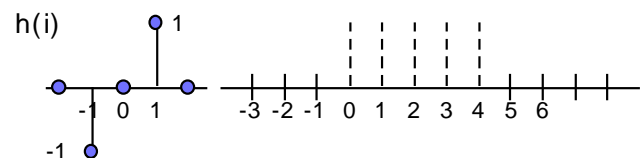
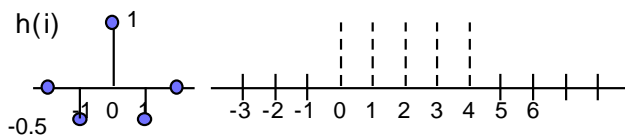
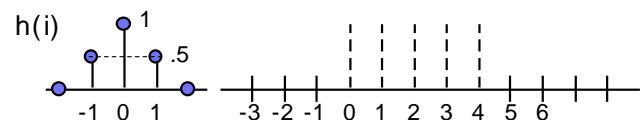
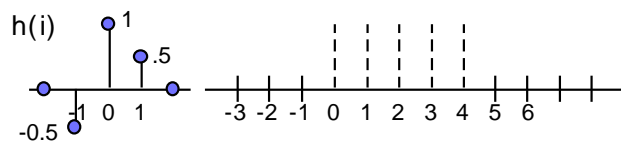
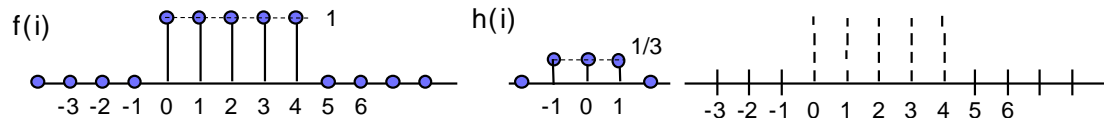


## Série 4c

### Convolution

#### Exercice 1

Effectuez les convolutions suivantes. Discutez des résultats obtenus



#### Exercice 2

10 9 8 7 6

8 11 6 9 9

Soit une image  $I(i,j)=$  9 10 12 8 6,

7 11 50 7 6

8 9 12 5 9

calculez l'image filtrée avec le filtre gaussien  $h(i,j)=$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

### Exercice 3

Avec la méthode `cv.Filter2D` d'OpenCv, essayez les noyaux suivants et commentez les résultats.

1 1 1	-1 0 1	-1 -1 -1	-1 -1 -1	-1 -1 -1
1 1 1	-1 0 1	0 0 0	-1 8 -1	-1 12 -1
1 1 1	-1 0 1	1 1 1	-1 -1 -1	-1 -1 -1

### Exercice 4

La convolution est une **opération associative**,

$$g(i,j) = (f(i,j) * h(i,j)) * h(i,j) = f(i,j) * (h(i,j) * h(i,j))$$

En vertu de ce principe, appliquer plusieurs fois un noyau à une image équivaut à appliquer une seule fois un noyau de taille plus grande.

- Soit  $h(i,j) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ , calculez le noyau  $h_2(i,j) = h(i,j) * h(i,j)$ , correspondant à deux

0 0 0 0 0

0 1 1 1 0

passages du noyau  $h(i,j)$ . Compléter le noyau avec des 0 : 0 1 1 1 0 ou faites

0 1 1 1 0

0 0 0 0 0

une convolution partielle.

- Calculez le noyau  $h_3(i,j) = h_2(i,j) * h(i,j)$
- Vérifiez ce principe avec le logiciel ImageJ.
- Quelle est la taille du noyau  $h_n(i,j)$ ?

### Exercice 5

Comparer la complexité de la convolution par rapport à sa propriété d'associativité. Prendre une image de  $M \times M$  et un noyau de  $N \times N$ . Vaut-il mieux faire  $k$  fois la convolution avec un noyau  $N \times N$ , ou faire une seule convolution avec un noyau convolué  $k$  fois avec lui-même. La taille d'un noyau  $N \times N$ , convolué  $k$  fois vaut  $k(N-1)+1$ .

### Exercice 6

Un noyau est dit **séparable** s'il peut s'écrire sous la forme

$$h(i,j) = h_1(i) * h_2(j)$$

- Quel est le noyau  $h(i,j)$  obtenu avec les parties  $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$  et  $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$