

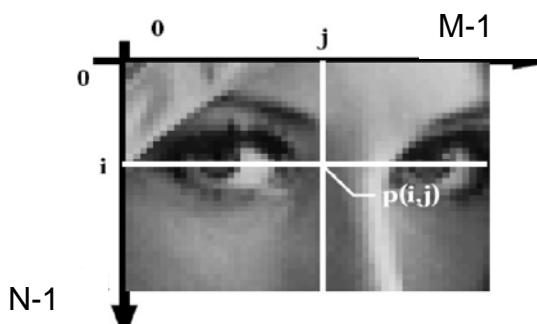
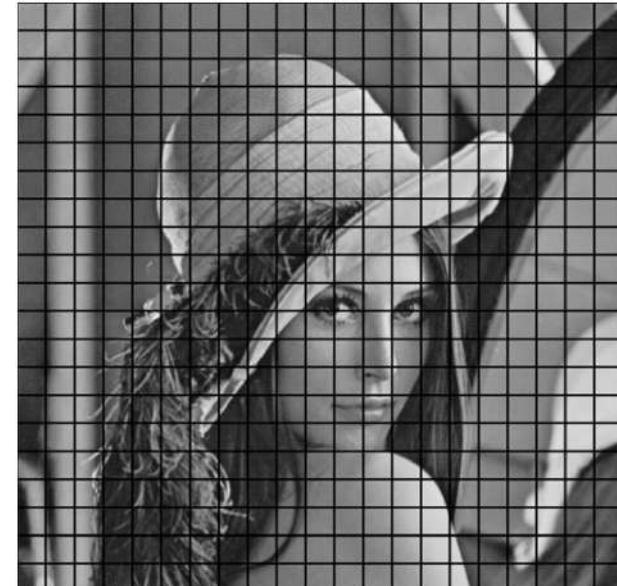
# *Image et premiers traitements*

# 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

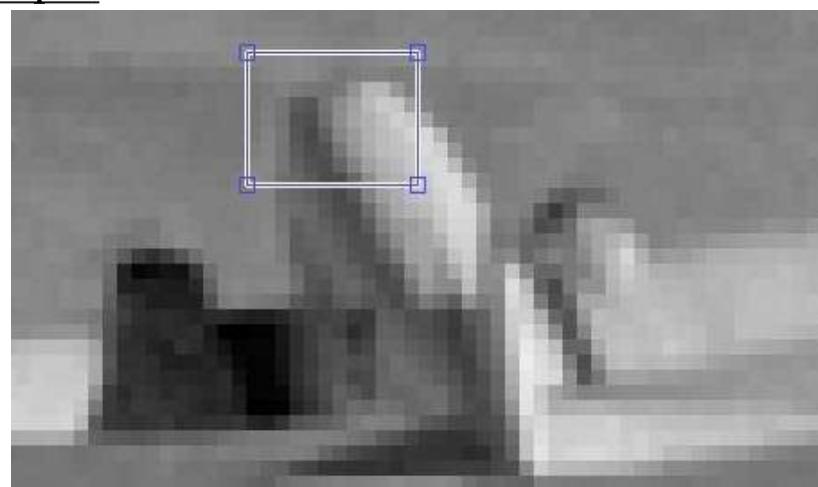
## A niveaux de gris

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

0 correspond au noir et 255 correspond au blanc



### Exemple

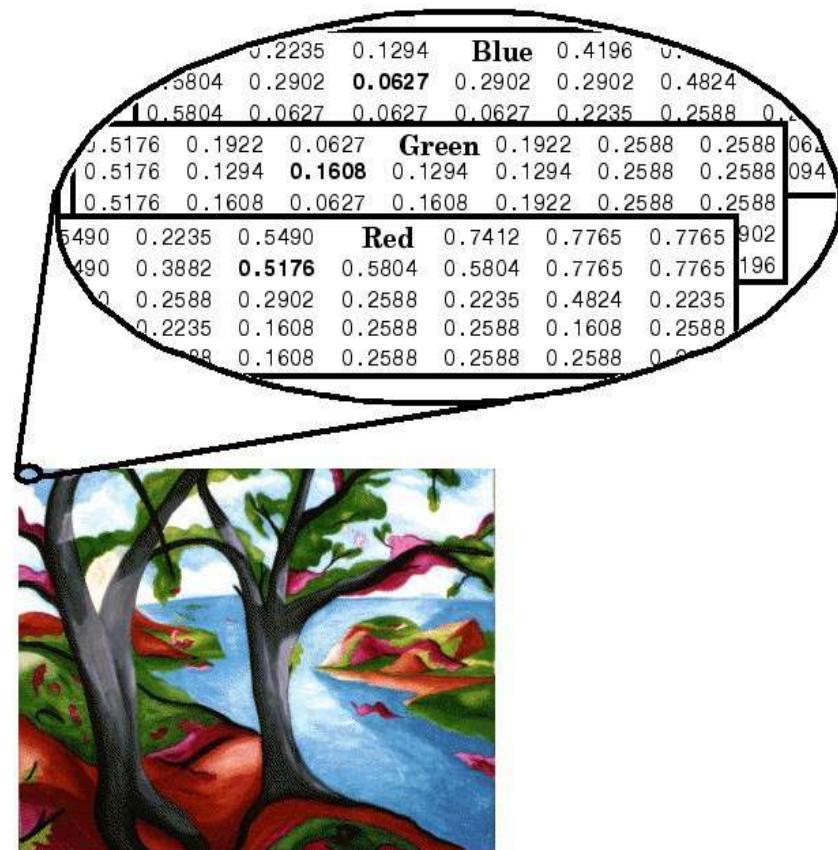


|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 134 | 134 | 136 | 138 | 136 | 132 | 128 | 128 | 133 | 137 | 139 | 138 |
| 126 | 133 | 137 | 139 | 137 | 128 | 119 | 126 | 130 | 129 | 124 | 125 |
| 119 | 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  $m = 8\text{ bits}$  (un octet)
  - On parle donc d'un codage sur  $24\text{ bits}$ , 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)



# 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

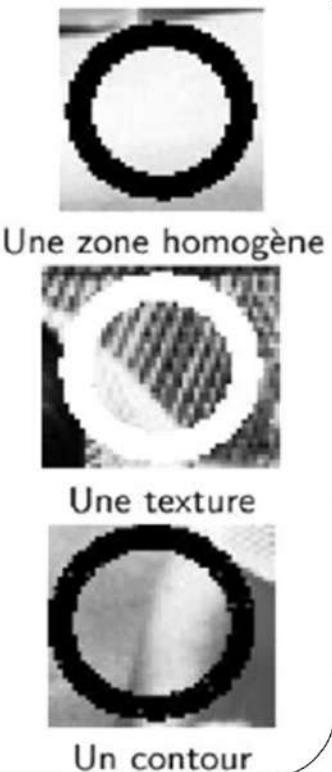
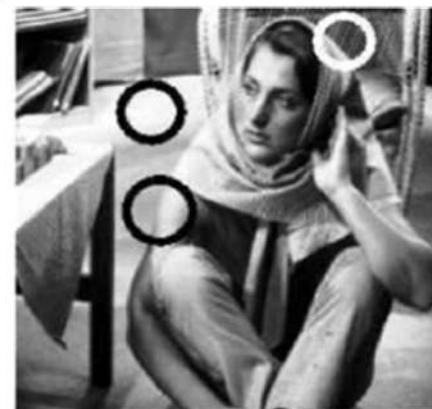
8 couleurs

$$2^{3 \times 1}$$

# 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



# Traitements sur image numérique

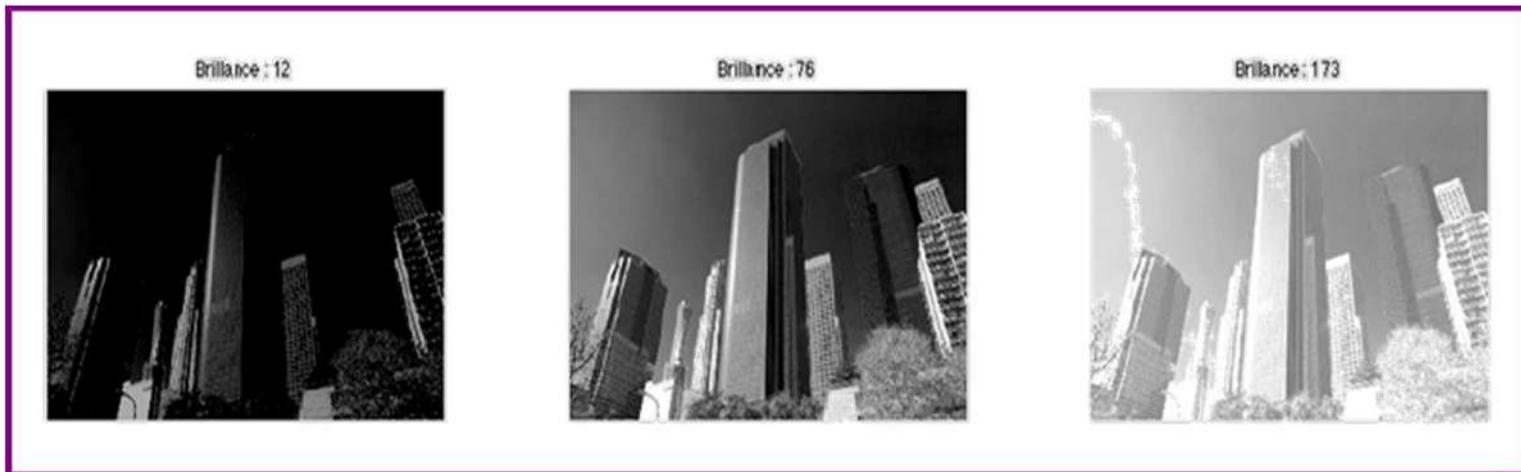
- **Photométrique** : modifications des valeurs des pixels selon une loi donnée.
  - Dans le but d'améliorer son apparence : amélioration de contraste, modification de brillance, ajustement d'histogramme, filtrage de bruit(lissage), ....
- **Géométrique** : translation, rotation, symétrie, fenêtrage,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

# 1<sup>ers</sup> 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<sup>ers</sup> traitements (photométriques) sur l'image

Propriétés photométriques d'une image :

- Contraste

Deux définitions existent :

1. variation maximale entre valeurs de niveaux de gris

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

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

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

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<sup>ers</sup> traitements (photométriques) sur l'image

Propriétés photométriques d'une image :

Contraste : 1



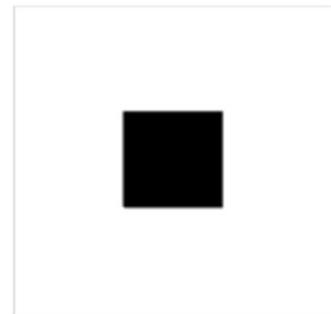
Contraste : 0,58



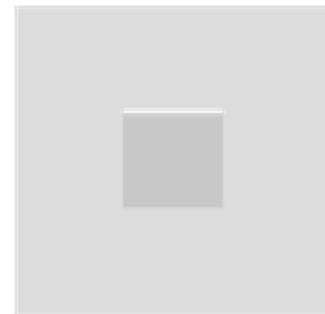
Contraste : 0,19



Contraste : 1



Contraste : 0,07



Contraste : 0



## 1<sup>ers</sup> 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<sup>ers</sup> 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

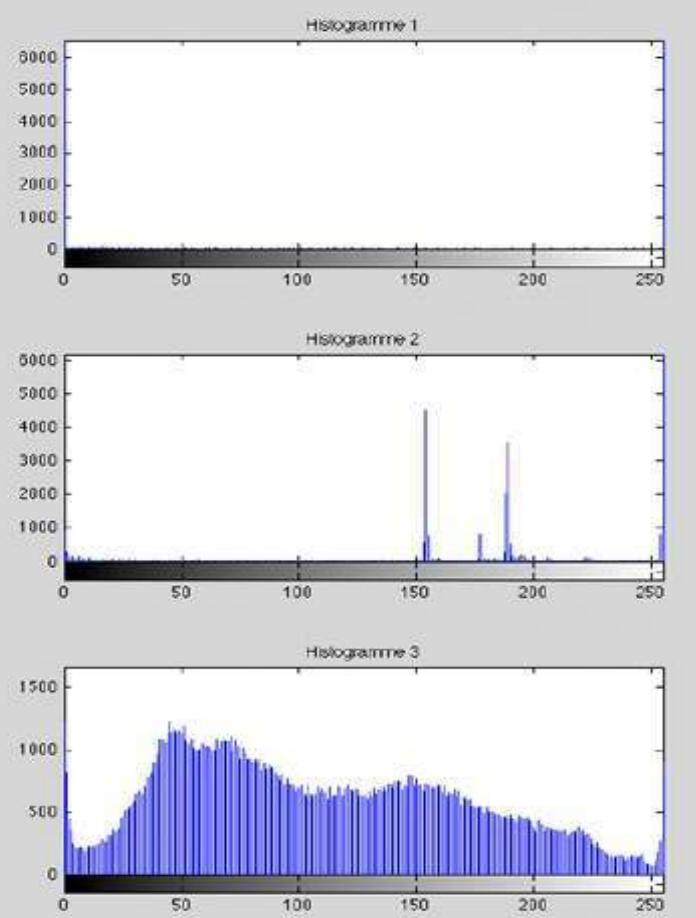
$$k \in [0, 2^n - 1]$$

$$H(k) = \text{card} \left\{ \left. I(i, j) \right| \begin{array}{l} i=0..M-1 \\ j=0..N-1 \end{array} = k \right\}$$

# 1<sup>ers</sup> traitements (photométriques) sur l'image

Ensuite quelques outils :

- Histogramme : Exemples



## 1<sup>ers</sup> 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<sup>ers</sup> traitements (photométriques) sur l'image

Ensuite quelques outils :

- **Histogramme cumulé:**

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

- on définit l'histogramme cumulé par

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

- on définit aussi l'histogramme normalisé cumulé par

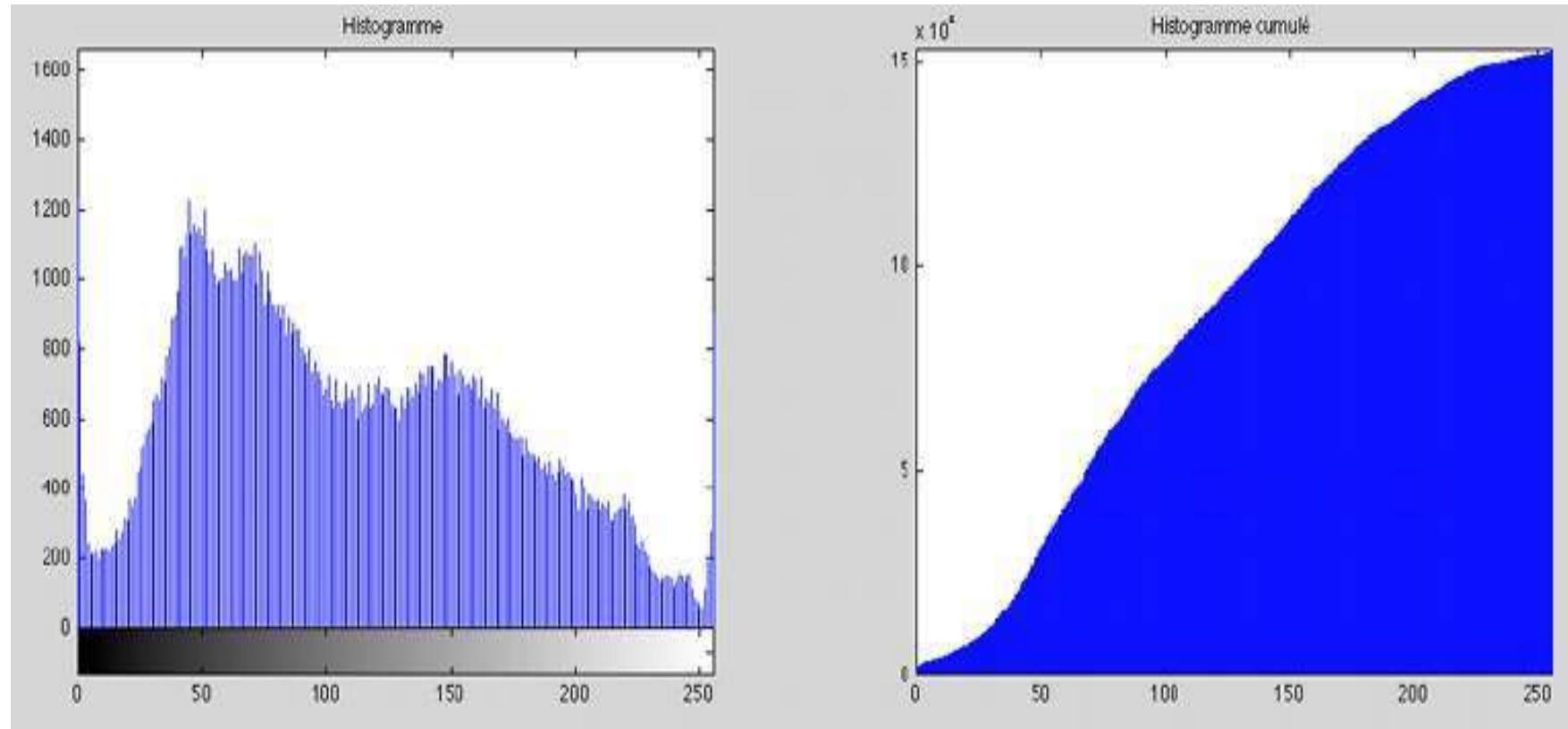
$$H_{nc}(k) = \sum_{i < k} H_n(i)$$

$H_{nc}(k)$  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<sup>ers</sup> traitements (photométriques) sur l'image

## D'abord quelques outils :



## 1<sup>ers</sup> 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 autre dynamique
- Modification de la brillance d'une image

## 1<sup>ers</sup> 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 nouvel intervalle  $[min', max'] = [0, 2^n - 1]$ . (càd, prendre toute la dynamique des niveaux de gris); ( $2^n = 256$  pour  $m = 8$  bits)

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

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



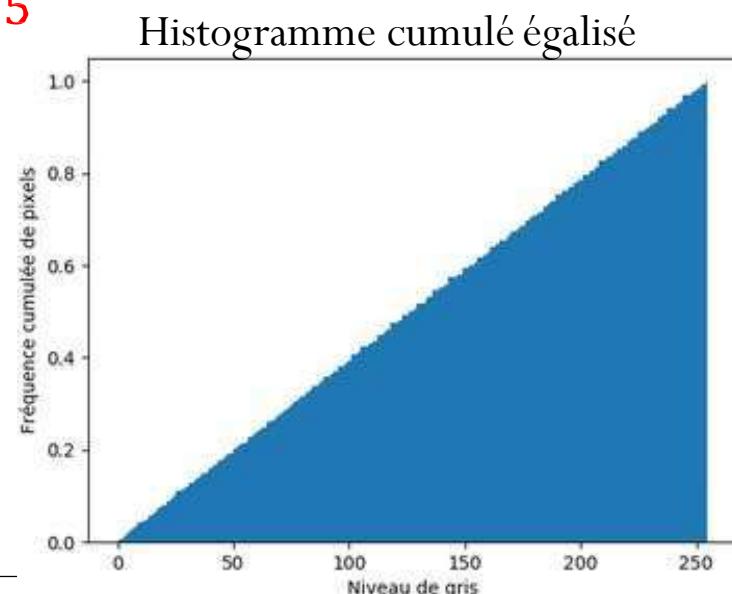
Niveaux de gris entre 0 et 255  
 $[min', max'] = [0, 255]$

## 1<sup>ers</sup> traitements sur l'image : Traitement sur Histogramme : Egalisation de l'histogramme (linéaire)

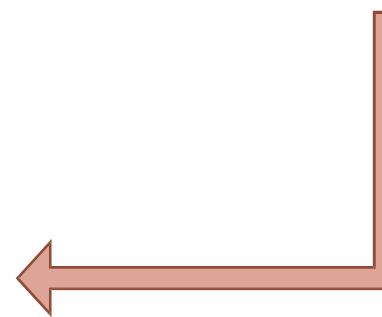
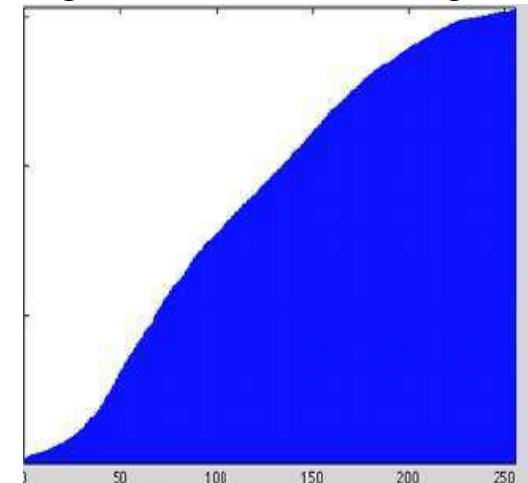
Un autre calcul se fait sur l'histogramme cumulé  $H_{nc}(k)$ , qu'on doit rendre linéaire (de 0 à 1) sur tout l'intervalle  $k \in [0, 255]$

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<sup>ers</sup> 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  $max' \neq 2^n - 1$
- On vise à changer la dynamique des niveaux de gris, mais pas forcément prendre toute la dynamique de 0 à  $2^n - 1$

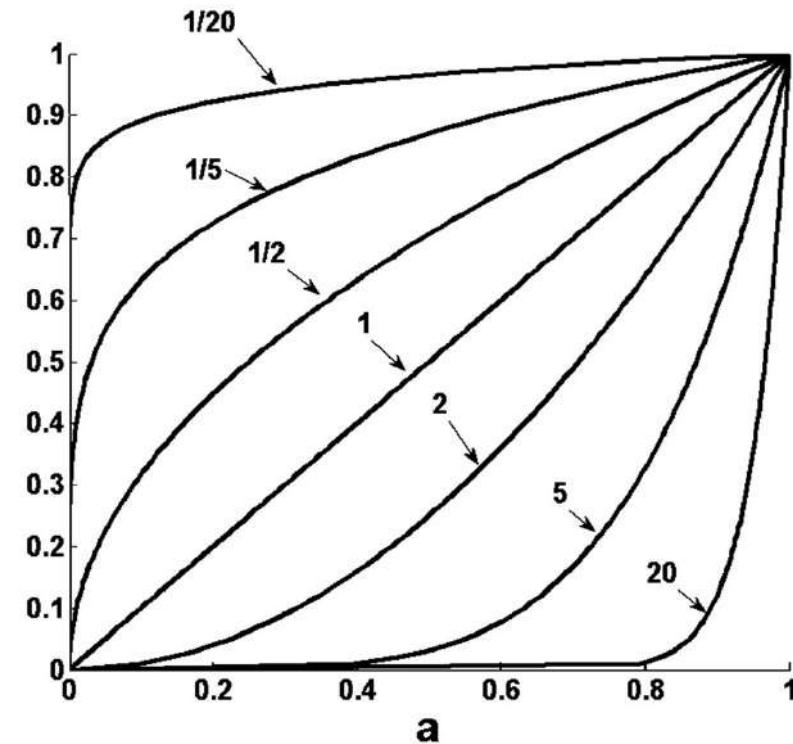
$$I'(i, j) = \max' \times \frac{I(i, j) - min + min'}{max - min}$$

# 1<sup>ers</sup> 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  $a^y$
  - Cette transformation est communément appelée correction gamma.
  - Le facteur gamma définit la courbe non linéaire qui va être appliquée sur l'image



# 1<sup>ers</sup> 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

$$\gamma = 0.5$$

