

Traitement Numérique de l'Image

Pré-Traitements

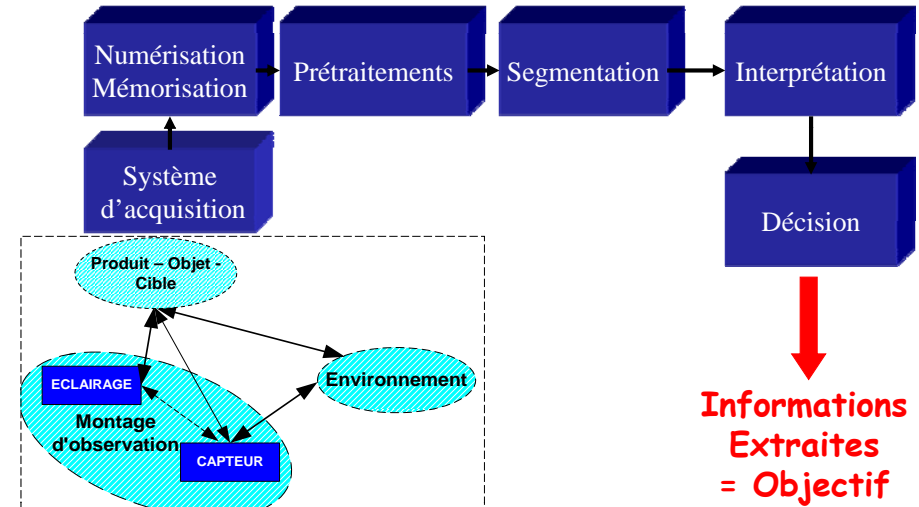
TELECOM Nancy 2^{ème} Année

Vincent Bombardier
(MdC HC 61^{ème} Section)

Centre de Recherche en Automatique de Nancy -UMR CNRS 7039-
Département: Ingénierie des Systèmes Eco-Technique
Projet Systèmes Intelligents Ambiants

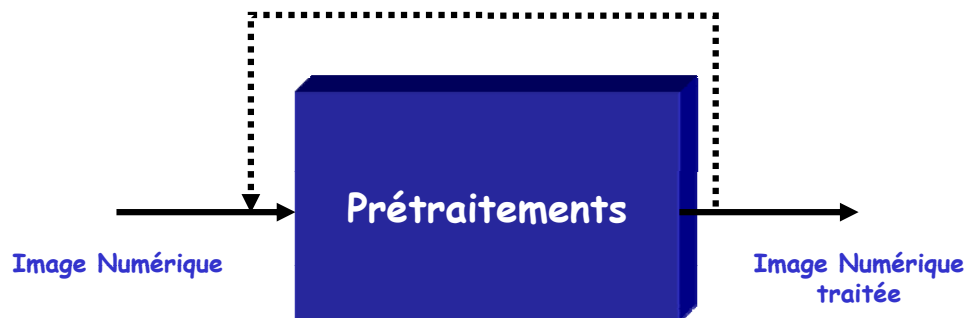
Pré-traitements :

Modèle de vision artificielle



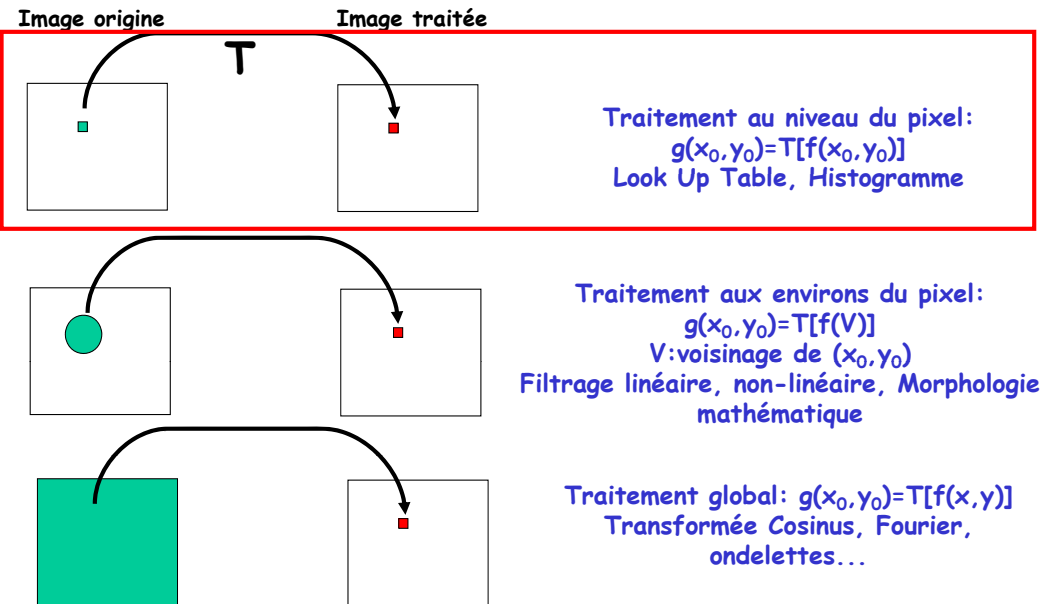
Pré-traitements : Modèle de vision artificielle

- Choisis en fonction d'un objectif précis :
 - ↳ Amélioration, Restauration, Détection de contours, Classification, Compression, ...

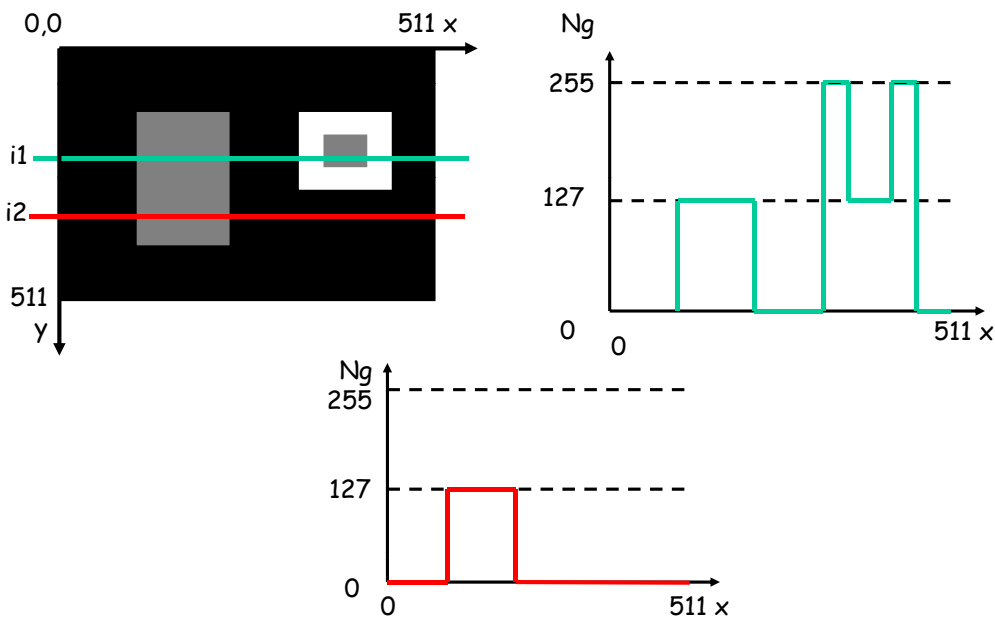


Pré-traitements :

3 catégories de traitements



Pré-traitements : Profil de ligne

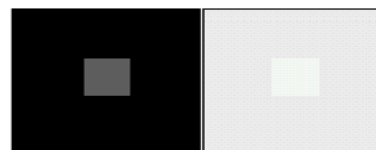


Pré-traitements : Contraste - Brillance - Intensité

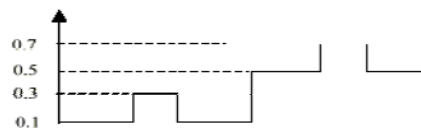
- Mesure *relative* des différences dans l'image

$$C = \left| \frac{I_p - I_n}{I_n} \right|$$

$$C = \Delta B \approx \frac{\Delta I}{I}$$



$$C = \left| \frac{0.3 - 0.1}{0.1} \right| = 2 \quad C = \left| \frac{0.7 - 0.5}{0.5} \right| = 0.4$$

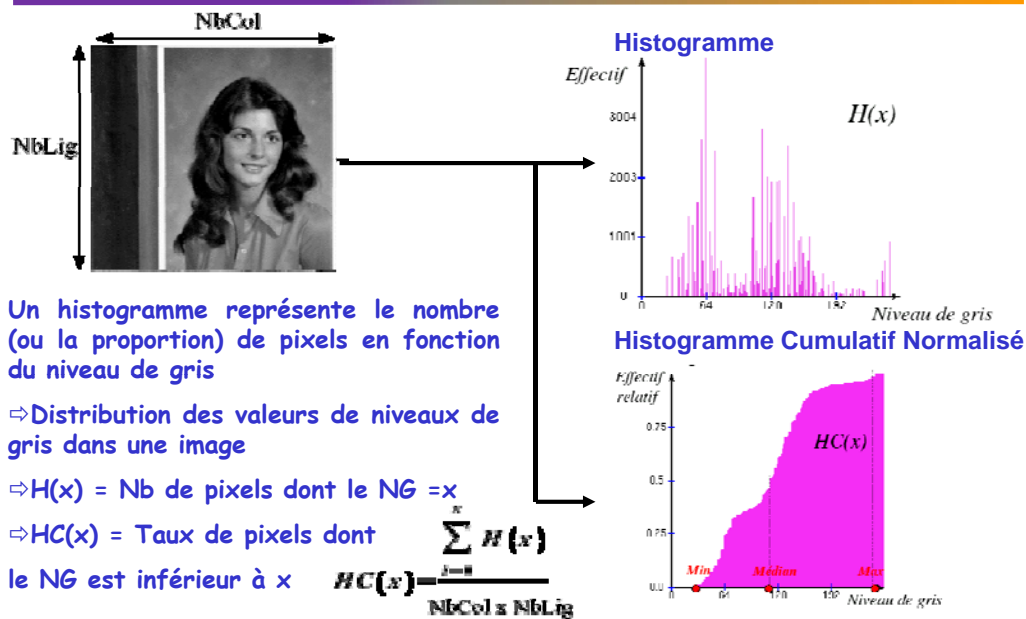


Autres définitions :

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

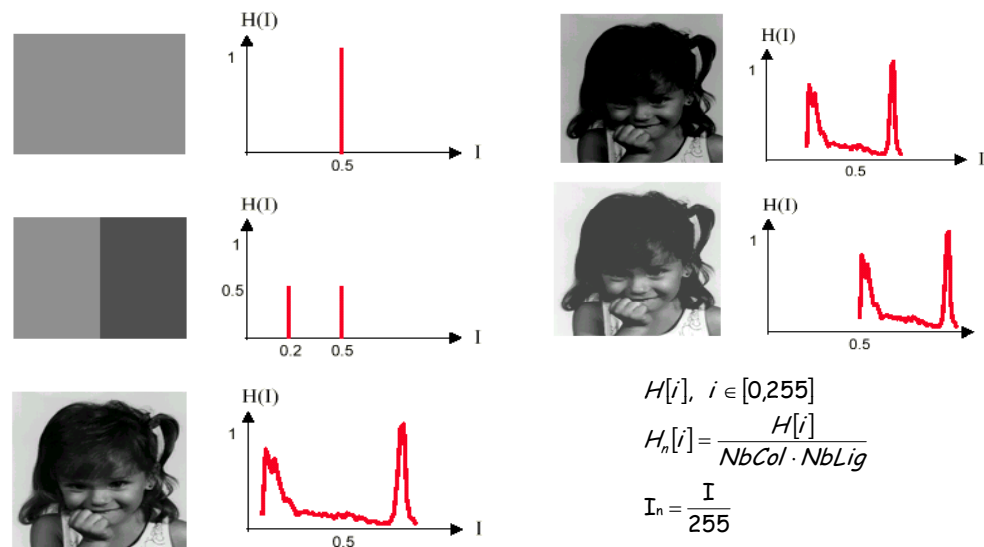
$$C = \frac{\max[I(i,j)] - \min[I(i,j)]}{\max[I(i,j)] + \min[I(i,j)]}$$

Pré-traitements : Histogramme

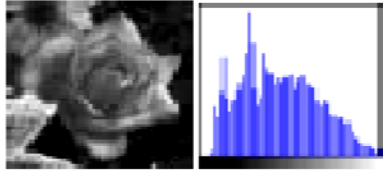


Pré-traitements : Histogramme

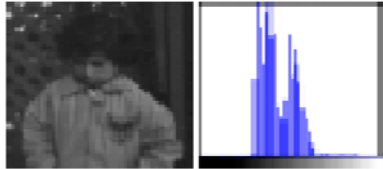
Histogrammes normalisés



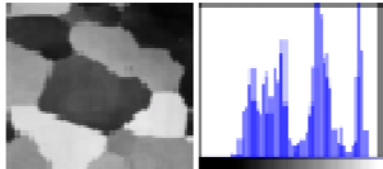
Pré-traitements : Exemples d'histogrammes



Exemple d'histogramme bien réparti



Une image mal contrastée a un histogramme concentré sur une sous partie des intensités disponibles



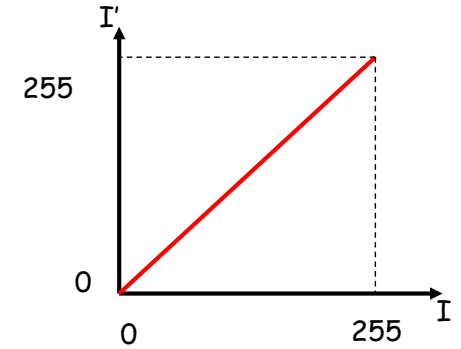
Des regroupements ou pics dans l'histogramme peuvent indiquer des structures ou objets dans l'image

Pré-traitements : Table de Transfert (LUT)

→ Utilisation d'une Table de Transfert ou LUT (Look Up Table)

/* Initialisation de la LUT à *rampe croissante* */
 Pour $i=0$ à 255
 $LUT[i] = i;$

/* Application de la LUT */
 Pour $i=1$ à nblig
 Pour $j=1$ à nbcoll
 $I'(i,j) = LUT[I(i,j)];$



I : Niveau de Gris d'entrée

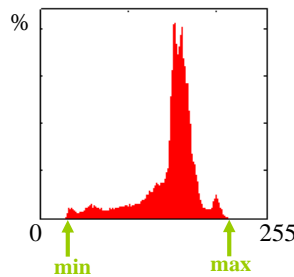
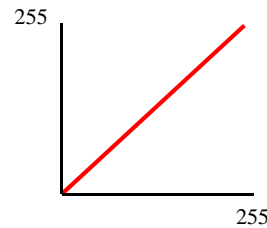
I' : Niveau de Gris de Sortie

$$I'(x,y) = F(I(x,y))$$

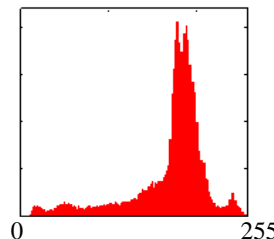
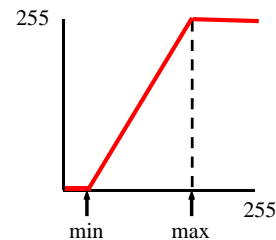
Pré-traitements : Expansion de dynamique



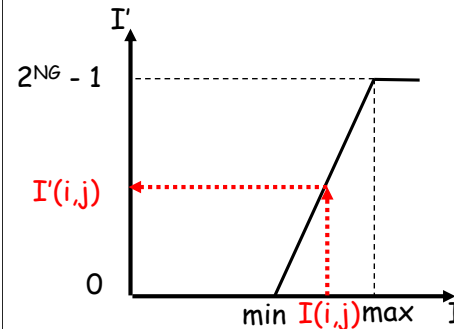
LUT Identité



LUT Expansion de Dynamique



Pré-traitements : Expansion de dynamique



→ Implémentation

/* Initialisation de la LUT */
 Pour $i=0$ à $2^{NG} - 1$
 $LUT[i] = (2^{NG} - 1) * (i - \min I) / (\max I - \min I);$

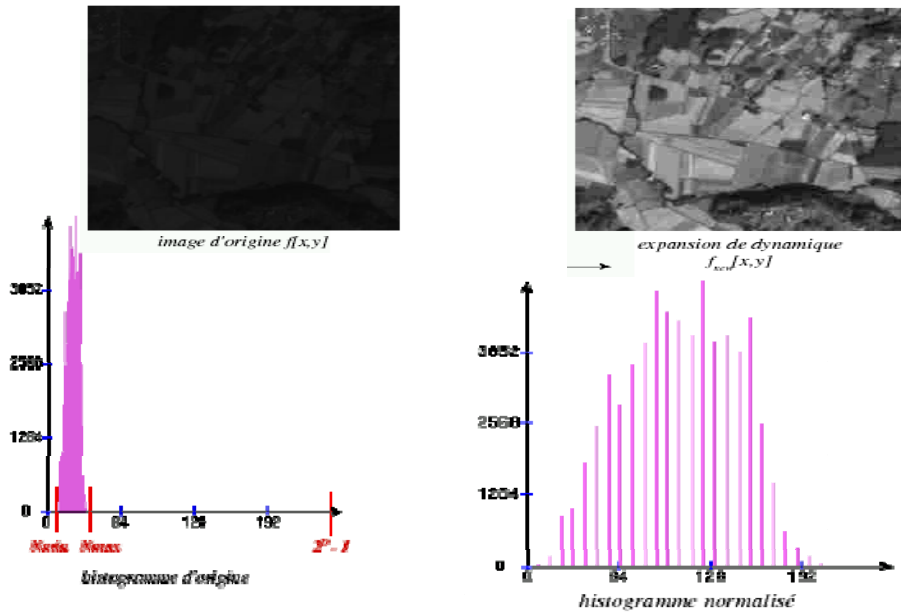
/* Application de la LUT */
 Pour $i=1$ à nblig
 Pour $j=1$ à nbcoll
 $I'(i,j) = LUT[I(i,j)];$

$$\frac{\max - \min}{I(i,j) - \min} = \frac{(2^{NG} - 1) - 0}{I'(i,j) - 0}$$

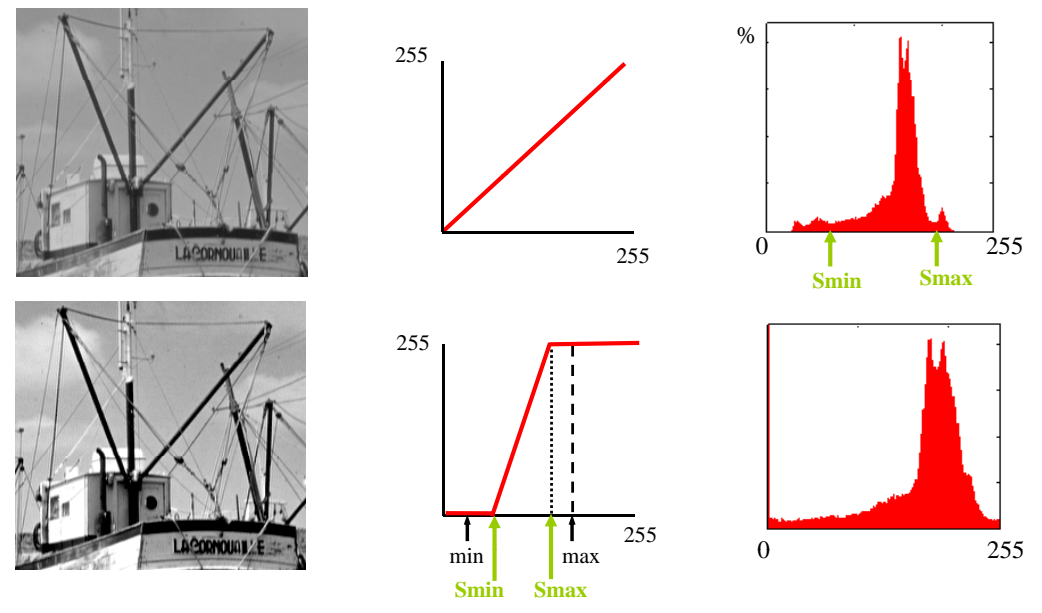
Alors

$$I'(i,j) = \frac{(2^{NG} - 1)}{\max - \min} (I(i,j) - \min) \quad \text{avec} \quad \frac{(I(i,j) - \min)}{\max - \min} \in [0,1]$$

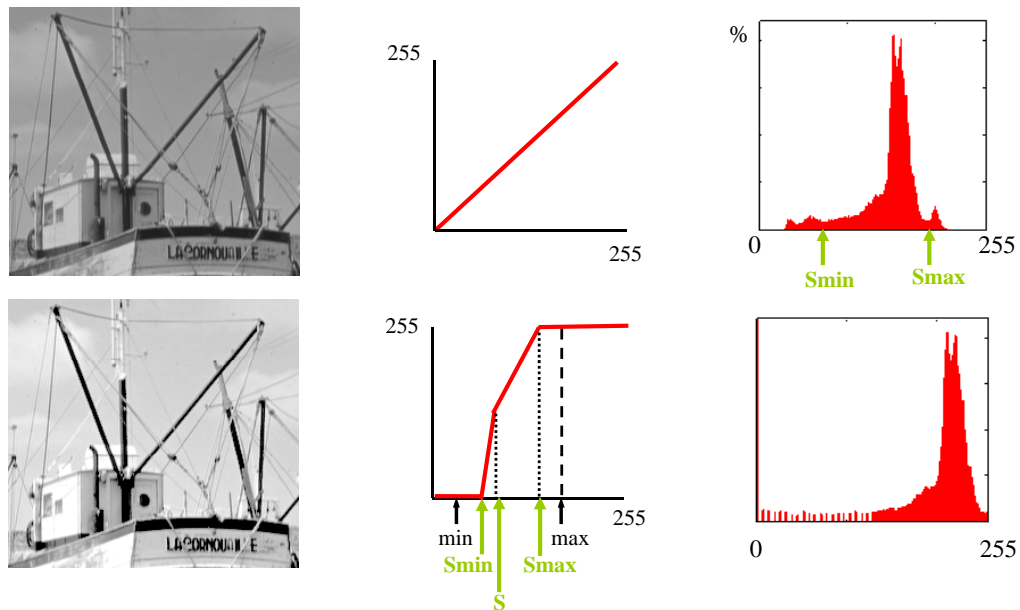
Pré-traitements : Expansion de dynamique



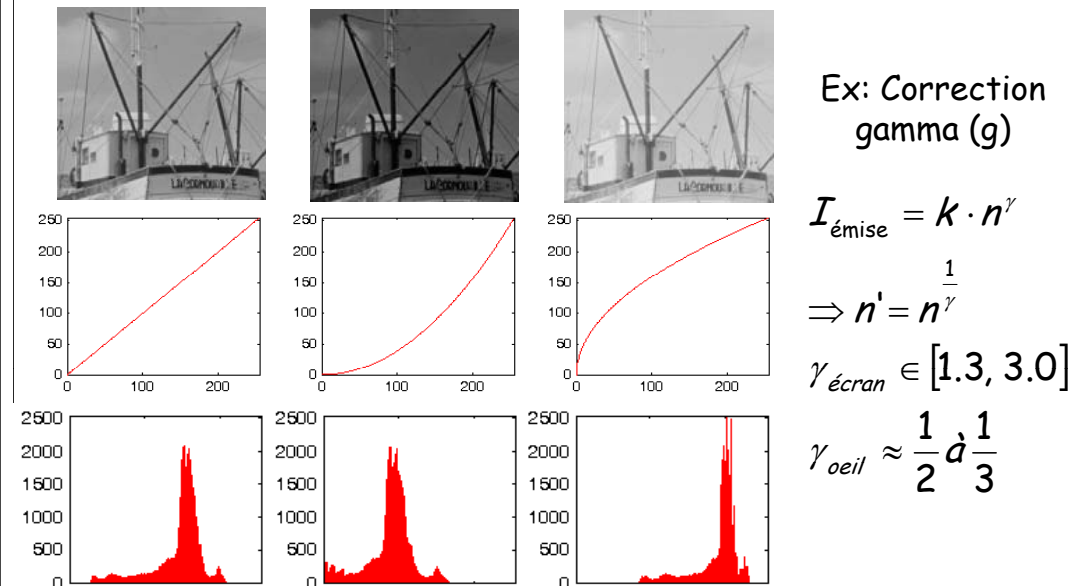
Pré-traitements : Transformation linéaire avec saturation



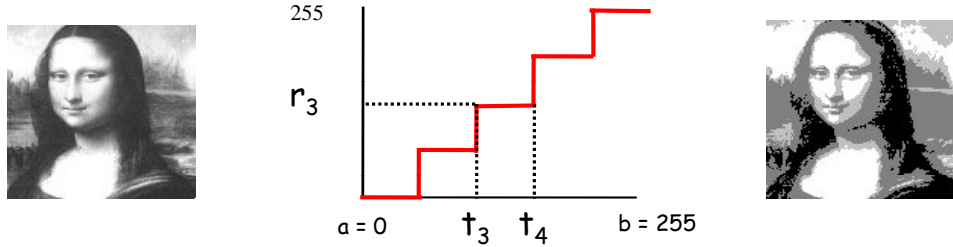
Pré-traitements : Transformation linéaire par morceaux



Pré-traitements : Transformation non-linéaire



Pré-traitements : Re - Quantification



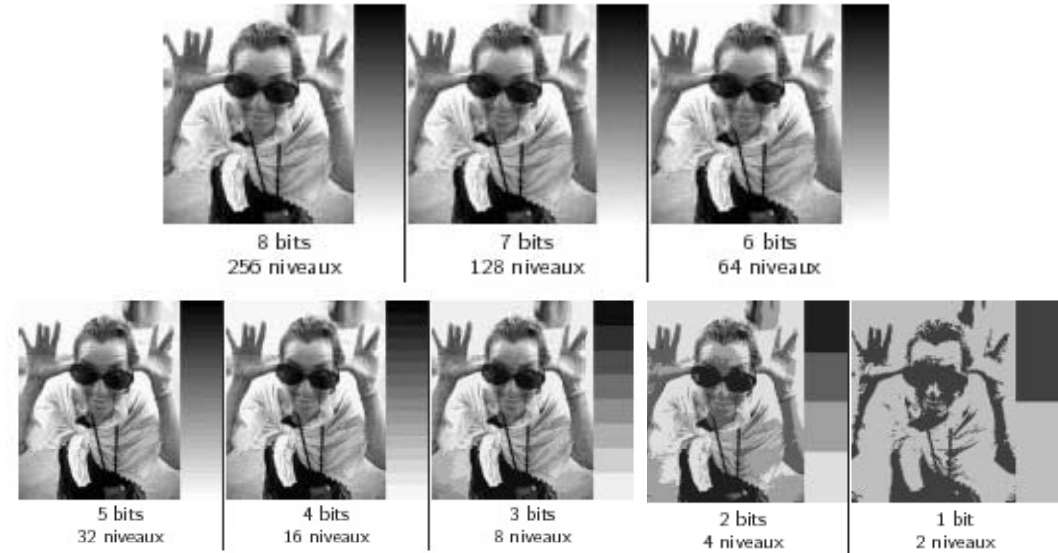
On veut quantifier les valeurs originales en N niveaux. Les valeurs de transition T_k et de reconstruction R_k sont données par :

$$T_k = (k - 1) * W \quad \text{avec} \quad W = (b - a) / N$$

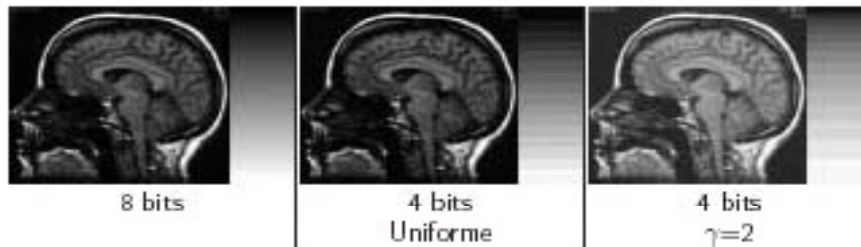
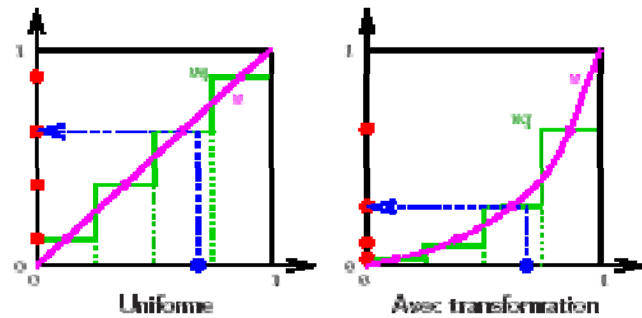
$$R_k = T_k * \frac{N}{N - 1} \quad \text{pour} \quad k = 1 .. N$$

L'intervalle $(b-a)/N = T_k - T(k-1)$ est constant, et est appelé l'intervalle de quantification.

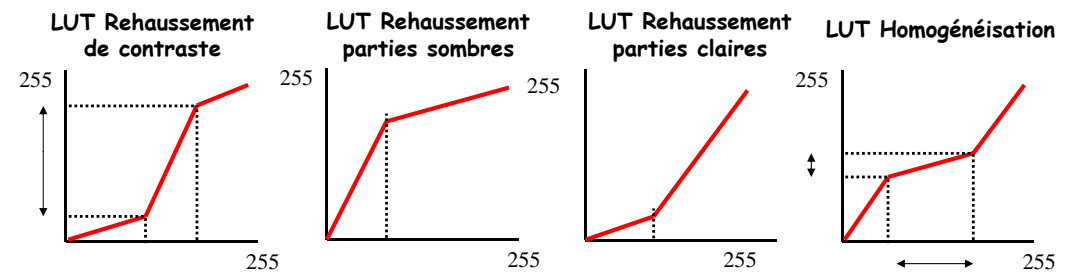
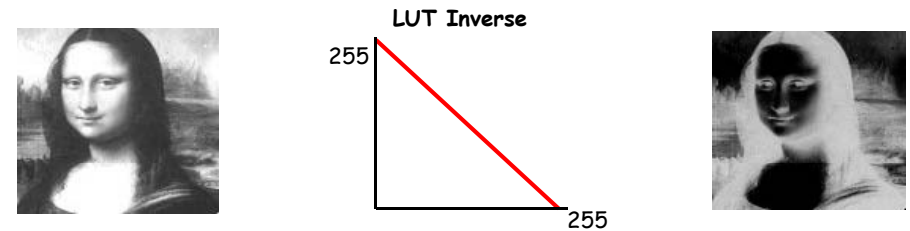
Pré-traitements : Quantification : exemple



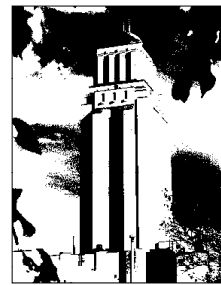
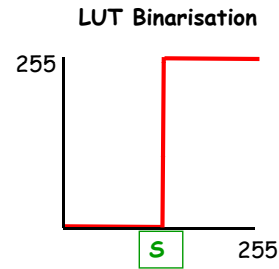
Pré-traitements : Quantification non-uniforme



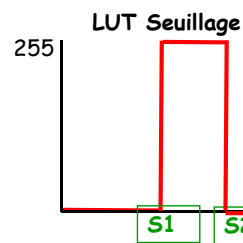
Pré-traitements : Autres



Pré-traitements : Binarisation - Seuillage

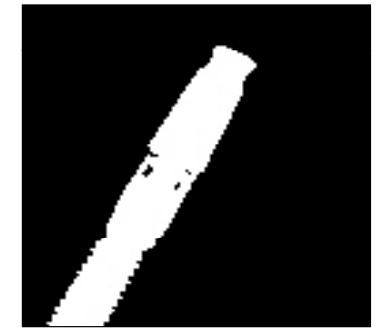
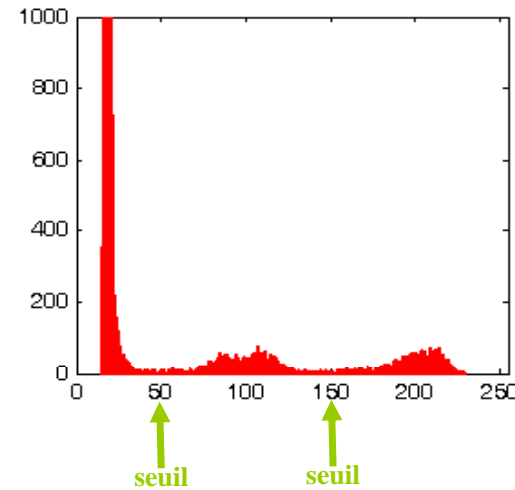


$$I'(i,j) = 255 \text{ si } I(i,j) > \text{seuil} \quad I'(i,j) = 0 \text{ sinon}$$

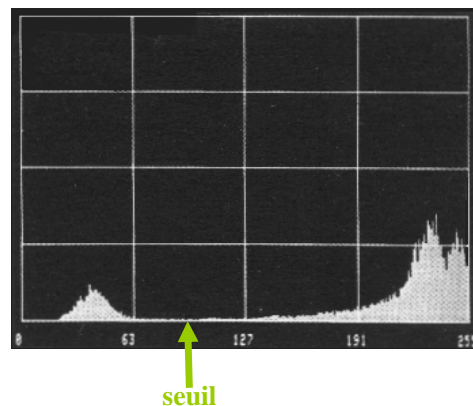
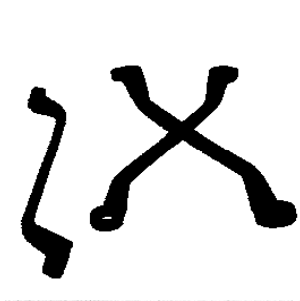


$$I'(i,j) = 255 \text{ si } s2 > I(i,j) > s1 \\ I'(i,j) = 0 \text{ sinon}$$

Pré-traitements : Choix de seuil par histogramme

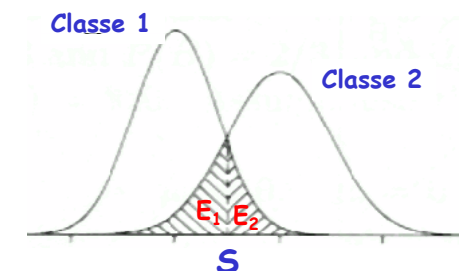


Pré-traitements : Choix des seuils optimaux (1 seuil) (minimisation de la probabilité d'erreur)



Pré-traitements : Choix des seuils (optimaux)

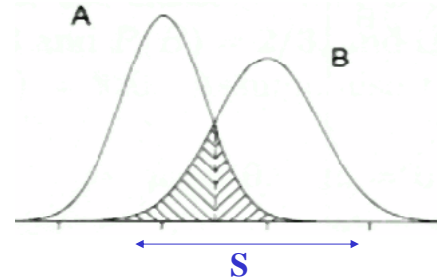
- 2 surfaces (arrière-plan et objet) dans une image
- Si nous supposons des modèles mathématiques pour les distributions (gaussiennes etc.)
- On peut déterminer la probabilité d'erreur de classification dans les classes 1 et 2 (surfaces 1 et 2)
- On cherche alors un seuil S qui causera une erreur minimale



Pré-traitements :

Algorithme de Otsu

- On balaie toutes les valeurs de seuil possible S
- Pour chaque seuil S :
 - ↪ On calcule les moyennes et les variances de chaque classe
 - ↪ On s'intéresse à la variance intra-classes



Moyennes : μ_1 et μ_2
 Variances : σ_1^2 et σ_2^2
 Variance Intra-classes :
 $\sigma_w^2 = P_1 \cdot \sigma_1^2 + P_2 \cdot \sigma_2^2$
 Le seuil optimal est celui qui donne σ_w minimum

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{S} \sum_{i=0}^{S-1} (H(i) - \mu_1)^2$$

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{256-S} \sum_{i=S}^{255} (H(i) - \mu_2)^2$$

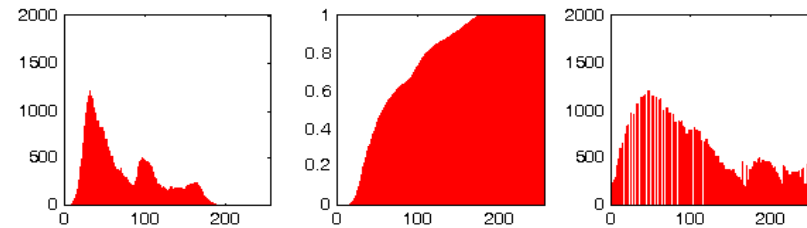
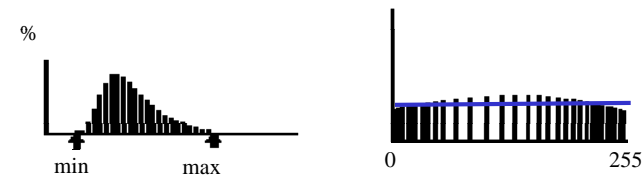
$$\mu_1 = \frac{1}{S} \sum_{i=0}^{S-1} h(i) \quad P_1 = \frac{1}{NbLig \cdot NbCol} \sum_{i=0}^{S-1} H(i)$$

$$\mu_2 = \frac{1}{256-S} \sum_{i=S}^{255} h(i) \quad P_2 = \frac{1}{NbLig \cdot NbCol} \sum_{i=S}^{255} H(i)$$

- Basé sur le fait que les classes sont bien définies et regroupées

Pré-traitements :

Égalisation d'histogramme



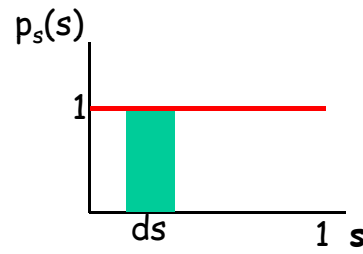
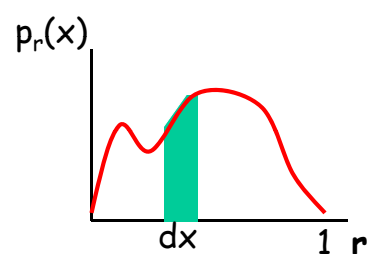
Pré-traitements :

Cas continu

- Définition : Pour une variable aléatoire continue, et dans le cas courant où Ω est un intervalle $[a, b] \subseteq \mathbb{R}$, on définit la notion de fonction de répartition F de X comme :

$$F(x) = P(X < x) = \int_a^x p_x(t) dt = HC(x)$$

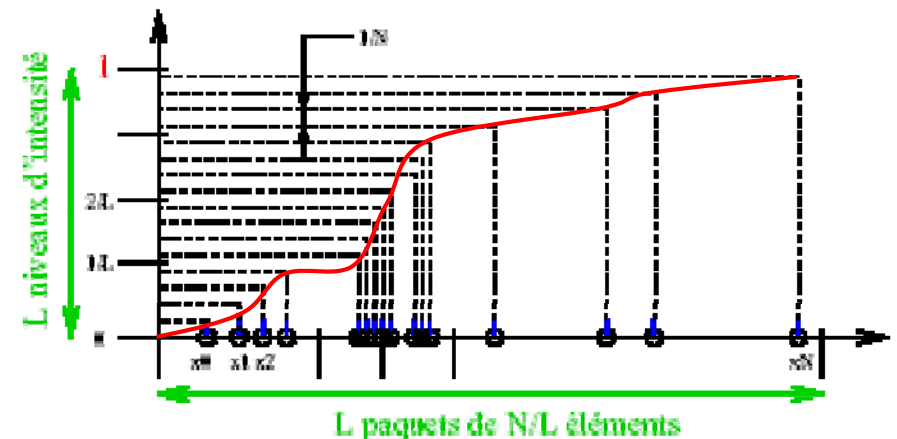
- En discret on parlera d'histogramme cumulé



Pré-traitements :

Interprétation intuitive

- L'égalisation revient à grouper par paquets de L éléments les intensités de l'image de départ.
- L'image par HC de deux niveaux de gris successifs est séparée par la même distance.
- L'image par HC de x_k ($k < N/L$) est dans l'intervalle $[0, 1/L]$.



Pré-traitements : Implémentation cas discret

$$I'(i,j) = (2^{NG} - 1) \cdot \frac{HC(I(i,j))}{NbLig.NbCol}$$

Image I, S :

float H[256], phi[256] ;

% Calcul de l'histogramme (densité de probabilité)

H = Histogramme(I) ;

% Calcul de HC

Pour k=0 ; k<256 ; k++

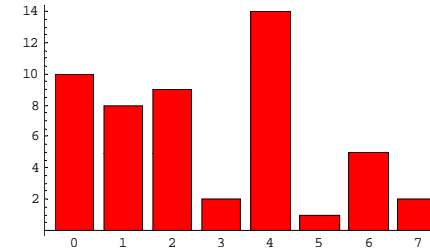
$$HC[k] = (2^{NG} - 1) \cdot \sum_{j=0}^{j=k} H[j]$$

% Appliquer la transformation S=HC[I]

Pour (i,j) dans l'image

$$S[i,j] = (\text{int}) HC[I[i,j]]$$

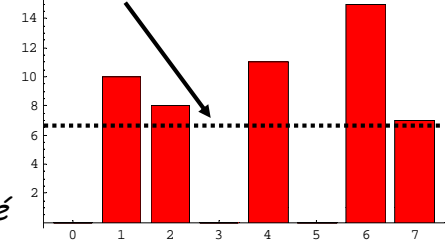
Pré-traitements : Cas discret



- Histogramme aussi plat *que possible*
- L'ordre des NdG est maintenu (monotone croissante)
- Les rectangles (barres) ne sont pas fragmentés (monotone croissante)

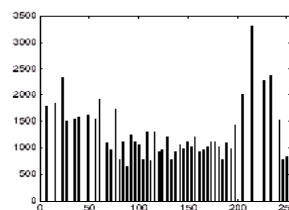
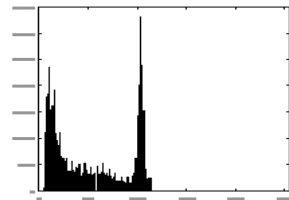
Valeur moyenne idéale:
51 pixels/8 NG=6.375

$$\begin{array}{lll} 10/51 \cdot 7 = 1.37 & 29/51 \cdot 7 = 3.98 & 49/51 \cdot 7 = 6.73 \\ 18/51 \cdot 7 = 2.47 & 43/51 \cdot 7 = 5.90 & 51/51 \cdot 7 = 7.0 \\ 27/51 \cdot 7 = 3.7 & 44/51 \cdot 7 = 6.04 & \end{array}$$



$$HC[i] = \sum_{j=0}^i H_n[j] \quad \text{avec } H_n \text{ histo. normalisé}$$

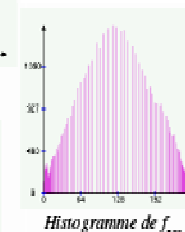
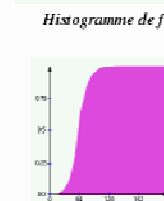
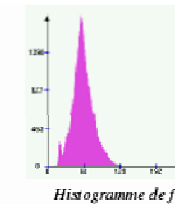
Pré-traitements : Exemple sur image réelle



Pré-traitements : Exemple sur image réelle



Original $f[x,y]$



Après égalisation $f_{\text{ég}}'[x,y]$

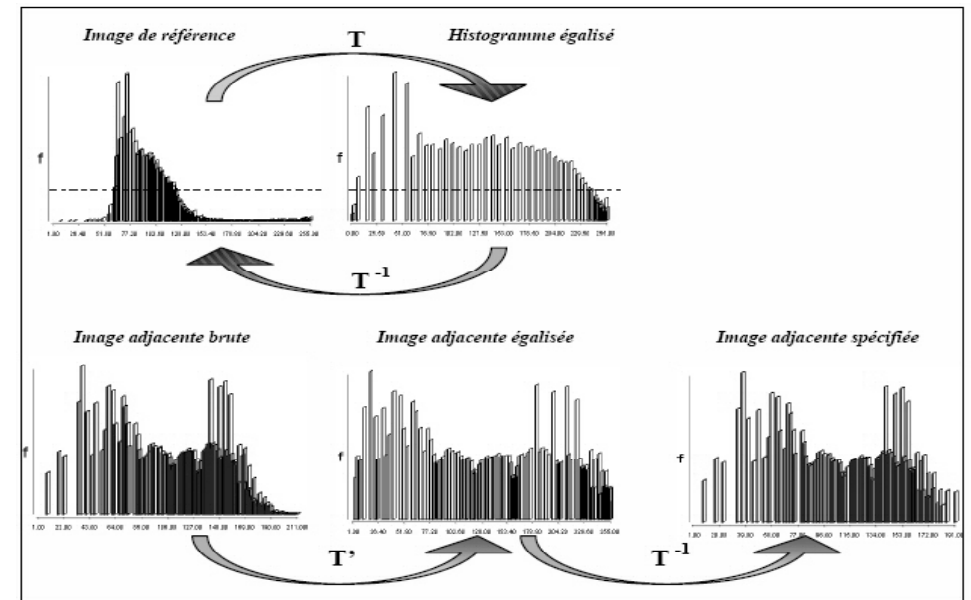
Pré-traitements :

Spécification d'histogramme (histogram matching)

- On ajuste l'histogramme d'une image à celui de l'image de référence
- Par ex : pouvoir comparer 2 images
- Principe :
On utilise l'histogramme d'une image comme référence, et on modifie l'histogramme de l'autre image afin que les images soient similaires

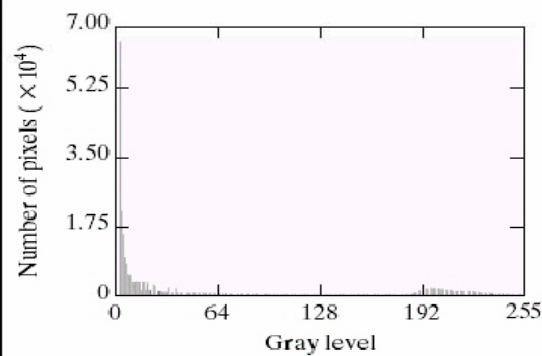
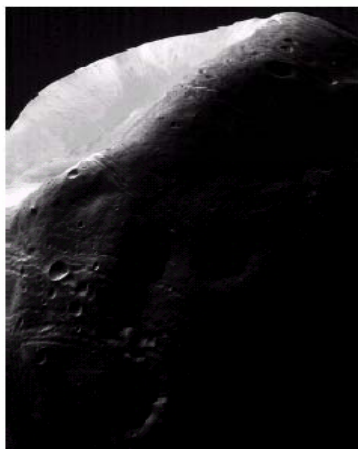
Pré-traitements :

Spécification d'histogramme : Principe



Pré-traitements :

Spécification d'histogramme : Exemple

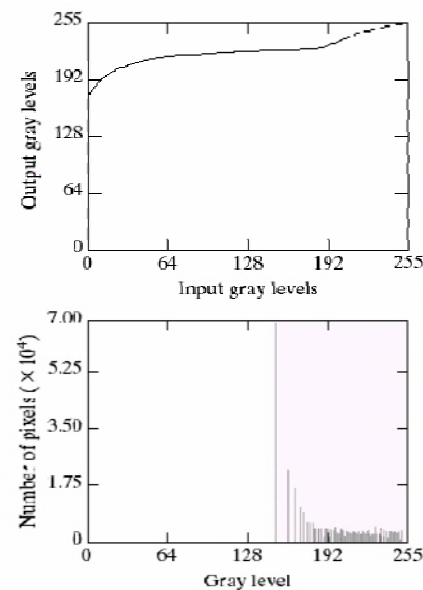


a b

FIGURE 3.20 (a) Image of the Mars moon Phobos taken by NASA's *Mars Global Surveyor*. (b) Histogram. (Original image courtesy of NASA.)

Pré-traitements :

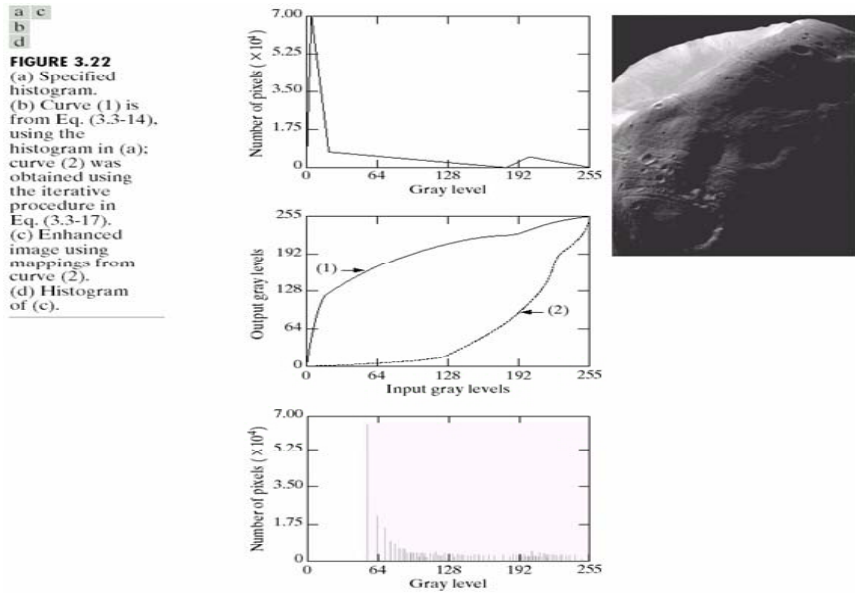
Spécification d'histogramme : Exemple



a b
c

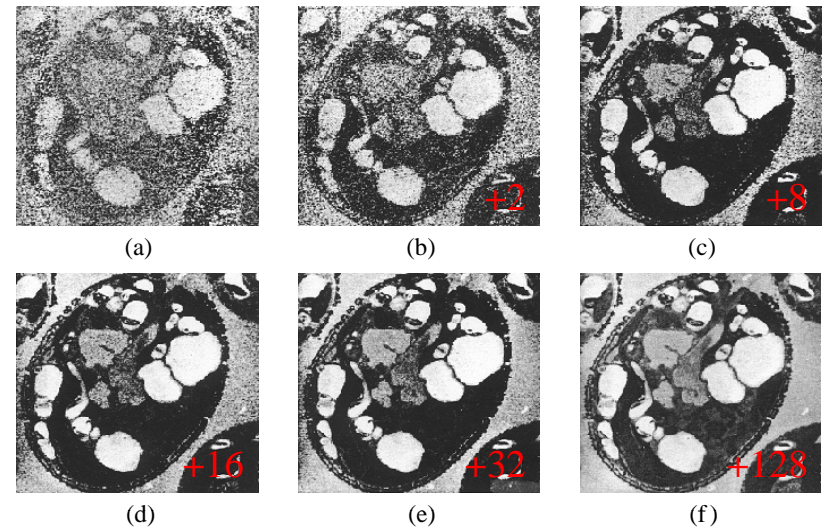
FIGURE 3.21 (a) Transformation function for histogram equalization. (b) Histogram-equalized image (note the washed-out appearance). (c) Histogram of (b).

Pré-traitements : Spécification d'histogramme : Exemple



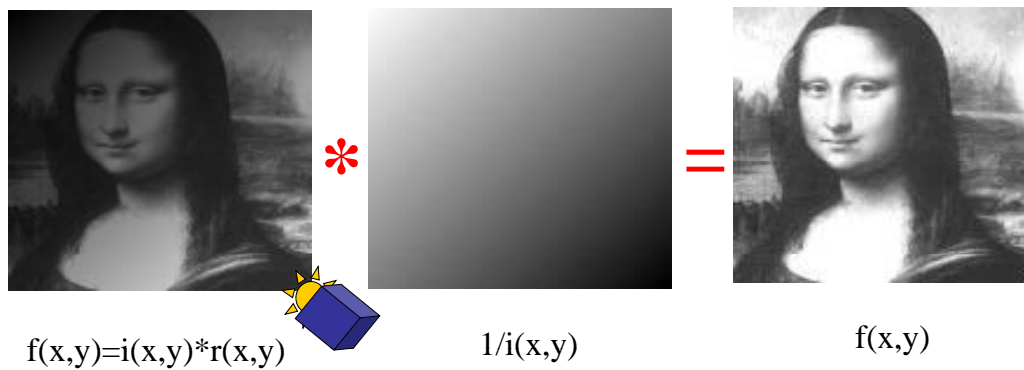
Pré-traitements :

Suppression du bruit [somme des images et moyenne]



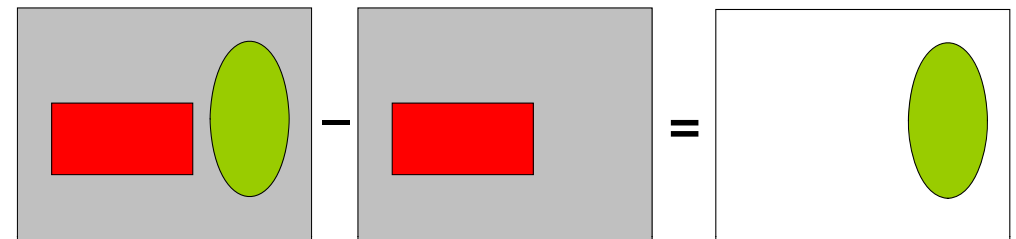
Recalage adéquat!

Pré-traitements : Opérations logiques : + - * / ET OU XOR NON



Pré-traitements :

Soustraction d'images



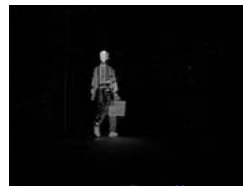
| ImageCourante - ImageRéférence | > Seuil



Image courante



Image de fond



Soustraction d'images



Seuillage



Fermeture



Affichage

