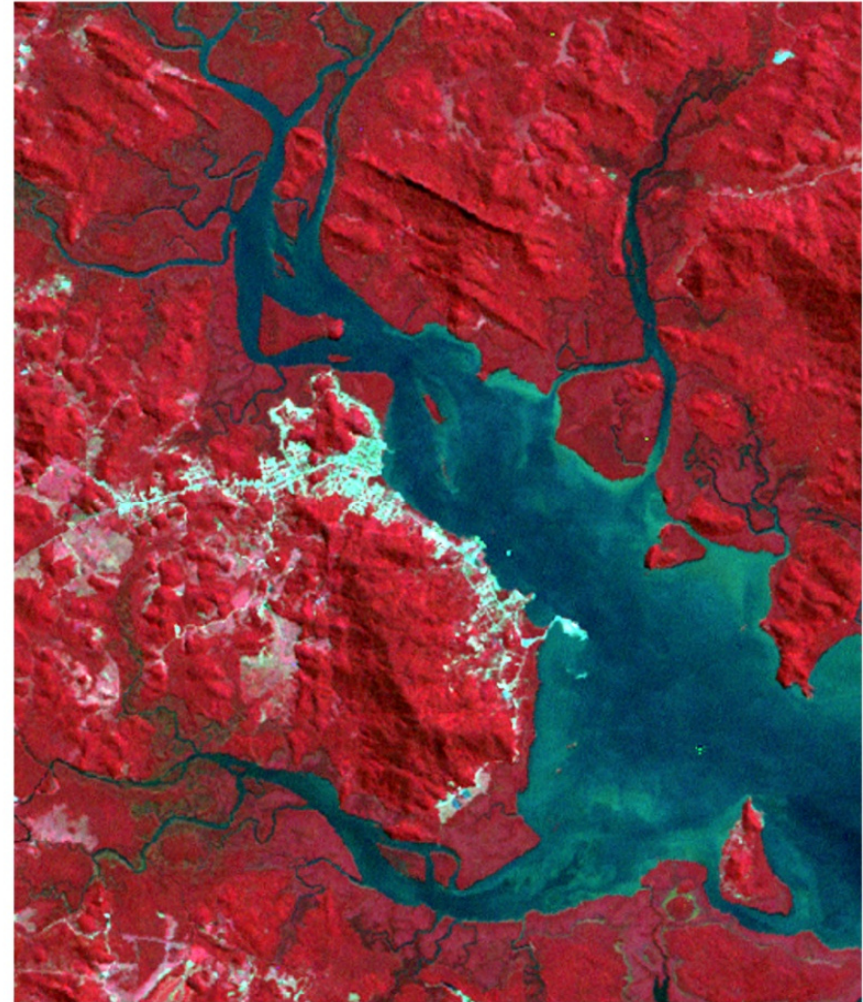
L'image de gauche ci-dessous présente une composition en 'vraies couleurs' réalisées à partir des bandes spectrales bleue, verte et rouge du capteur Landsat TM. Sur cette image, la végétation apparaît en vert foncé, les surfaces cultivées en vert plus clair et les surfaces minérales (bâties) apparaissent très claires (blanc). L'eau, quant à elle, apparaît dans des teintes qui vont du bleu foncé au bleu cyan, selon la profondeur et la turbidité.



(a) Composition colorée 'vraies couleurs' réalisée à partir des bandes 321, (b) Infrarouge 'fausses couleurs' 432



(a) combinaison 321

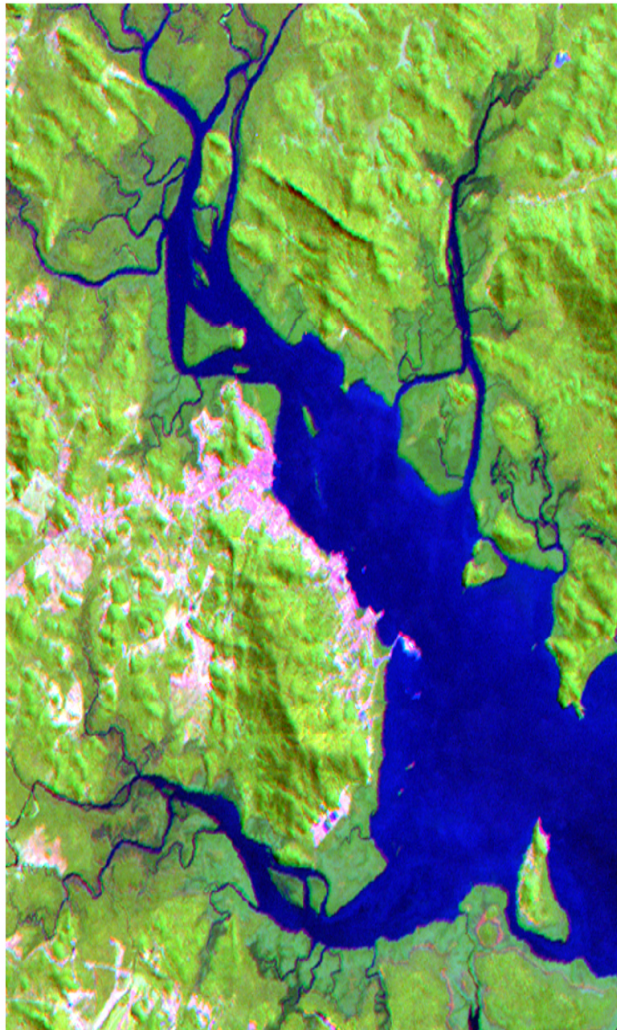


(b) combinaison 432

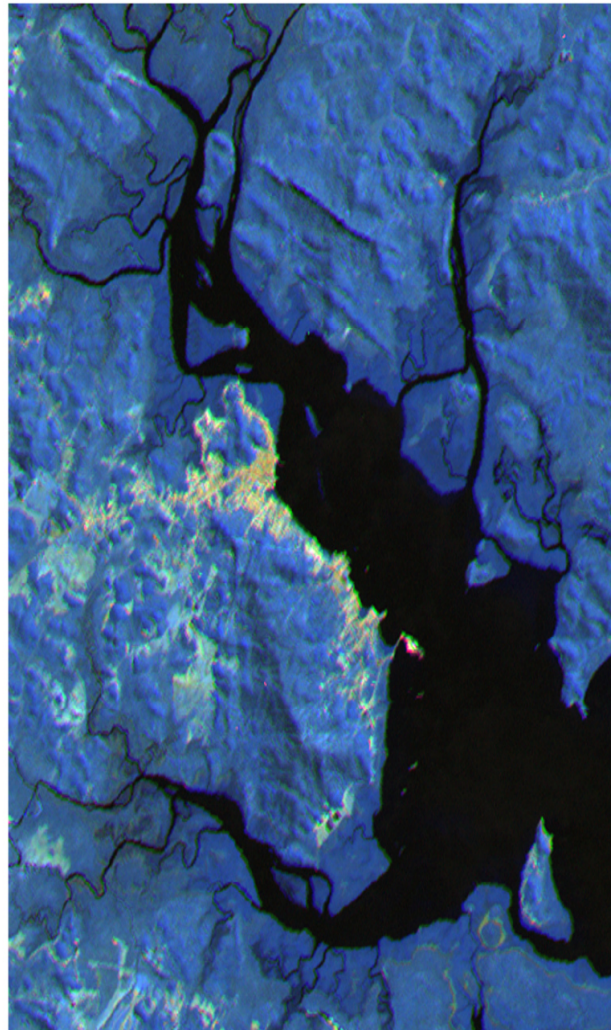
Si les bandes spectrales de l'image ne correspondent pas aux trois couleurs primaires, l'image qui en résulte est appelée une image en '**fausses couleurs**'. Par conséquent, la couleur d'un objet dans l'image affichée n'a pas de ressemblance avec sa couleur réelle. Il existe plusieurs façons de produire des images en 'fausses couleurs' chacune étant plus adaptée à une application particulière. L'image de droite ci-dessous présente la même image que précédemment, mais avec une composition colorée cette fois-ci en fausses couleurs. Ici la couleur rouge est associée à la bande proche IR, la couleur verte à la bande rouge et la couleur bleue à la bande verte.

Cette combinaison, dite 'infrarouge fausses couleurs' est très utilisée en télédétection car elle est tout à fait adaptée à l'étude de la végétation. Elle s'appuie sur les propriétés de la végétation qui réfléchit très fortement le rayonnement proche IR. Elle présente d'ailleurs les mêmes caractéristiques que les anciennes photographies aériennes infrarouges utilisées depuis longtemps, d'abord à des fins militaires, puis ensuite par les forestiers. Sur la composition colorée, la végétation apparaît dans différentes teintes de rouge en fonction des espèces, mais aussi des conditions environnementales. La mangrove que l'on observe sur le pourtour de la baie apparaît dans des rouges plus foncés que la végétation environnante. L'eau qui absorbe pratiquement toutes les longueurs d'onde apparaît très foncée, presque noire, alors que les surfaces minérales apparaissent très claires, dans des tons allant du bleu clair au blanc.

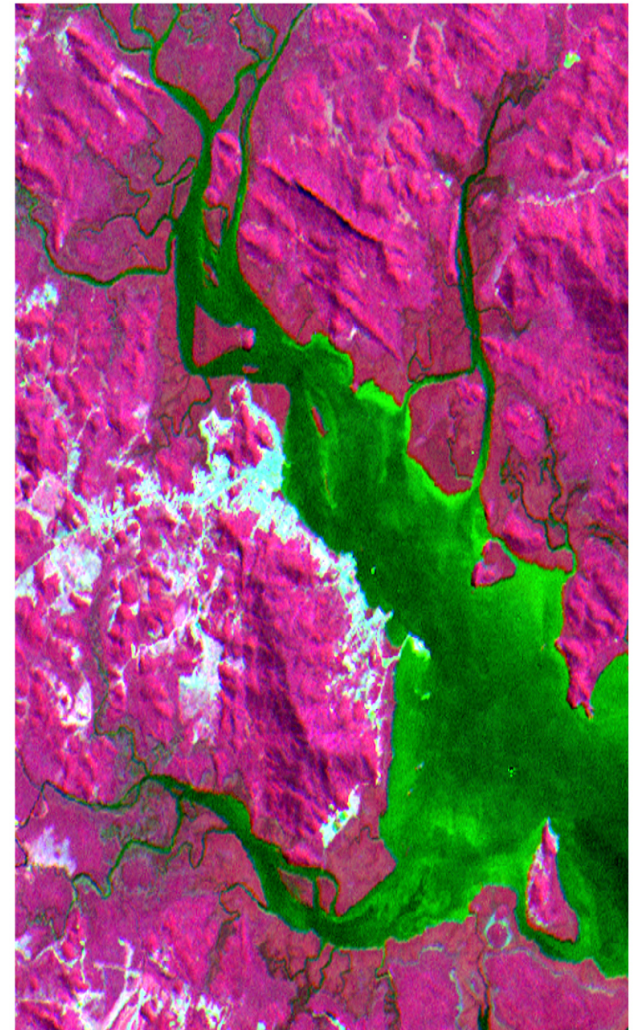
EXEMPLES DE COMPOSITIONS COLORÉES 'FAUSSES COULEURS' RÉALISÉES À PARTIR DES BANDES SPECTRALES DU SATELLITE LANDSAT TM



(c) combinaison 542



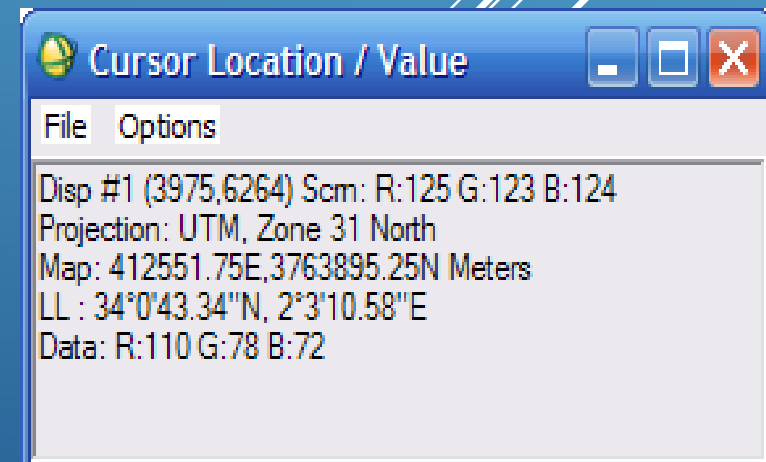
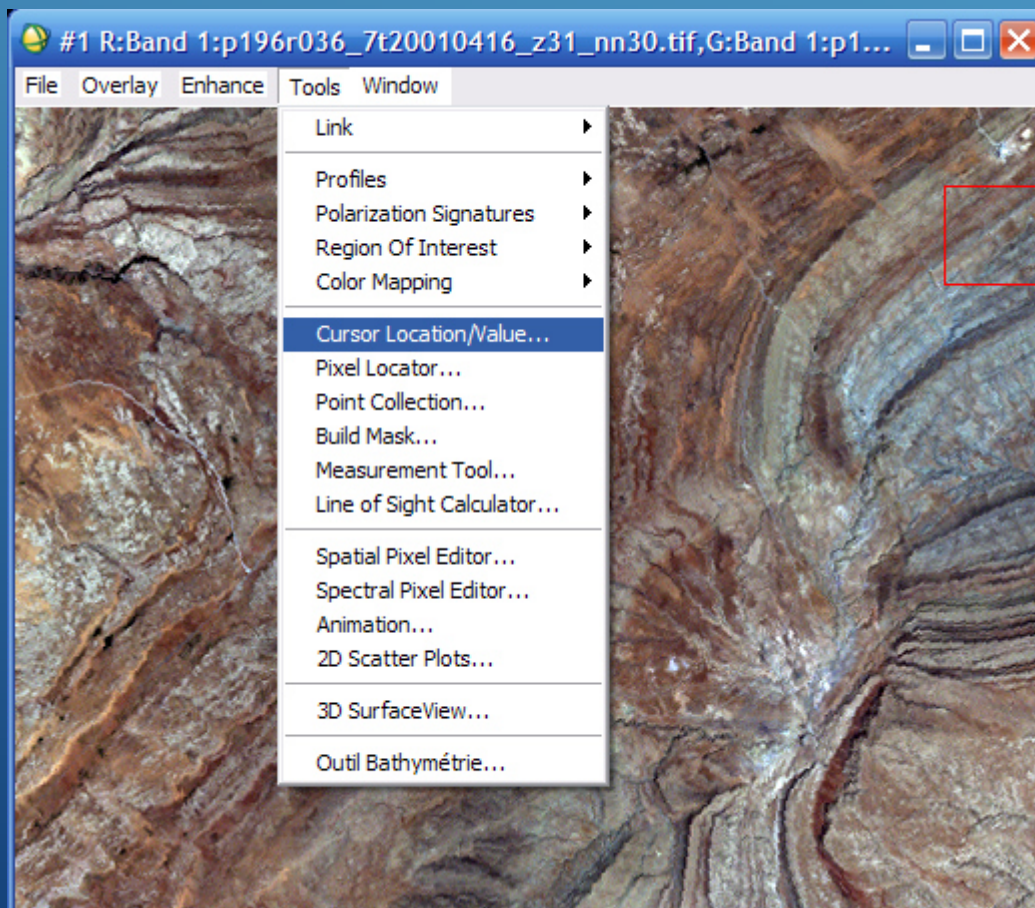
(d) combinaison 754



(e) combinaison 435

Visualisation des informations sur la localisation des points de l'image

Des informations sur la localisation de chaque point sur la carte sont disponibles en cliquant sur **Cursor Location/Value**



- **Disp** : coordonnées du curseur en nombre de colonnes, nombre de lignes de l'image.
- **Scrn** : R, G, B valeurs couleur du pixel. Ces valeurs ne servent qu'à l'affichage.
- **Projection** : UTM, Zone 31 North
- **Map**: Coordonnées (X, Y) Lambert du curseur en m.
- **LL** : Latitude – Longitude.
- **Data** : R, G, B : valeurs de la luminance échantillonnée entre 0-255 niveaux de couleur.

Pan-Sharpening

- ▶ On définit généralement la fusion d'images comme la combinaison de deux ou de plusieurs images différentes pour former à l'aide d'un algorithme une nouvelle image (Pohl et Van Genderen, 1998). Les objectifs de la fusion d'images sont multiples.
- ▶ La fusion peut se pratiquer lors d'applications les plus diverses : établir et mettre à jour une carte topographique, étudier les occupations du sol, aider à la décision dans l'agriculture et la foresterie, surveiller régulièrement les inondations, les neiges et les glaces.

- ▶ Elle améliore notamment, les capacités d'interprétation et la lisibilité des résultats de données ayant des caractéristiques différentes. Un grand nombre d'auteurs a évalué le potentiel des images fusionnées pour classier des zones en classes d'occupation du sol .
- ▶ Dans notre travail Le pan-sharpening consiste à fusionner une image panchromatique (N/B) en haute résolution spatiale (15 m) obtenue par le capteur ETM+ avec une image multispectrale de faible résolution spatiale (30 m) obtenue également par le même capteur et le résultat produit une image multi-spectrale dotée de la même résolution que l'image panchromatique.

Méthode d'application de fusion d'image sous ENVI 4.5

Menu ENVI

Spectral - Gram schmidt sharpening

