

L'Image et 1^{ers} Traitements

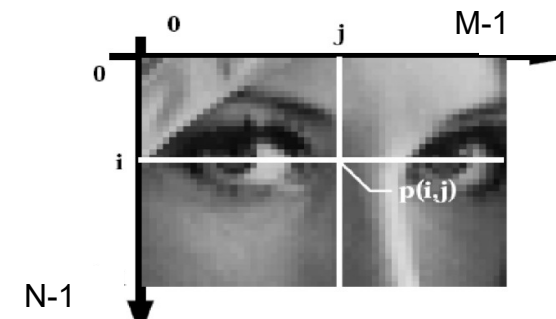
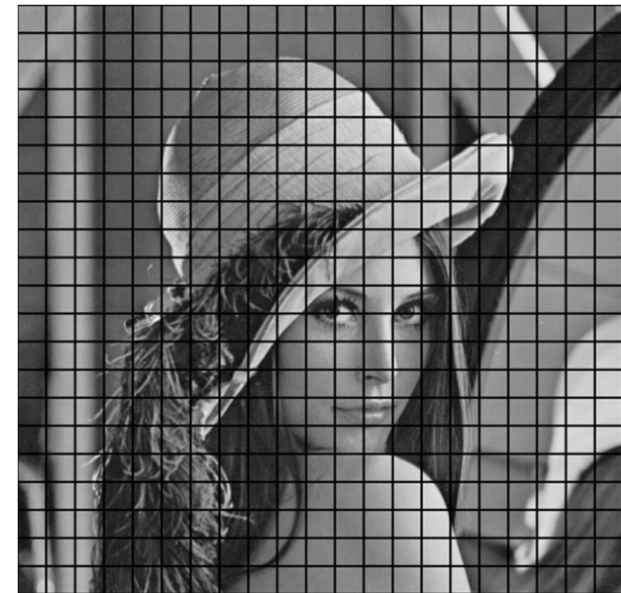
Photométries

Représentation de l'Image

A niveaux de gris

Une image à niveaux de gris = luminance ou intensité de la lumière

- Une image à niveaux de gris I est une matrice de taille $(M \times N)$.
- Chaque élément de cette matrice représente un pixel de l'image. Il est noté $I(i, j)$, où i et j sont respectivement les indices ligne et colonne du pixel.
 - $i \in [0, M - 1]$ et $j \in [0, N - 1]$
 - Les coordonnées (i, j) correspondent au croisement de la ligne i avec la colonne j .



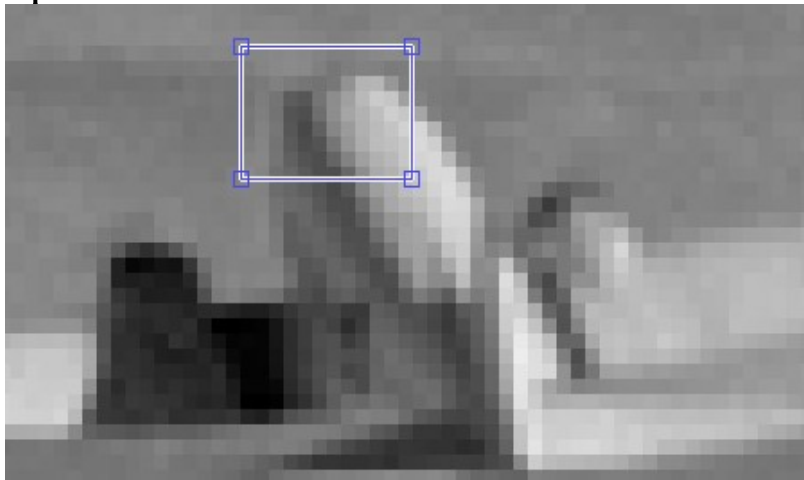
Représentation de l'Image

A niveaux de gris

- La valeur du pixel $I(i, j) \in [0, 2^m - 1]$, où m est la taille du code de quantification.
 - $m = 3bits$ $I(i, j) \in [0, 7]$
 - $m = 8bits$ $I(i, j) \in [0, 255]$ c'est le plus usité : on dit codage sur un octet
- 0 correspond au noir et 255 correspond au blanc



Exemple

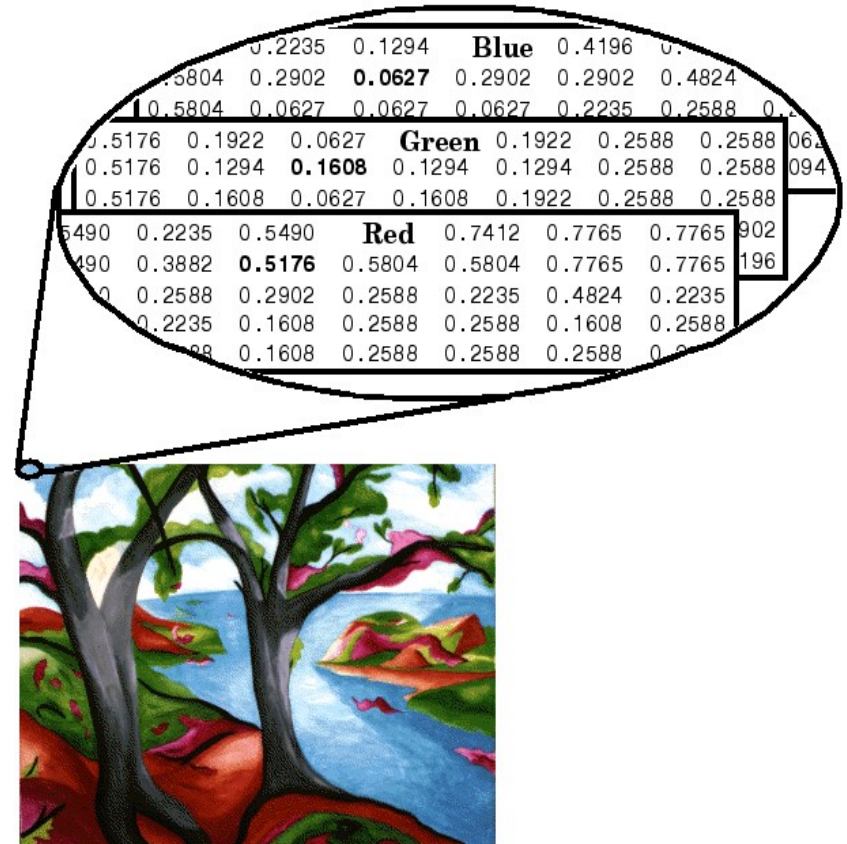


134	134	136	138	136	132	128	128	133	137	139	138
126	133	137	139	137	128	119	126	130	129	124	125
119	122	129	124	118	115	120	147	181	182	152	128
116	125	117	93	87	117	141	160	185	203	198	161
120	127	115	84	79	111	142	166	178	191	207	200
120	131	119	87	73	97	135	155	176	187	196	210
126	133	116	91	77	84	118	150	173	188	192	200
133	135	117	97	84	78	101	131	160	177	185	199
138	132	111	104	90	78	78	105	142	170	178	191

Représentation de l'Image

En couleur

- Une image couleur est représentée par 3 matrices chacune de taille $(M \times N)$.
 - Si l'image est représentée dans l'espace RGB, ces 3 matrices correspondraient aux 3 couleurs R, G et B
 - Si elle est représentée dans l'espace HSV, ces 3 matrices correspondraient aux grandeurs H (teinte), S (saturation) et V (luminance)
- chaque pixel $I(i, j)$ est associé à 3 valeurs $R(i, j)$, $G(i, j)$ et $B(i, j)$ (cas de l'image RGB)



Représentation de l'Image

En couleur

- Si le convertisseur utilisé code chaque couleur en $m = 8bits$ (un octet)
 - On parle donc d'un codage sur $24 bits$, autrement dit sur 3 octets
 - et chaque pixel prendrait une valeur
 $\in [0, 2^{3*8} - 1] = [0, 16777215]$

Représentation de l'Image

Binaire

- Est une image de taille $(M \times N)$, et dont les pixels prennent une des deux valeurs $\{0, 1\}$



Image après acquisition

- Effet de l'échantillonnage : nombre de pixels = résolution (optique)



256x256



128x128



64x64



32x32

Image après acquisition

- Effet de la quantification (codage)



$$2^8 = 256$$

$$2^7 = 128$$

$$2^6 = 64$$

$$2^5 = 32$$



$$2^4 = 16$$

$$2^3 = 8$$

$$2^2 = 4$$

$$2^1 = 2$$

Image après acquisition

- Effet de la quantification (codage)



300x260 pixels
4096 couleurs
 $2^{3 \times 4}$



300x260 pixels
64 couleurs
 $2^{3 \times 2}$

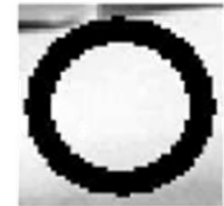
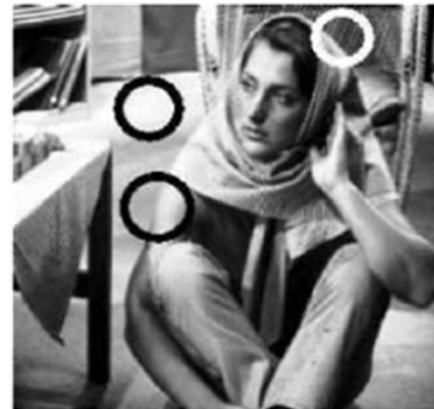


300x260 pixels
8 couleurs
 $2^{3 \times 1}$

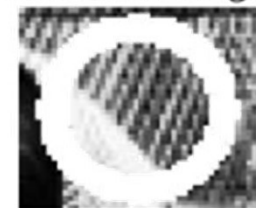
Traitements sur image numérique

Mais d'abord que peut contenir une image?

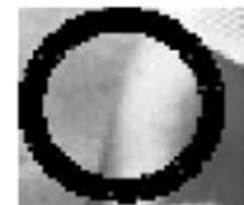
- **Zone homogène (région)**: ensemble de pixels représentants des caractéristiques similaires (intensité)
- **Contour** : limite entre deux régions dont la différence de niveaux de gris est significative
- **Texture** : répartition statistique ou géométrique des intensités dans l'image



Une zone homogène



Une texture



Un contour

Traitements sur image numérique

- **Photométrie** : modifications des valeurs des pixels selon une loi donnée.
 - Dans le but d'améliorer son apparence : amélioration de contraste, modification de brillance, ajustement d'histogramme, filtrage de bruit(lissage),
- **Géométrie** : translation, rotation, symétrie, fenêtrage, changement d'échelle (re-échantillonnage)
- **Extraction de primitives** : contours, régions, objets, points d'intérêts,

1^{ers} traitements (photométriques) sur l'image

Propriétés photométriques d'une image

- **Brillance** : intensité moyenne = moyenne des niveaux de gris

$$B = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} I(i, j)$$



- Pour modifier la brillance d'une image de B à B' , il faudra modifier sa moyenne vers la nouvelle valeur B' , de manière linéaire.
- On retranche à chaque pixel l'ancienne moyenne B et la met à la nouvelle moyenne B' .

$$I - B + B'$$

1^{ers} traitements (photométriques) sur l'image

Propriétés photométriques d'une image :

- **Contraste**

Deux définitions existent :

1. variation maximale entre valeurs de niveaux de gris

$$C = \mathbf{max}\{I\} - \mathbf{min}\{I\}$$

C'est une valeur entre 0 et 1, de ce fait il est normalisé par la valeur max de I

$$C = \frac{\mathbf{max}\{I\} - \mathbf{min}\{I(i,j)\}}{\mathbf{max}\{I\}}$$

2. écart type des variations des niveaux de gris

$$C = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (I(i,j) - B)^2}$$

B étant la moyenne.

1^{ers} traitements (photométriques) sur l'image

Propriétés photométriques d'une image :

Contraste : 1



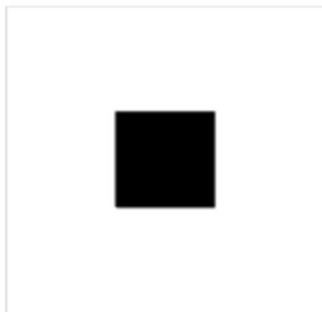
Contraste : 0,58



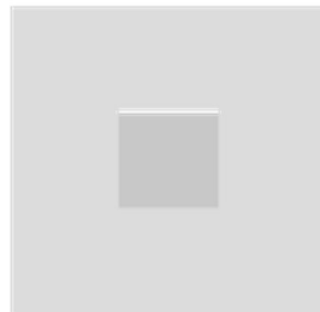
Contraste : 0,19



Contraste : 1



Contraste : 0,07



Contraste : 0



1^{ers} traitements (photométriques) sur l'image

Propriétés d'une image à niveau de gris :

- Pour changer le contraste de C à C' , il faut

$$C' = \frac{C'}{C} [\max\{I\} - \min\{I\}]$$

Il faudra ramener

- $\max\{I\} \rightarrow \max'\{I\} = \frac{C'}{C} \max\{I\}$
- et $\min\{I\} \rightarrow \min'\{I\} = \frac{C'}{C} \min\{I\}$

Ainsi que tous les points de l'image

$$I(i, j) \rightarrow I'(i, j) = \frac{C'}{C} I(i, j)$$

1^{ers} traitements (photométriques) sur l'image

Ensuite quelques outils :

- **Histogramme :**

- C'est un outil qui permet de connaître la répartition des valeurs niveaux de gris sur les pixels de l'image.
- Il permet de connaître aussi les bornes maximale et minimale des niveaux de gris.
- Par contre, on perd toute information spatiale
- Il est calculé selon :

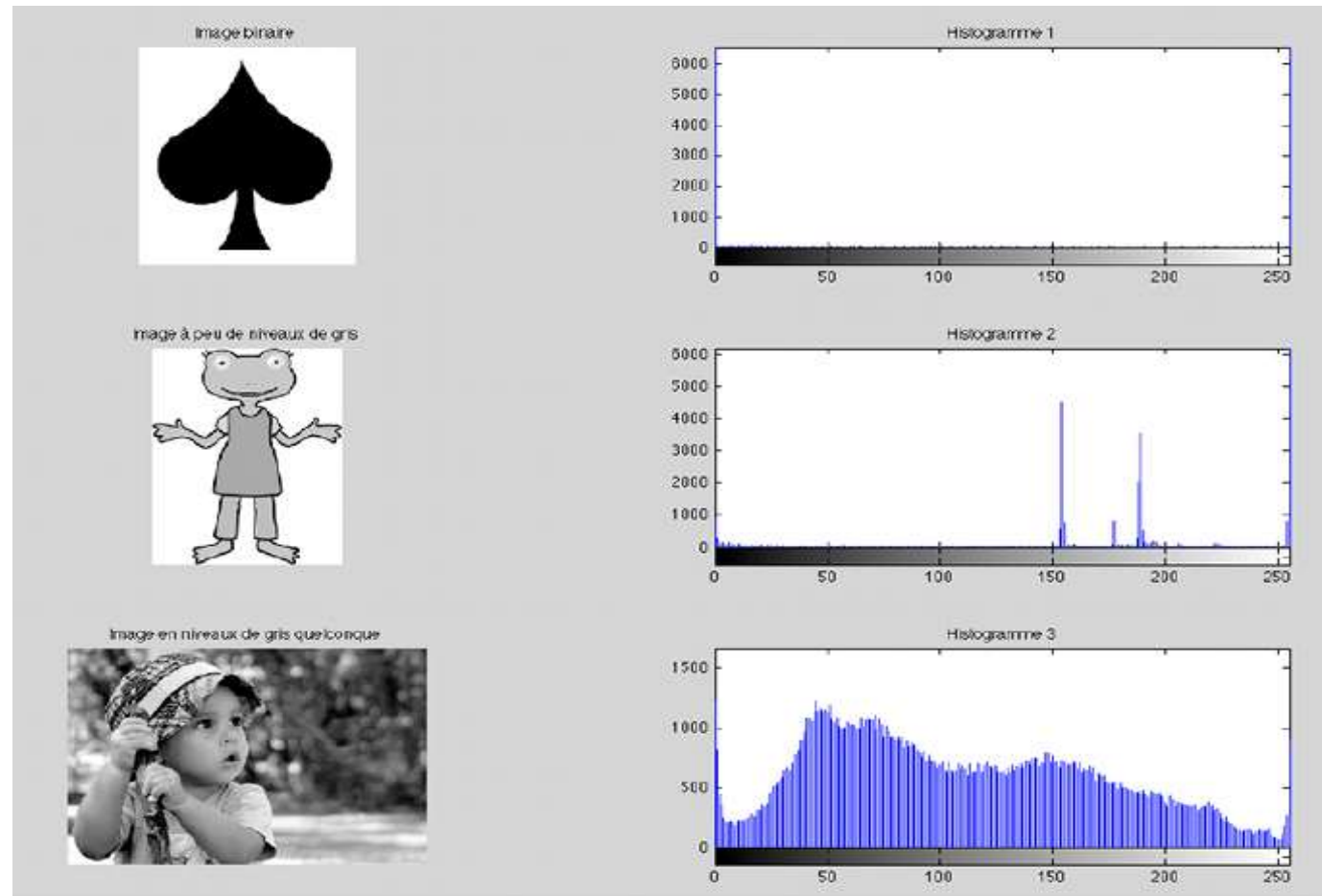
Pour tout niveau de gris $k \in [0, 2^m - 1]$

$$H(k) = \text{card} \left\{ I(i, j)_{\substack{i=0..M-1 \\ j=0..N-1}} = k \right\}$$

1^{ers} traitements (photométriques) sur l'image

Ensuite quelques outils :

- **Histogramme** : Exemples



1^{ers} traitements (photométriques) sur l'image

Ensuite quelques outils :

- Histogramme normalisée

$$H_n(k) = \frac{H(k)}{M \times N}$$

- $H_n(k)$ donne la probabilité, en terme d'occurrence, qu'un pixel ait un niveau de gris k ,
- → on peut dire que c'est une approximation discrète de la **densité de probabilité ddp** de la variable aléatoire « **niveau de gris d'un pixel** ».

1^{ers} traitements (photométriques) sur l'image

Ensuite quelques outils :

- **Histogramme cumulé:**

Pour tout niveau de gris $k \in [0, 2^m - 1]$,

- on définit l'histogramme cumulé par

$$H_c(k) = \sum_{i < k} H(i)$$

- on définit aussi l'histogramme normalisé cumulé par

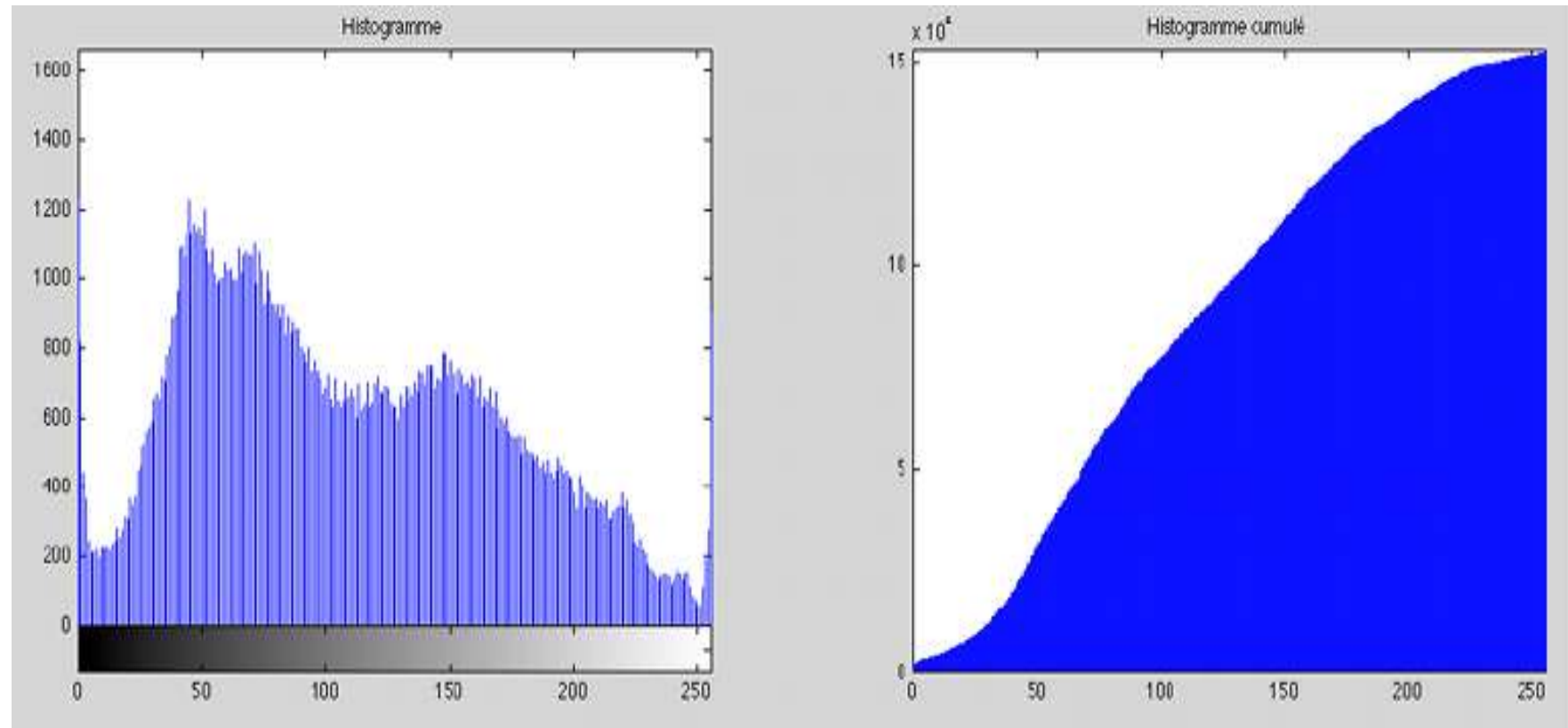
$$H_{nc}(k) = \sum_{i < k} H_n(i)$$

$H_{nc}(k)$ donne la probabilité pour qu'un pixel ait un niveau de gris inférieur ou égale à k

→ c'est donc une approximation discrète de la **fonction de répartition** de la variable aléatoire « **niveau de gris d'un pixel** ».

1^{ers} traitements (photométriques) sur l'image

D'abord quelques outils :



1^{ers} traitements (photométriques) sur l'image

Traitement sur Histogramme :

- Amélioration (ou modification) du contraste de l'image par :
 - Étirement des niveaux de gris sur toute la dynamique
 - Ajustement des niveaux de gris sur une dynamique autre
- Modification de la brillance d'une image

1^{ers} traitements sur l'image : Traitement sur Histogramme :

- Egalisation de l'histogramme (linéaire)
- Vise à ramener l'intervalle des niveaux de gris de $[min, max]$ à un nouveau intervalle $[min', max'] = [0, 2^m - 1]$. (càd, prendre toute la dynamique des niveaux de gris); ($2^m = 256$ pour $m = 8$ bits)

$$I'(i, j) = (2^m - 1) \times \frac{I(i, j) - min}{max - min}$$

On ramène toutes les valeurs de l'intervalle $[min, max]$ vers l'intervalle $[0, max - min]$, puis on étend ces valeurs à $[0, 255]$



Niveaux de gris entre 40 et 200

$[min, max] = [40, 200]$



Niveaux de gris entre 0 et 255

$[min', max'] = [0, 255]$

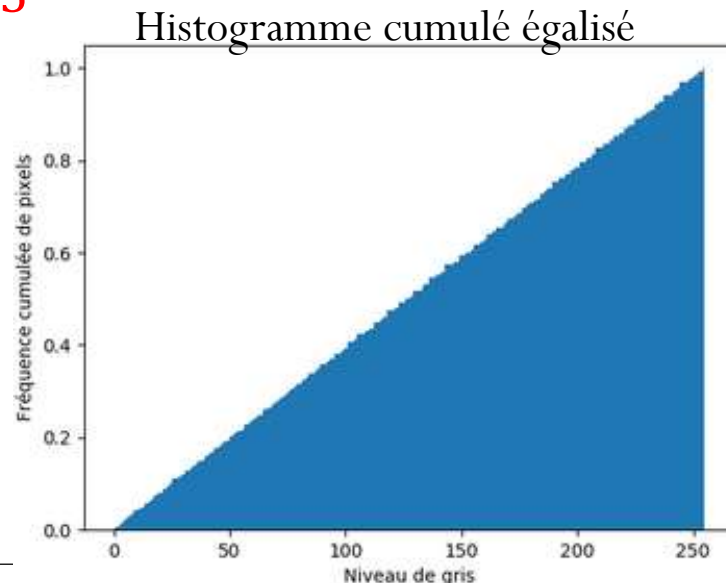
1^{ers} traitements sur l'image : Traitement sur Histogramme :

Egalisation de l'histogramme (linéaire)

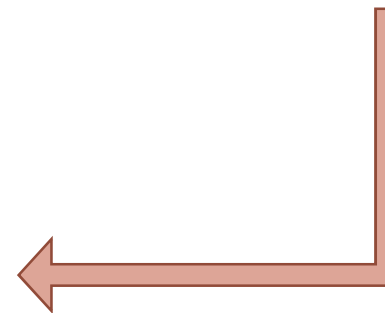
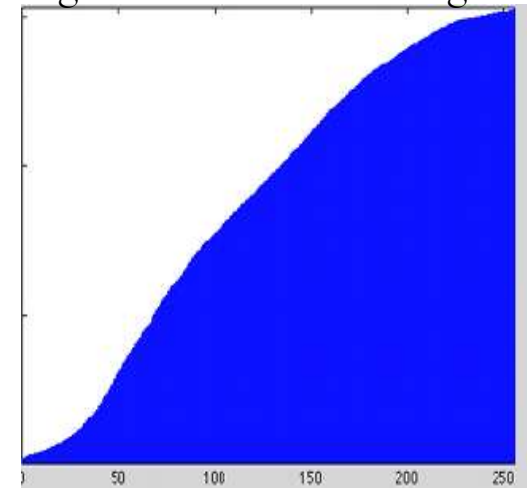
Un autre calcul se fait sur l'histogramme cumulé $H_{nc}(k)$, qu'on doit rendre linéaire (de 0 à 1) sur tout l'intervalle $k \in [0, 255]$

Où on ramène :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_{nc}(255) \text{ à } 1 \\ H_{nc}(125) \text{ à } 0.5 \left(\frac{1}{2}\right) \\ H_{nc}(62) \text{ à } 0.25 \left(\frac{1}{4}\right) \\ \vdots \\ H_{nc}(k) \text{ à } \frac{k}{255} \end{array} \right.$$



Histogramme cumulé non égalisé



1^{ers} traitements sur l'image : Traitement sur Histogramme :

- Ajustement de l'histogramme (linéaire)
- Vise à ramener l'intervalle des niveaux de gris de $[min, max]$ à un nouveau intervalle $[min', max']$, où $min' \neq 0$ et $max' \neq 2^m - 1$
- On vise à changer la dynamique des niveaux de gris, mais pas forcément prendre toute la dynamique de 0 à $2^m - 1$

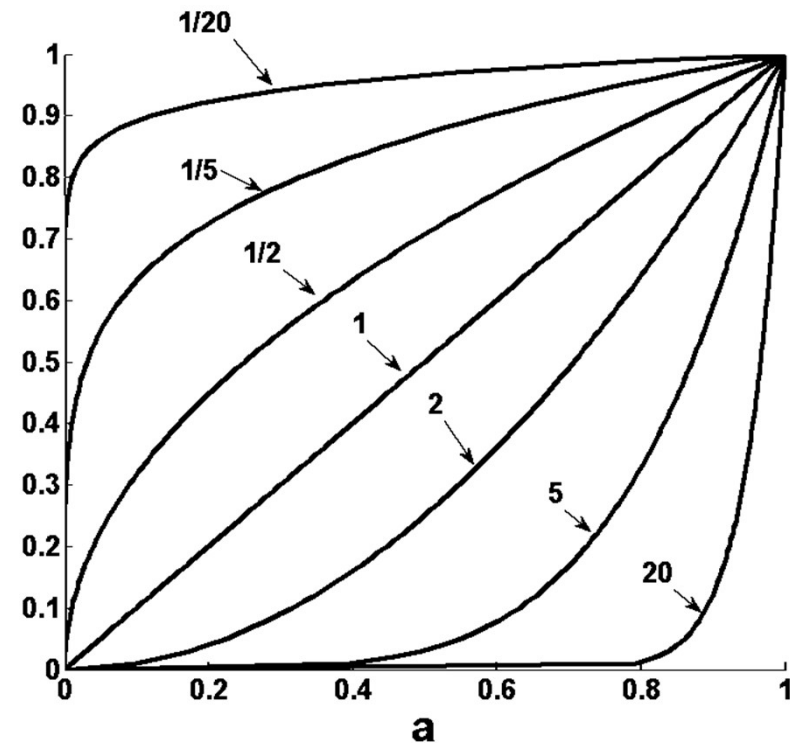
$$I'(i, j) = max' \times \frac{I(i, j) - min + min'}{max - min}$$

1^{ers} traitements sur l'image

Traitement sur Histogramme :

Ajustement d'histogramme (**non-linéaire**) : loi gamma

- Jusqu'à présent l'ajustement d'histogramme est fait de manière linéaire. A présent la transformation se fera non linéairement.
- Mais toutes les deux visent à améliorer le contraste de l'image
 - On transforme chaque pixel a selon la loi non linéaire $a^{\frac{1}{\gamma}}$
 - Cette transformation est communément appelée correction gamma.
 - Le facteur gamma définit la courbe non linéaire qui va être appliquée sur l'image



1^{ers} traitements sur l'image

Traitement sur Histogramme :

- Ajustement d'histogramme : correction gamma

Une loi d'ajustement classique : est la loi gamma $f(I_{i,j}) = I_{i,j}^{\frac{1}{\gamma}}$

$\gamma = 2$



Image originale

$\gamma = 0.5$

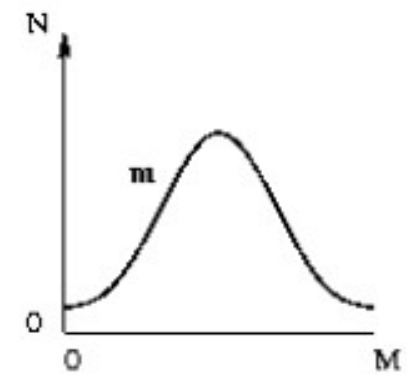
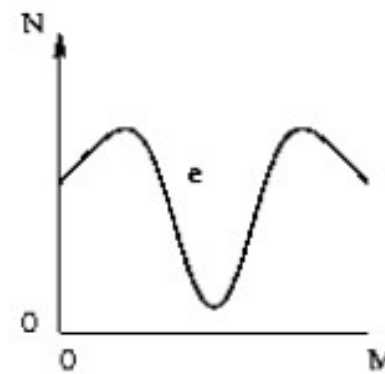
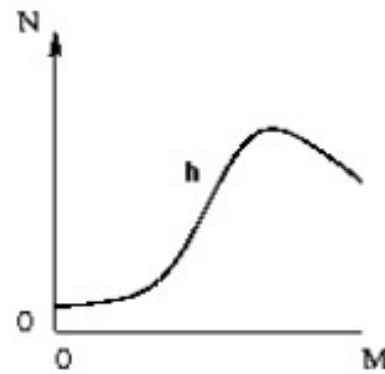
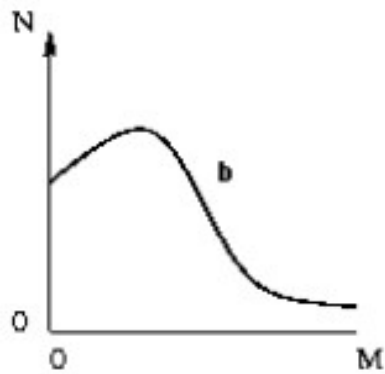


1^{ers} traitements sur l'image

Traitement sur Histogramme :

- **Ajustement d'histogramme**

Exemple d'histogrammes



Les lois respectives d'ajustement des niveaux de gris

