

Éléments d'interprétation visuelle

Taille d'un objet sur une image est fonction de l'échelle



G. Davtian (CEPAM - CNRS)

1

Éléments d'interprétation visuelle

Patron réfère à l'agencement spatial des objets visiblement discernables

Une répétition ordonnée de tons similaires et de textures produit un patron distinctif et facilement reconnaissable



G. Davtian (CEPAM - CNRS)

2

Éléments d'interprétation visuelle

Texture réfère à l'arrangement et à la fréquence des variations de teintes dans des régions particulières d'une image



G. Davtian (CEPAM - CNRS)

3

Éléments d'interprétation visuelle

Ombres donnent une idée du profil et de la hauteur relative des cibles pouvant être identifiées facilement



G. Davtian (CEPAM - CNRS)

4

Éléments d'interprétation visuelle

Association tient compte de la relation entre la cible d'intérêt et d'autres objets reconnaissables qui sont à proximité



G. Davtian (CEPAM - CNRS)

5

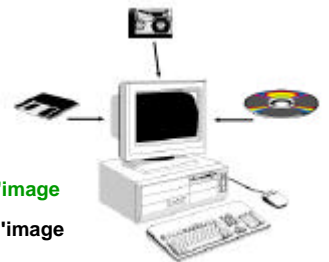
Traitement numérique des images

- pré-traitement

- rehaussement de l'image

- transformation de l'image

- classification et analyse de l'image



G. Davtian (CEPAM - CNRS)

6

Indications sur les photos aériennes

latitude longitude altitude heure universelle



année échelle mission GN information concernant la focale de la chambre de prise de vue
 nom de mission date
 numéro de cliché

Pré-traitement (restauration et rectification d'image)

Les opérations de pré-traitement se divisent en **corrections radiométriques** et en **corrections géométriques** ;

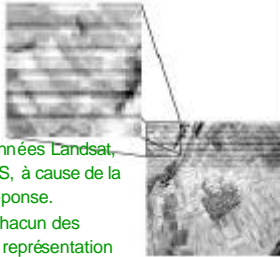
- les **corrections radiométriques** comprennent entre autres, la **correction des données à cause des irrégularités du capteur, des bruits dus au capteur ou à l'atmosphère, et de la conversion des données** afin qu'elles puissent représenter précisément le rayonnement réfléchi ou émis mesuré par le capteur.
- les **corrections géométriques** comprennent la **correction pour les distorsions géométriques dues aux variations de la géométrie Terre-capteur, et la transformation des données en vraies coordonnées (par exemple en latitude et longitude) sur la surface de la Terre.**

Pré-traitement (rayures, rubanement systématique)

Les **rayures** étaient fréquentes dans les premières données Landsat, à l'époque des six détecteurs MSS, à cause de la variation et de la dérive dans la réponse.

La dérive était différente pour chacun des six détecteurs, ce qui causait une représentation différente de la même intensité pour chaque détecteur et produisait sur l'image un effet de rayure.

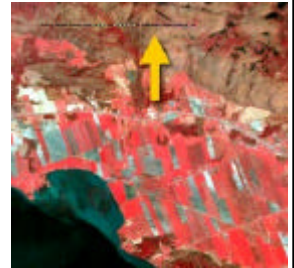
Le processus de **correction** faisait une correction relative de chacun des six capteurs pour amener leurs valeurs apparentes au même niveau.



Pré-traitement (lignes manquantes)

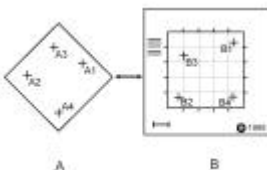
Les **lignes manquantes** apparaissent quand il y a des erreurs de systèmes qui résultent en l'absence de données ou en données déficientes le long d'une ligne de balayage.

Les **lignes manquantes** sont habituellement «**corrigées**» en remplaçant chaque ligne avec la valeur des pixels de la ligne au-dessus ou au-dessous, ou avec la moyenne des deux



Pré-traitement (corrections géométriques)

Le processus de **correction géométrique** consiste à identifier des coordonnées de l'image de plusieurs points clairement distincts, appelés **points de contrôle au sol (PCS)**, sur l'image à corriger (A1 à A4) et à les assortir à leur véritable position en coordonnées au sol (par exemple en latitude et longitude).



Les vraies coordonnées au sol sont habituellement mesurées à partir d'une carte (B1 à B4), soit sur papier ou en format numérique.

Ceci est une correction de type "image-à-carte"

Pré-traitement (corrections géométriques)

Pour effectuer une **correction géométrique** de «l'image-image», on applique un procédé appelé **rééchantillonnage** afin de déterminer la valeur numérique à placer dans la nouvelle localisation du pixel de l'image de sortie corrigée.

Le processus de **rééchantillonnage** calcule la nouvelle valeur du pixel à partir de sa valeur originale dans l'image non corrigée.

Il existe trois principales méthodes de rééchantillonnage :

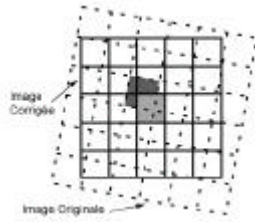
- le **plus proche voisin**
- l'**interpolation bilinéaire**
- la **convolution cubique**

Pré-traitement (plus proche voisin)

La méthode du plus proche voisin utilise la valeur numérique du pixel de l'image originale qui se trouve le plus près de la localisation du nouveau pixel dans l'image corrigée

C'est la méthode la plus simple et elle n'altère pas la valeur originale, mais elle peut produire une duplication des pixels ou une perte de certaines valeurs.

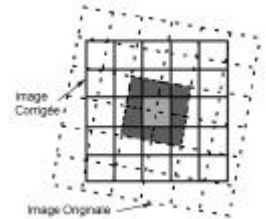
Cette méthode a aussi tendance à produire des images bruitées



Pré-traitement (l'interpolation bilinéaire)

L'interpolation bilinéaire prend une moyenne pondérée par la distance des quatre pixels de l'image originale les plus près du nouveau pixel

Le procédé de moyenne altère la valeur originale des pixels et crée une valeur complètement nouvelle sur l'image finale

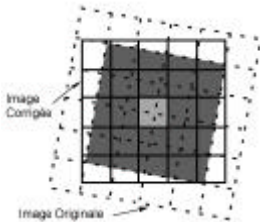


Pré-traitement (la convolution cubique)

Le processus de convolution cubique va encore plus loin et calcule la moyenne pondérée par la distance sur un bloc de seize pixels à partir de l'image originale entourant la localisation du nouveau pixel de sortie

Comme pour l'interpolation bilinéaire, cette méthode résulte en de nouvelles valeurs de pixels

Cependant, ces deux méthodes produisent des images à l'apparence plus douce, contrairement à la méthode du plus proche voisin



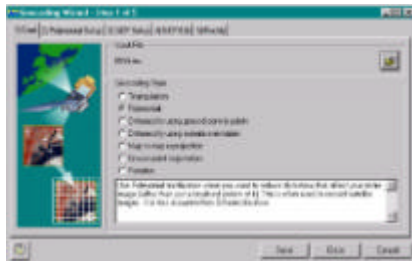
Rectification des photos aériennes

La rectification polynomiale simple - ne nécessite pas la connaissance du système d'acquisition, par contre impose la saisie de points de contrôles ou points d'amers afin d'initialiser la fonction de transfert qui permet de passer de l'image non rectifiée à l'image rectifiée

L'orthorectification avec prise de points damers - requière la connaissance des paramètres de l'appareil de prise de vue

L'orthorectification avec paramètres extérieurs d'orientation - permet de saffranchir de l'opération de saisie de points d'amers, pas la connaissance de la fonction de transfert via les paramètres de vol connus

Rectification des photos aériennes



Rectification des photos aériennes



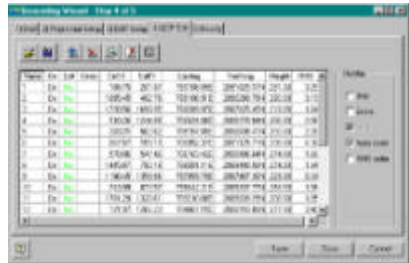
Rectification des photos aériennes



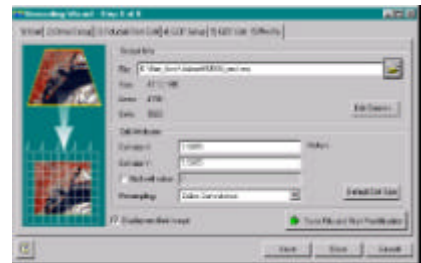
Rectification des photos aériennes



Rectification des photos aériennes



Rectification des photos aériennes



Orthorectification des photos aériennes

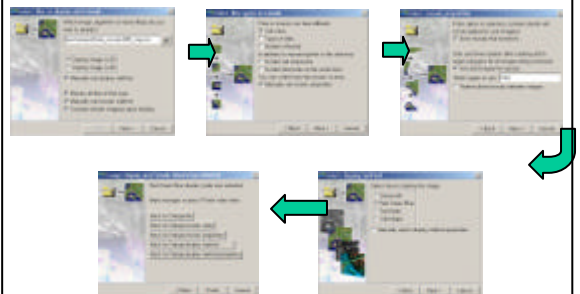


Photo non-orthorectifiée



Photo orthorectifiée

Mosaïcage des photos aériennes

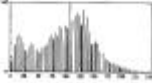


Rehaussement de l'image

On applique le rehaussement des images afin de faciliter l'interprétation visuelle et la compréhension des images

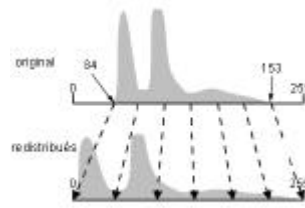


En manipulant la distribution des niveaux d'intensité (appelés aussi les tons de gris) dont l'**histogramme** est la représentation graphique sur l'ensemble des valeurs admissibles pour une image, il est possible de produire **différents types de rehaussement**.



Rehaussement linéaire du contraste

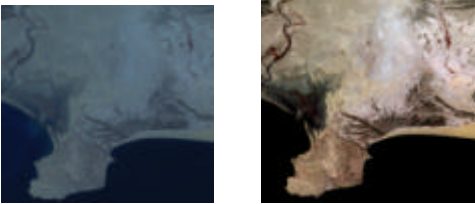
On applique le rehaussement des images afin de faciliter l'interprétation visuelle et la compréhension des images



On identifie les **limites supérieures et inférieures d'intensité** représentées sur l'**histogramme** (les **valeurs minimales et maximales**), et à l'aide d'une transformation linéaire, on étire ces valeurs sur l'ensemble des valeurs disponibles

Rehaussement linéaire du contraste

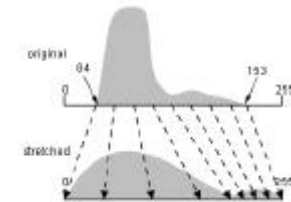
L'augmentation du contraste dans une image avant (image de la gauche) et après (image du droit) un rehaussement linéaire



Un étirement uniforme des valeurs initiales sur l'ensemble des valeurs disponibles n'est pas toujours approprié, particulièrement lorsque la distribution initiale n'est pas uniforme

Rehaussement (étirement pondéré de l'histogramme)

Cette méthode assigne un intervalle de valeurs plus grand dans les portions de l'histogramme pour lesquelles les valeurs d'intensité ont une fréquence plus élevée

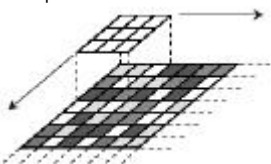


De cette façon, les détails de ces régions seront mieux rehaussés que les détails des régions pour lesquelles la fréquence des valeurs d'intensité de l'histogramme est plus faible.

Rehaussement (par filtrage)

La **méthode de filtrage** spatial consiste à déplacer une "**fenêtre**" d'une dimension de quelques pixels (ex. : 3 x 3, 5 x 5, etc.) au-dessus de chaque pixel de l'image

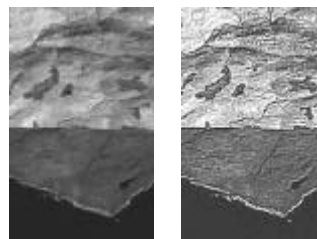
On applique alors un traitement mathématique utilisant les valeurs des pixels sous la fenêtre et on remplace la valeur du pixel central par le résultat obtenu. La fenêtre est déplacée le long des



colonnes et des lignes de l'image, un pixel à la fois, répétant le calcul jusqu'à ce que l'image entière ait été filtrée.

Rehaussement (par filtrage)

Les **filtres directionnels** ou les **filtres détectant les contours** sont utilisés pour rehausser les caractéristiques linéaires d'une image comme les routes ou les limites des champs



Ces filtres peuvent être conçus pour rehausser des caractéristiques ayant une certaine orientation dans l'image. Ces filtres ont de nombreuses applications en géologie pour la détection de structures géologiques linéaires

Transformation de l'image

La transformation d'images est un procédé qui implique la manipulation de plusieurs bandes de données, que ce soit pour transformer une image provenant d'un capteur multispectral ou pour transformer plusieurs images de la même région prises à des moments différents (données multitemporelles).

La transformation d'images génère une "nouvelle" image en combinant les différentes sources d'information de manière à rehausser certaines caractéristiques ou certaines propriétés des données qui sont moins évidentes dans l'image originale.

Les transformations de base font usage d'opérations arithmétiques simples.

Transformation de l'image

l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI)

$$(XS3 - XS2) / (XS3 + XS2) \text{ (pour SPOT)}$$

$$(TM4 - TM3) / (TM4 + TM3) \text{ (pour LandSat TM)}$$

$$(C2 - C1) / (C2 + C1) \text{ (pour NOAA - AVHRR)}$$

l'indice d'irrigation

$$(TM1^2 + TM2^2 + TM3^2 + TM4^2)^{0.5} \text{ (pour LandSat TM)}$$

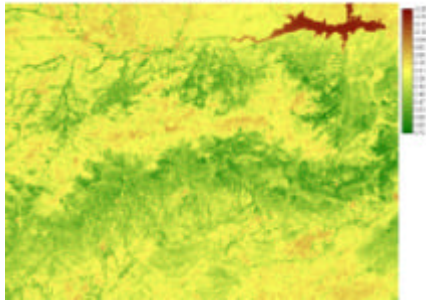
green végétation indice

$$-0.290TM1 - 0.562TM2 + 0.6TM3 + 0.491TM4 \text{ (pour LandSat TM)}$$

l'indice de brillance en pédologie

$$(TM3^2 + TM4^2)^{0.5} \text{ (pour LandSat TM)}$$

Transformation de l'image

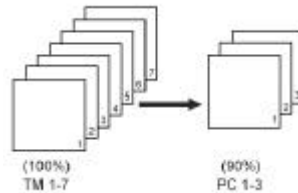


Transformation de l'image

Le but de l'ACP est de réduire le nombre de dimensions (nombre de bandes) et de produire une compression de l'information de plusieurs bandes dans un nombre plus restreint de bandes.

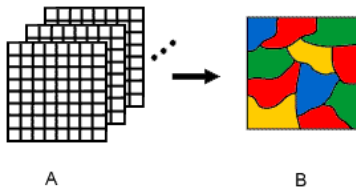
Les "nouvelles" bandes qui résultent de cette compression statistique sont appelées composantes.

Ce procédé vise à maximiser (statistiquement) la quantité d'information (ou variance) des données originales dans un nombre restreint de composantes.



Classification et analyse de l'image

La classification numérique des images utilise l'information spectrale contenue dans les valeurs d'une ou de plusieurs bandes spectrales pour classer chaque pixel individuellement. Ce type de classification est appelé reconnaissance de regroupements spectraux.



Classification supervisée

Lors de l'utilisation d'une méthode de classification supervisée, l'analyste identifie des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs de différents types de surfaces (classes d'information).

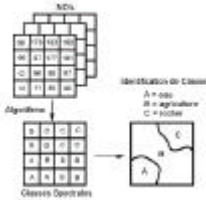


La sélection des échantillons forme un ensemble de données-tests est basée sur les connaissances de l'analyste, sa familiarité avec les régions géographiques et les types de surfaces présents dans l'image.

L'analyste supervise donc la classification d'un ensemble spécifique de classes.

Classification non supervisée

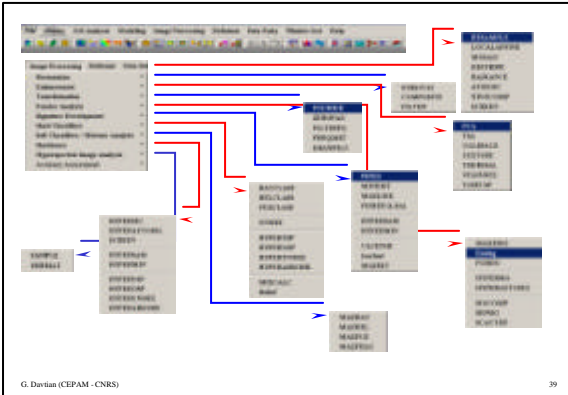
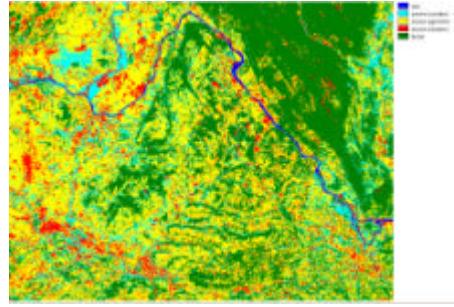
Pendant la **classification non supervisée** les **classes spectrales** sont formées en **premier**, basées sur l'information numérique des données seulement. Ces classes sont **ensuite associées**, par un **analyste**, à des classes d'information utile (si possible)



Les **algorithmes de classification** déterminent les **groupes statistiques naturels** ou les **structures des données**

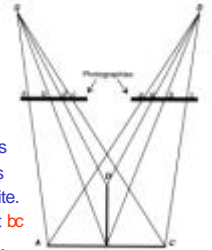
L'**analyste** spécifie le **nombre de groupes ou classes** qui seront formés avec les données

Classification supervisée



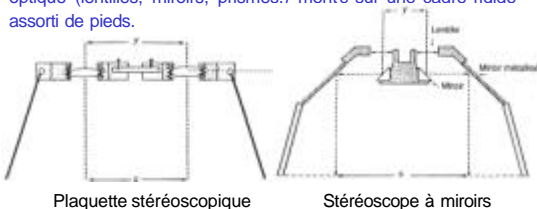
Vision stéréoscopique

Avec deux photos recouvrant une même région où se trouvent des objets A, B, C, à la même altitude et D à une altitude différente, on remarque que sur les deux photos, les quatre objets sont placés dans un ordre différent : a, b, d, c, pour la photo de gauche et a, d, b, c, pour celle de droite. Sur une même photo, les segments **ab** et **bc** sont égaux car ils sont à la même altitude, mais ce n'est pas le cas pour les segments **ad** et **cb**. L'observation des couples stéréos montre que l'échelle verticale est supérieure à l'échelle horizontale, c'est l'exagération du relief. Elle permet de détecter finement des différences ou des ruptures des pentes.

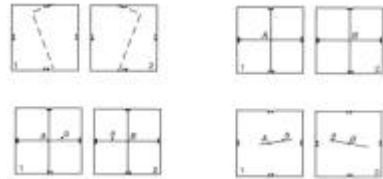


Les stéréoscopes

Le **stéréoscope** aide l'observateur à fixer un œil sur chaque photo du couple et à ne voir qu'une seule photo par œil. La distance œil - photo (d), reste constante. Il est constitué d'un double système optique (lentilles, miroirs, prismes.) monté sur une cadre rigide assorti de pieds.

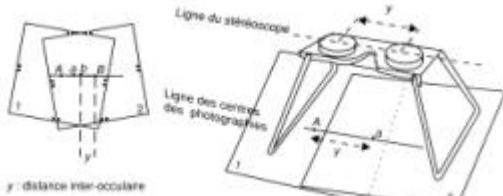


Mise en place d'un couple stéréoscopique



- un **couple stéréoscopique** est composé de deux photos ayant un **recouvrement**
- les photos **1** et **2** doivent être placées dans l'ordre dans lequel elles ont été prises lors de mission, sinon on a une pseudo-stéréoscopie
- on marque les centres **A** et **B** de chaque photos. Sur chaque photo, on marque les images correspondantes **a** et **b** des points principaux
- on trace les droites **Ab** et **Ba**

Mise en place d'un couple stéréoscopique



- on place les photos de telle sorte que ces deux droites soient confondues
- pour avoir une **bonne vision stéréoscopique**, il faut que la distance **Aa** et **Bb** soit égale à la **distance inter-oculaire y**.

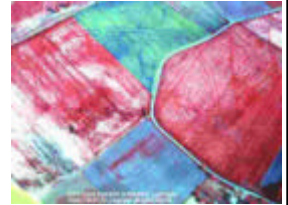
Néolithique



Un **camp néolithique** : splendide éperon, dominant la Charente, barré par de multiples fossés permettant ainsi de créer un espace protégé

Camp néolithique saintongeais.

Les fossés doubles ou triples de l'enceinte délimitent une surface importante dans laquelle une peuplade de cueilleurs-chasseurs en voie de sédentarisation pouvait trouver habitat et refuge

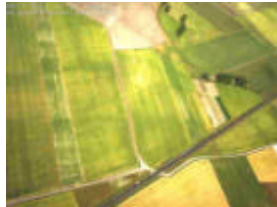


Protohistorique



La grande nécropole protohistorique

Cette nécropole est composée d'un grand nombre de fossés de taille et de formes variables



Nécropole protohistorique de Chénégren. On remarquera l'extrême diversité de taille, de forme et de superposition de ces fossés. Est-ce lié à la position sociale des occupants?

Gallo - romaine



La « pars urbana » d'une grande villa gallo-romaine

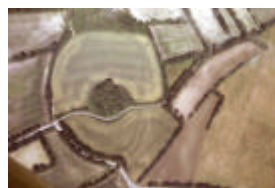
Un établissement indigène voisine avec un temple. Cet établissement devait être consacré à l'élevage, cependant que l'on distingue la *cella* circulaire du temple



Médiévale



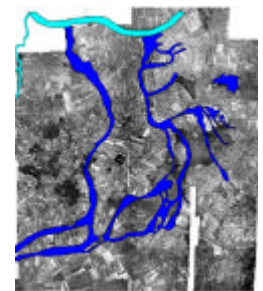
Motte féodale. Une autre enceinte concentrique ou excentrique, appelée "basse-cour", clôturée par une levée de terre et une palissade, permet de loger animaux et servitudes dans un espace défini et protégé



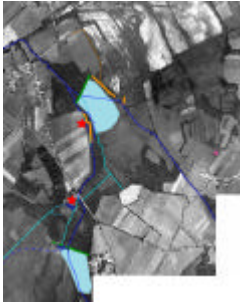
Étonnante survivance toponymique pour ce site dont la photographie aérienne révèle les douves, murailles et donjon hexagonal



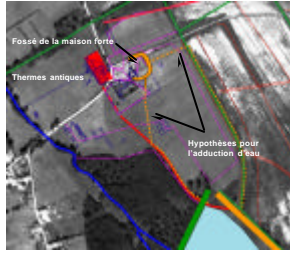
localisation de moraines glaciaires et des marais



les paléochenaux de la Bourbre



localisation des étangs de St-Romain et de Bionnais



hypothèses pour l'alimentation des thermes antiques et du fossé de la maison forte