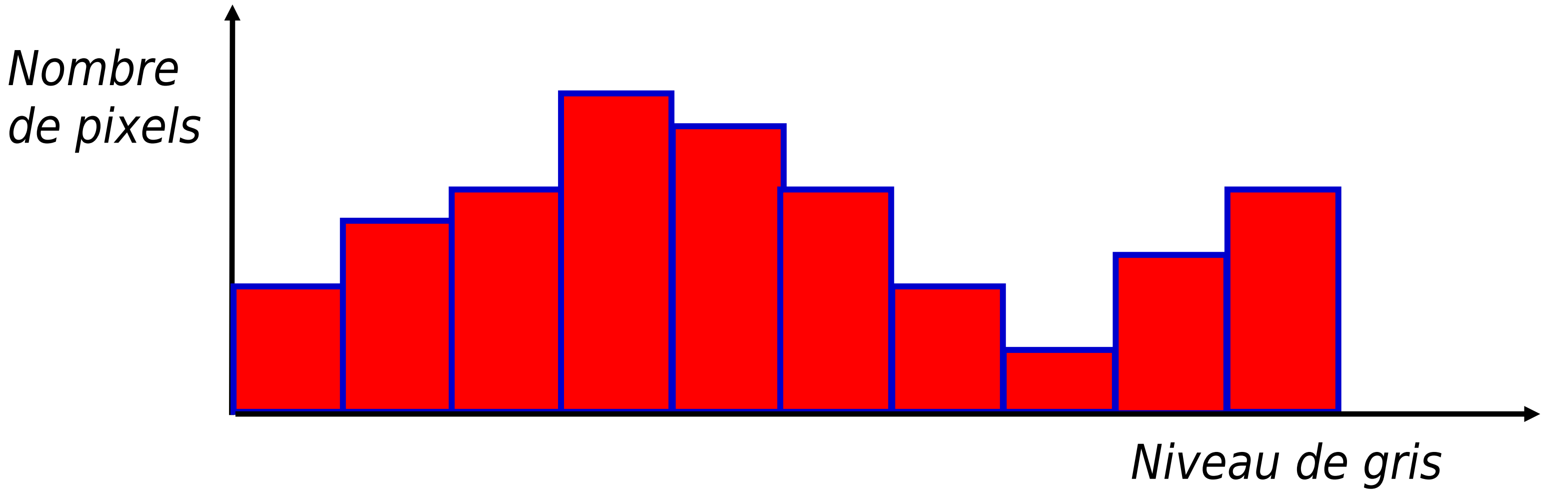
Traitement d'images

Traitements de base

Alain Boucher - IFI

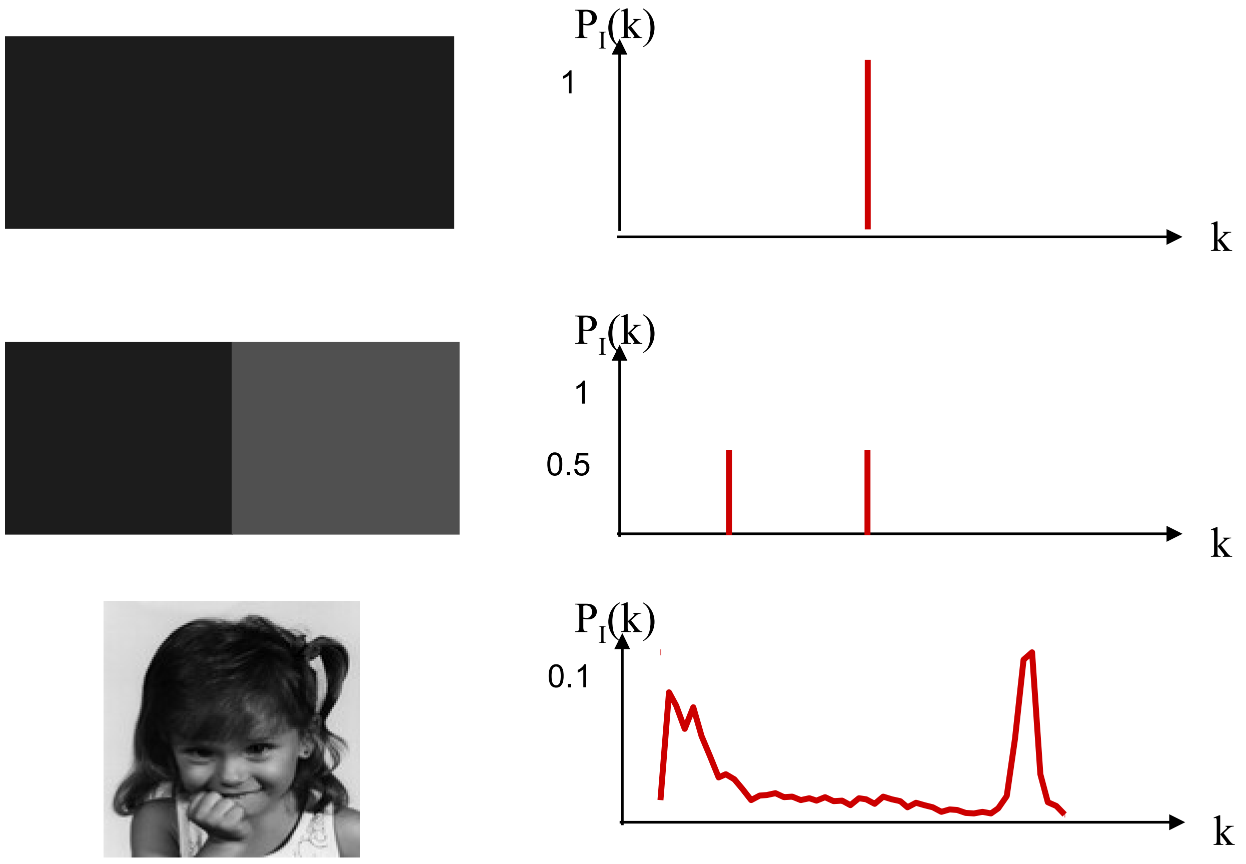
Histogramme d'une image



- L'histogramme représente la distribution des niveaux de gris (ou de couleurs) dans une image
- H(k) = nombre de pixels de l'image ayant la valeur k.

CVIPTools : File>Show Histogram

Histogramme d'une image

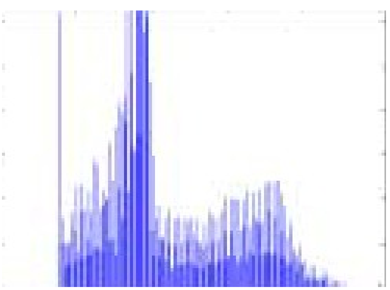
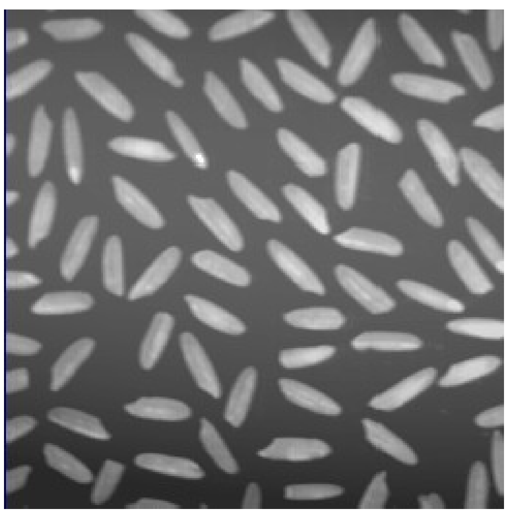
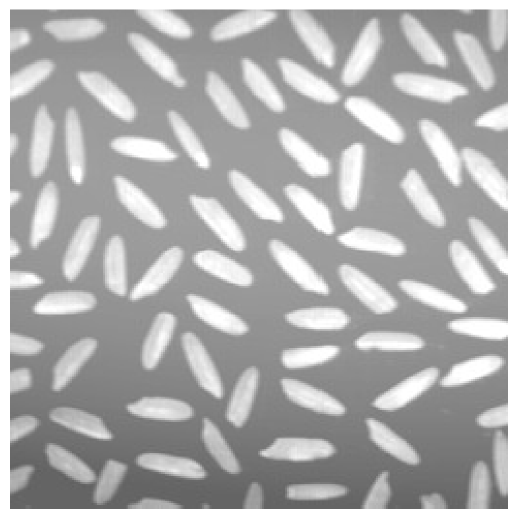
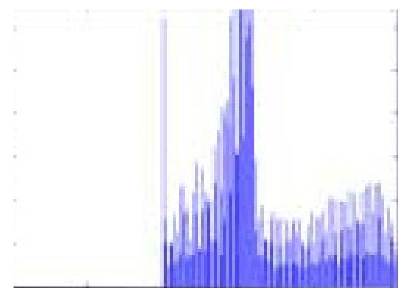


Dynamique d'une image = [valeur_min,valeur_max]

Source : Tal Hassner. Computer Vision. Weizmann Institute of Science (Israel).

Luminance ou brillance d'une image

- La luminance (ou brillance) est définie comme la moyenne de tous les pixels de l'image.
- Dans les deux images suivantes, seule la luminance est différente :

CVIPTools : Utilities>Stats>Image Statistics (Mean)
Source : Eric Favier. L'analyse et le traitement des images. ENISE (France).

Contraste d'une image

- Le contraste peut être défini de plusieurs façons :
  - Ecart-type des variations des niveaux de gris

$$C = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} \left(f(x,y) - Moy\right)^2}$$

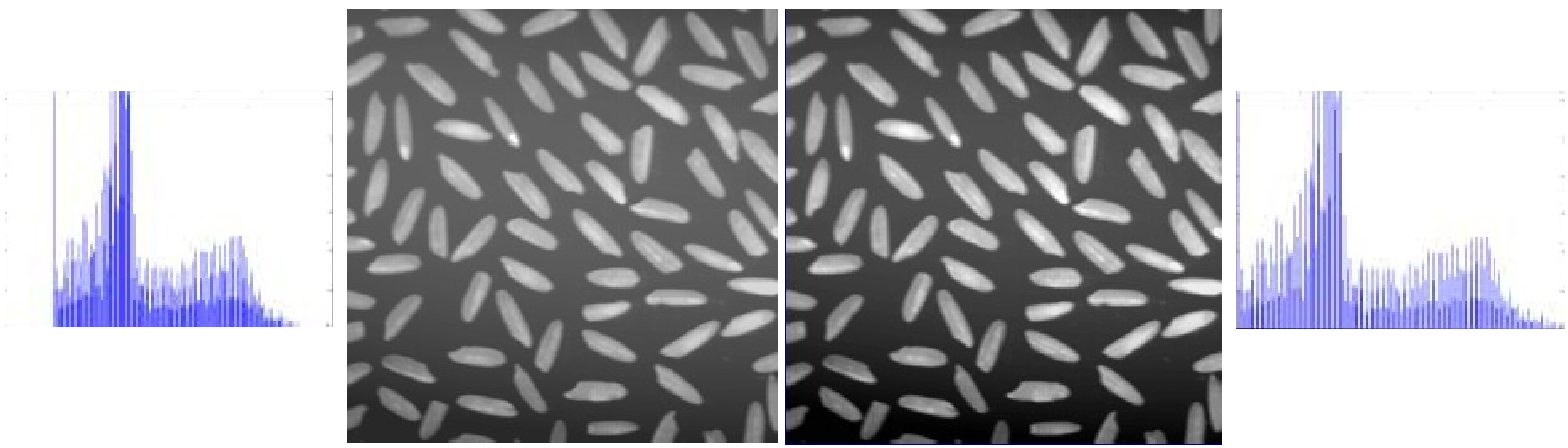
  - Variation entre niveaux de gris min et max

$$C = \frac{\max[f(x,y)] - \min[f(x,y)]}{\max[f(x,y)] + \min[f(x,y)]}$$

CVIPTools : Utilities>Stats>Image Statistics (S.D.)

Contraste d'une image

Les deux images suivantes possèdent un contraste différent :



Source : Eric Favier. L'analyse et le traitement des images. ENISE (France).

Exemples de contrastes d'une image

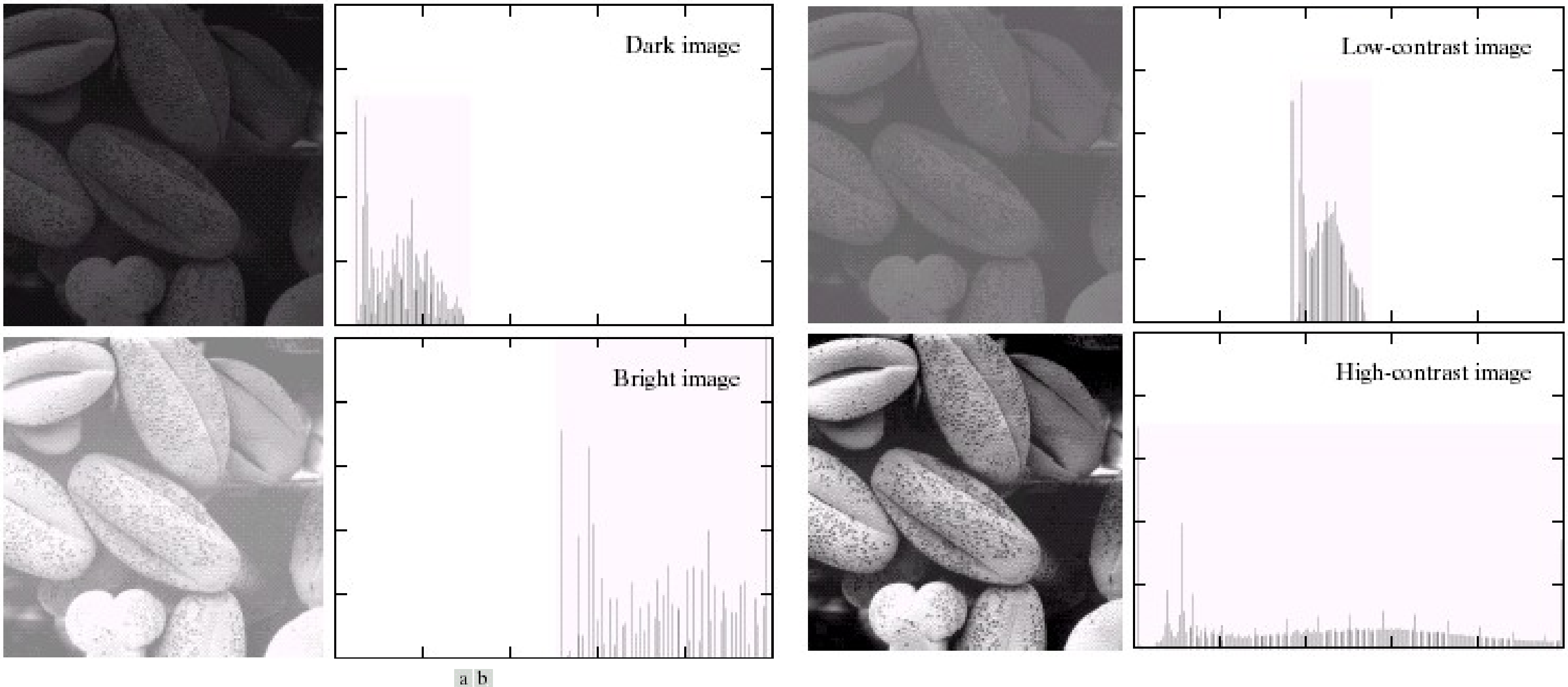


FIGURE 3.15 Four basic image types: dark, light, low contrast, high contrast, and their corresponding histograms. (Original image courtesy of Dr. Roger Heady, Research School of Biological Sciences, Australian National University, Canberra, Australia.)

Source : Gonzalez and Woods. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 2002.

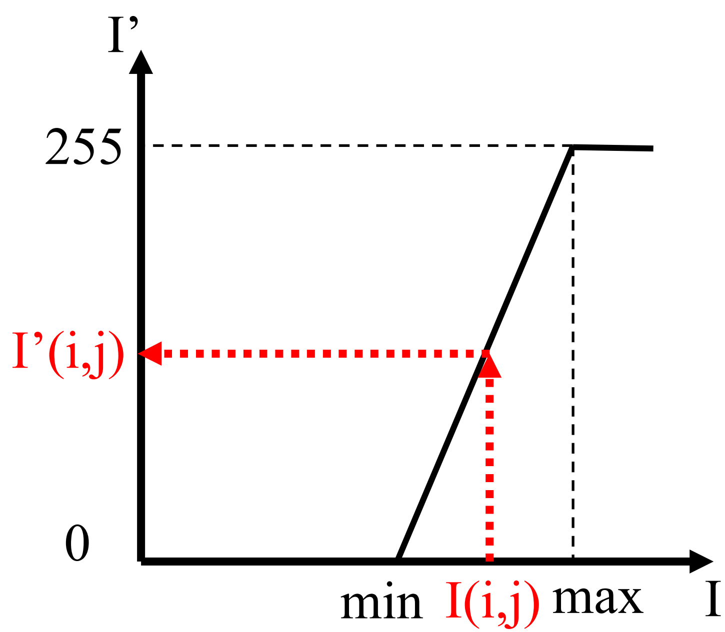
Amélioration du contraste

- Plusieurs méthodes possibles :
  - Transformation linéaire
  - Transformation linéaire avec saturation
  - Transformation linéaire par morceau
  - Transformation non-linéaire
  - Égalisation de l'histogramme

CVIPTools : Enhancement>Histograms

Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Transformation linéaire



$$\frac{\max - \min}{I(i,j) - \min} = \frac{255 - 0}{I'(i,j) - 0}$$

Alors :

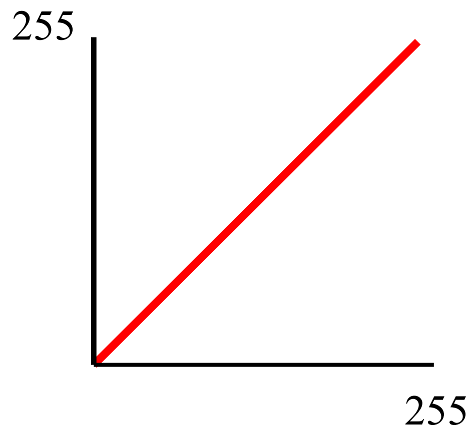
$$I'(i,j) = \frac{255}{\max - \min}\left(I(i,j) - \min\right)$$

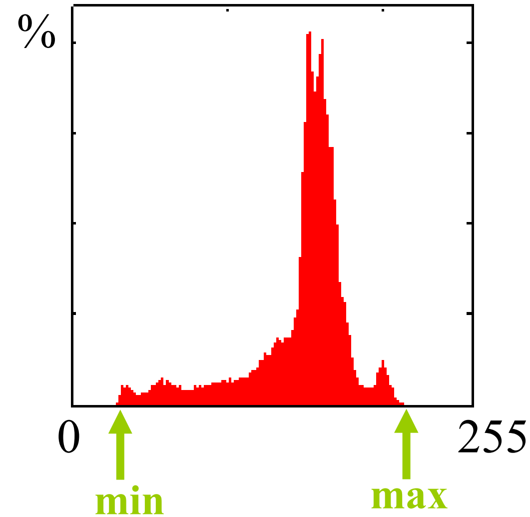
$$I'(i,i) = \frac{255}{\max - \min}\,(I(i,j) - \min) \quad avec \frac{(I(i,j) - \min)}{\max - \min} \in [0,1]$$

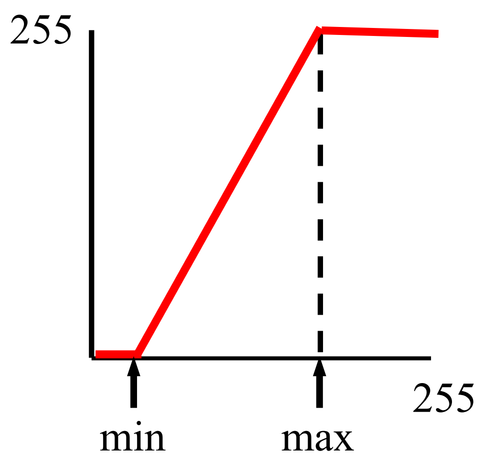
CVIPTools : Enhancement>Histograms>Linear Modification

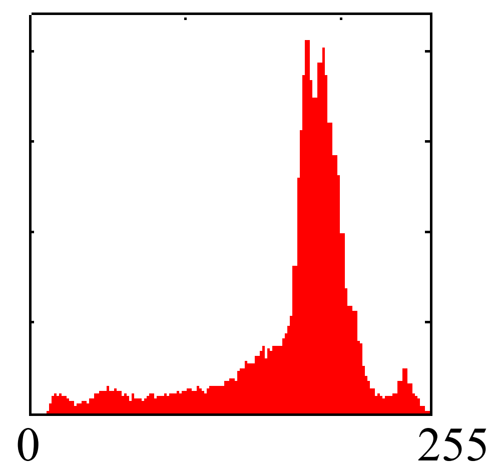
Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Transformation linéaire









Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Implémentation...

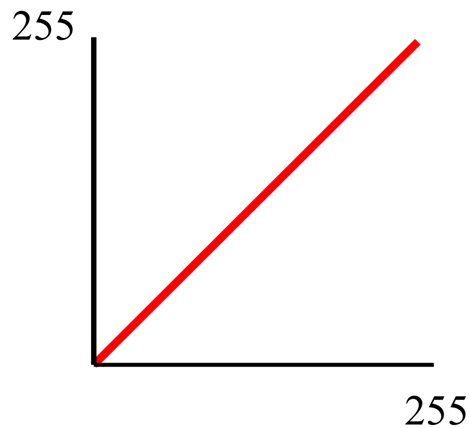
```
Pour i=1 à nblig
    Pour j=1 à nbcol
        I'(i,j) = 255*(I(i,j)-minI)
                          /(maxI-minI);
```

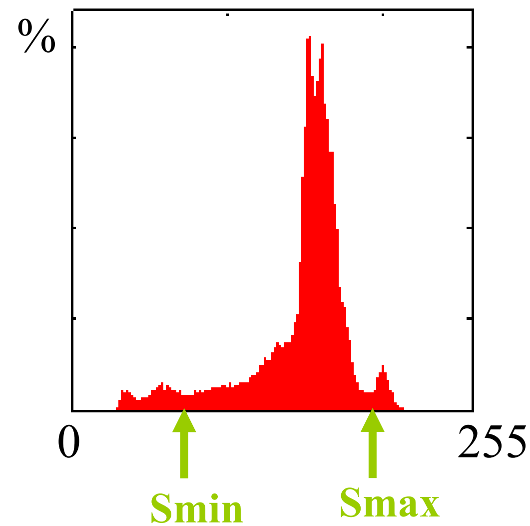
Pas optimal

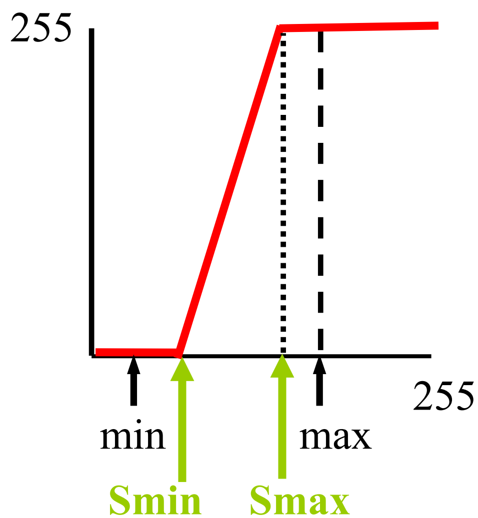
➔ Utilisation d'une LUT (Look Up Table)

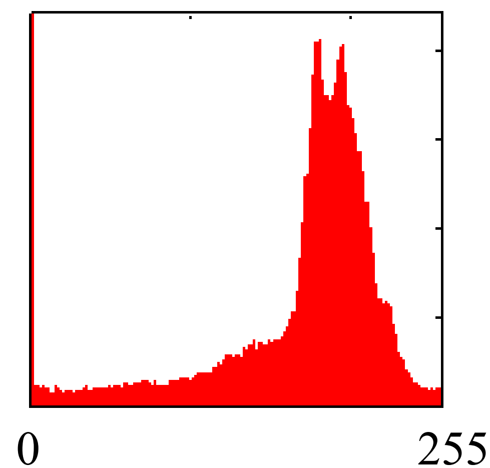
```
/* Initialisation de la LUT */
Pour i=0 à 255
    LUT[i]=255*(i-minI)/(maxI-minI);

/* Initialisation de la LUT */
Pour i=1 à nblig
    Pour j=1 à nbcol
        I'(i,j) =LUT[I(i,j)];
```

Transformation linéaire avec saturation









Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Transformation linéaire avec saturation

$$I'(i,j) = \frac{255}{S_{\max} - S_{\min}}\left(I(i,j) - S_{\min}\right)$$

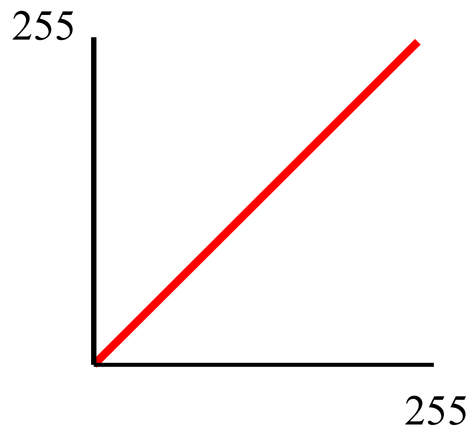
$$I'(i,j) \leq 0 \Rightarrow I'(i,j) = 0$$

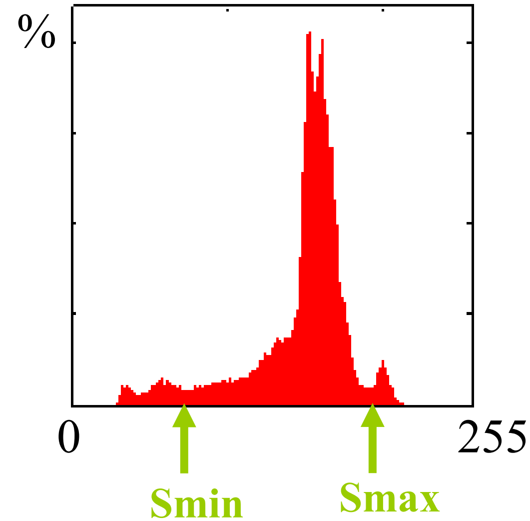
$$I'(i,j) \geq 255 \Rightarrow I'(i,j) = 255$$

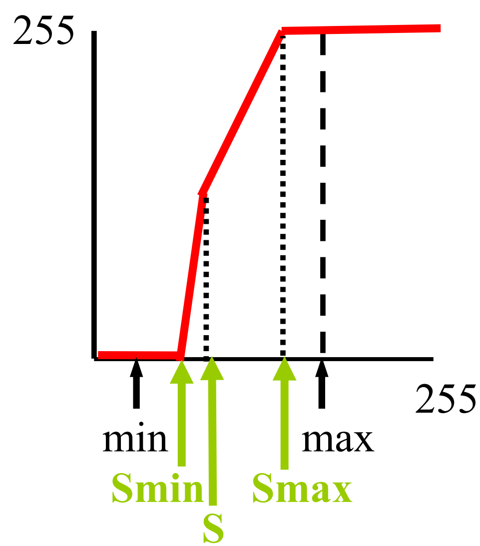
$$\min(I(i,j)) \leq S_{\min} < S_{\max} \leq \max(I(i,j))$$

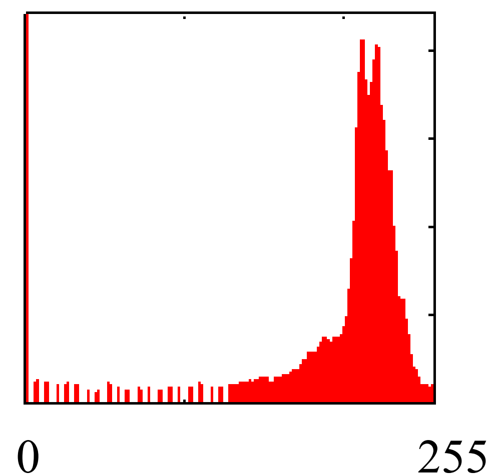
Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Transformation linéaire par morceaux





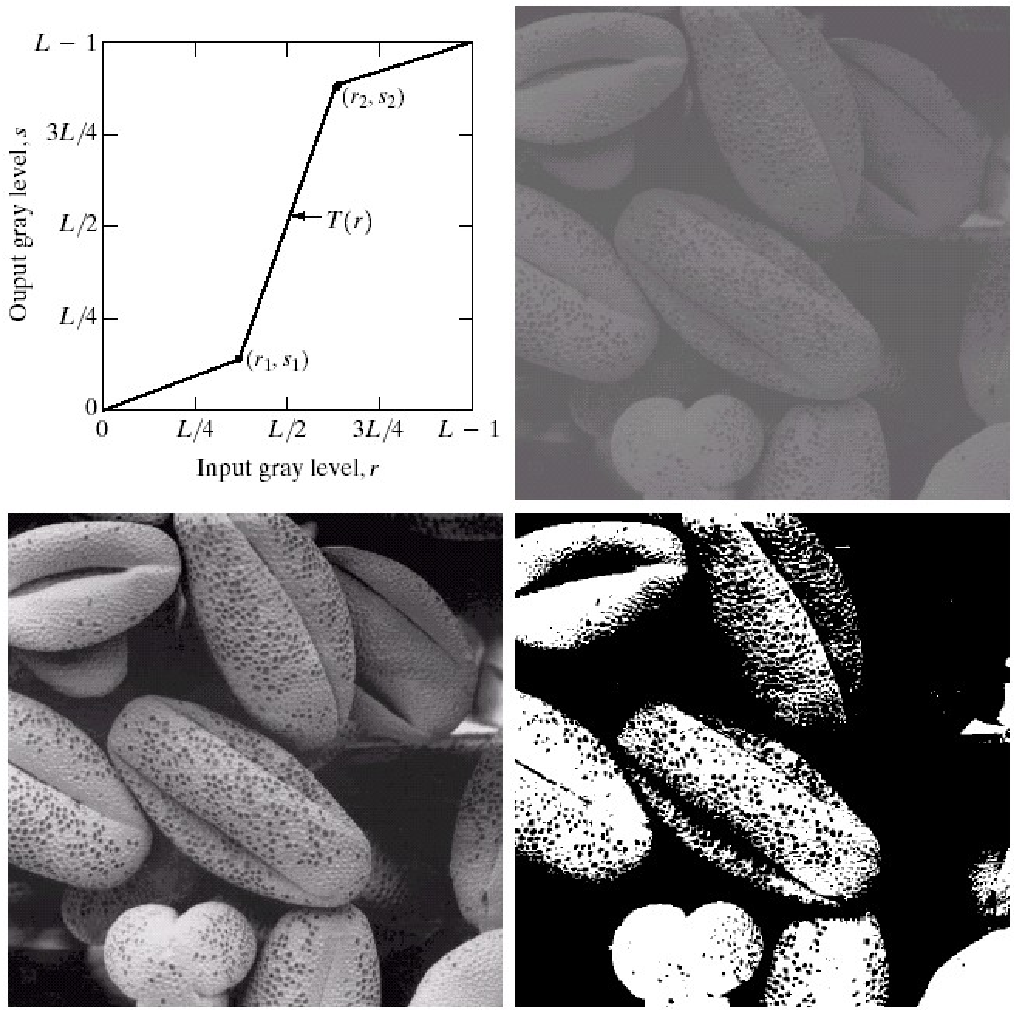




Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Transformation linéaire par morceaux

Exemple d'une fonction ad-hoc de modification du contraste de l'image.

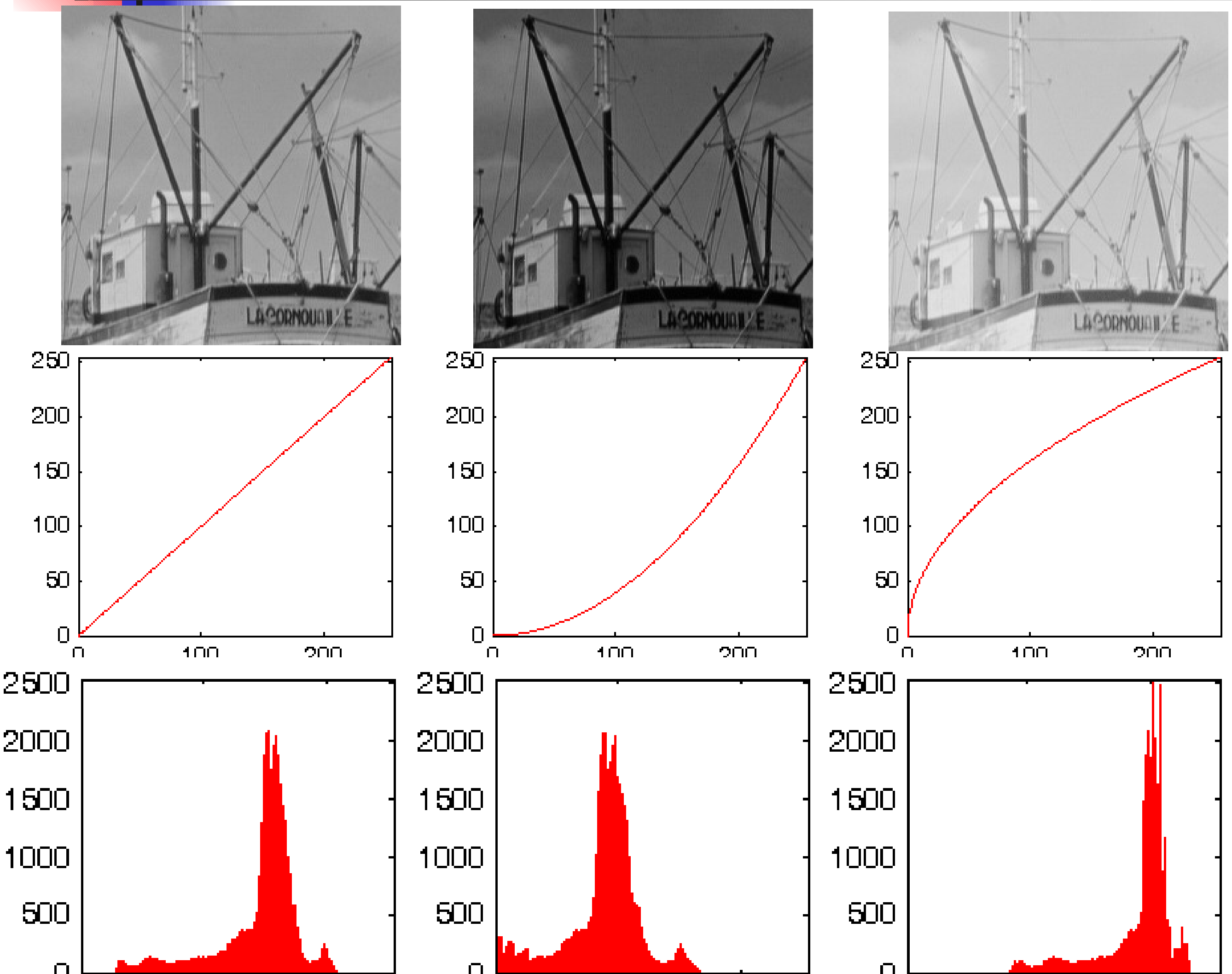


a b
c d

FIGURE 3.10 Contrast stretching. (a) Form of transformation function. (b) A low-contrast image. (c) Result of contrast stretching. (d) Result of thresholding. (Original image courtesy of Dr. Roger Heady, Research School of Biological Sciences, Australian National University, Canberra, Australia.)

Source : Gonzalez and Woods. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 2002.

Transformation non-linéaire



Ex: Correction gamma (g)

$$I_{\acute{e}mise} = k \cdot n^{\gamma}$$

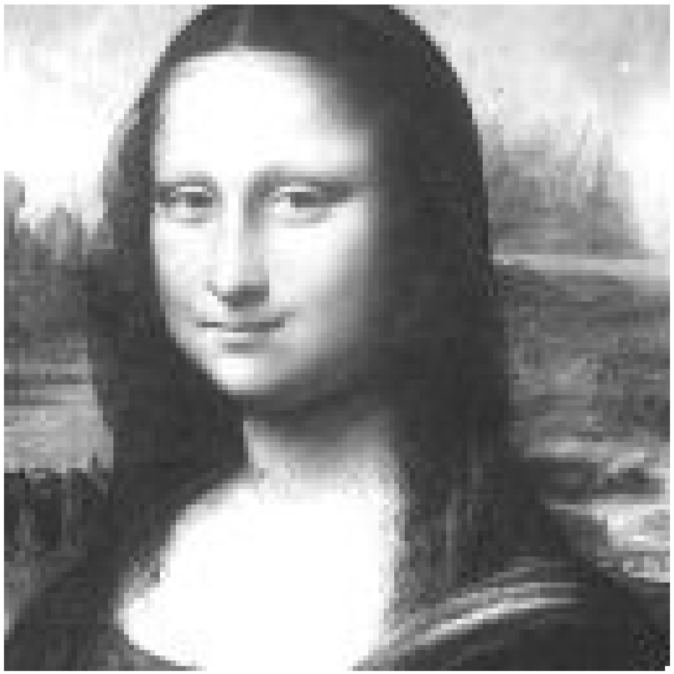
$$\Rightarrow n' = n^{\frac{1}{\gamma}}$$

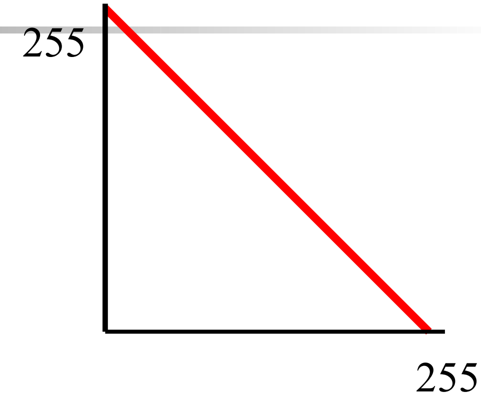
$$\gamma_{\acute{e}cran} \in [1.3, 3.0]$$

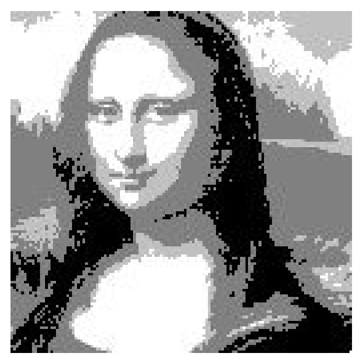
$$\gamma_{oeil} \approx \frac{1}{2} \text{ à } \frac{1}{3}$$

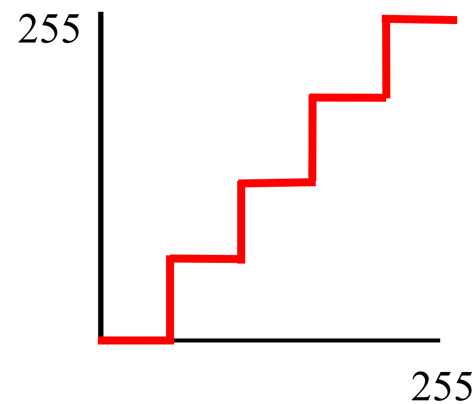
CVIPTools : Enhancement>Histograms>Histogram Specificationc

Autres fonctions possibles









Source : Caroline Rougier. Traitement d'images (IFT2730). Univ. de Montréal.

Correction de la dynamique de l'image

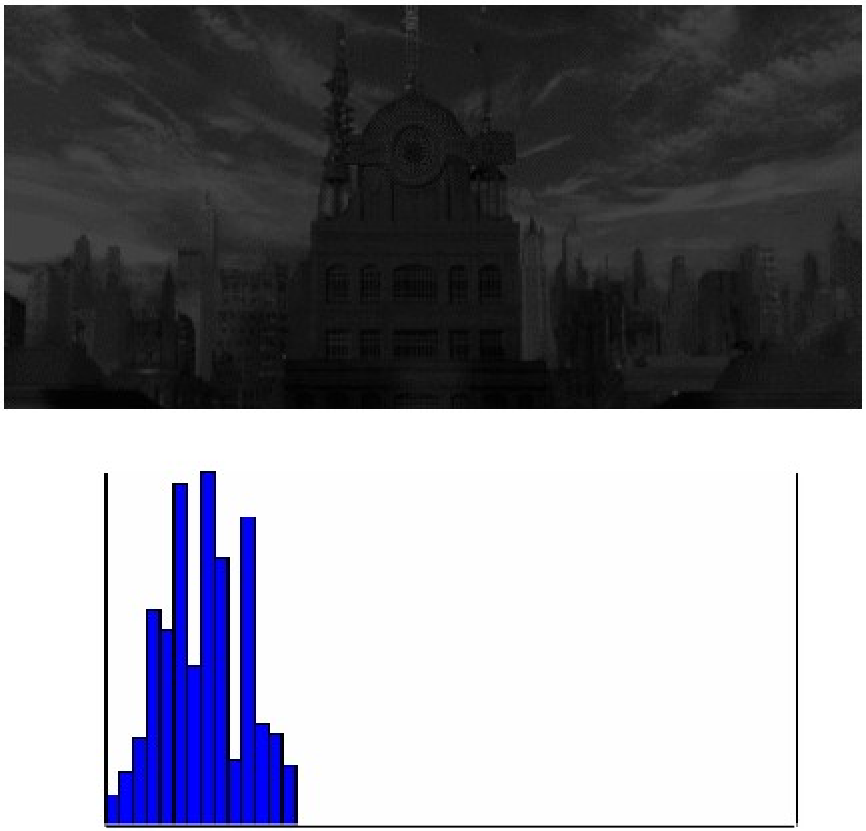


Image originale

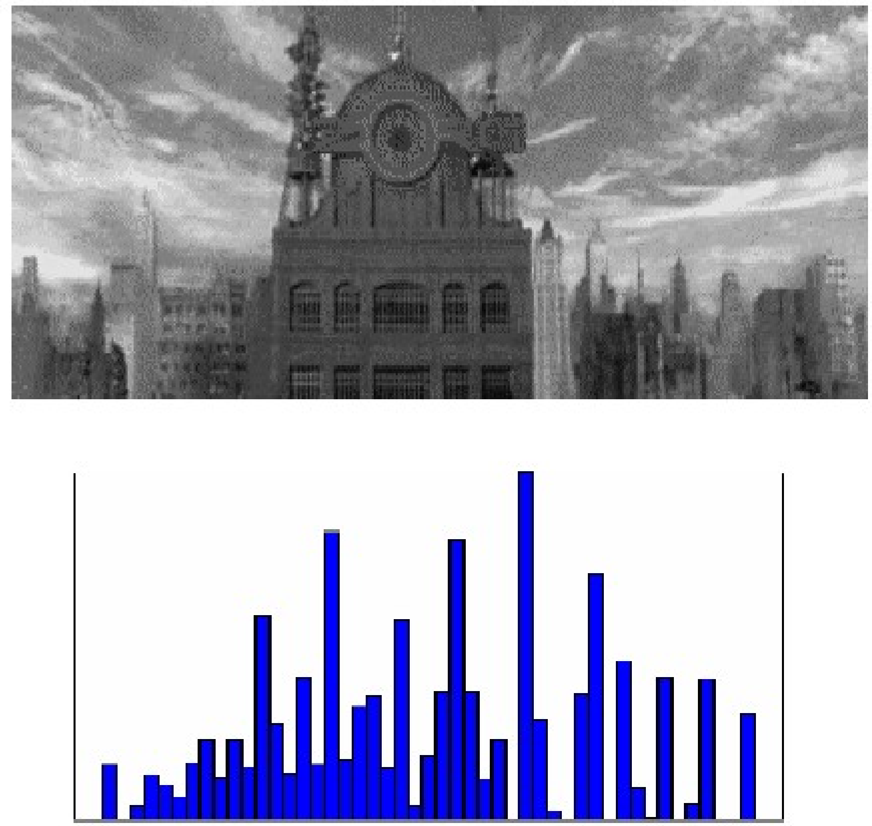
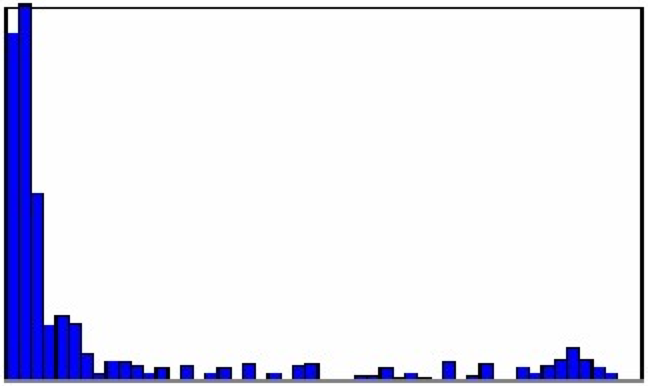


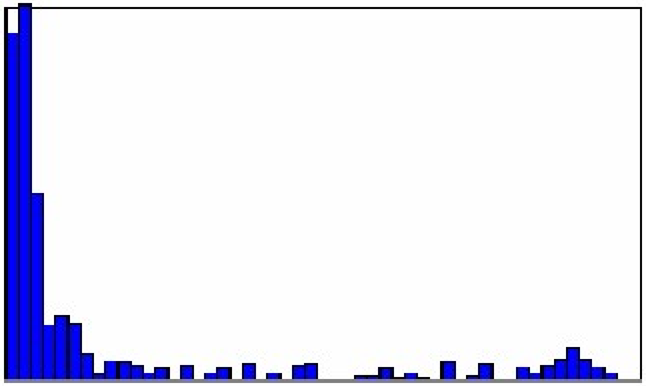
Image restaurée

CVIPTools : Utilities>Stats>Image Data Range + Enhancement>Histograms>Histogram Stretch

Source : www.crans.ens-cachan.fr/~genest/histogramme.pdf

Correction de la dynamique de l'image





Dans le cas où l'histogramme initial occupe toute la plage de dynamique, aucun changement n'est visible.

Source : www.crans.ens-cachan.fr/~genest/histogramme.pdf

Egalisation de l'histogramme

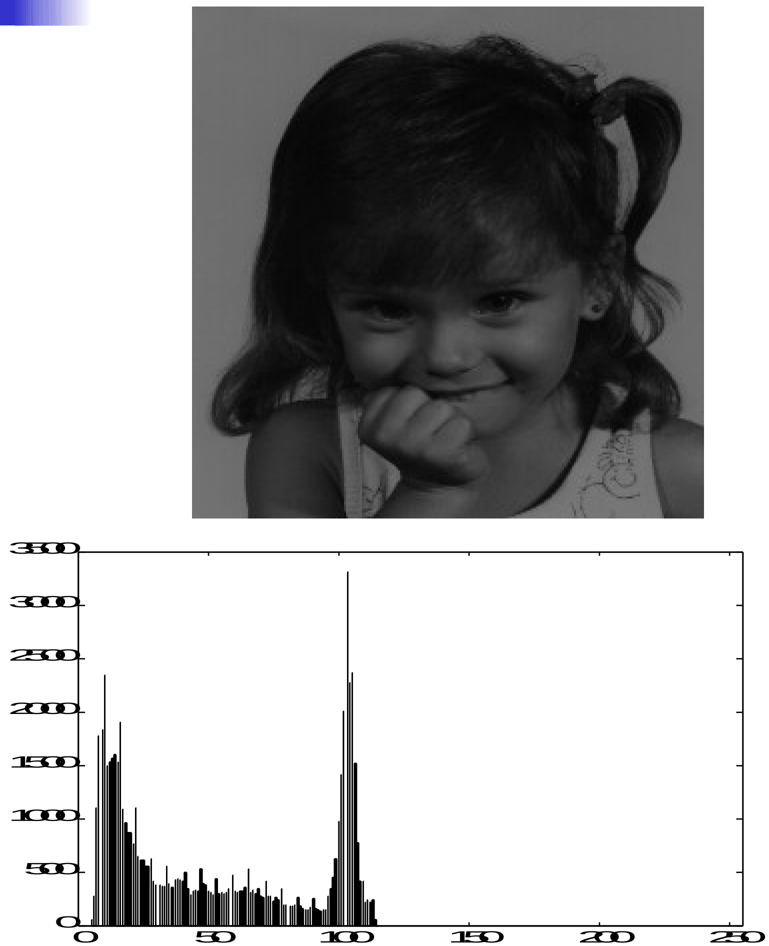


Image originale

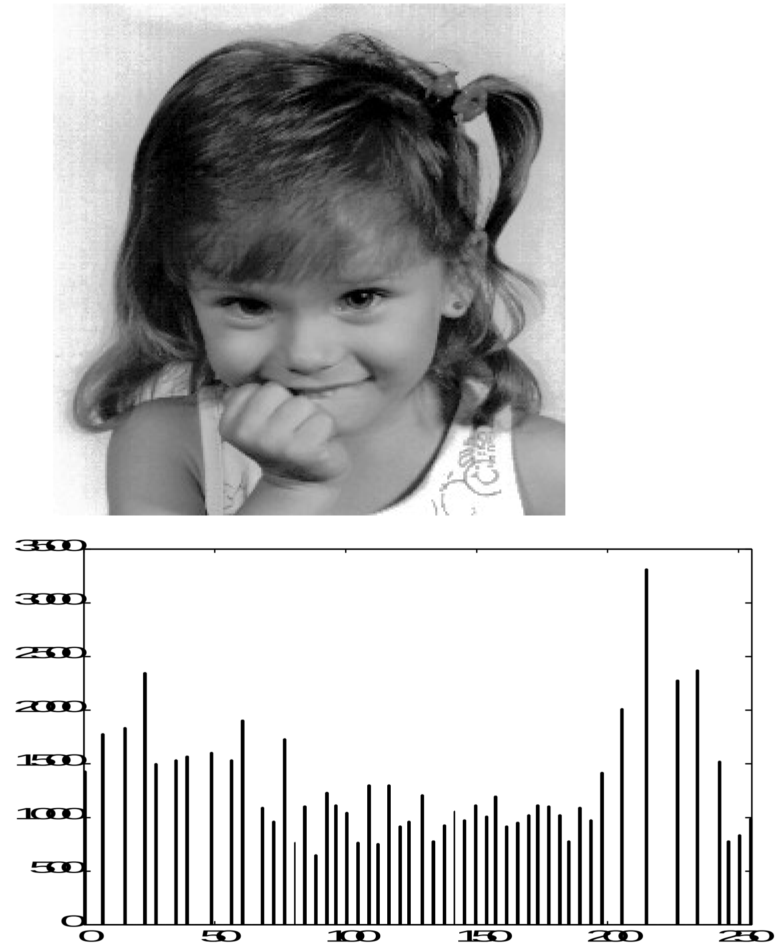


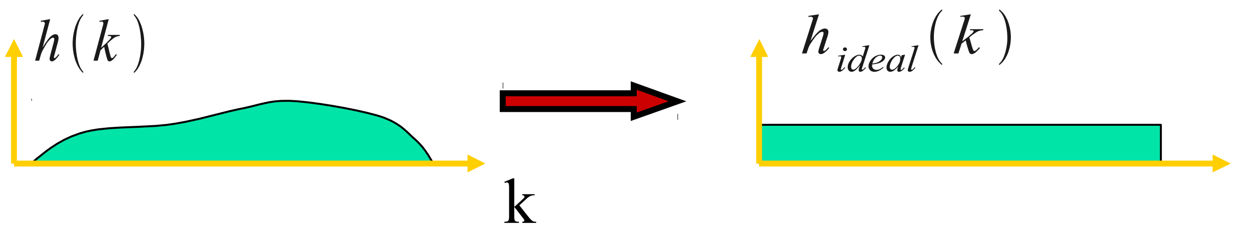
Image plus contrastée

CVIPTools : Enhancement>Histograms>Histogram Equalization

Source : Tal Hassner. Computer Vision. Weizmann Institute of Science (Israel).

Egalisation de l'histogramme

- Pour améliorer le contraste, on cherche à aplanir l'histogramme

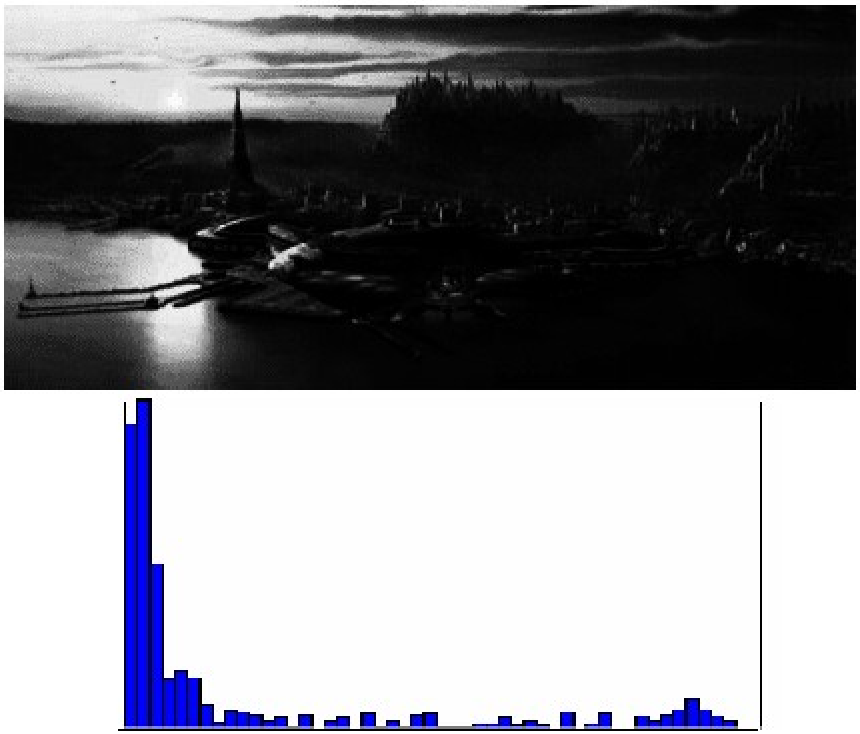


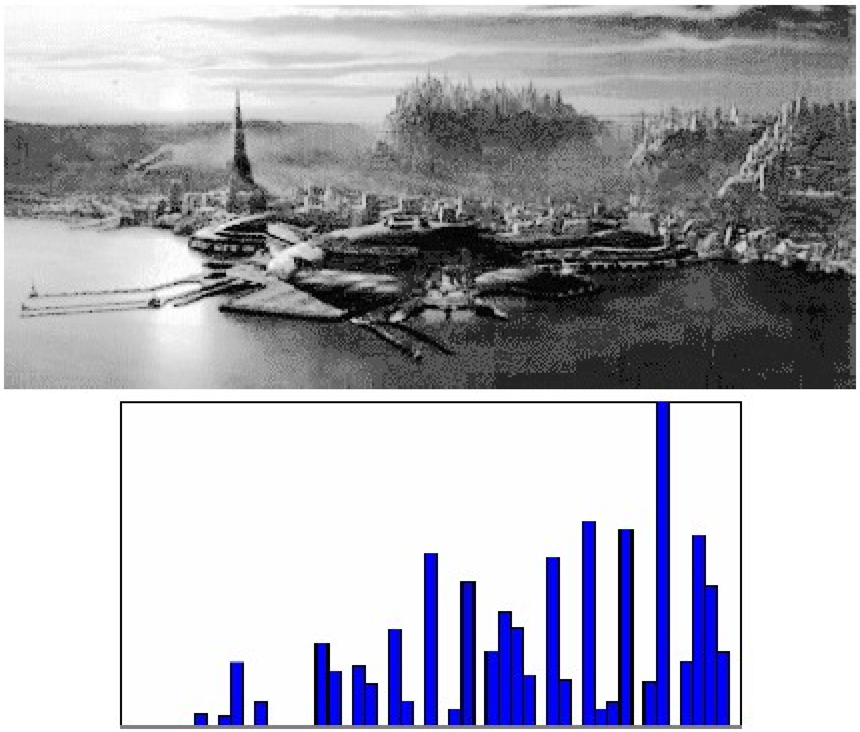
- Etape 1 : Calcul de l'histogramme $\quad h(i) \quad i \in [0, 255]$
- Etape 2 : Normalisation de l'histogramme $\quad h_n(i) = \dfrac{h(i)}{Nbp} \quad i \in [0, 255]$
  (Nbp : nombre de pixels de l'image)
- Etape 3 : Densité de probabilité normalisé $\quad C(i) = \sum_{j=0}^{i} h_n(j) \quad i \in [0, 255]$
- Etape 4 : Transformation des niveaux de gris de l'image

$$f'(x,y) = C(f(x,y)) \times 255$$

Note : voir ImAnalyse pour des exemples d'histogrammes cumulés

Egalisation de l'histogramme

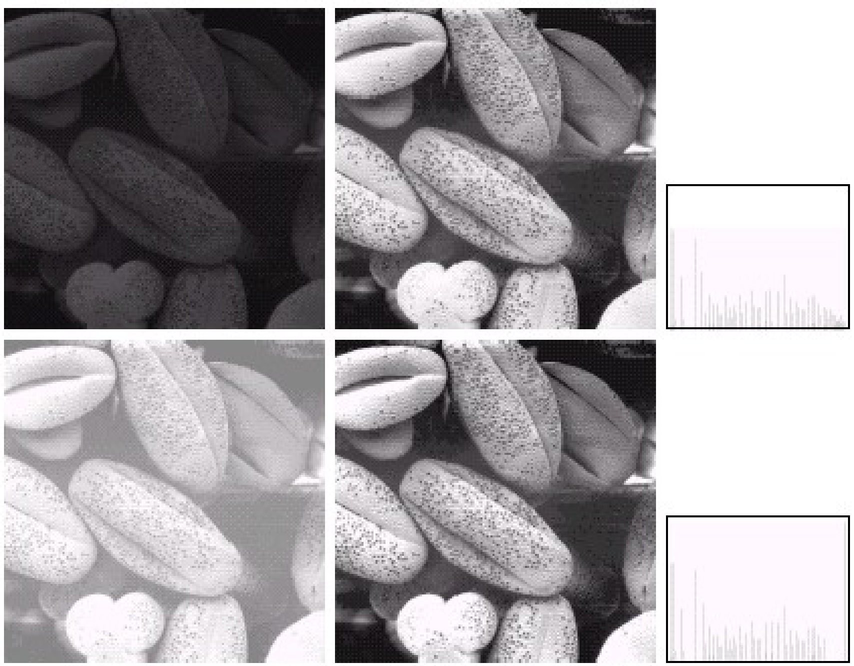


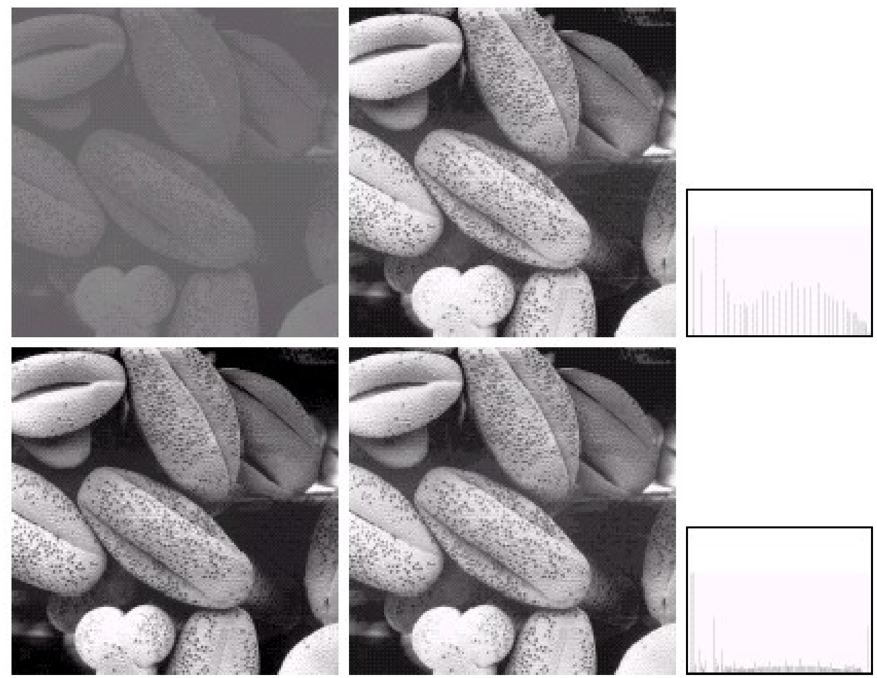


L'égalisation d'histogramme peut améliorer une image là où la correction de dynamique de l'histogramme est inefficace.

Egalisation de l'histogramme

Si on prend la ***même image*** *avec des* ***contrastes différents****, l’égalisation d’histogramme donne le* ***même résultat*** *pour toutes les images.*





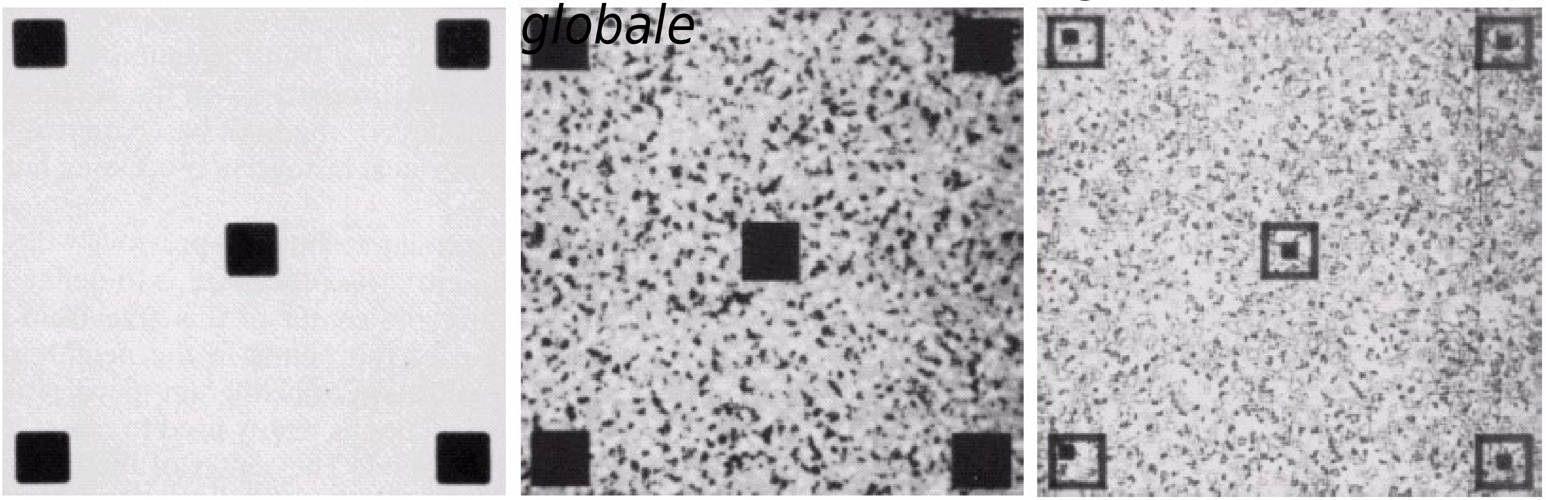
a b c

FIGURE 3.17 (a) Images from Fig. 3.15. (b) Results of histogram equalization. (c) Corresponding histograms.

Source : Gonzalez and Woods. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 2002.

Egalisation (locale) de l'histogramme

Image originale *Egalisation globale* *Egalisation locale*



a b c

FIGURE 3.23 (a) Original image. (b) Result of global histogram equalization. (c) Result of local histogram equalization using a 7 × 7 neighborhood about each pixel.

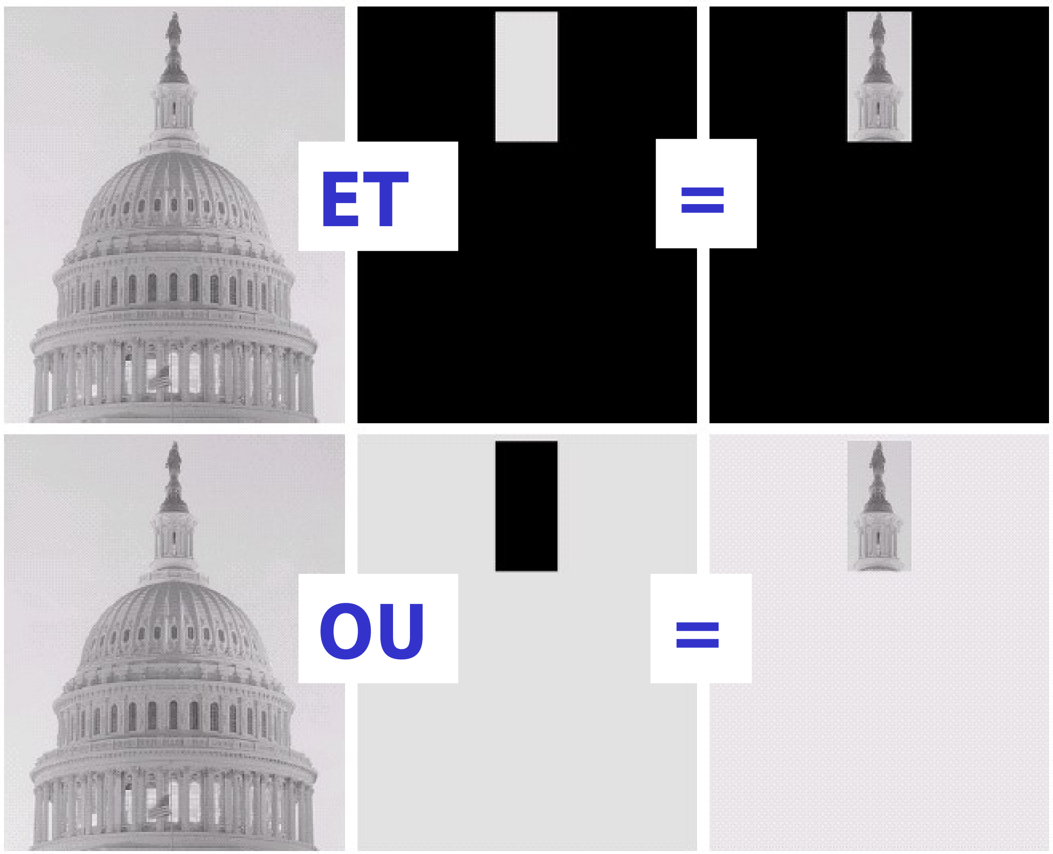
*L'égalisation **locale** de l'histogramme est faite en prenant une fenêtre de 7x7 autour de chaque pixel.*

CVIPTools : Enhancement>Histograms>Local Equalization

Source : Gonzalez and Woods. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 2002.

Opérations sur les images (ET,OU)

Les opérations logiques fonctionnent aussi sur les images.



a b c
d e f

FIGURE 3.27 (a) Original image. (b) AND image mask. (c) Result of the AND operation on images (a) and (b). (d) Original image. (e) OR image mask. (f) Result of operation OR on images (d) and (e).

CVIPTools : Utilities>Arith/Logic>{AND,OR}

Source : Gonzalez and Woods. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 2002.

Opérations sur les images (ET,OU)

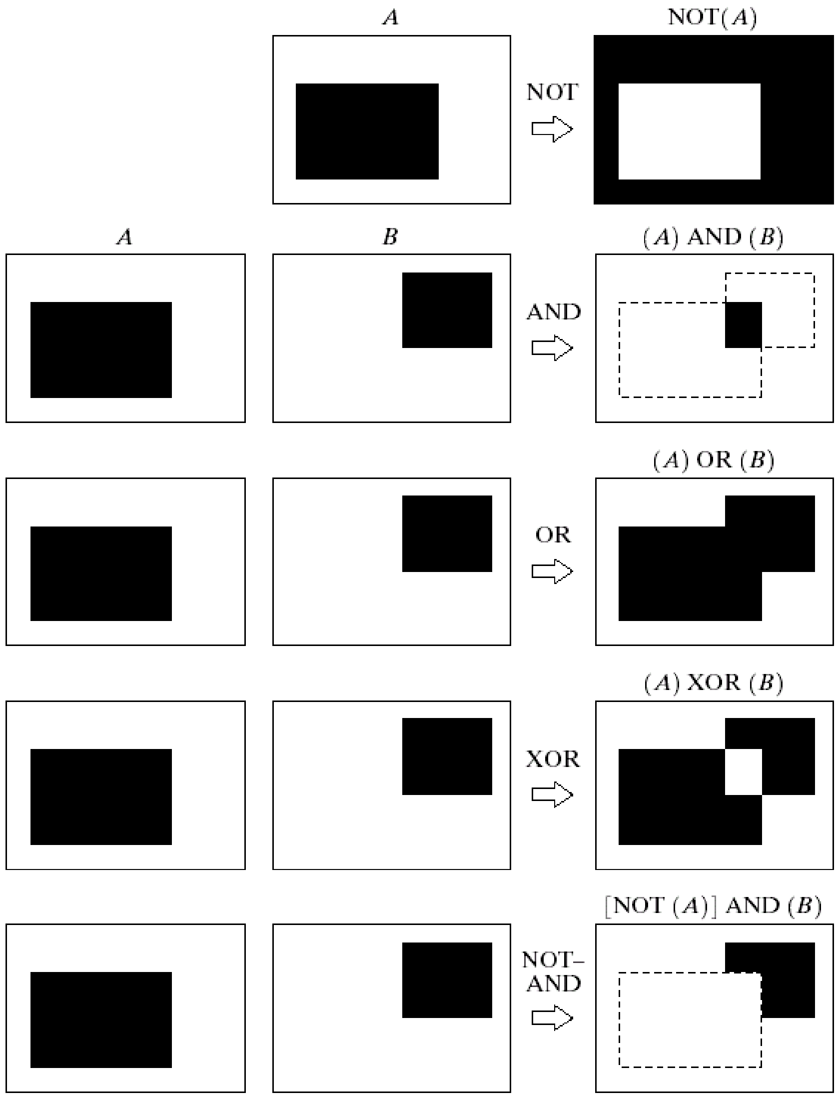


FIGURE 9.3 Some logic operations between binary images. Black represents binary 1s and white binary 0s in this example.

Source : Gonzalez and Woods. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 2002.

Addition d'images

- Si f et g sont deux images, on peut définir l'addition R pixel à pixel de ces deux images par :

  $$R(x,y) = \mathrm{Min}(\ f(x,y)+g(x,y)\ ;\ 255\ )$$

- L'addition d'images peut permettre
  - De diminuer le bruit d'une vue dans une série d'images
  - D'augmenter la luminance en additionnant une image avec elle-même

CVIPTools : Utilities>Arith/Logic>Add

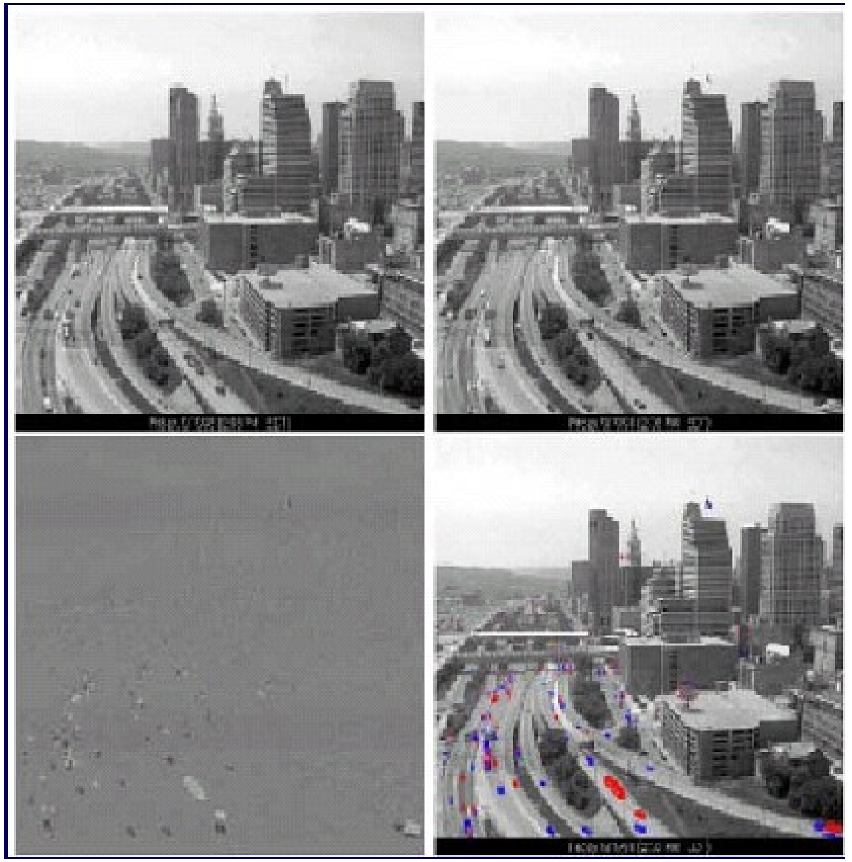
Source : Eric Favier. L'analyse et le traitement des images. ENISE.

Soustraction d'images

- On peut définir la soustraction S pixel à pixel de deux images f et g par :

  $S(x,y) = \mathrm{Max}(\ f(x,y)-g(x,y)\ ;\ 0\ )$

- La soustraction d'images peut permettre
  - Détection de défauts
  - Détection de mouvements



CVIPTools : Utilities>Arith/Logic>Substract

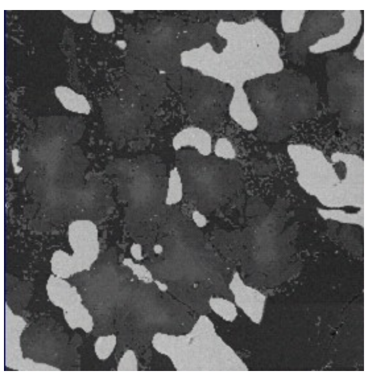
Source : Eric Favier. L'analyse et le traitement des images. ENISE.

Multiplication d'images

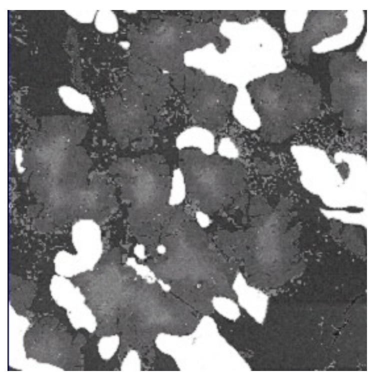
- La multiplication S d'une image f par un ratio (facteur) peut se définir par :

$$S(x,y) = Max(f(x,y)*ratio ; 255)$$

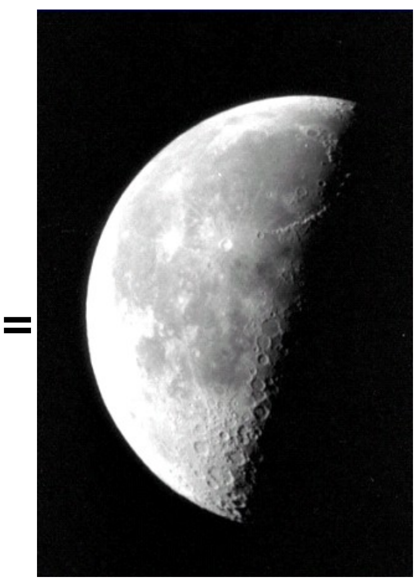
- La multiplication d'images peut permettre d'améliorer le contraste ou la luminosité



x1,5 =



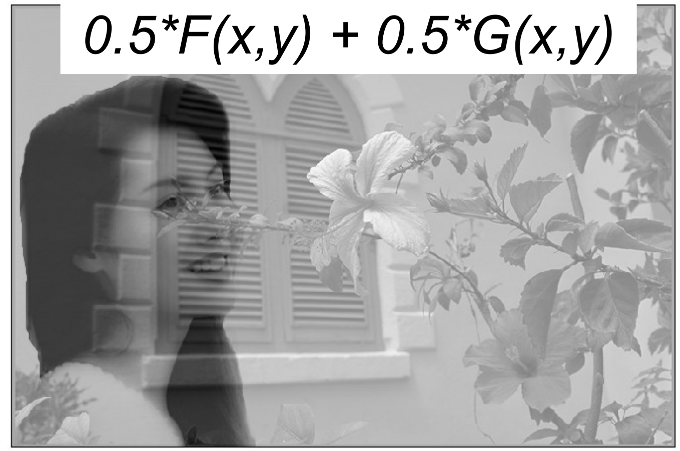
x1,2 =

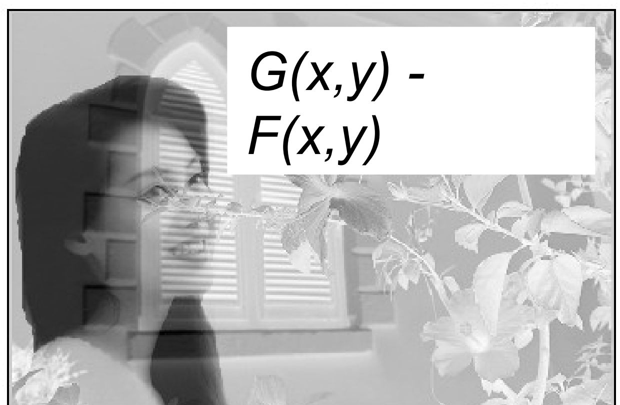


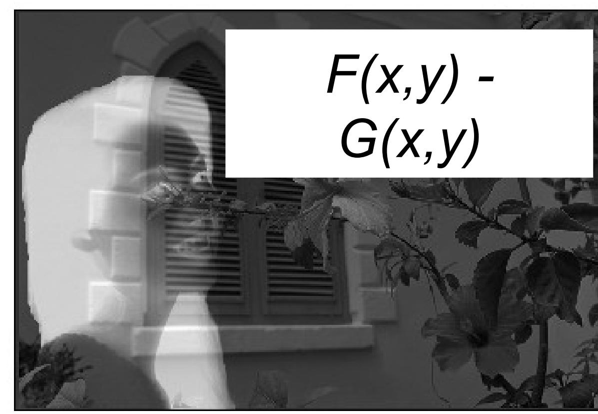
CVIPTools : Utilities>Arith/Logic>Multiply

Source : Eric Favier. L'analyse et le traitement des images. ENISE.

Opérations sur les images (+,-)







Source : www.nte.montaigne.u-bordeaux.fr/SuppCours/5314/Dai/TraitImage01-02.ppt

Interpolation d’images

Changement d'échelle (interpolation)

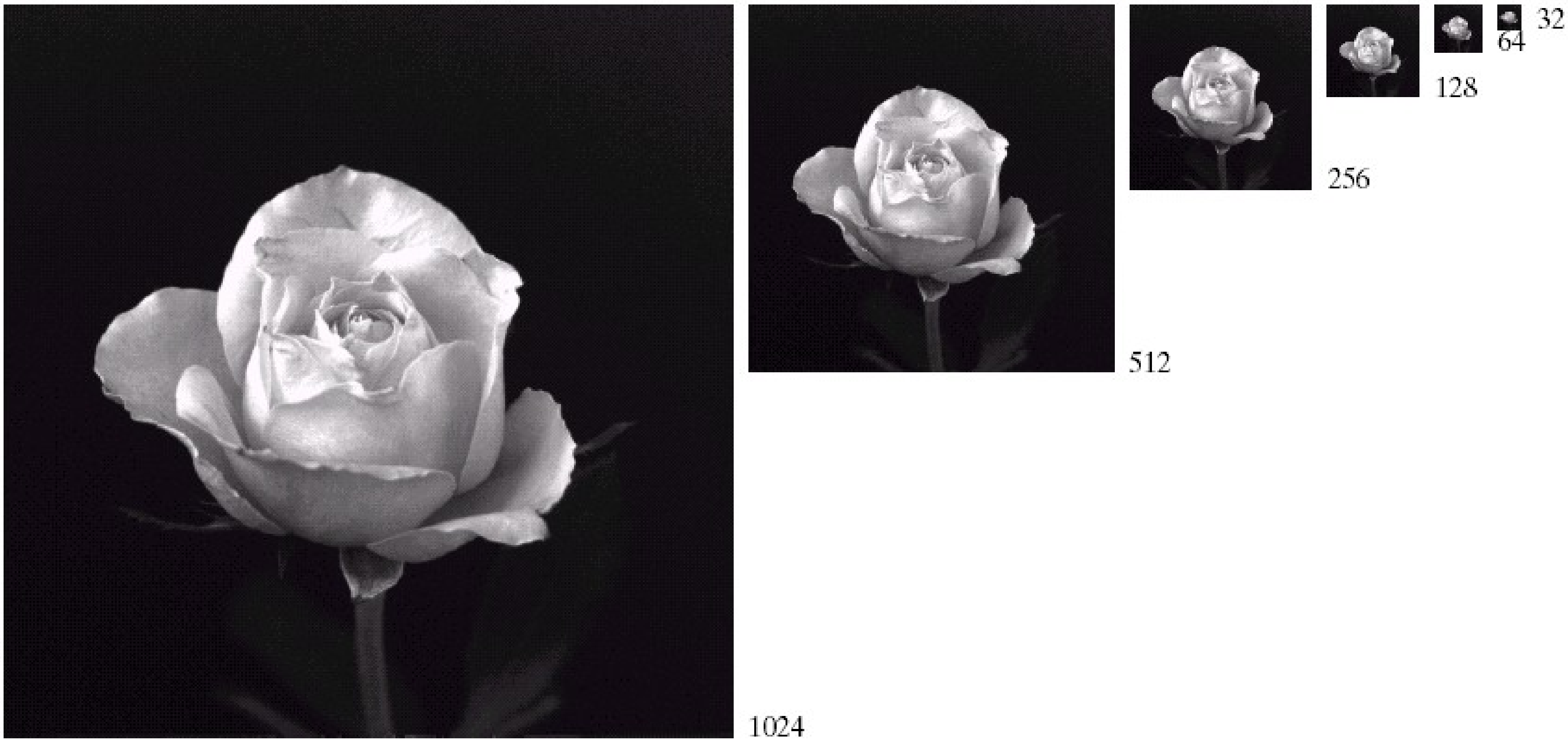


FIGURE 2.19 A 1024 × 1024, 8-bit image subsampled down to size 32 × 32 pixels. The number of allowable gray levels was kept at 256.

CVIPTools : Analysis>Geometry>Resize image

Source : Gonzalez and Woods. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 2002.

Interpolation du plus proche voisin

- Interpolation du plus proche voisin par copie des pixels
  - Copie de chaque colonne et de chaque rang

12	14
15	17

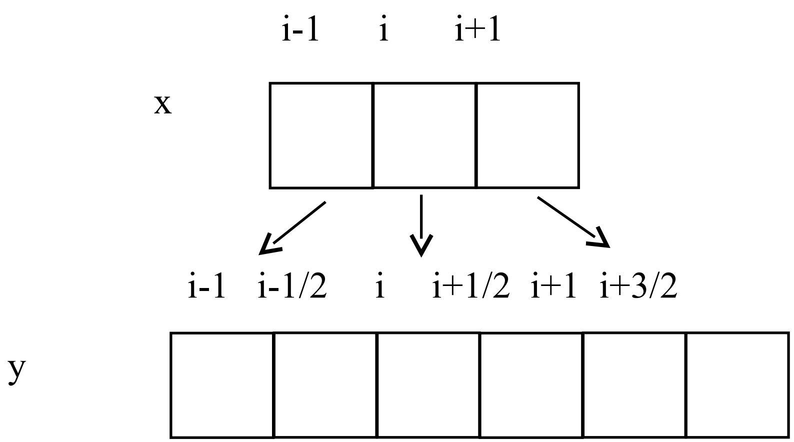
→

12	12	14	14
12	12	14	14
15	15	17	17
15	15	17	17

Interpolation bilinéaire

- Zoom !
- Interpolation bilinéaire
- Fonction bilinéaire de 4 pixels voisins (en 2D)

Principe 1D



$y_i = x_i$

$y_{i+1/2} = (x_i + xi_{+1})\ /2$

Problème pour le dernier point

$\Rightarrow$ extrapolation linéaire de :

$=2*x_N - x_{N-1}$

Source : www.dearesin.cicrp.jussieu.fr/dearesin/module7/TSSI/Doc Traitement Images/Poly_image/

Interpolation bicubique

Principe 1D

- Même raisonnement que précédemment sauf que

  $y_{i+1/2} = (-x_{i-1} + 9*x_i + 9*x_{i+1} - x_{i+2}) /16$

- Problèmes pour $y_{1/2}$, ainsi que pour les 2 derniers points
  - $\Rightarrow$ 2 extrapolations :
    - une parabolique à distance 1
    - une linéaire à distance 2

$$x_{-1} = 3*x_0 - 3*x_1 + x_2$$
$$x_N = 3*x_{N-1} - 3*x_{N-2} + x_{N-3}$$
$$x_{N+1} = 2*x_N - x_{N-1}$$

- Le facteur zoom peut être plus élevé, par exemple 3, ce qui donne pour une interpolation cubique :

$$y_{i+1/3} = (-5*x_{i-1} + 60*x_i + 30*x_{i+1} - 4*x_{i+2})/81$$
$$y_{i+2/3} = (-4*x_{i-1} + 30*x_i + 60*x_{i+1} - 5*x_{i+2})/81$$

Exemples d'interpolation

Plus proche voisin

Bilinéaire

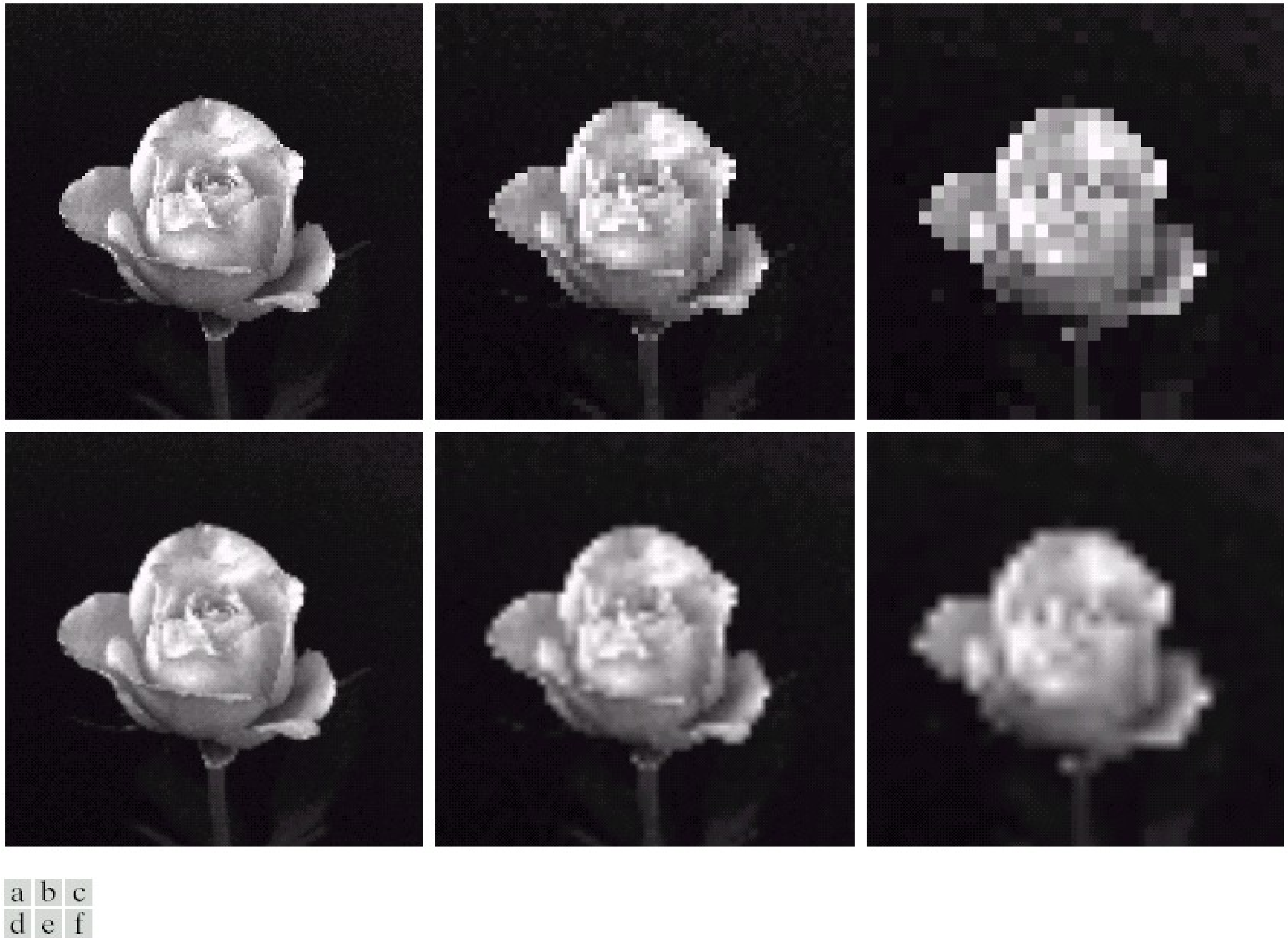
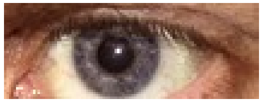


FIGURE 2.25 Top row: images zoomed from 128 × 128, 64 × 64, and 32 × 32 pixels to 1024 × 1024 pixels, using nearest neighbor gray-level interpolation. Bottom row: same sequence, but using bilinear interpolation.

Source : Gonzalez and Woods. Digital Image Processing. Prentice-Hall, 2002.

Changement d'échelle

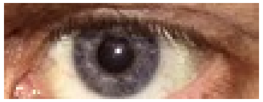


Plus proche voisin

Bilinéaire (4 voisins)

Source : Jacques-André Landry, Vision robotique (GPA669), ETS (Canada)

Changement d'échelle



Bilinéaire (4 voisins)

Bicubique (16 voisins)

Source : Jacques-André Landry, Vision robotique (GPA669), ETS (Canada)

Références

(voir aussi la page web du cours)

- Eric Favier. Cours sur L'analyse et le traitement des images ; Les principes de la vision assistée par ordinateur. ENISE (France).
  - http://www.enise.fr/perso/favier/vision/indexvision.htm
  - Cours sur les traitements ponctuels : http://www.enise.fr/perso/favier/vision/traitements_ponctuels.pdf

- Caroline Rougier. Cours de Traitement d'images (IFT2730). Université de Montréal (Canada)
  - http://www-etud.iro.umontreal.ca/~rougierc/ift2730/
  - Chap 9 : Histogramme : étirements, égalisation, manipulation, seuillage : http://www-etud.iro.umontreal.ca/~rougierc/ift2730/cours/Cours9_IFT2730_2008_2.pdf