

## VIII. Filtres et convolution - Exercices

### 1. Chargement du MNT

Créez un nouveau script et chargez le modèle numérique de terrain (MNT en format .mat) en utilisant la fonction `load`.

Le MNT est organisé en matrice cubique (1er niveau: coordonnée X, 2ème niveau: coordonnée Y, 3ème niveau: altitude Z). Pour accéder au 1er niveau on fait par exemple `X = dem250m(:,:,1);`

Faites une extraction de l'altitude en une matrice séparée (qui aura un seul niveau). Appelez-la `Altitude` par exemple. Visualisez-la à l'aide de la fonction `imagesc`.

### 2. Convolution "à la main"

Faites une boucle qui recalcule les valeurs de chaque pixel un à la fois (ne recalculez pas les pixels qui se trouvent sur les bords). La boucle part de 2 et s'arrête à la taille de la matrice -1.

Il faut faire une moyenne des 9 valeurs (8 pixels qui l'entourent plus lui-même). En d'autres mots, le pixel qui se trouve à l'endroit  $(i,j)$  est une moyenne des pixels  $(i,j), (i+1,j), (i+1,j+1)$ , etc. Appliquez ce filtre 2 fois en visualisant les résultats à chaque étape (`imagesc`).

Au bord, vous ne pouvez pas calculer de moyenne. On ne va pas traiter ce problème ici, mais voici comment on pourrait y remédier : on peut agrandir la matrice originale en dupliquant ses bords, appliquer le filtre et ensuite recouper la matrice finale.

### 3. Convolution avec la fonction `conv2`

Matlab a des fonctions pour appliquer des filtres de convolution directement. Avant d'effectuer la convolution il faut définir la matrice de convolution: créez une matrice C carré 3x3 avec des 1/9 dans chaque élément.

Effectuez maintenant une convolution à l'aide de la fonction `conv2`. Remarquez que c'est plus rapide que nos boucles...

A l'aide d'une boucle effectuer plusieurs fois (par exemple 100) la convolution. A chaque fois, la nouvelle matrice sera calculée à partir de celle qui a juste été lissée.

Contrôlez le résultat et vous pouvez remarquer que Matlab aussi agrandi la matrice pour traiter les problèmes des bords.

## 4. Convolution avec la toolbox "Image Processing"

La fonction 'imfilter' de la 'Image Processing toolbox' permet de traiter ce genre de problèmes de différentes manières, avec différentes options pour gérer les bords. Utilisez l'option qui vous paraît la plus convenable.

Effectuez également l'opération 100 fois. Les effets de bord ont disparu...

Utilisez maintenant la fonction 'fspecial' pour générer deux filtres de convolution gaussiens: un de taille 5x5 et avec un écart-type de 1 et l'autre de taille 9x9 et d'écart-type 3 (visualisez les deux matrices de convolution).

Lissez le MNT avec ces deux filtres (créez une nouvelle matrice pour chacun). Visualisez les résultats. Faites ensuite une soustraction des deux MNT lissés et visualisez la nouvelle matrice. Cet indice est appelé différence de gaussiennes. Il n'est pas seulement utilisé sur des MNT, mais également pour l'analyse d'images.

## 5. Modélisation de la canalisation du vent par la topographie

Les filtres utilisés jusqu'à maintenant sont définis de 'primaires'. Des filtres plus complexes, qui utilisent plusieurs filtres primaires peuvent être réalisés.

On va maintenant créer une fonction qui nous permet de modéliser (seulement à partir du MNT, sans modèle physique) la canalisation du vent. Le modèle que nous implémentons a quelques légères simplifications par rapport à celui proposé dans: *Lindsay JB, Rothwell J (2008) Modelling Channelling and Deflection of Wind by Topography. In: Zhou Q, Lees B, Tang G (eds) Advances in Digital Terrain Analysis. pp. 383-405*

Le principe du modèle est assez simple. L'hypothèse est que le vent, au sol se comporte comme de l'eau. On va alors faire écouler de l'eau sur un MNT qui a été incliné et lissé préférentiellement le long de la direction du vent

**Dans le script principal :**

Faites une extraction des matrices de coordonnées X et Y du MNT, ainsi que de l'altitude.

Initialisez les variables `lambda = 15`, `winddir =120`, `length = 20`.

**Fonction de traitement :**

Créez une nouvelle fonction appelée `CDIindex` dans un fichier à part, avec l'en-tête suivante.

```
function [CDI] = CDIindex(X,Y,Z,length,winddir,lambda)
```

Créez une matrice `Zf` en lissant le MNT avec le filtre 'motion' (comme avant, utilisez `fspecial` et `imfilter`). Pour la création du filtre, utilisez la longueur (`length`) et la direction du vent. Cette

longueur permet de définir l'étirement du MNT le long d'une direction (winddir). Regardez l'effet sur le MNT... il donne déjà une idée de la direction du vent.

Créez une matrice P qui simule le champ de pression (c'est simplement un plan incliné qui descend dans la même direction du flux du vent). Ce plan P est une fonction des coordonnées X et Y et qui a une inclinaison de lambda.

```
P = tand(lambda)*cosd(winddir).*X + tand(lambda)*sind(winddir).*Y
```

Créez une matrice Zfp qui est la somme de Zf et P. Appliquez-lui la fonction imfill pour remplir les trous (explication: « `I2= imfill(I)` fills holes in the grayscale image I. In this syntax, a hole is defined as an area of dark pixels surrounded by lighter pixels. » ). On évite ainsi l'accumulation d'air dans les dépressions.

Utilisez la fonction wflowacc (fichier fourni) sur la matrice Zfp et appelez la nouvelle matrice A1. Faites la même chose avec la matrice P en appelant la nouvelle matrice A2. La fonction wflowacc est un algorithme qui permet de modéliser l'accumulation du flux à partir d'un MNT. En d'autres mots, la valeur de chaque pixel est proportionnelle à la surface du bassin hydrologique qui se trouve à son amont.

L'indice de canalisation du vent est le rapport A1/A2 (élément par élément). Appelez le CDI.

### Retour dans le script principal :

Appelez votre fonction CDIindex et visualisez les résultats à l'aide de la fonction `imagesc`.

Puis, visualisez à l'aide de la fonction `visualisefonddecarte` (développée par Loris Foresti ; détails: `help visualisefonddecarte`). P.ex :

```
visualisefonddecarte(CDI, Z, .4, 'Hot', 'Bone');
```

En utilisant les paramètres du vent par défaut, vous pouvez remarquer l'accélération du vent par effet Venturi dans la région entre Saint-Maurice et Martigny, qui a permis d'installer les éoliennes à Collonges.

Essayez de changer les 3 paramètres lambda, winddir et length pour voir les effets sur l'indice CDI. Une longueur de lissage plus élevée (length) diminue l'influence du MNT sur la direction du vent. L'inclinaison lambda du plan est proportionnelle à la vitesse du vent.