

TD n°2

L'histogramme, l'histogramme cumulé, l'égalisation et l'étirement de l'histogramme

Rappel :

L'histogramme :

L'image « A » comporte 3 niveaux de gris différents : 0, 1 et 2.

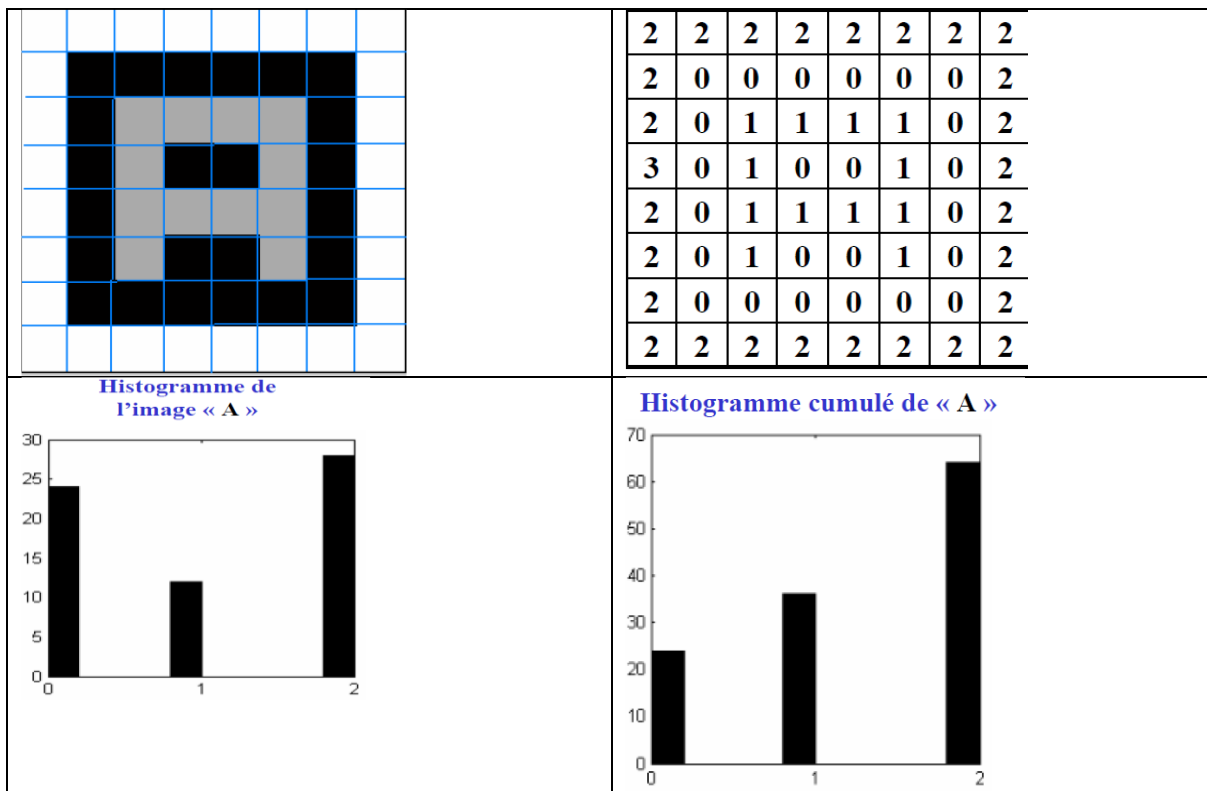
Compter le nombre de pixels pour chaque niveau de gris, à l'aide de la matrice des valeurs de luminance.

Les niveaux 0, 1 et 2 sont respectivement représentés par 24, 12 et 28 pixels \Rightarrow représentation de cette population de pixels sur l'histogramme.

L'histogramme cumulé :

Chaque bâton cumule le nombre de pixels du niveau de gris concerné et des niveaux de gris inférieurs : les niveaux 0, 1, 2 sont donc représentés respectivement par 24, 36 et 64 pixels.

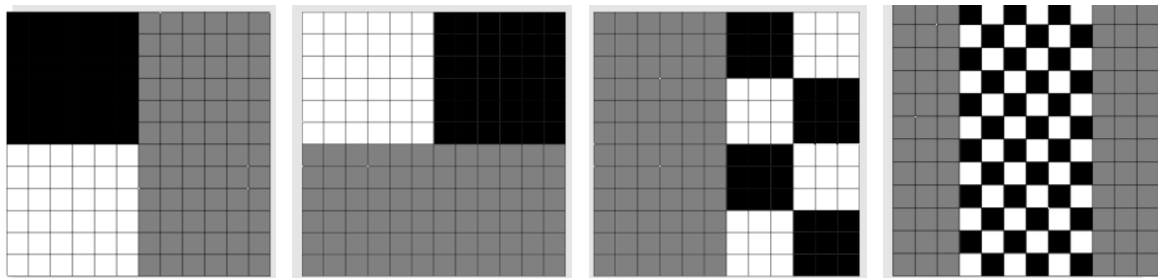
Utile pour certains traitements d'image tels que l'égalisation d'histogramme (\Rightarrow amélioration de contraste).



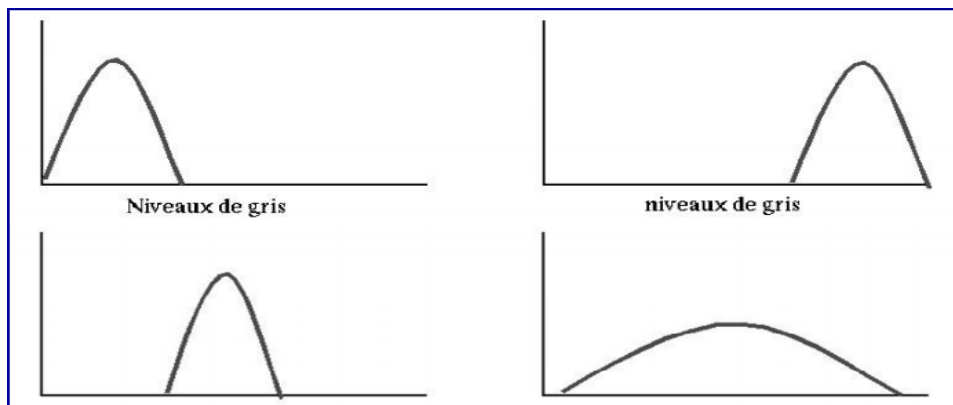
Exercice n 1 : Créer une image à niveaux de gris I de dimension 10*10 contenant le caractère B avec son ombre.

Utiliser trois niveaux de gris 0, 128 et 255. Générer l'histogramme et l'histogramme cumulé pour cette image.

Exercice n°2 : Donnez les histogrammes des images présentées ci-dessous , que remarquez-vous ?



Exercice n°3 : Que peut-on dire des images dont les histogrammes sont représentés ci-dessous ?



Exercice n°4 (égalisation et étirement d'Histogramme) :

Soit l'image A et l'image B à niveaux de gris l'une codée sur 4 bits et l'autre sur 8 bits.

- Donner la taille, l'intervalle des intensités de pixels et la dynamique de chaque image ?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2	12	9	9	2	2	2	2	9	9	12
3	12	9	2	7	7	7	7	20	9	12
4	12	2	7	4	4	4	4	7	2	12
5	12	2	7	2	4	4	2	7	2	12
6	12	2	7	4	4	4	4	7	2	12
7	12	2	7	7	2	2	7	7	2	12
8	12	2	7	2	2	2	2	7	2	12
9	12	9	2	7	7	7	7	2	9	12
10	12	9	9	2	2	2	2	9	9	12
11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
120	90	90	20	20	20	20	90	90	120	120
120	90	20	70	70	70	70	20	90	120	120
120	20	70	40	40	40	40	70	20	120	120
120	20	70	20	40	40	20	70	20	120	120
120	20	70	40	40	40	40	70	20	120	120
120	20	70	20	40	40	20	70	20	120	120
120	20	70	40	20	20	40	70	20	120	120
120	90	20	70	70	70	70	20	90	120	120
120	90	90	20	20	20	20	90	90	120	120
120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

- Définir le contraste et calculer sa valeur pour chaque image ?
- On veut corriger le contraste de l'image A par l'égalisation de l'histogramme
 - o Citer les étapes principales pour réaliser l'égalisation de l'histogramme.
 - o Donner les nouvelles valeurs des pixels suivants : (2.4), (4.4), (8.8), (2.2), (11.10).
- On veut corriger le contraste de l'image B par l'étirement de l'histogramme
 - o Citer les étapes principales pour réaliser l'étirement de l'histogramme, appliquez.

Corrigé type

Exercice 1

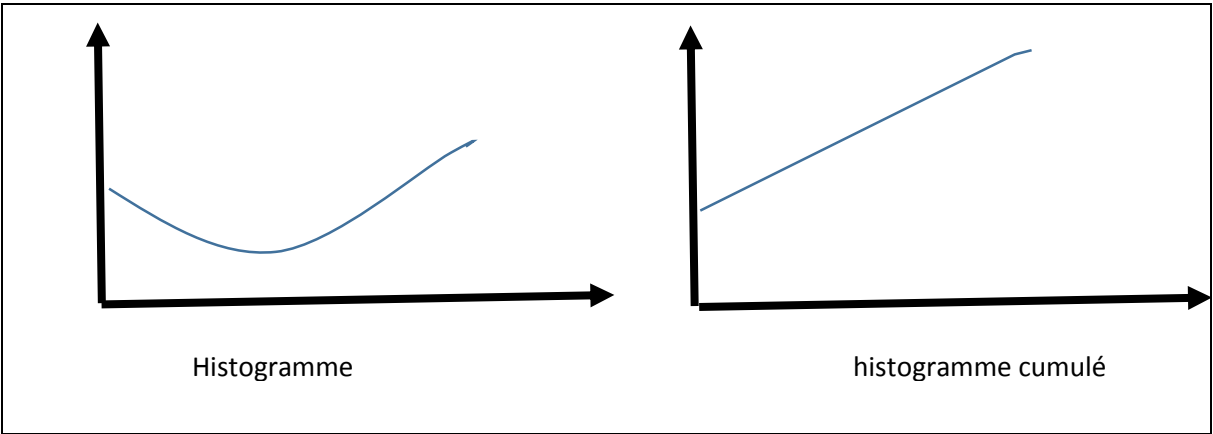
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	128	128	128	128	128	255	255
255	0	0	0	0	0	255	128	255	255
255	0	255	128	255	0	255	128	255	255
255	0	255	128	128	0	128	128	255	255
255	0	0	0	0	0	255	128	255	255
255	0	255	128	255	0	255	128	255	255
255	0	255	128	128	0	128	128	255	255
255	0	0	0	0	0	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255

histogramme

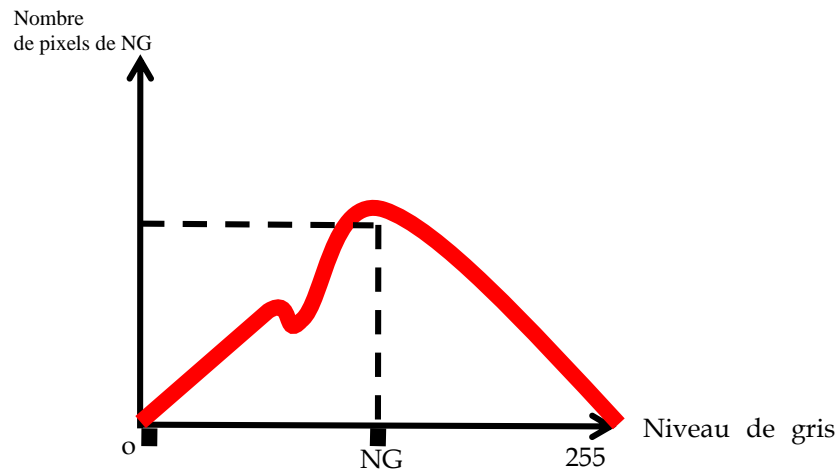
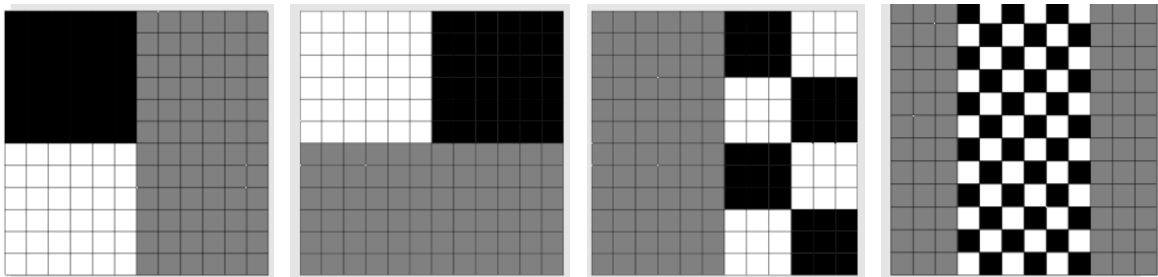
Nombre de pixels	23	19	58
intensité	0	128	255

Histogramme cumulé

Nombre de pixels	23	19+23=42	58+42=100
intensité	0	128	255



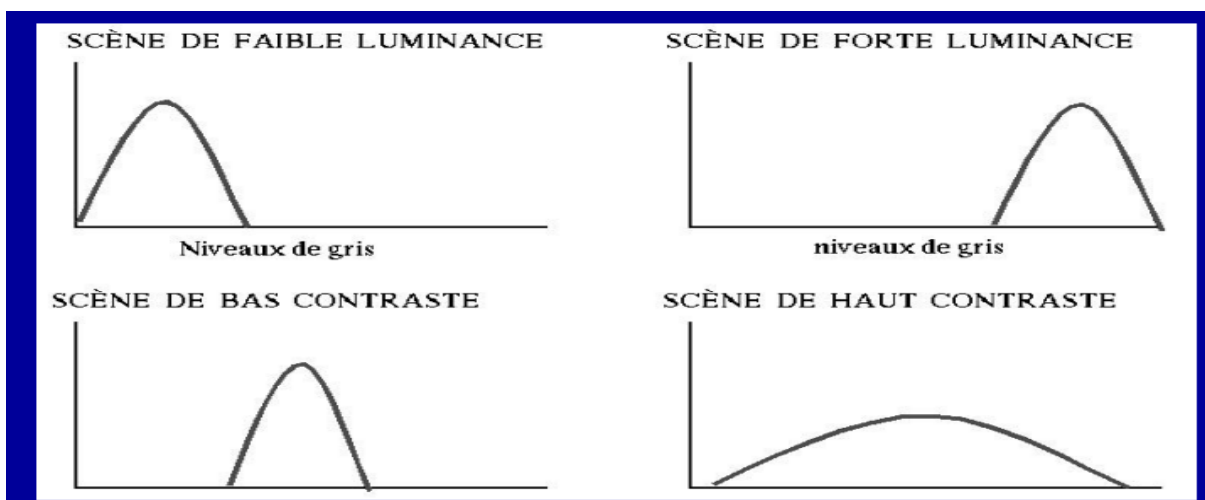
Exercice n°2 : Donnez les histogrammes des images présentées ci-dessous :



Toutes ces images possèdent le même histogramme.

Donc, l'histogramme ne donne pas d'information sur la dispositions des pixels selon leurs intensités, mais il donne juste la répartition statistique des intensités de l'image.

Exercice n 3 : Que peut-on dire des images dont les histogrammes sont représentés ci-dessous ?



Exercice n°4 (égalisation et étirement d'Histogramme) :

L'image A de taille 11*10 est codée sur 4 bits donc les intensités de pixels varient entre 0 et 2⁴ [0..15]

Dynamique de A est [2..12]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2	12	9	9	2	2	2	2	9	9	12
3	12	9	2	7	7	7	7	20	9	12
4	12	2	7	4	4	4	4	7	2	12
5	12	2	7	2	4	4	2	7	2	12
6	12	2	7	4	4	4	4	7	2	12
7	12	2	7	7	2	2	7	7	2	12
8	12	2	7	2	2	2	2	7	2	12
9	12	9	2	7	7	7	7	2	9	12
10	12	9	9	2	2	2	2	9	9	12
11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

L'image B de taille 11*10 est codée sur 8 bits donc les intensités de pixels varient entre 0 et 2⁸ [0..255]

Dynamique de B est [20..120]

120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
120	90	90	20	20	20	20	90	90	120	120
120	90	20	70	70	70	70	20	90	120	120
120	20	70	40	40	40	40	70	20	120	120
120	20	70	20	40	40	20	70	20	120	120
120	20	70	40	40	40	40	70	20	120	120
120	20	70	20	40	40	20	70	20	120	120
120	20	70	40	20	20	40	70	20	120	120
120	90	20	70	70	70	70	20	90	120	120
120	90	90	20	20	20	20	90	90	120	120
120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

- Définir le contraste et calculer sa valeur dans cette image ?

Le contraste est défini par la qualité de la dynamique des intensités de l'image.

$$C = \frac{Val\ max - Val\ min}{Val\ max + Val\ min}$$

$$C_{image\ A} = \frac{Val\ max - Val\ min}{Val\ max + Val\ min} = \frac{12 - 2}{12 + 2} = 0.71$$

$$C_{image\ B} = \frac{Val\ max - Val\ min}{Val\ max + Val\ min} = \frac{120 - 20}{120 + 20} = 0.71$$

- On veut corriger le contraste de l'image A par l'égalisation de l'histogramme
 - o Citer les 4 étapes principales pour réaliser l'égalisation de l'histogramme.

1. calcul de l'histogramme

Hist(A)	Nombre de pixels	0	0	28	0	14	0	0	18	0	12	0	0	38	0	0	0
	intensité	0	1	2	3	4	5	6	0	8	9	10	11	12	13	14	15

2. normalisation de l'histogramme

HistNorm(A)=		0	0	28/110	0	14/110	0	0	18/110	0	12/110	0	0	38/110	0	0	0
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

3. calcul de l'histogramme cumulé

$C(A)=$	0	0	28/110	28/110	42/110	42/110	42/110	60/110	60/110	72/110	72/110	72/110	1	1	1	1
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

4 Transformation de niveaux de gris de l'image

$$I_2(i,j) = C[(A(i,j))] * 15$$

- o Donner les nouvelles valeurs des pixels suivants : (2.4), (4.4), (8.8), (2.2), (11.10).

pixel	Valeur initiale dans l'image I	Nouvelle valeur dans l'image I ₂
I(2,4)	2	4
I(4,4)	4	6
I(8,8)	7	8
I(2,2)	9	10
I(11,10)	12	15

Etirement de l'histogramme

Appliquer une règle de trois aux pixels de l'image, qui sont tous compris dans l'intervalle [min,ax], pour les ajuster à l'intervalle [0,255].

•Règle de normalisation :

$$dst(i,j) = \frac{255}{max-min} (src(i,j) - min)$$

algorithme d'étirement d'histogrammed

```

max = compute_max_intensity(I);
min = compute_min_intensity(I);
for ( i = 0; i < nl; i++ )
for ( j = 0; j < nc; j++ )
    I'(i, j) = (255 / (max - min)) * (I(i, j) - min);

```

src et **dst** : sont respectivement les images source et destination.

max et **min** sont les valeurs maximale et minimale d'intensités (ou des niveaux de gris –NG) de l'image **src**. L'intervalle $[min, max]$ est appelé **la dynamique de l'image**.

•Ce traitement commence par ramener toutes les valeurs de l'intervalle $[min, max]$ vers l'intervalle $[0, max-min]$, puis il étend ces valeurs à $[0, 255]$.

•Cette opération est également appelée **expansion de la dynamique d'une image**, elle effectue une transformation des NG de telle sorte que l'image utilise toute la dynamique (de 0 à 255).

application

Image B (dynamique [20,120])

120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
120	90	90	20	20	20	20	90	90	120
120	90	20	70	70	70	70	20	90	120
120	20	70	40	40	40	40	70	20	120
120	20	70	20	40	40	20	70	20	120
120	20	70	40	40	40	40	70	20	120
120	20	70	20	40	40	20	70	20	120
120	20	70	40	20	20	40	70	20	120
120	90	20	70	70	70	70	20	90	120
120	90	90	20	20	20	20	90	90	120
120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

image B (dynamique [0,255])

255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	178	178	0	0	0	0	178	178	255
255	178	0	127	127	127	127	0	178	255
255	0	127	51	51	51	51	127	0	255
255	0	127	20	51	51	20	127	0	255
255	0	127	51	51	51	51	127	0	255
255	0	127	20	51	51	20	127	0	255
255	0	127	51	20	20	51	127	0	255
255	178	0	127	127	127	127	0	178	255
255	178	178	0	0	0	0	178	178	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255

