



CORRIGÉ

EXAMEN

Année 2012-2013

On répondra directement sur les feuilles d'examen en indiquant en pied de page ses NOM et Prénom. L'usage de documents n'est pas autorisé.

1. Définitions

Dans ce qui suit, on donnera une définition par une ou plusieurs phrases en l'illustrant par des formules mathématiques.

a. Qu'appelle-t-on « image géoréférencée » ?

1

Une image est géoréférencée si l'on connaît les coordonnées terrestres d'une partie ou de tous les points de l'image. Pour ces points, la relation suivante est vérifiée :

$$\begin{cases} \lambda = f_{\lambda}(l, p, aux...) \\ \varphi = f_{\varphi}(l, p, aux...) \end{cases}$$

Où :

- (l,p) sont les coordonnées en ligne et pixel du point dans le référentiel image,
- (λ,φ) sont les coordonnées du point (l,p) dans un système de référence de coordonnées terrestre,
- aux sont des données auxiliaires.

b. Qu'appelle-t-on « image géocodée » ?

1

Soit SRC le système de référence de coordonnées d'une image (« projection native » de l'image), une image géocodée est une image dont les coordonnées terrestres de tout point sont données par la formule élémentaire suivante :

$$\begin{cases} \lambda = \lambda_0 + p \times GSD_w \\ \varphi = \varphi_0 - l \times GSD_h \end{cases}$$

Où :

- (l,p) sont les coordonnées en ligne et pixel du point dans le référentiel image,
- (λ,φ) sont les coordonnées du point (l,p) dans le SRC de l'image,
- (λ₀,φ₀) sont les coordonnées du coin supérieur gauche de l'image dans le SRC,
- GSD_v est la distance verticale d'échantillonnage au sol (hauteur du pixel),
- GSD_h est la distance horizontale d'échantillonnage au sol (largeur du pixel).

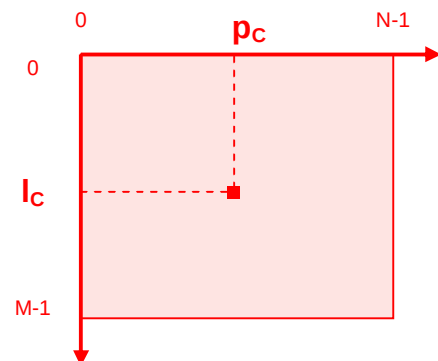
2. Référentiel image

1

Soit une image de M lignes et N colonnes, illustrer ci-contre les coordonnées (l_c,p_c) du centre de l'image en graduant sommairement les axes afin d'indiquer les coordonnées des quatre coins de l'image.

1

	centre	UL	LL	UR	LR
ligne	(M-1)/2	0	M-1	0	M-1
colonne	(N-1)/2	0	0	N-1	N-1



NOM : Prénom :



3. Estompage d'un MNT

- a. Qu'est-ce qu'un MNT ? Que signifie cette abréviation ?

1

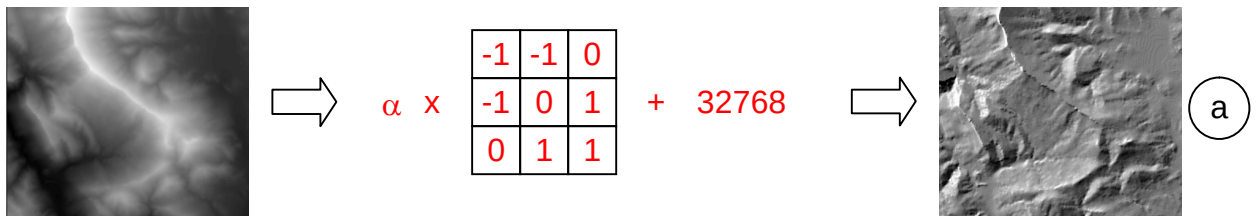
MNT est l'abréviation de Modèle Numérique de Terrain. C'est une image maillée (*raster*) pour laquelle chaque pixel a la valeur d'une altitude au dessus du géoïde ou d'une élévation au-dessus d'un ellipsoïde particulier.

- b. Par quel traitement peut-on réaliser l'estompage d'un MNT codé en 16 bits non signés et en simulant un éclairage venant du nord-ouest ?

Détailler la réponse en fournissant les paramètres de la matrice utilisée pour produire l'image estompée « a ».

On peut réaliser l'estompage d'un MNT par un filtrage convolutif passe-haut. L'impression d'un éclairage venant du nord-ouest est obtenue par une matrice de convolution dont les coefficients sont donnés ci-dessous. Le gain α dépend de la variation des altitudes dans le MNT. L'offset est fixé à 32768 car l'intervalle des valeurs en 16 bits non signés est [0,65535].

1



- c. Que pensez-vous de l'image « b » ci-dessous ? Que peut-elle simuler ?

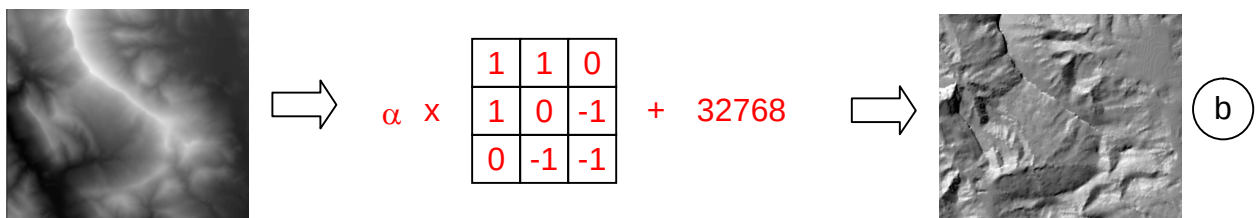
1

L'image « b » est le négatif de l'image « a ».

Cette image « b » simule l'illumination du MNT à partir du sud-est.

Fournir les paramètres de la matrice utilisée pour produire l'image estompée « b ».

1



4. Erreur de parallaxe

1

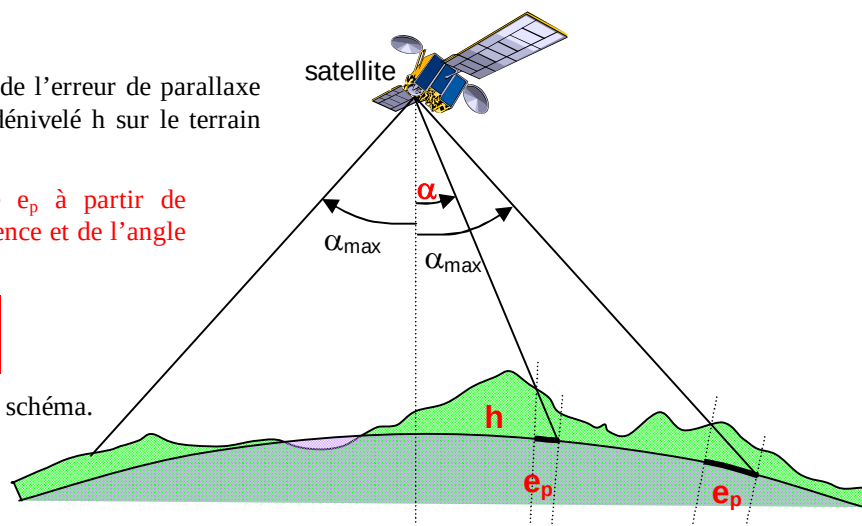
- Quelle formule donne une valeur approchée de l'erreur de parallaxe e_p en fonction de l'angle de visée α et du dénivelé h sur le terrain observé ?

On peut approximer l'erreur de parallaxe e_p à partir de l'élévation h au-dessus de la surface de référence et de l'angle de visée α .

$$\text{erreur}_{\text{parallaxe}} \approx h \times \tan(\alpha)$$

1

- Illustrer ci-contre l'erreur de parallaxe par un schéma.





5. Brève introduction à la géodésie

- a. Ecrire les coordonnées (127,080279° ; -54,75°) en notation sexagésimale.

1
 $127,080279^\circ = 127^\circ 04' 49''$
 $-54,75^\circ = -54^\circ 45'$

- b. Ecrire les coordonnées (15°19'27'' E ; 17°15' S) en degrés décimaux (6 décimales au maximum).

1
 $15^\circ 19' 27'' = 15,324167^\circ$
 $17^\circ 15' S = -17,25^\circ$

- c. Quelle est la signification de l'acronyme UTM ?

1
Universal Transverse Mercator

- d. Dans quelle projection UTM se trouve le point (-15,9075° ; -34,5°) ?

1
UTM 28 S

Donner la formule permettant de retrouver le numéro de la zone horizontale.

1
$$\text{Zone_horizontale} = E \left[\frac{\text{longitude}}{6^\circ} + 31 \right]$$

- e. Sachant que le périmètre de la Terre est d'environ 40000 km, Quelle est la distance au sol le long de l'équateur d'un degré ?

1
1 degré correspond à $400000 \text{ km} / 360^\circ \approx 111,111 \text{ km}$

Quelle est la distance angulaire exprimée en degrés correspondant à 1 mètre le long de l'équateur ?

1
1 mètre le long de l'Equateur correspond à $360^\circ / 40\,000\,000 \text{ mètres} \approx 9.10^{-6} \text{ degrés}$

6. Utilisation de Google Earth

- a. Quel est le système de référence de coordonnées utilisé dans Google Earth ?

1
Google Earth utilise le système de référence de coordonnées géographique.

- b. Quel est la projection utilisée pour restituer le Monde à l'écran ?

1
Google Earth utilise la projection perspective verticale ou oblique.

- c. Indiquer la méthode permettant d'insérer une image sur le globe virtuel.

- 1
1. Sélectionner « Ajouter » / « Superposition d'image ».
2. Choisir une image géocodée dans le système de référence de coordonnées géographique.
3. Ajuster l'image sur le fonds d'image Google Earth en se servant des « repères verts ».

Quelles sont les trois opérations mathématiques permises pour positionner finement cette image ?

- 1
 - translation (symbole en croix)
 - homothéties (symboles sur le pourtour)
 - rotation (symbole en losange)





Pourquoi l'insertion dans Google Earth d'une image géocodée en Lambert II étendu n'est-elle pas rigoureuse ?

1

Google Earth suppose que l'image à afficher est géocodée dans un système de référence de coordonnées géographiques WGS 84 et rééchantillonne cette image selon la translation / homothéties / rotation définie par l'utilisateur. Cette combinaison est une sous-variété des polynômes de degré 1 (transformation bilinéaire).

Or une image géocodée en Lambert II étendu ne peut être transformée dans un système de référence de coordonnées géographiques par un polynôme de degré 1 sans un important résidu.

7. Programmation de Google Earth

a. Que signifie l'acronyme KML ? Qu'est-ce que le KML ?

1

Le KML (« Keyhole Markup Language ») est un langage de script écrit selon la syntaxe XML (« eXtended Markup Language ») utilisant des balises pour décrire les éléments géographiques (points, polygones, aires, images) et éventuellement les animer.

b. Que signifie l'acronyme KMZ ? Qu'est-ce que le KMZ ?

1

Le KMZ est un fichier script KML « zippé », c'est-à-dire comprimé en utilisant le protocole défini par les bibliothèques et applications de compression ZIP.

c. Comment extraire le contenu d'un script KMZ si nous ne disposons pas de l'application Google Earth ?

1

1. Renommer le fichier `<radical>.kmz` avec le nouveau nom `<radical>.zip`.
2. Extraire le contenu avec une application de décompression ZIP.

d. Qu'est-ce qu'une « Placemark Point » ?

1

Une « Placemark Point » est un objet ponctuel (aussi appelé « repère ») représenté par un icône, positionné en un point précis et à une élévation définie par rapport à un référentiel vertical. Ce repère peut être observé selon un point de vue dont on définit la géométrie.



e. Quelle différence y-a-t-il entre une « LineString » et une « LinearRing » ?

1

Une « LineString » est une ligne brisée constituée de sommets consécutifs. Cette ligne peut être ouverte.

Une « LinearRing » est une ligne brisée constituée de sommets consécutifs dont le premier et le dernier ont les mêmes coordonnées. La « LinearRing » est une courbe fermée incluse dans un polygone.

f. Dans l'extrait d'un script KML ci-dessous, à quoi correspond la balise « StyleMap » ?

1

```
<StyleMap id="map_style_1">
  <Pair>
    <key>normal</key>
    <styleUrl>#style_1</styleUrl>
  </Pair>
  <Pair>
    <key>highlight</key>
    <styleUrl>#style_2</styleUrl>
  </Pair>
</StyleMap>
```

La balise « StyleMap » permet d'associer le style « style_1 » définissant le mode « normal » et le style « style_2 » définissant le mode « highlight » (lorsque l'objet est mis en évidence). Ce style pourra être associé aux objets « Placemark » en faisant référence à son identificateur « map_style_1 ».

1

A quoi correspond le caractère « # » ?

Le caractère « # » précédant le nom des styles indique que ces styles sont définis dans ce script KML.