



EXAMEN

Année 2009-2010

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. Image en pseudo-couleur et composition colorée

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

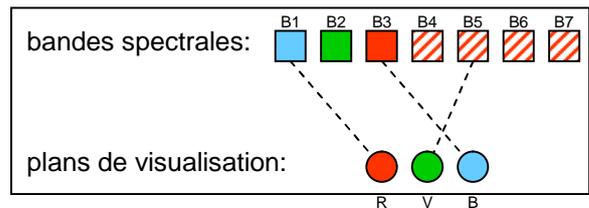
a. Image en pseudo-couleur.

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.



1
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.

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

2. **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.

1

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

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

1

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

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

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.

1

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

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

NOM : Prénom :



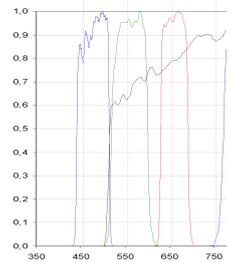
3. Stretching automatique

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

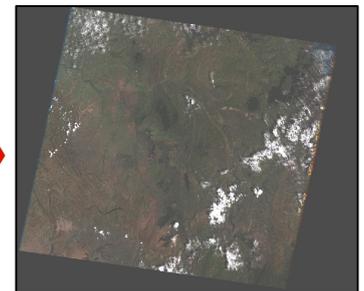
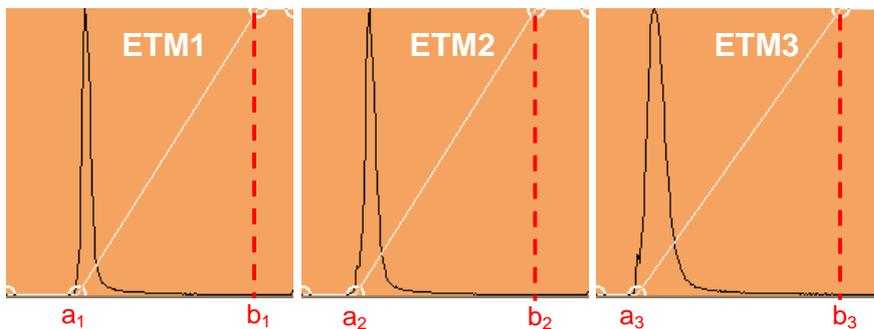
1

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.

Que pensez-vous de la composition colorée automatique ?

2

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

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 ?

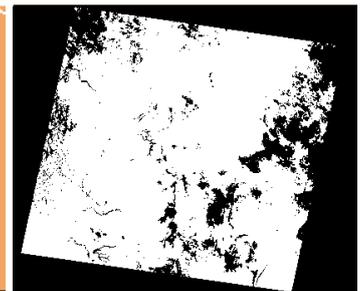
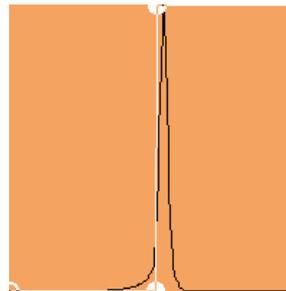


image de masque

Un seuillage (ici à la valeur 130).

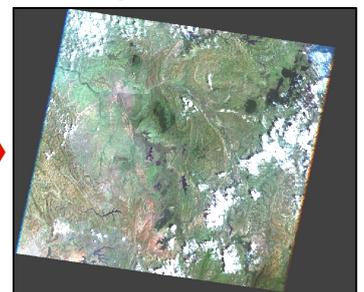
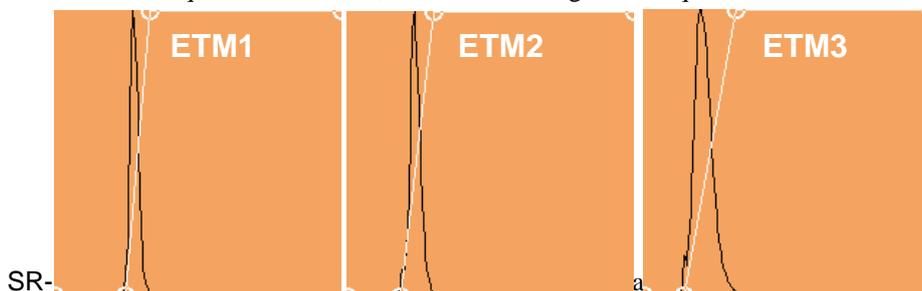
0,5

- 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 :

5

Soient :

- $origine[k,ili,ipx]$ la valeur en entrée de la radiométrie du pixel (ili,ipx) de la bande k ($k=1,2,3$ ou 6),
- $destination[k,ili,ipx]$ 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 $ili \leftarrow 0$ à $(nb_lignes - 1)$ Faire

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

Si $(origine[6,ili,ipx] = background)$ Alors

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

Sinon

Si $(origine[6,ili,ipx] < seuil)$ Alors

$destination[6,ili,ipx] \leftarrow 255$

Sinon

$destination[6,ili,ipx] \leftarrow 1$

Fsi

FinFaire

FinFaire

2. Appliquer le masque à chacune des trois premières bandes

Pour $k \leftarrow 1$ à 3 Faire

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

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

Si $((origine[k,ili,ipx] = background)$ ou

$(origine[6,ili,ipx] = background))$ Alors

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

Sinon

$destination[k,ili,ipx] \leftarrow origine[k,ili,ipx]$

Fsi

FinFaire

FinFaire

FinFaire

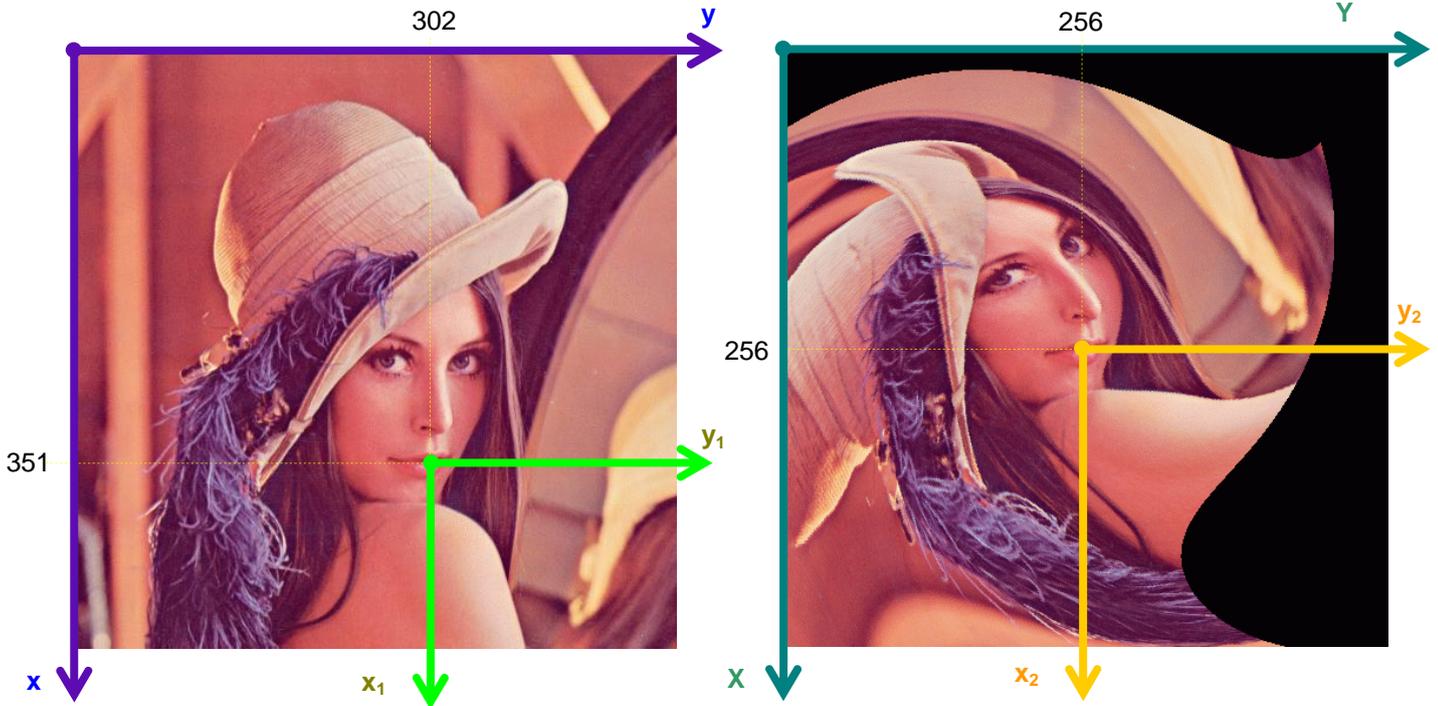


4. Tourbillon de bouche

Montrer la séquence des transformations géométriques permettant d'effectuer un effet tourbillon centré sur la bouche de Léna avec une rotation nulle au centre de la bouche et d'amplitude 30° à un rayon de 100 pixels de ce centre. L'image résultat aura la dimension de 512x512 pixels et sera centrée sur le centre du tourbillon.

5

Pour les transformations, on décrira les trois repères, les équations des modèles de déformation directs et inverses, puis on illustrera le schéma de déformation par un croquis.



MDD	$\begin{cases} x_1 = x - 351 \\ y_1 = y - 302 \end{cases}$	$\begin{cases} x_2 = \cos[\theta(x_1, y_1)] \times x_1 - \sin[\theta(x_1, y_1)] \times y_1 \\ y_2 = \sin[\theta(x_1, y_1)] \times x_1 + \cos[\theta(x_1, y_1)] \times y_1 \end{cases}$ <p>avec</p> $\theta(x_1, y_1) = \frac{\pi}{6} \times \frac{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}}{100}$	$\begin{cases} X = x_2 + 256 \\ Y = y_2 + 256 \end{cases}$
MDI	$\begin{cases} x = x_1 + 351 \\ y = y_1 + 302 \end{cases}$	$\begin{cases} x_1 = \cos[\theta(x_2, y_2)] \times x_2 + \sin[\theta(x_2, y_2)] \times y_2 \\ y_1 = -\sin[\theta(x_2, y_2)] \times x_2 + \cos[\theta(x_2, y_2)] \times y_2 \end{cases}$ <p>avec</p> $\theta(x_2, y_2) = \frac{\pi}{6} \times \frac{\sqrt{x_2^2 + y_2^2}}{100}$	$\begin{cases} x_2 = X - 256 \\ y_2 = Y - 256 \end{cases}$

```

.....
/* PROCESSING SECTION
.....
for (ichannel=0; ichannel<channel_number; ichannel++)
{
  for (i1i=0; i1i<n1i; i1i++)
  {
    for (ipx=0; ipx<npxin; ipx++)
    {
      x2 = i1i - 256;
      y2 = ipx - 256;
      theta = (3.14159265358979323846 / 6.) * sqrt(x2*x2 + y2*y2) / 100.;
      x1 = cos(theta)*x2 + sin(theta)*y2;
      y1 = -sin(theta)*x2 + cos(theta)*y2;
      j0 = x1 + 0.5 + 351;
      j0 = y1 + 0.5 + 302;
      if ((i10 >= 0) && (i10 < n1i) && (j0 >= 0) && (j0 < npxin))
        processed_image[ichannel][i1i*npxin+ipx] = origin_image[ichannel][i10*npxin+j0];
      else
        processed_image[ichannel][i1i*npxin+ipx] = 0;
    } /* Loop on pixels */
  } /* Loop on lines */
} /* Loop on channels */
.....

```