



On répondra directement sur les quatre feuilles d'examen en indiquant en pied de page ses NOM et Prénom. L'usage de document est permis.

1. Compositions colorées

- a. Pourquoi la composition colorée Landsat TM (ou ETM+) B3-B2-B1 est-elle souvent utilisée ?

1,5

Les bandes B1 (0,42-0,52 μm), B2 (0,52-0,60 μm) et B3 (0,63-0,69 μm) couvrent le spectre visible et correspondent aux couleurs Bleu, Vert et Rouge respectivement.

Une telle composition colorée, proche de la vision humaine, est dite en « vraies couleurs » ou « couleurs naturelles ».

- b. Peut-on réaliser une telle composition colorée avec l'instrument SPOT HRV ?

Avec l'instrument HRV de SPOT, il n'est pas possible de réaliser une composition en « vraies couleurs » car cet instrument ne possède pas de bandes dans le Bleu.

XS1 (0,50-0,59 μm), XS2 (0,61-0,68 μm) et XS3 (0,79-0,89 μm),

- c. La composition B3-B2-B1 n'est pas recommandée pour réaliser l'inventaire du couvert végétal. Pourquoi ?

Une composition colorée destinée à l'inventaire agricole doit impérativement impliquer une ou plusieurs bandes dans l'infrarouge (proche ou moyen).

Exemple : Landsat B4, B5, B3 utilisé par AGRIT Italie.

2. Synthèse ou mosaïque

Quels sont les points communs et les différences entre une synthèse de scènes et une mosaïque ?

1,5

Points communs :

Assemblages de scènes préalablement géocodées (ou mosaïquées géométriquement) dans le même système de référence cartographique afin d'assurer un continuum spatial (« sans coutures »).

Différences :

Dans une synthèse, la radiométrie des scènes est supposée avoir été préalablement calibrée pour assurer un continuum spectral (pas d'effet de « patchwork »).

Dans une mosaïque, la radiométrie de chaque scène doit être modifiée pour assurer la continuité spectrale avec les scènes adjacentes.

3. Path-row et K-J

Que représentent les path-row et K-J ?

1,5

Les couples (path,row) ou (K,J) pour SPOT permettent de localiser une scène sur la surface terrestre selon une grille connue sous le nom de WRS (*World Reference System*) ou GRS (Grille de Référence Spot).

Le path ou K correspond à la trace (demi-révolution) du satellite.

Le row ou J correspond au numéro de la scène (pour une latitude donnée) le long de la trace.

NOM : Prénom :



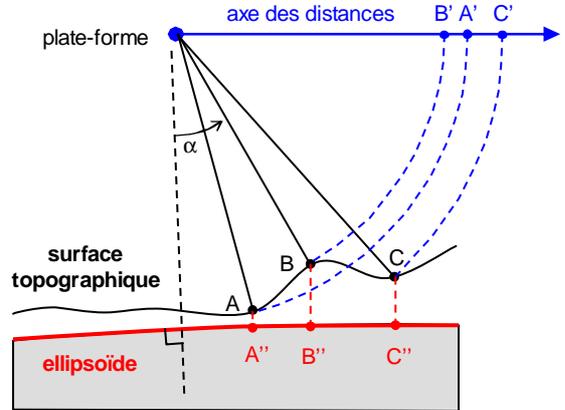
4. Géométrie du radar

1,5

Pourquoi les images radar présentent-elles parfois un effet de « repliement » ? Illustrer ce défaut par un schéma.

Le positionnement d'un point selon l'axe des distance (« range » ou axe perpendiculaire à la trajectoire) est basé sur le temps aller-retour du signal émis.

Pour de faibles angles de visée (cibles proches de la ligne de NADIR), le signal rétrodiffusé au sommet des montagnes peut-être reçu avant le signal rétrodiffusé au pied de la montagne. Il en résulte une inversion possible de la topologie (B n'est pas vu entre A et C), aussi appelé « repliement ».



5. Ephémérides

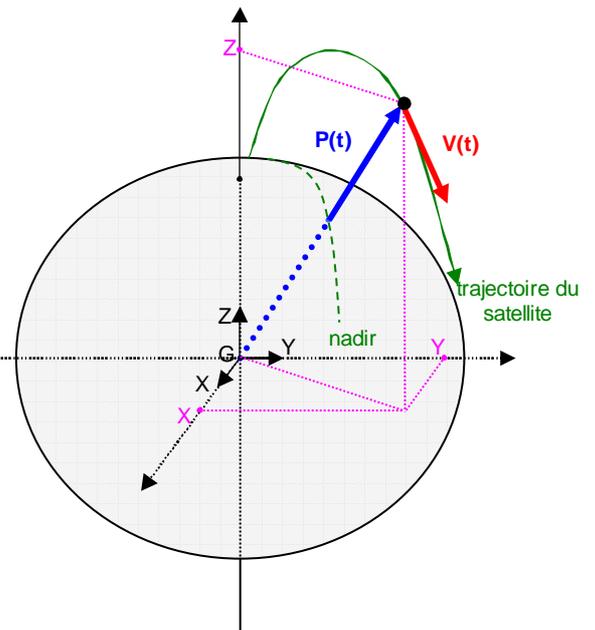
1,5

Qu'appelle-t-on éphémérides d'une plate-forme aéroportée ou d'un satellite ? Donner la définition de ces composantes en les illustrant par un schéma.

Les éphémérides sont les N couples (position, vitesse) donnés pour des instants t_i , $i=1..N$, encadrant la date d'acquisition d'une scène. Ces éphémérides sont souvent fournies avec le produit sous forme de « données auxiliaires ». Ces données permettent d'ajuster un modèle de prise de vue pour orthorectifier les images.

Position : Le vecteur position $\overrightarrow{GP}(t_i)$ donne la position du satellite dans le référentiel géocentrique à l'instant t_i .

Vitesse : Le vecteur $\overrightarrow{V}(t_i)$ est tangent à la trajectoire du satellite. Il est souvent exprimé lui aussi dans un référentiel géocentrique.



6. Surfaces

1,5

Donner la définition des 3 surfaces suivantes :

a. Géoïde :

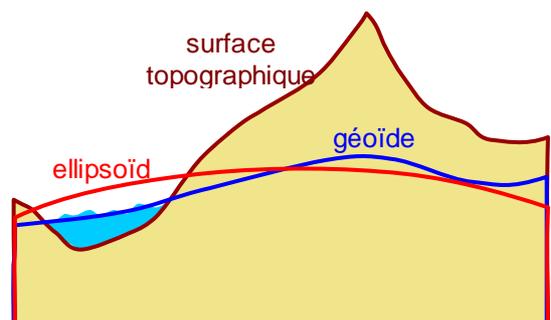
Surface équipotentielle du champ de gravitation jaugée au niveau moyen des mers.

b. Ellipsoïde :

Modèle mathématique d'une ellipse de révolution autour de son petit axe et approximant le géoïde localement ou au niveau global (ex : EGM96).

c. Surface topographique :

Surface de séparation entre les phases gazeuses et solides à la surface de la Terre. La surface topographique définit le relief.



NOM : Prénom :



7. Recalage optique sur MNT

Soit un Modèle Numérique de Terrain représenté sur 16-bits non signés donné comme image de référence.

1

a. Par quel moyen ou prétraitement(s) peut-on recalcr au mieux une image optique acquise à 10h du matin en heure locale à environ 45° de latitude Nord ?

La prise de points homologues est grandement facilitée :

- En alternant rapidement les vues (éventuellement zoomées) de chaque image.
- En simulant un éclairage solaire venant du sud-est dans le MNT.

Cet éclairage peut être simulé par un filtre directionnel passe-haut sud-est → nord-ouest.

b. Donner les coefficients, le gain et l'offset d'une matrice pouvant être utilisée.

2

Filtre de « Sobel SE-NW » :

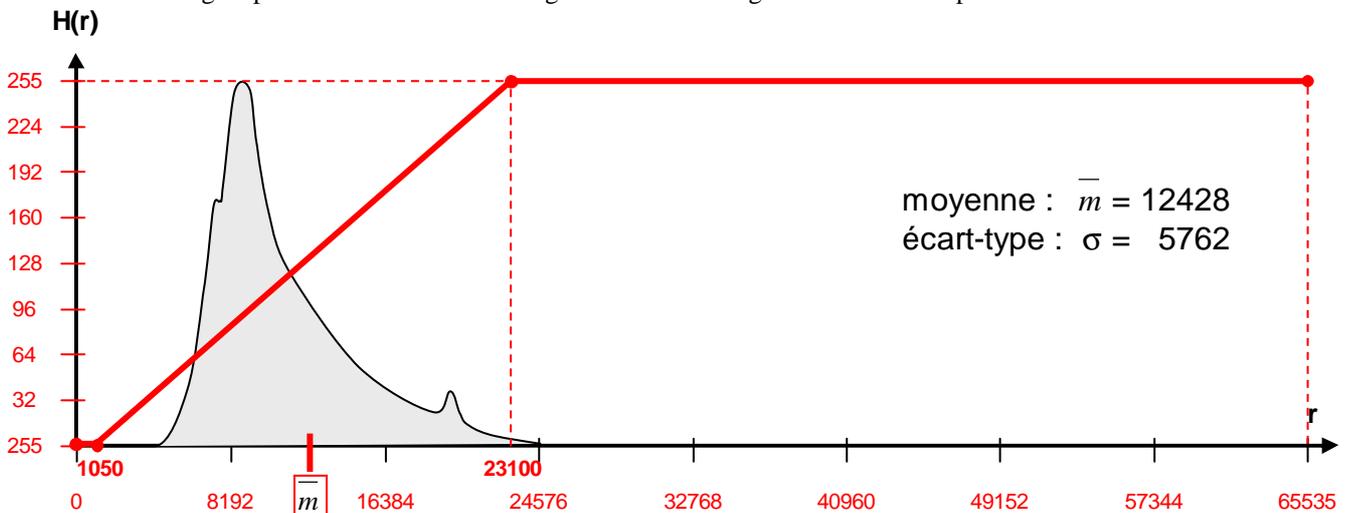
La valeur du gain α dépend de l'entropie du MNT. Une valeur d'environ 10 permet de restituer les variations sur 16-bits.

$$\frac{\alpha}{4\sqrt{2}} \times \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -2 \end{bmatrix} + 32768$$

Le gain et l'offset peuvent aussi être utilisés pour effectuer directement le passage à 8-bits afin de préparer la visualisation. Dans ce cas, le gain α devra être diminué et l'offset porté à 128.

8. Passage 16-bits à 8-bits par stretching linéaire

Soit une image représentée sur 16-bits non signés et dont l'histogramme a la forme présentée ci-dessous :



On effectue un stretching linéaire permettant de produire une image 8-bits non signés. Ce stretching linéaire est donné par les 4 points suivants : (0 ; 0) (1050 ; 0) (23100 ; 255) (65535 ; 255)

2

- a. Illustrer la fonction de stretching sur le diagramme ci-dessus. On graduera les axes horizontaux et verticaux.
- b. Exprimer la relation mathématique reliant la radiométrie r' de l'image de sortie en fonction de la radiométrie r des pixels de l'image en entrée.

2

$$r' = \begin{cases} 0 & \text{si } r \leq 1050 \\ 255 \times \frac{r - 1050}{23100 - 1050} = 255 \times \frac{r - 1050}{22050} \approx 0,011565 \times r - 12,143 & \text{si } 1050 < r \leq 23100 \\ 255 & \text{si } r > 23100 \end{cases}$$

NOM : Prénom :



- c. Calculer la moyenne \bar{m}' de l'image de sortie en rappelant la définition mathématique de la moyenne d'une image de M lignes par N colonnes sans background puis en détaillant toutes les étapes du calcul. La valeur finale sera donnée avec 2 décimales.

2

$$\begin{aligned}
 m' &= \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} r'(i, j) \\
 &= \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} \left[255 \times \frac{r - 1050}{22050} \right] \\
 &= \frac{255}{22050} \left[\frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} r - 1050 \right] \\
 &= \frac{255}{22050} \times [\bar{m} - 1050] \\
 &= \frac{255}{22050} \times [12428 - 1050] \\
 m' &\approx 131,58
 \end{aligned}$$

- d. Calculer l'écart-type σ' de l'image de sortie en rappelant la définition mathématique de l'écart-type puis en détaillant toutes les étapes du calcul. La valeur finale sera donnée avec 2 décimales.

2

$$\begin{aligned}
 \sigma'^2 &= \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} r'^2(i, j) - \bar{m}'^2 \\
 &= \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} \left[255 \times \frac{r - 1050}{22050} \right]^2 - \left[\frac{255}{22050} \times (\bar{m} - 1050) \right]^2 \\
 &= \left(\frac{255}{22050} \right)^2 \times \left[\frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} r^2 - 2 \times 1050 \times \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} r + 1050^2 \right] - \\
 &\quad \left(\frac{255}{22050} \right)^2 \times \left[\bar{m}^2 - 2 \times 1050 \times \bar{m} + 1050^2 \right] \\
 &= \left(\frac{255}{22050} \right)^2 \times \left[\frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} r^2 - \bar{m}^2 \right] \\
 &= \left(\frac{255}{22050} \right)^2 \times \sigma^2 \\
 \Downarrow \\
 \sigma' &= \left(\frac{255}{22050} \right) \times \sigma \\
 &= \left(\frac{255}{22050} \right) \times 5762 \\
 &\approx 66,64
 \end{aligned}$$