

<p style="text-align: center;"><b>MTAF – Imagerie Couleur et Multispectrale TP n° 4</b></p>
---

**Objectif :**

A travers ce TP, vous allez mettre en œuvre quelques méthodes d'estimation de la réflectance à partir d'images multispectrales ainsi que la conversion de la réflectance en couleur. Vous allez ensuite comparer leurs performances.

**Livrable :** Un compte-rendu descriptif et explicatif + les codes sources commentés + les images résultats, le tout compacté dans un dossier numérique compressé portant les noms de famille du binôme.

**Commencez par copier les images de test dans votre répertoire de travail.**

**Estimation de la réflectance et simulation de la couleur**

**Données**

Vous disposez de :

- Une image multispectrale « flowers\_7 » à 7 bandes. Les 7 bandes correspondent à des filtres centrés sur les longueurs d'ondes de 400 à 700 par pas de 50.
- Une image multispectrale « macbeth\_7 » (7 bandes) représentant la mire de Macbeth acquise avec un système multispectral possédant 7 filtres. Les filtres sont centrés sur les longueurs d'ondes de 400 à 700 par pas de 50.
- Pour chacun des patchs de la mire de Macbeth (24), on dispose des réflectances acquises à l'aide d'un spectrophotomètre, contenu dans le fichier « Macbeth\_31\_24 ». Le spectrophotomètre acquiert des réflectances qui s'étalent de 400nm à 700nm par pas de 10, ce qui donne un vecteur de réflectance de 31 valeurs pour chaque patch.
- Dans le fichier « CMF » se trouve l'illuminant D65 multiplié par les fonctions colorimétriques de l'espace XYZ, c'est pour cette raison que le fichier est de dimension 31x3. Ce fichier vous servira à générer une image couleur à partir des réflectances estimées.

Quelques fonctions Matlab utiles : *load*, *reshape*, *interp1*, *getrect*, *drawrectangle*, *mldivide*, *squeeze*

### Manip n° 1 :

Créer une fonction Matlab qui a pour but d'estimer la réflectance en chaque pixel de l'image multispectrale fournie en utilisant la méthode d'interpolation par spline.

L'usage de cette fonction est le suivant :

$Image\_reflectance1 = interpolation(Image\_multispectrale)$

Où *Image\_multispectrale* est l'image *flowers* et *Image\_reflectance1* est une image de mêmes dimensions spatiales que l'image en entrée mais pour laquelle chaque pixel comporte un vecteur de réflectance de dimension 31.

L'interpolation vise à transformer le vecteur  $\mathbf{d}$  de dimension 7 en chaque pixel en un vecteur  $\mathbf{r}$  de dimension 31 représentant la réflectance du pixel. Les 31 bandes correspondent à des filtres entre 400 et 700 nm espacés de 10 nm.

Sauvegarder votre résultat « *Image\_reflectance* »

-Faire autant pour l'image *macbeth\_7*, sauvegarder votre résultat « *Image\_reflectance1* »

### Manip n° 2 :

Créer une fonction Matlab qui a pour but d'estimer la réflectance en chaque pixel de l'image multispectrale fournie en utilisant la méthode d'inversion indirecte.

L'usage de cette fonction est le suivant :

$Image\_reflectance = invers\_indirecte(Image\_multispectrale)$

Où *Image\_multispectrale* est l'image *macbeth\_7* et *Image\_reflectance* est une image de mêmes dimensions spatiales que l'image en entrée mais pour laquelle chaque pixel comporte un vecteur de réflectance de dimension 31.

Pour ce faire, vous devez :

- Construire d'abord la matrice  $\mathbf{D}$  contenant dans ses lignes les 24 vecteurs  $\mathbf{d}$ , chacun de dimension 7. Pour y parvenir, calculer, dans la zone centrale de chaque patch de l'image multispectrale, le spectre moyen de cette zone.

- Calculer l'opérateur  $\mathbf{Q}$  qui transforme chacun des vecteurs  $\mathbf{d}$  contenus dans  $\mathbf{D}$  en un vecteur  $\mathbf{r}$  en résolvant l'équation  $\mathbf{DQ} = \mathbf{R}$  où  $\mathbf{R}$  est la matrice qui correspond aux données du fichier « *Macbeth\_31\_24* » contenant les réflectances théoriques des 24 patches de la mire de Macbeth.

- Faites agir l'opérateur  $\mathbf{Q}$  obtenu sur l'image multispectrale *macbeth\_7* (par multiplication matricielle).

- Sauvegarder votre résultat « Image\_reflectance2 ».

### **Manip n° 3 :**

1. Générer une image « couleur » par sélection de trois bandes parmi les 7 de l'image multispectrale que vous affecterez aux canaux Rouge, Vert et Bleu. Quel choix de bandes donnent l'image couleur la plus naturelle pour l'œil humain ? (images macbeth\_7 et flowers)
2. Reconstruire une image couleur à partir des images « Image\_reflectance1 » et « Image\_reflectance2 ».

Pour ce faire, servez-vous du fichier CMF ainsi que la matrice de passage XYZ\_RVB.

**Note :** Pour obtenir la couleur d'un pixel à partir de son vecteur de réflectance, il faut multiplier le vecteur de réflectance par la matrice de lumière et la matrice de passage de XYZ vers RGB comme suit :

ImageCouleur = |(Image\_reflectance\*CMF\*0.00169)\*(XYZ\_RVB')|;

Voici les matrices (3\*3) de passage entre RVB et XYZ et vice versa :

% RVB ==> XYZ

RVB\_XYZ = [0.429 0.343 0.178; 0.222 0.7070 0.071; 0.0190 0.132 0.939];

% XYZ ==> RVB

XYZ\_RVB = inv(RVB\_XYZ);

N'oubliez pas de transformer vos images en uint8 pour l'affichage !

### **Manip n° 4 :**

1. Donnez, pour chacun des patches, la courbe de réflectance mesurée avec le spectrophotomètre  $R_m$  et la courbe de réflectance reconstruite avec vos algorithmes  $R_r$ .
2. Calculer le GFC (moyenne, min, max) entre ces différentes courbes selon la formule :

$$\text{GFC} = \frac{|\sum_j R_m(\lambda_j) R_r(\lambda_j)|}{\sqrt{\sum_j R_m(\lambda_j)^2 \sum_j R_r(\lambda_j)^2}}$$

Où  $R_m$  est la réflectance mesurée avec le spectrophotomètre et  $R_r$  la réflectance reconstruite avec vos algorithmes.

3. Calculer également le  $\Delta E$  pour chacun patches en sélectionnant une zone autour du centre du patch
4. Comparez les méthodes et discutez leurs résultats.

