

Soudani Kamel

Maître de Conférences

Laboratoire Ecologie Systématique et Evolution
Département Ecophysiologie Végétale
Equipe Bilan carboné et fonctionnement des Ecosystèmes
UMR 8079 CNRS-Université Paris-Sud XI
Université Paris-Sud XI, Bat. 362,
91405 Orsay Cedex, France.
<http://www.ese.u-psud.fr>

Responsable du module

Soudani Kamel

Kamel.soudani@ese.u-psud.fr

TD – 1 : Exploration d’images de télédétection et quelques traitements et analyses élémentaires

Objectifs :

1. Comprendre la nature et le mode d’organisation de données de télédétection.
2. Comprendre et déterminer le comportement spectral de quelques unités d’occupation du sol.
3. Comprendre et utiliser l’histogramme bidimensionnel pour une classification rapide de l’image.
4. Calculer l’indice de végétation NDVI à partir de l’image SPOT et déterminer les valeurs prises par cet indice pour quelques unités de paysage.

Présentation du logiciel ENVI

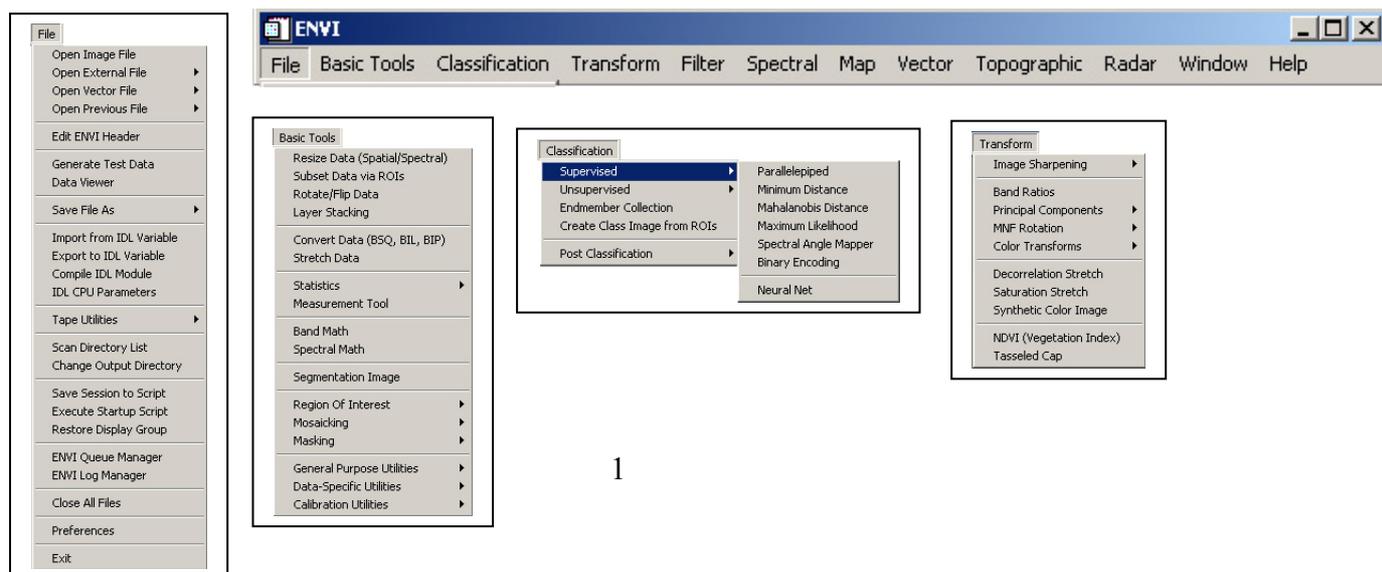
Le logiciel ENVI est un logiciel commercial complet de traitement d’images de télédétection – optiques et radar. Toutes les méthodes de traitement d’images de corrections géométriques, radiométriques, de démixage radiométrique, de classification et de mise en page cartographique sont présentes. D’autres outils relatifs à la visualisation et à la modélisation de données topographiques sont aussi disponibles. Ces différents outils et méthodes seront examinés dans la suite de ce document. Aussi, il est aussi important de signaler que le logiciel ENVI est conçu en langage IDL (Interactive Data Language – Research System) et offre donc des moyens de programmation évoluée.

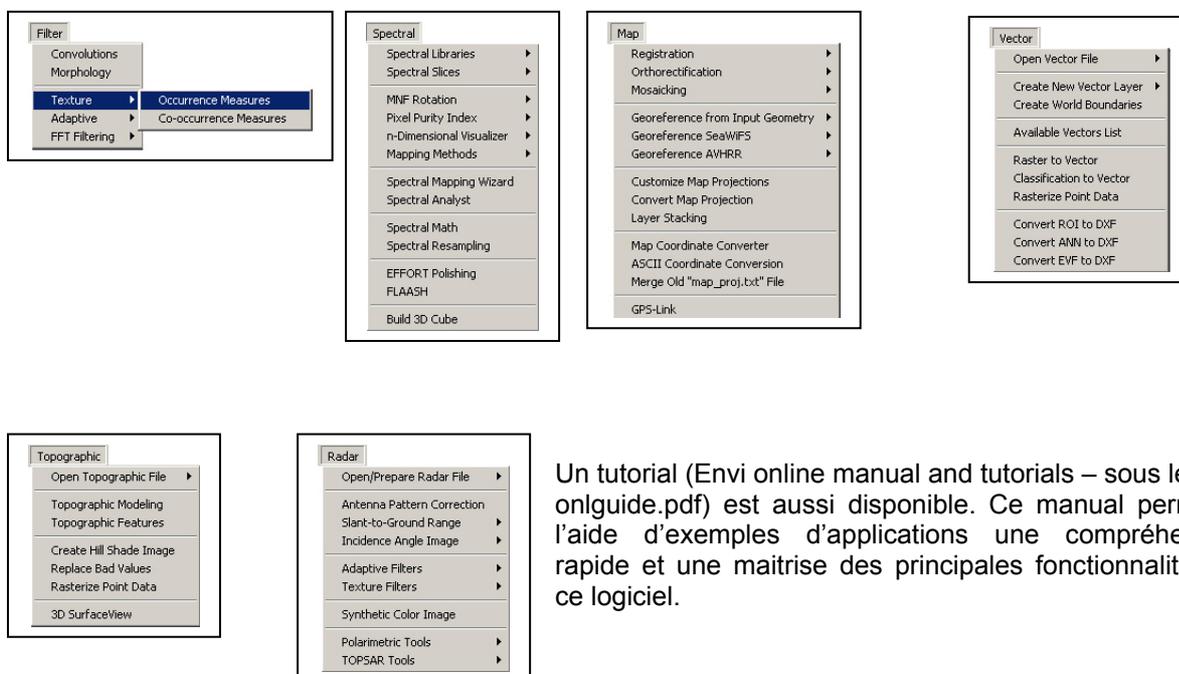
Lancement d’ENVI



Démarrer / Programmes /ENVI

Outils et méthodes de traitement d’images sous ENVI





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 principales fonctionnalités de ce logiciel.

1. Nature et mode d'organisation de données de télédétection

Les images de télédétection sont en mode RASTER et fournies sous différents formats, certains sont propres aux satellites concernés et contiennent les données brutes (SPOT, Landsat, IKONOS, NOAAH, ect.), d'autres sont spécifiques aux logiciels de télédétection les plus connus (format LAN et img d'Erdas, PCI de PCI, BIL d'ArcGIS, ect.).

Dans le mode RASTER, l'espace est divisé en unités spatiales élémentaires. Cette unité spatiale élémentaire est appelée pixel (Picture element). La taille en unités de distance de ce pixel définit la résolution spatiale de l'image.

Un fichier RASTER peut être constitué d'un ou plusieurs plans. Une image couleur en mode RVB (Rouge, Vert, Bleu) contient trois plans de couleurs. En 8 bits, chaque plan de couleur correspond à des teintes variant de 0 à 255. 0 étant du noir et 255 est la couleur pure. La combinaison de trois valeurs 0 pour chaque plan produit une teinte noire. Au contraire, une teinte blanche est produite par combinaison de trois valeurs identiques de 255 pour les trois plans rouge, vert et blanc. Les images satellites peuvent contenir de nombreux plans. Chaque plan image correspond à une bande spectrale précise, c'est-à-dire à une longueur d'onde dans laquelle l'image a été acquise. Les images suivantes de la forêt de Haguenau (juillet 1998) ont été acquises à différentes longueurs d'onde avec une résolution au sol de 2 m à l'aide du radiomètre Push broom, embarqué sur l'avion ARAT (Avion de Recherche Atmosphérique et de Télédétection) du CNES (Soudani et Breda.,2002)).

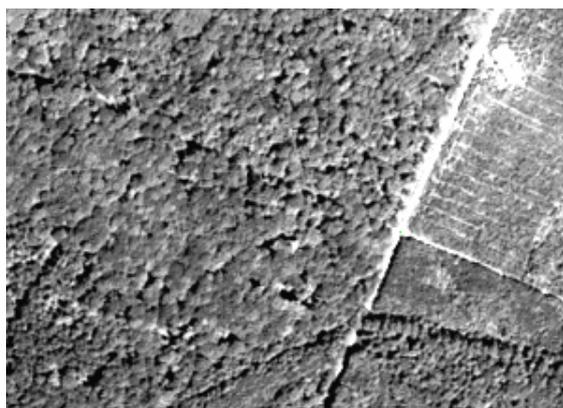


Image aéroportée ARAT capteur *push broom* canal vert 500-590 nm.

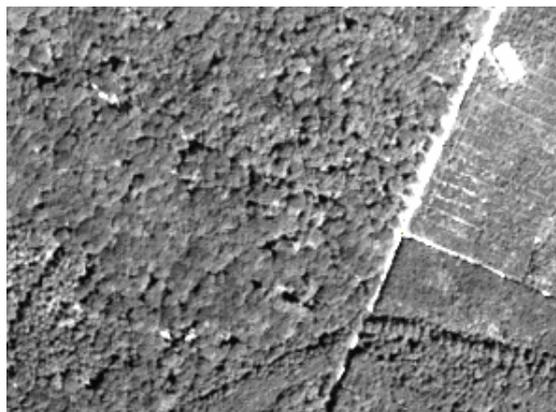


Image aéroportée ARAT capteur *push broom* canal rouge 610-680 nm

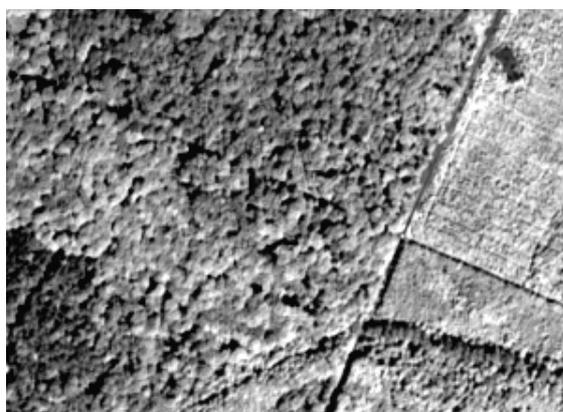


Image aéroportée ARAT capteur *push broom* canal proche infrarouge (790-890 nm)



Image composition colorée RVB canal 3 Rouge, canal 2 Vert, canal 1 Bleu

Les données de type images issues de la télédétection sont stockées dans des fichiers binaires. Selon les séquences d'octets dans le fichier binaire, on distingue principalement trois types de stockage : BSQ, BIP et BIL.

BSQ (Band Sequential): il s'agit de la forme la plus simple. Pour chaque bande spectrale ou plan de couleur (R, V, B), chaque ligne est suivie par la ligne suivante dans la même bande spectrale ou plan de couleur. Ce format offre un accès facile aux coordonnées spatiales (X, Y).

BIP (Band Interleaved by Pixel): l'image est stockée sous forme d'une succession de valeurs pixel par pixel. Chaque pixel dans une bande est suivi par le même pixel dans les autres bandes. Ce format permet l'accès optimal à l'information spectrale Z du pixel.

BIL (Band Interleaved by Line): l'image est stockée sous forme de succession de pixels de la même ligne dans chacune des bandes. Le format BIL permet d'obtenir un compromis entre les deux précédents formats.

En photographie numérique, les fichiers images sont parfois appelés fichiers bitmaps et comme le nom l'indique, il s'agit d'une succession de bits. Différents formats existent : BMP, GIF, JPEG, TIFF, etc. L'information contenue dans ce type de fichier correspond à un niveau de couleur sans aucune référence spatiale.

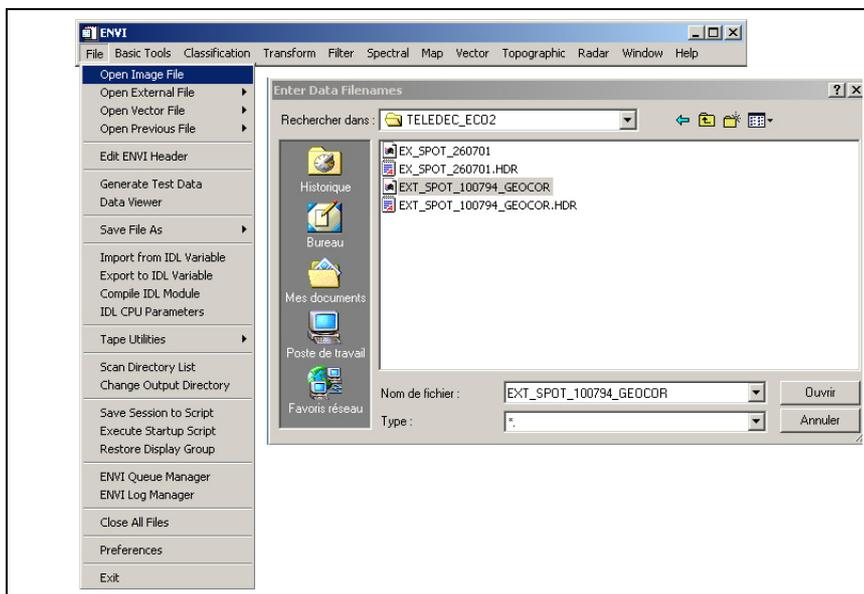
Les fichiers raster utilisés dans des applications SIG et de télédétection ne contiennent pas un niveau de couleur mais des informations quantitatives mesurées : rayonnement réfléchi ou un signal radar rétrodiffusé pour les images issues de la télédétection passive et radar, la profondeur de la nappe phréatique pour les cartes piézométriques, l'altitude pour les cartes topographiques. Selon les logiciels, les références spatiales sont soit enregistrées dans les entêtes de l'image (*.img de Erdas

Imagine, DEM) soit dans un fichier séparé (le fichier *.hdr Header pour ENVI). Le fichier DEM (Digital Elevation Model) est l’un des formats les plus connus pour le transfert de données d’altitudes.

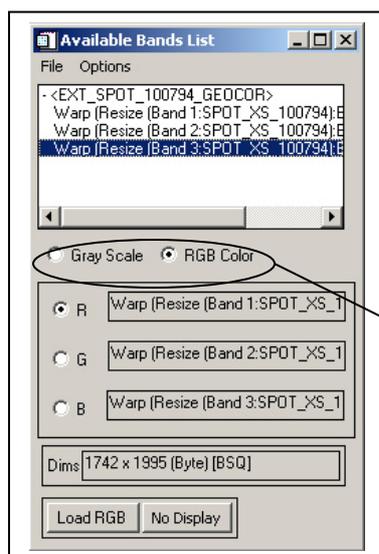
Une image de télédétection est le plus souvent constituée de plusieurs couches. Chaque couche correspond à un intervalle de longueur d’onde bien précis. Pour chaque pixel de l’image, deux informations sont disponibles et ne doivent en aucun cas être confondues : l’information couleur qui ne sert que pour l’affichage et l’information radiométrique qui correspond à une mesure physique. Un logiciel de télédétection distingue entre ces deux types d’informations. Au contraire, un logiciel de traitement de photos numériques ne considère que l’information couleur. Une image de télédétection enregistrée sous un format grand public (bmp, tiff, jpg, gif, ...) ne contient qu’une information couleur et perd donc tout son intérêt.

OUVERTURE D’UNE IMAGE SOUS ENVI

 **File /Open image file**



EX_SPOT_100794_GEOCOR.img est un extrait d’une image SPOT acquise en juillet 1994. L’image a été corrigée géométriquement et référencée dans le système de coordonnées Lambert 1. Cette image est constituée de trois bandes, dites XS1, XS2 et XS3. Les longueurs d’ondes correspondantes sont :
 XS1 vert 500-590 nm
 XS2 rouge 610-680 nm
 XS3 Proche infrarouge 790-890 nm.



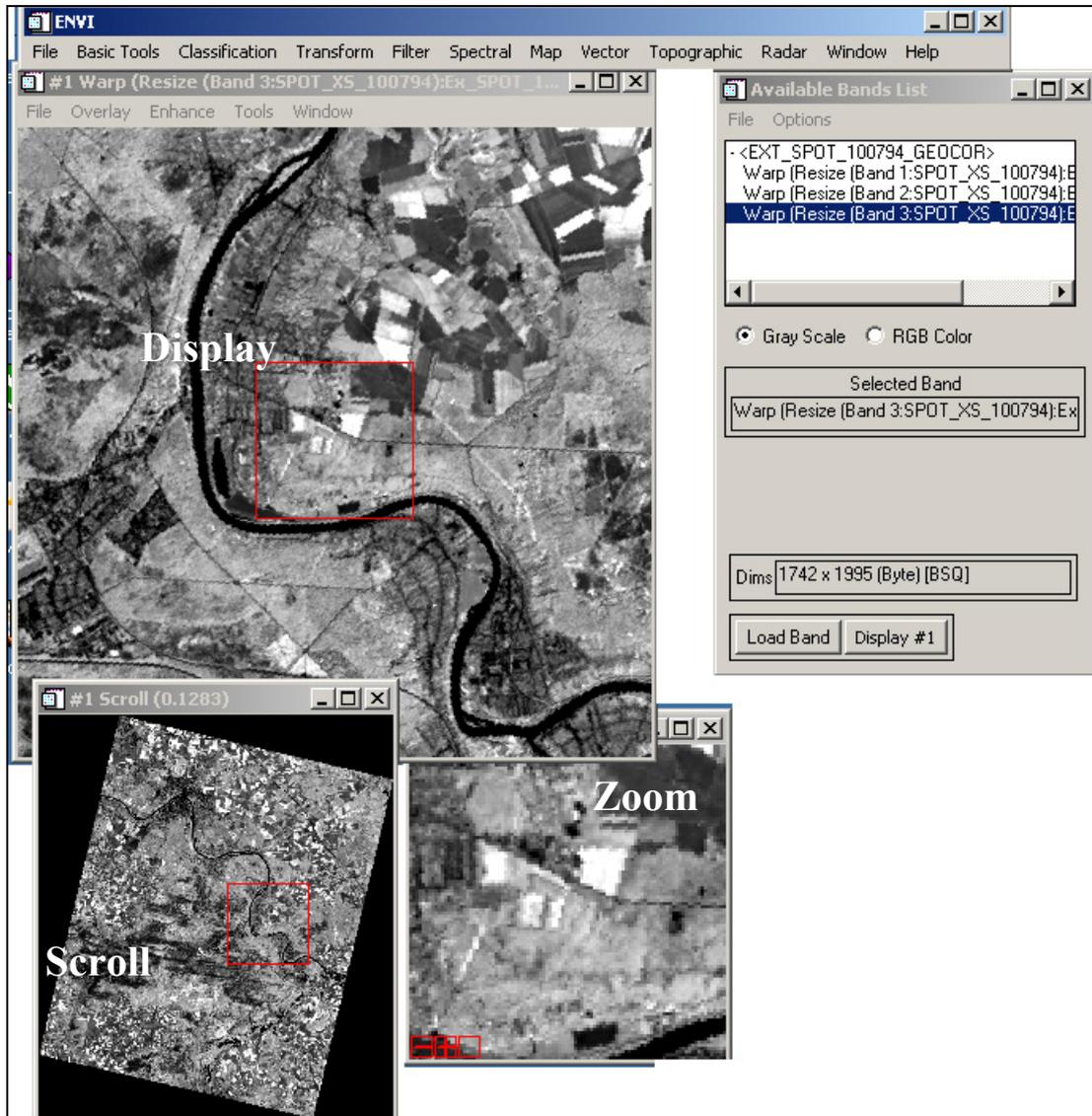
La boîte de dialogue Available Bands List affiche le nombre de couches que constituent l’extrait de l’image SPOT de juillet 1994. Ici, on a donc trois couches, nommées bande 1, bande 2 et bande 3. Les longueurs d’ondes correspondantes sont donc :

Bande 1 vert 500-590 nm
 Bande 2 rouge 610-680 nm
 Bande 3 Proche infrarouge 790-890 nm.

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

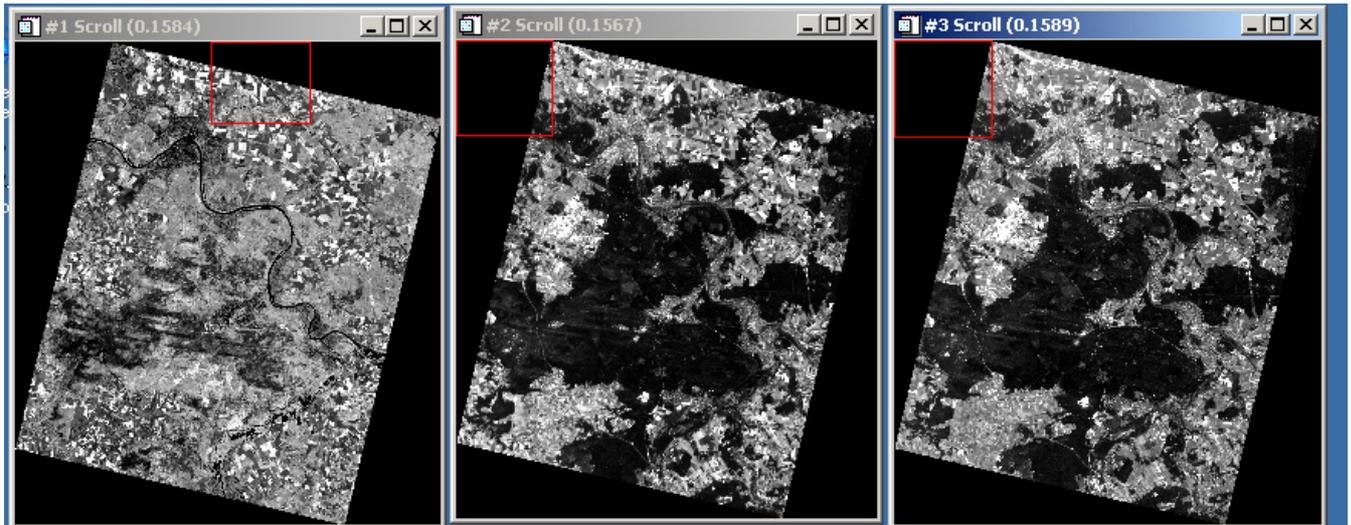
 Cliquez sur la **bande 3** et choisissez le mode d’affichage **Gray Scale** – puis cliquez sur le bouton **Load Band**.



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.

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 3, visualisez les deux autres bandes (2 et 1). Cliquez sur le bouton Display de la boîte de dialogue **Available bands list** puis **new display** (nouvelle fenêtre).



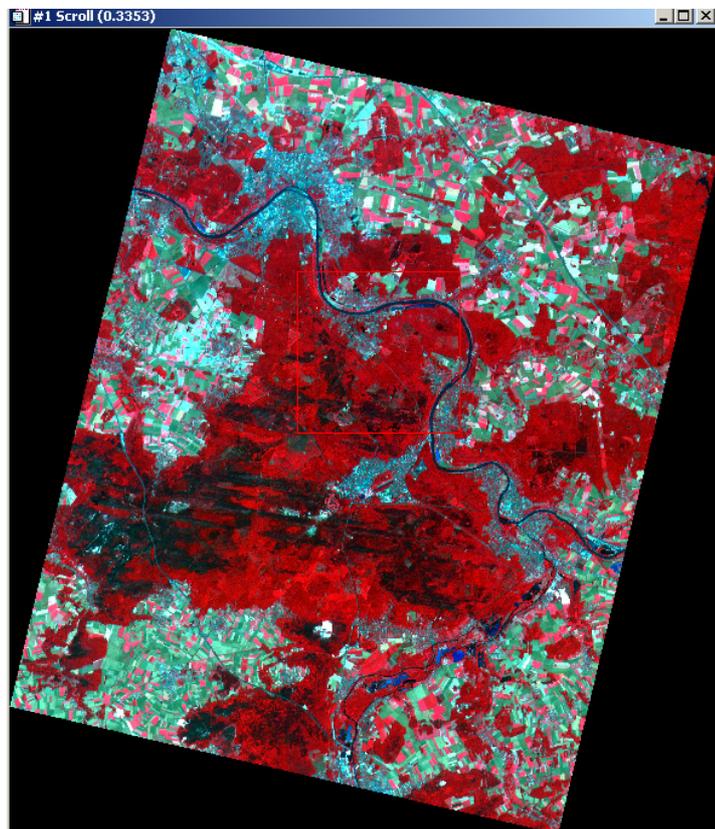
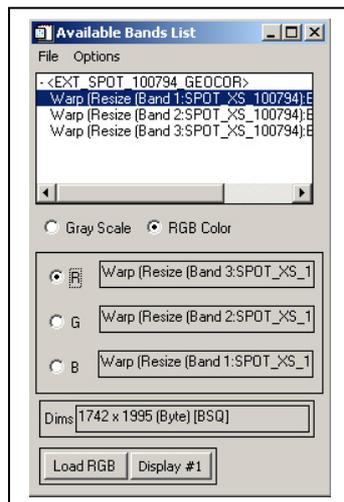
De droite à gauche, Proche infrarouge, rouge et vert.

Dans le proche Infrarouge, on remarque que la forêt de Fontainebleau apparaît dans des teintes grises plus ou moins claires et inversement dans les deux autres bandes spectrales.

AFFICHAGE EN FAUSSES COULEURS : COMPOSITION COLOREE

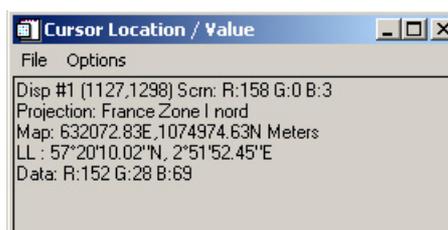
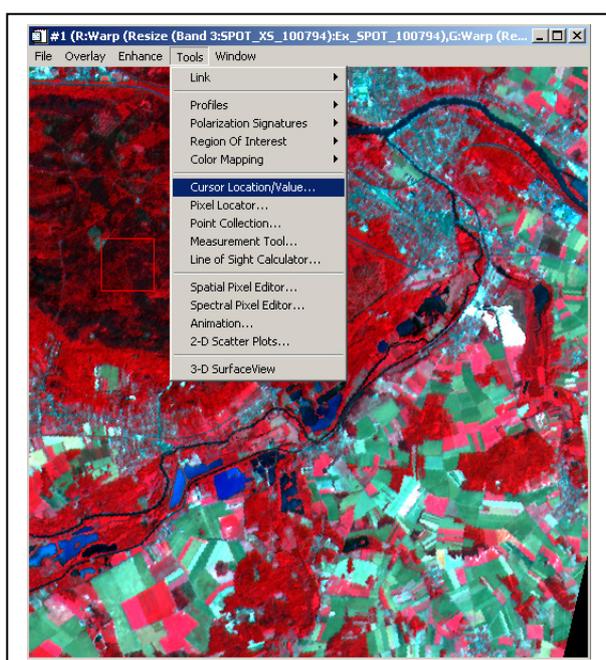
L’affichage en fausses couleurs consiste à attribuer des couleurs fictives aux bandes spectrales. L’image résultante est dite composition colorée et se compose de trois plans de couleur rouge, vert et bleu. Par convention, on attribue la couleur rouge à la bande spectrale proche infrarouge, la couleur verte à la bande rouge et la couleur bleue à la bande verte.

 Valider l’option RGB dans la boîte de dialogue **Available bands list** puis attribuez la couleur correspondante à chacune des bandes :



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, les forêts feuillues en rouge foncé et les résineux dans des teintes rouge-noir. Il est important de signaler que ces remarques sont données à titre indicatif. Différents facteurs en particulier l’état d’humidité du sol et le tapis herbacé en forêts feuillues ou résineuses peuvent être à l’origine d’une forte modification de la réflectance du pixel.



Disp : 1127 – 1298 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 : Lambert Conformal Conic – Zone 1
Coordonnées (X, Y) Lambert du curseur en m.

LL : Latitude – Longitude (à ne pas considérer dans le cas de cette image)

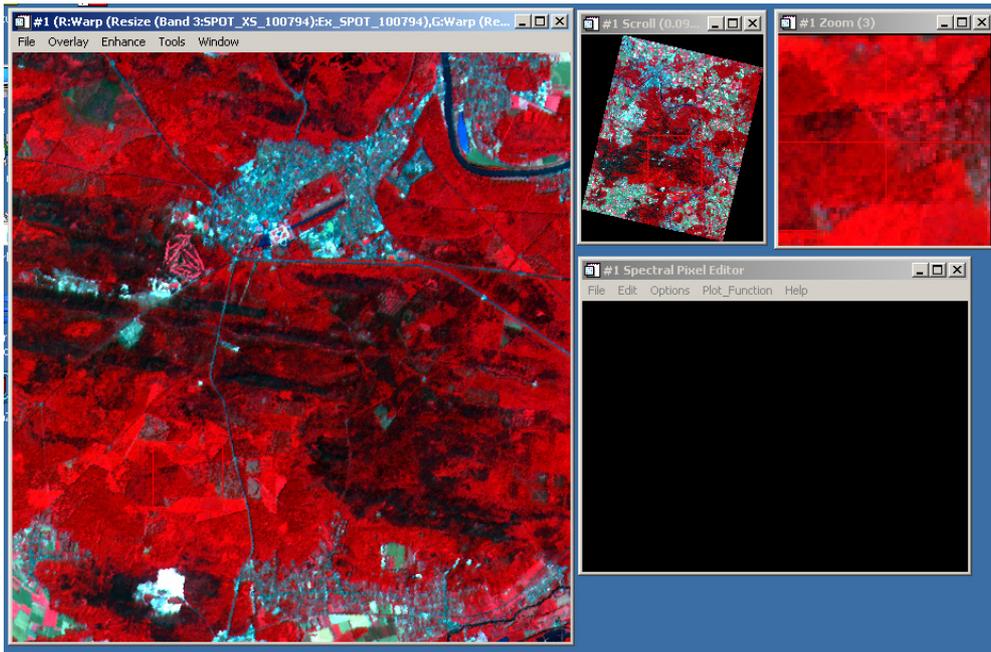
Data : R, G, B : valeurs de la luminance échantillonnée entre 0-255 niveaux de couleur.

2. Signatures spectrales de quelques unités de paysage dans les trois bandes SPOT

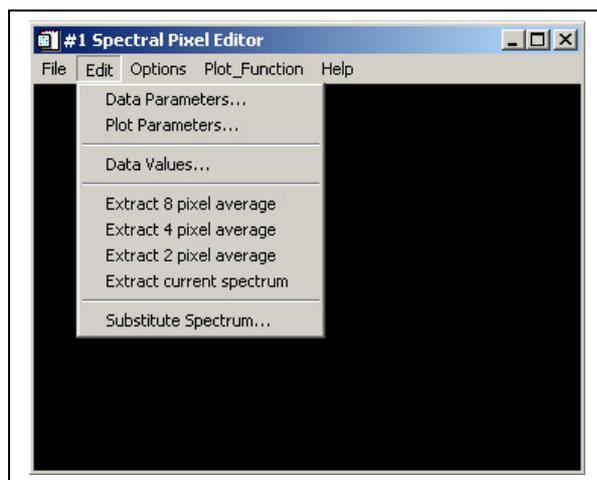
Le but de cette section est de déterminer des profils spectraux de différentes unités d’occupation du sol. Il s’agit de déterminer les différentes valeurs de la luminance (niveaux de gris) pour chacune des principales unités de paysage : sols nus, cultures, eau, forêts,



Dans le menu **tools** de la fenêtre Display – cliquez sur l’outil **Spectral Pixel Editor** :
Faites en sorte que l’écran soit organisé comme suit :



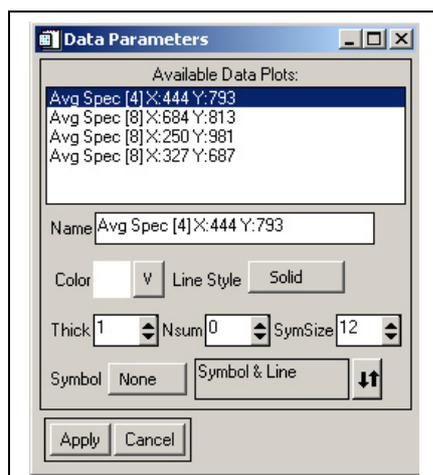
Utilisez le carré rouge dans la fenêtre Scroll pour délimiter la zone de l’image qui sera affichée sur la fenêtre display (fenêtre de droite). Placez le curseur sur une zone homogène puis cliquez pour validez. Utilisez la fenêtre Zoom pour bien localiser le curseur sur l’image (+, -).



Une fois, l’entité du paysage est choisie, dans le menu Edit de la boîte de dialogue Spectral Pixel Editor, Utilisez Extract 8 pixel average (ou 4, 2) selon les dimensions de l’unité afin d’extraire une valeur moyenne de la luminance dans chacune des bandes.

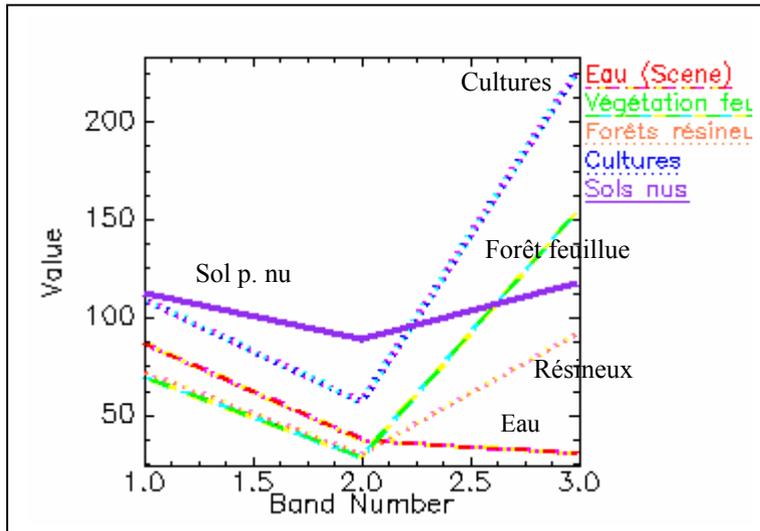
Déterminez pour chacune des unités étudiées, un profil type ?

Une fois ces opérations terminées, cliquez à l’aide du bouton droit de la souris dans la fenêtre graphique pour afficher la légende. Dans le menu Edit, cliquez sur Data parameters et donnez des noms thématiques à chacune des courbes.



Utilisez ensuite dans le menu file de la fenêtre **Spectral Pixel Editor** l’option **save plot as image file – output file bmp**. Insérer ensuite cette figure dans un fichier Microsoft word.

La figure suivante montre quelques profils spectraux déterminés sur certaines entités du paysage. La végétation montre une courbe de luminance caractérisée par un pic dans le vert, une baisse dans le rouge et une forte valeur dans le proche infrarouge. La courbe sols nus montre un comportement proche de celui attendu sur un sol parfaitement nu, c'est-à-dire une luminance de plus en plus forte dans le vert, le rouge et le proche infrarouge. Pour l'eau on remarque sa faible luminance particulièrement dans le proche infrarouge. L'eau est souvent assimilée à un corps noir dans cette bande.

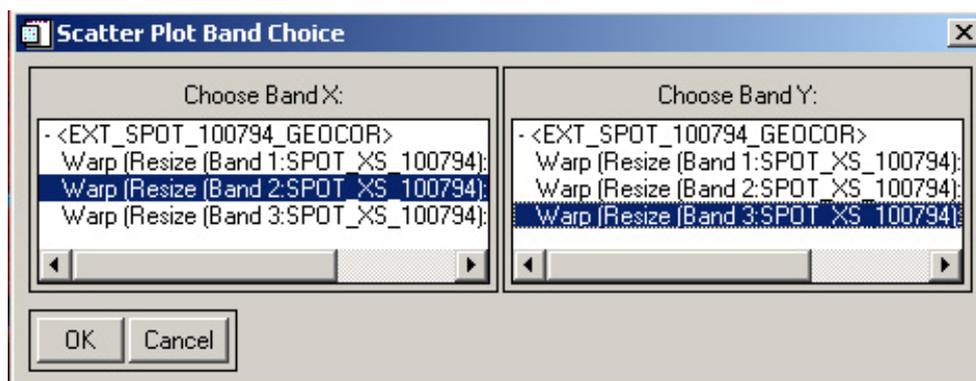


3. Visualisation de l’histogramme bidimensionnel et classification de l’image

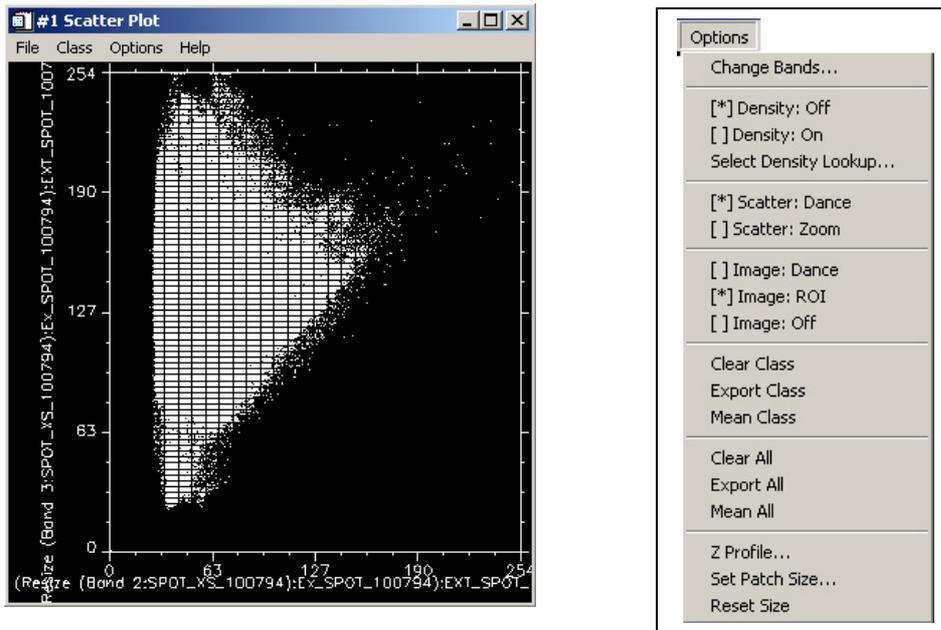
L’histogramme bidimensionnel exprime la distribution de tous les pixels de l’image dans le plan constitué par le rouge en abscisse et le proche infrarouge en ordonnée. Ces deux bandes sont celles où on observe un contraste important entre les différentes unités du paysage.



Dans le menu **tools** de la fenêtre **Display** – cliquez sur l’outil **2D-scatter plot** puis :



Dans la fenêtre **scatter plot** – Utilisez l’outil Options puis validez **Density** – on.

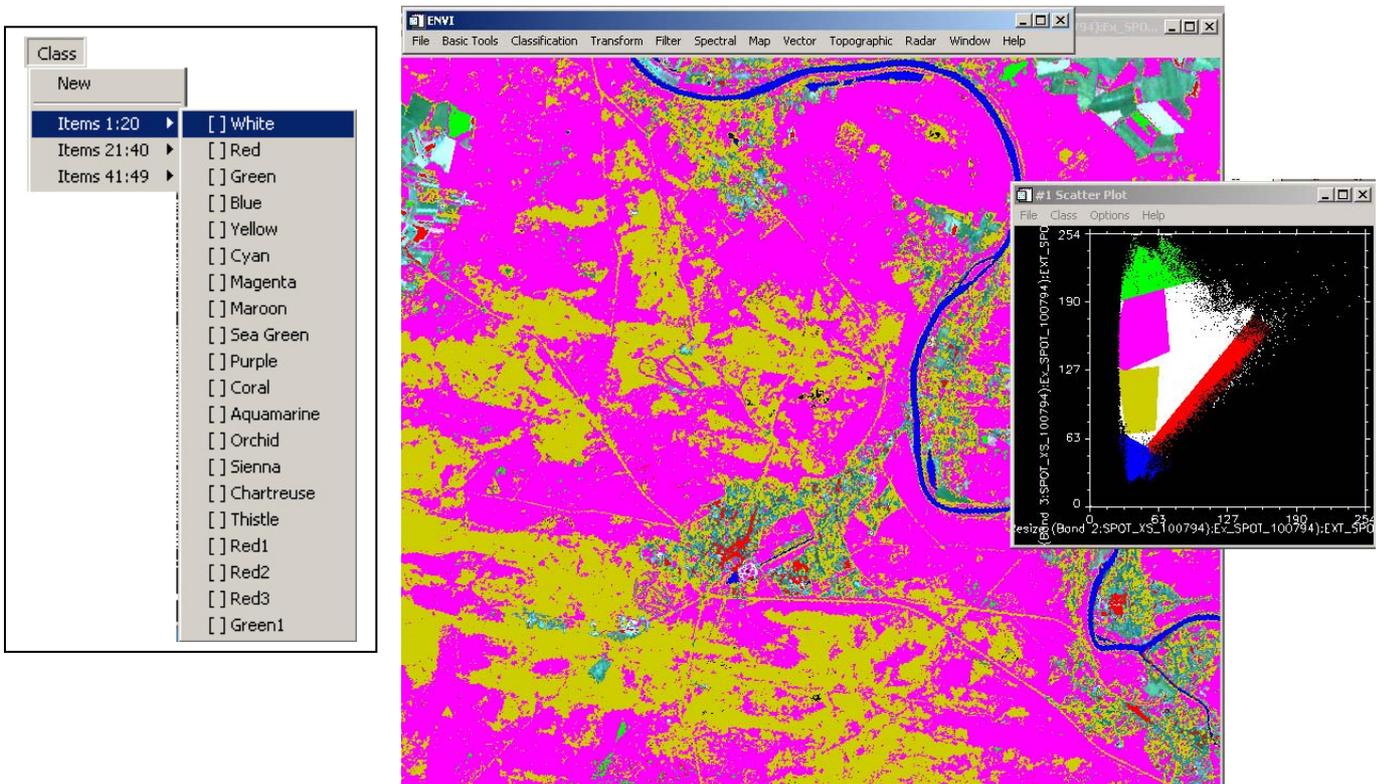


Cette option permet d’afficher la distribution des densités de pixels dans le repère rouge, proche infrarouge. L’histogramme affiche la distribution des pixels de la fenêtre Display. En changeant la zone affichée dans la fenêtre Display, l’histogramme va être aussi modifiée.

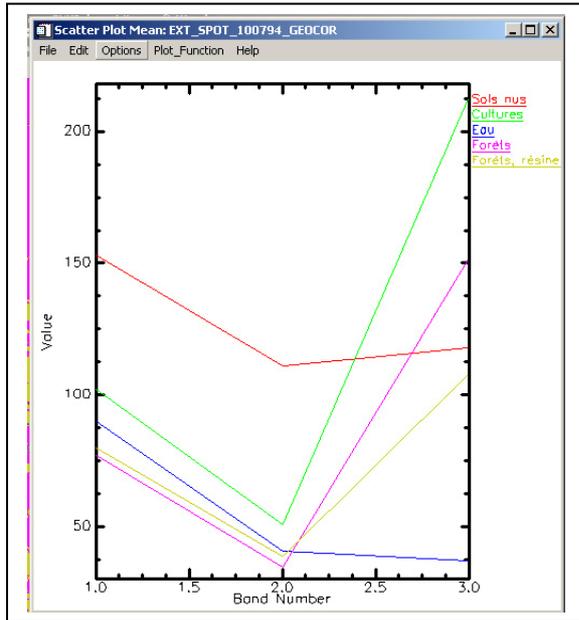
Positionnement des différentes unités du paysage sur le plan (rouge, proche infrarouge) :

 Afin d’optimiser les affichages, affichez la fenêtre Display 1 et la fenêtre **Scatter plot** sur l’écran de votre ordinateur.

Dans le menu class – Items 1 :20- Choisissez une couleur autre que le blanc. Ensuite à l’aide de la souris, tracez un polygone en cliquant à l’aide de la souris (bouton gauche) de nombreuses fois autour d’une petite zone de l’histogramme bidimensionnel. Faites cette opération sur plusieurs zones.



Utilisez les outils clear class/ clear all pour effacer les classes indésirables.



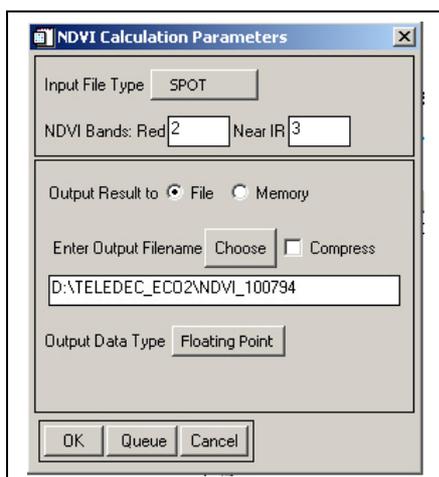
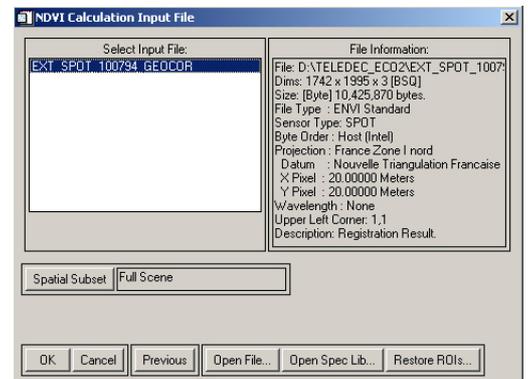
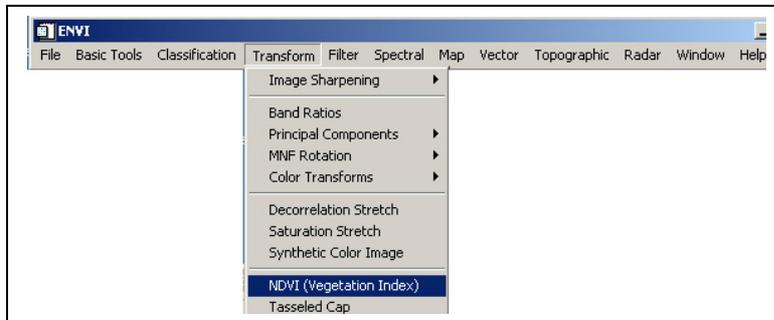
Dans le menu **Options** de la fenêtre **Scatter plot**, cliquer sur *Mean all* pour déterminer les moyennes dans les trois bandes de chaque zone de l’histogramme bidimensionnel. Une fenêtre Scatter plot mean s’affiche indiquant les moyennes dans les trois bandes.

Comme pour les courbes issues de l’outil **Spectral Editor**, modifiez la légende du graphique et l’insérez ensuite dans le même fichier Word.

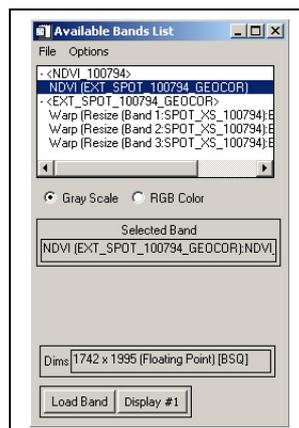
4. Indice de végétation radiométrique NDVI Normalised Difference Vegetation Index

$$NDVI = (PIR - ROUGE) / (PIR + R)$$

Dans le menu principal de la barre d’outils **ENVI** – cliquez sur le menu **transform** puis **NDVI** – Sélectionnez ensuite l’image **EXT_SPOT_100794_GEOCOR** puis validez par **OK**.

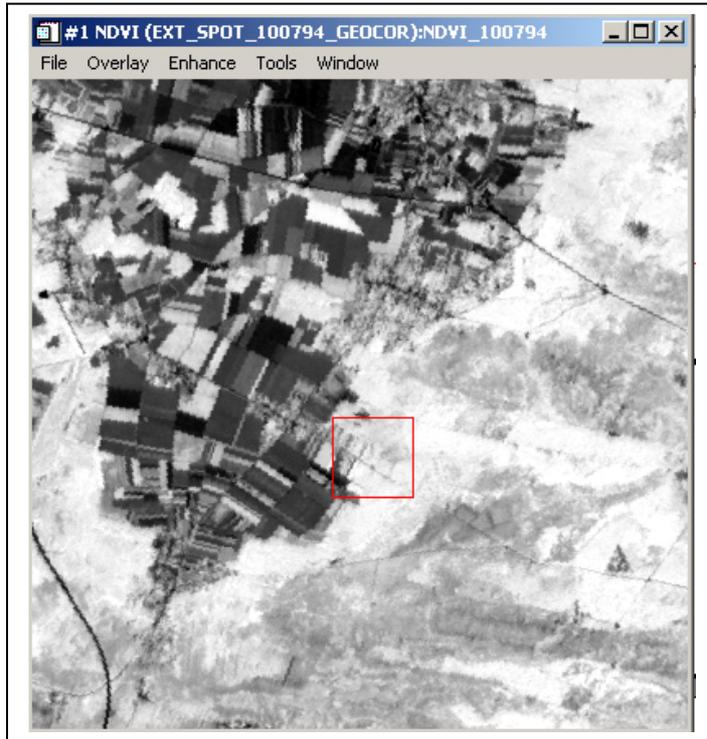


Donnez le nom **NDVI_100794** au nom de l’image NDVI créée.



L’image NDVI est ajoutée à la liste d’images dans la boîte **Available Bands list**.

Affichez ensuite l’image en mode **Gray scale** sur une nouvelle fenêtre **Display 2**.



 L'écran doit comporter les deux fenêtres : la composition colorée et l'image NDVI. Afin de lier spatialement ces deux images, dans le menu **Tools** de l'une de deux fenêtres Display, cliquez sur l'option **Link display** puis validez en appuyant sur Ok. Les deux fenêtres sont spatialement liées : la même zone de l'image est affichée sur les deux fenêtres. En cliquant sur l'une des deux images à l'aide du bouton gauche de la souris, on affiche l'autre image.

Pour les différentes unités de paysage : eau, différents types de forêts, sols nus, cultures, déterminez l'ordre de grandeur de l'indice NDVI. Utilisez pour cela le **Cursor location/value** du menu **tools** de la fenêtre Display.

./.