



EXAMEN FINAL

Année 2010-2011

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. BSQ / BIL / BIP

1

Soit une image que nous synthétisons à des fins pédagogiques. Cette image est composée de 3 bandes spectrales b ($b=0,1,2$), de 4 lignes l ($l=0,1,2,3$) et 5 colonnes p ($p=0,1,2,3,4$). On initialise chaque compte numérique du pixel (b,l,p) par la formule $CN(b,l,p) = [b*20 + l*5 + p]$.

Représenter l'organisation et le contenu des fichiers en BSQ, BIL et BIP.

BSQ

0	1	2	3	4	20	21	22	23	24	40	41	42	43	44
5	6	7	8	9	25	26	27	28	29	45	46	47	48	49
10	11	12	13	14	30	31	32	33	34	50	51	52	53	54
15	16	17	18	19	35	36	37	38	39	55	56	57	58	59

BIL

0	1	2	3	4	20	21	22	23	24	40	41	42	43	44
5	6	7	8	9	25	26	27	28	29	45	46	47	48	49
10	11	12	13	14	30	31	32	33	34	50	51	52	53	54
15	16	17	18	19	35	36	37	38	39	55	56	57	58	59

BIP

0	20	40	1	21	41	2	22	42	3	23	43	4	24	44
5	25	45	6	26	46	7	27	47	8	28	48	9	29	49
10	30	50	11	31	51	12	32	52	13	33	53	14	34	54
15	35	55	16	36	56	17	37	57	18	38	58	19	39	59

2. Eléments de géodésie

Donner la définition des 3 surfaces suivantes en les illustrant de figures :

- Surface topographique :

1

Surface de séparation entre la phase gazeuse (atmosphère) et les phases solides ou liquides à la surface de la Terre. La surface topographique définit le relief.

- Géοίde :

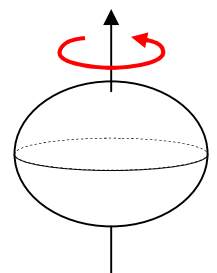
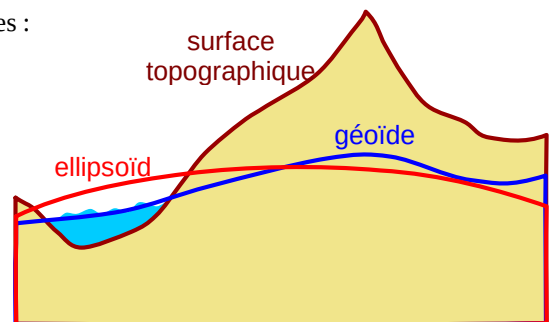
1

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

- Ellipsoïde :

1

Modèle mathématique d'une ellipse de révolution autour de son petit axe et approximant le géοίde localement ou au niveau global (ex. WGS 84).

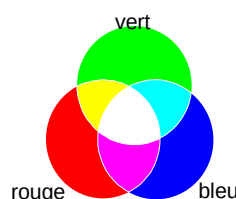


3. Couleurs primaires

1

Quelle est la couleur complémentaire :

- du vert magenta
- du cyan rouge



NOM : Prénom :



4. Compositions colorées SPOT HRV

1 Pourquoi ne peut-on pas réaliser de composition colorée en « vraies couleurs » avec les images SPOT HRV ?
Parce que l'instrument SPOT HRV ne possède pas de bande dans le Bleu.

5. Statistiques

Soit une image de M lignes par N colonnes ne comportant pas de pixels de *background*.

a. Ecrire la formule mathématique calculant la moyenne $\bar{m}$ en fonction des valeurs radiométriques $R(i,j)$ des pixels.

$$\bar{m} = \frac{1}{M \times N} \times \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} R(i, j)$$

b. Ecrire la formule mathématique calculant l'écart-type σ en fonction des valeurs radiométriques $R(i,j)$ des pixels. On fournira les deux expressions mathématiques : -celle utilisée par les mathématiciens, -celle utilisée par les informaticiens et ne nécessitant qu'un passage dans l'image source

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \times \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [R(i, j) - \bar{m}]^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \times \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (R(i, j))^2 - (\bar{m})^2}$$

c. Ecrire la définition mathématique de l'histogramme $H(r)$ d'une image de M lignes par N colonnes, sans pixels de background et dont chaque pixel est codé sur 6 bits non signés.

Les pixels $R(i,j)$ prennent leur valeurs dans l'intervalle $[0, 2^6-1]$, soit $[0, 63]$

$\forall r=0..63, H(r) = \text{Card}(\{ R(i,j)=r, i=0..(M-1), j=0..(N-1) \})$

6. Image en pseudo-couleur et composition colorée

Donner la définition, un exemple et une illustration des deux types d'image.

a. Image en pseudo-couleur.

1 Une image rendue en pseudo-couleur est une image dont chaque pixel a une valeur indexant une table de rendu (LUT ou Look-Up Table) dans laquelle on trouvera la valeur des rendus en rouge, vert et bleu.

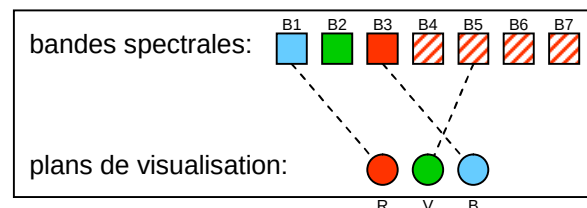
1 Les images thématiques (par exemple une « carte d'occupation du sol » est une image en pseudo-couleurs.

ind	R	V	B
0	0	0	255
1	2	2	255
2	4	4	255
...	...	...	...
126	252	252	255
127	254	254	255
128	255	254	254
129	255	252	252
...	...	...	...
254	255	2	2
255	255	0	0

b. Composition colorée.

Une composition colorée résulte de l'affectation de 3 images aux plans rouge, vert et bleu.

Par exemple une composition colorée en « couleurs naturelles » affecte aux plans RVB trois bandes dont les longueurs d'onde centrales sont autour de 750 nm, 670 nm et 400 nm respectivement.





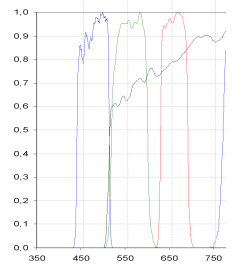
7. Stretching automatique

- a. Comment réaliser une composition colorée en « vraies couleurs » à partir des bandes du satellite Landsat ?
On justifiera sa réponse.

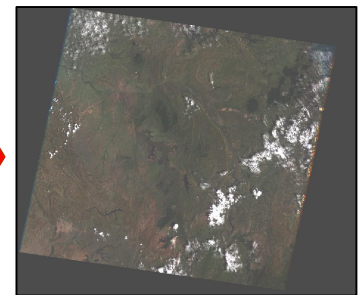
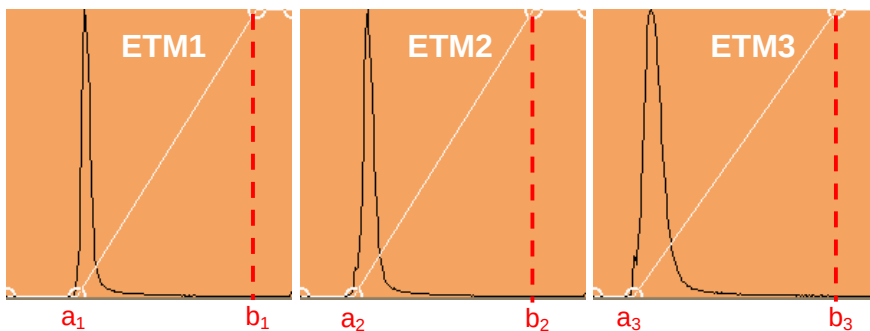
1

Les trois premières bandes « *Thematic Mapper* » TM1, TM2 et TM3 des satellites Landsat-4 et Landsat-5 comme les trois premières bandes « *Enhanced Thematic Mapper* » ETM1, ETM2 et ETM3 de Landsat-7 ont des réponses spectrales situées dans les intervalles de longueurs d'onde respectivement de $[0.45 - 0.52]$, $[0.52 - 0.60]$, et $[0.63 - 0.69]$ nm (voir <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook.htmls/chapter8/chapter8.html>).

Dans une composition colorée en « vraies couleurs » ces trois bandes 1, 2, et 3 doivent être affectées aux plans bleu, vert et rouge respectivement.



- b. En réalisant un stretching automatique à 2% sur trois bandes Landsat-7 ETM+ dont les histogrammes sont représentés ci-dessous, on obtient des fonctions de stretching linéaire illustrées sur les trois figures.



composition colorée automatique

Reporter les valeurs (a_1, b_1) , (a_2, b_2) et (a_3, b_3) sur ces figures.

1

Que pensez-vous de la composition colorée automatique ?

La composition colorée est sombre et peu contrastée dans les trois bandes bleue, verte et rouge.

1

Quelles sont les causes de cet échec ?

Avec l'algorithme de stretching automatique par saturation fixée, les pixels de nuage de forte valeur radiométrique « bloquent » la borne droite (b_i) loin du mode principale de l'histogramme.

- c. Détection des nuages.

Une méthode de détection des nuages froids consiste à utiliser la bande thermique ETM-6 de Landsat-7.

Comment s'appelle l'opération illustrée dans la figure ci-contre ?

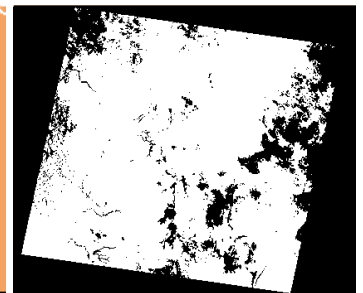
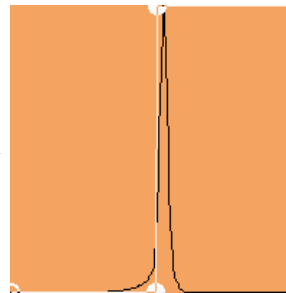


image de masque

Un seuillage (ici à la valeur 130).

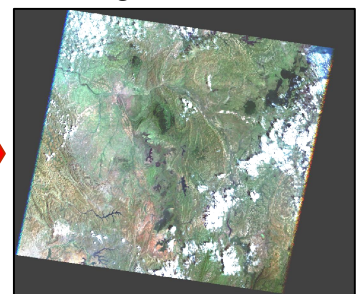
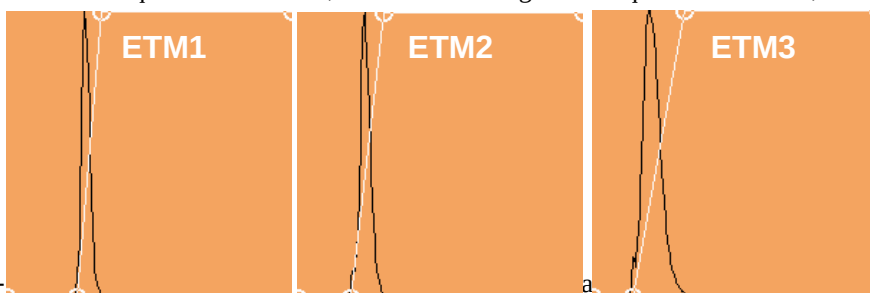
Cette image de masque doit comprendre trois (3) valeurs de pixels ; lesquelles :

- 0 – pixels de background
- 1 – pixels de nuage
- 255 – pixels « non-nuages »

1,5

- d. Algorithme de masquage.

En masquant les bandes 1, 2 et 3 avec l'image de masque de la bande 6, on obtient les histogrammes suivants :



composition colorée automatique des bandes masquées



Indiquer dans un pseudo-code l'« algorithme de masquage » incluant

1. la conception de l'image de masque et
2. l'application de ce masque aux bandes 1, 2 et 3 :

4

Soient :

- $\text{origine}[k, \text{ili}, \text{ipx}]$ la valeur en entrée de la radiométrie du pixel (ili, ipx) de la bande k ($k=1, 2, 3$ ou 6),
- $\text{destination}[k, \text{ili}, \text{ipx}]$ la valeur à calculer en sortie de la radiométrie du pixel (ili, ipx) de la bande k ($k=1, 2, 3$ ou 6),

1. Calculer l'image de masque

seuil $\leftarrow$ 130

Pour $\text{ili} \leftarrow 0$ à $(\text{nb_lignes} - 1)$ Faire

 Pour $\text{ipx} \leftarrow 0$ à $(\text{nb_pixels} - 1)$ Faire

Si $(\text{origine}[6, \text{ili}, \text{ipx}] = \text{background})$ Alors

$\text{destination}[6, \text{ili}, \text{ipx}] \leftarrow 0$ (valeur de background)

Sinon

Si $(\text{origine}[6, \text{ili}, \text{ipx}] < \text{seuil})$ Alors

$\text{destination}[6, \text{ili}, \text{ipx}] \leftarrow 255$

Sinon

$\text{destination}[6, \text{ili}, \text{ipx}] \leftarrow 1$

Fsi

FinFaire

FinFaire

2. Appliquer le masque à chacune des trois premières bandes

Pour $k \leftarrow 1$ à 3 Faire

 Pour $\text{ili} \leftarrow 0$ à $(\text{nb_lignes} - 1)$ Faire

 Pour $\text{ipx} \leftarrow 0$ à $(\text{nb_pixels} - 1)$ Faire

Si $((\text{origine}[k, \text{ili}, \text{ipx}] = \text{background})$ ou

$(\text{origine}[6, \text{ili}, \text{ipx}] = \text{background}))$ Alors

$\text{destination}[k, \text{ili}, \text{ipx}] \leftarrow 0$ (valeur de background)

Sinon

$\text{destination}[k, \text{ili}, \text{ipx}] \leftarrow \text{origine}[k, \text{ili}, \text{ipx}]$

Fsi

FinFaire

FinFaire

FinFaire