

# AMÉLIORATION

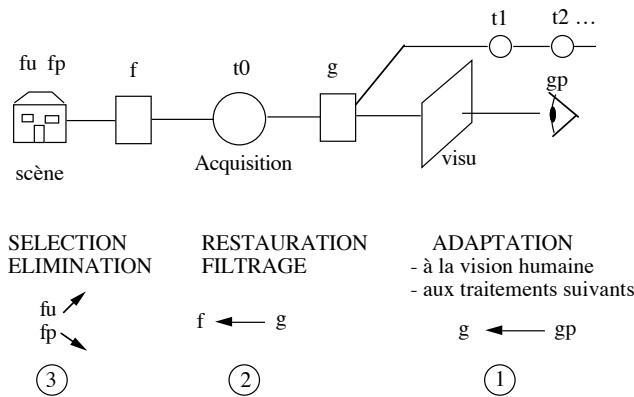
## ADAPTATION à la vision humaine

### AMÉLIORATION D'IMAGE

#### Adaptation à la vision humaine (de l'observateur)

- modéliser la vision humaine (ses critères de qualité)
  - => l'image doit avoir
    - un bon contraste
    - des contours d'objets bien marqués
- transformer l'image

### AMÉLIORATION D'IMAGE

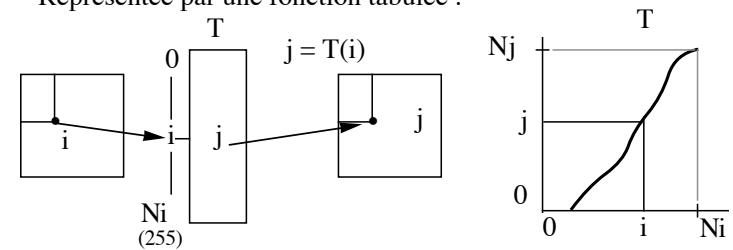


f : fonction image (fu : information utile, fp : information parasite)  
 g : image discrète  
 gp : image perçue par l'observateur

### TRAITEMENT PONCTUEL HOMOGENE

Redistribution des valeurs des pixels (niveaux de gris) :  
 $[0, N] \rightarrow [0, N] \Rightarrow$  généralement non inversible.

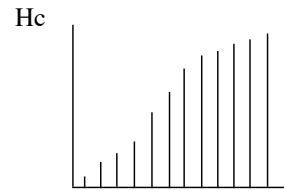
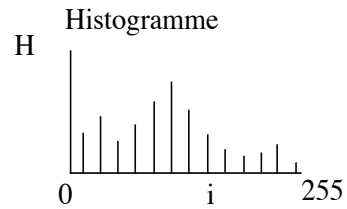
Représentée par une fonction tabulée :



## TRAITEMENT PONCTUEL HOMOGENÈME

Etude de la répartition des valeurs des pixels

Histogramme cumulé



$H(i)$  = nombre d'occurrences  
du niveau  $i$

$$H(0) = Hc(0)$$

$$H(i) = Hc(i) - Hc(i-1), i=1 - N$$

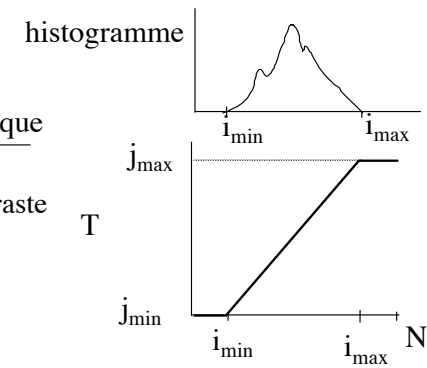
$$Hc(0) = H(0)$$

$$Hc(i) = Hc(i-1) + H(i), i=1 - N$$

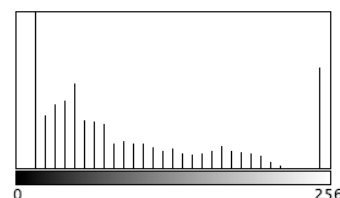
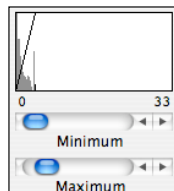
## MODIFICATION de la RÉPARTITION des niveaux de gris

Recadrage de dynamique

Augmentation du contraste

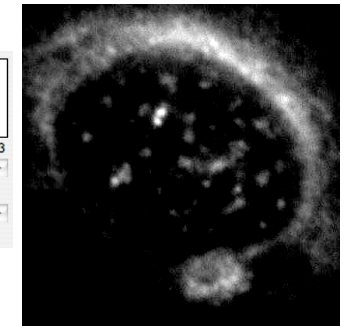
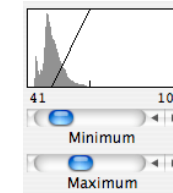
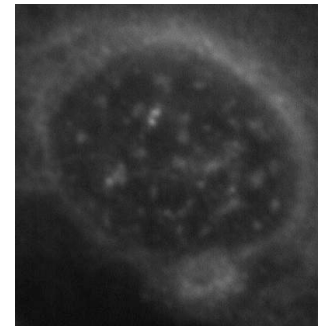


## Recadrage de la dynamique



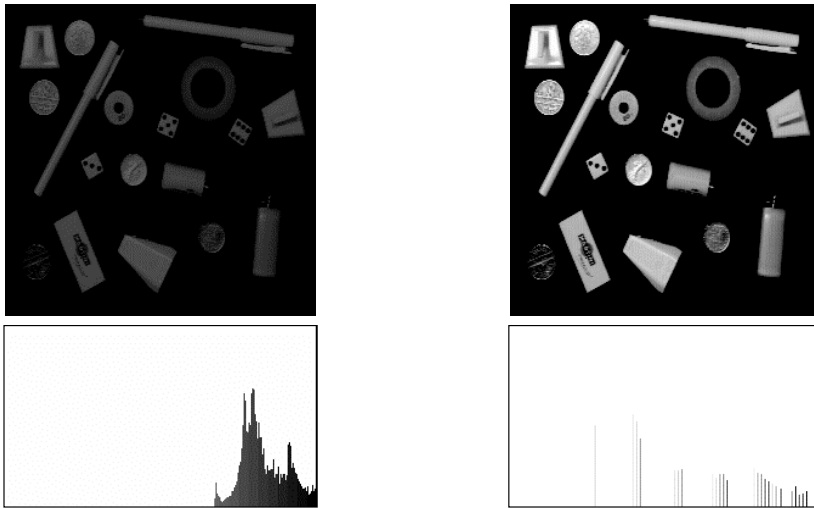
## MODIFICATION de la RÉPARTITION des niveaux de gris

Augmentation du contraste dans une plage de niveaux particulière



## AMELIORATION

### • Recadrage de la dynamique



## TD : RECADRAGE de la DYNAMIQUE

Image :

I : Tableau de pixels dont la valeur est comprise entre 0 et N  
 NL : Nombre de Lignes ; NC : Nombre de Colonnes

1- Calcul de l'histogramme : Histo (I, NL, NC, H, N)

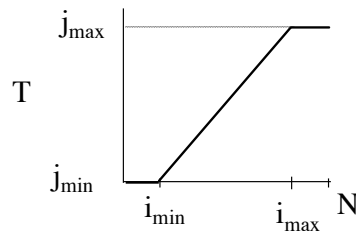
2- Calcul de f, fonction de transformation : Frecadr (H, N,T)

2.1 - Détermination des niveaux min et max présents dans l'image

2.2 - Calcul de T (tabulée)

3- Génération de l'image transformée : GenereIm (IE, IS, NL, NC, T)

## TD : RECADRAGE de la DYNAMIQUE



$$0 \leq i < i_{\min} : j = 0$$

$$i_{\min} \leq i \leq i_{\max} : j = \frac{j_{\max} - j_{\min}}{i_{\max} - i_{\min}} \cdot i + \frac{j_{\min} i_{\max} - j_{\max} i_{\min}}{i_{\max} - i_{\min}}$$

$$i_{\max} < i \leq N : j = N$$

le plus souvent :

$$j = \frac{N}{i_{\max} - i_{\min}} \cdot (i - i_{\min})$$

## TD : RECADRAGE de la DYNAMIQUE

1- Calcul de l'histogramme : Histo (I, NL, NC, H, N)

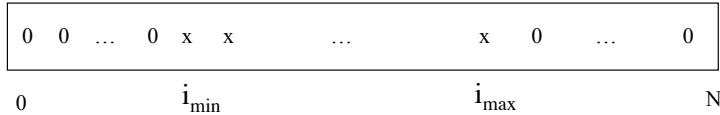
```
void histo(image_t I, int NL, int NC, histo_t H, int N)
{ int k,l,c; //l,c : indices de lignes et de colonnes
  for(k=0;k<=N; k++) H[k]=0;
  for (l=0; l<NL; l++)
    for (c=0; c<NC; c++)
      H[ I[l][c] ]++; //ou {v:=I[l][c]; H[v]:=H[v]+1}
}
```

```
void histo(image_t I, int NL, int NC, histo_t H, int N)
{ int k;
  long cp; // compteur de pixels
  pixel_t *p = I; // image_t ~ pixel_t *
  for(k=0;k<=N; k++) H[k]=0;
  for (cp=0; cp<NL*NC; cp++,p++)
    H[*p]++;
}
```

## TD : RECADRAGE de la DYNAMIQUE

A- détermination du min et du max

H



## TD : RECADRAGE de la DYNAMIQUE

2- Calcul de f, fonction de transformation : Frecadr (H, N,T)

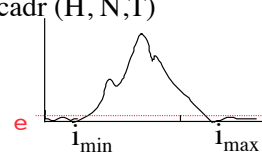
on tabule : 
$$j = \frac{N}{i_{\max} - i_{\min}} \cdot (i - i_{\min})$$

```
void Frecadr(histo_t H, int N, ftab_t T)
{ int i, imin, imax;
  float f; // facteur constant
  // détermination du min et du max
  i=0; while(H[i]==0)i++; imin = i;
  i=N; while(H[i]==0)i--; imax = i;
  // calcul de T
  if (imin==imax) for (i=0;i<=N;i++) T[i]=i;
  else {
    for (i=0; i<imin; i++) T[i]=0;
    f= (float)N/(imax-imin);
    for (i=imin; i<=imax; i++)
      T[i]= round(f*(i-imin)); //entier le plus proche
    for (i=imax+1; i<=N; i++) T[i]=N;
  }
}
```

## TD : RECADRAGE de la DYNAMIQUE variante

2- Calcul de f, fonction de transformation : Frecadr (H, N,T)

on tabule : 
$$j = \frac{N}{i_{\max} - i_{\min}} \cdot (i - i_{\min})$$

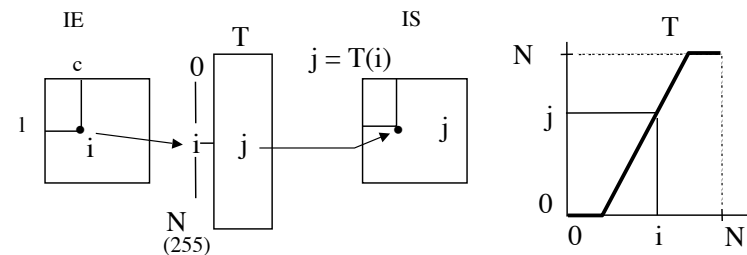


```
void Frecadr(histo_t H, int N, ftab_t T, int e)
{ int i, imin, imax;
  float f; // facteur constant
  // détermination du min et du max
  i=0; while(H[i]<e)i++; imin = i;
  i=N; while(H[i]<e)i--; imax = i;

  // calcul de T
  for (i=0; i<imin; i++) T[i]=0;
  f= (float)N/(imax-imin);
  for (i=imin; i<=imax; i++)
    T[i]= round(f*(i-imin)); // entier le plus proche
  for (i=imax+1; i<=N; i++) T[i]=N;
}
```

## GÉNÉRATION DE L'IMAGE TRANSFORMÉE

La fonction de transformation est représentée par un tableau T



## TD : RECADRAGE de la DYNAMIQUE

3- Génération de l'image transformée : GenereIm (IE, IS, NL, NC, T)

```
void GenereIm(image_t IE, image_t IS, int NL, int NC,
               ftab_t T)
{ long cp;
  pixel_t *pe = IE; // image_t ~ pixel_t *
  pixel_t *ps = IS;
  for (cp=0; cp<NL*NC; cp++)
    *ps++ = T[*pe++];
}
```

## AMÉLIORATION D'IMAGE

Objectifs :

- augmentation du contraste
- renforcement des contours

### TRANSFORMATION d'HISTOGRAMME

PRINCIPE

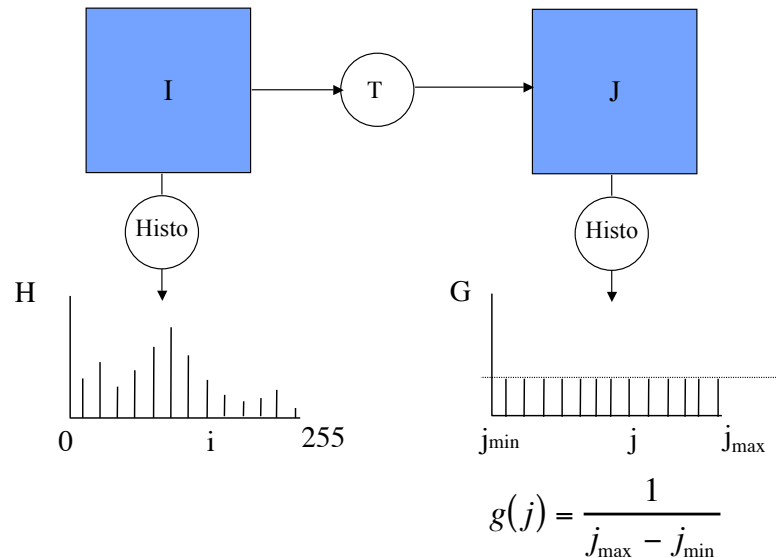
Appliquer une transformation monotone\* T,  $j=T(i)$ , telle que la distribution des niveaux de l'image transformée ait une forme donnée :

$$T \text{ monotone} \Rightarrow \int_{j_{\min}}^j g(j') dj' = \int_{i_{\min}}^i h(i') di'$$

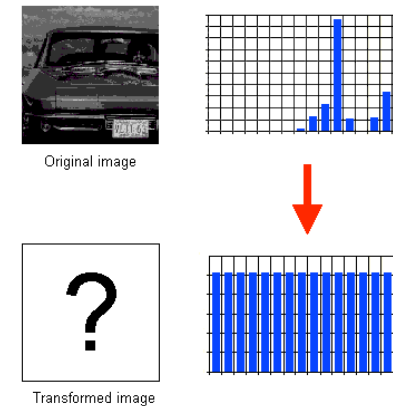
$$\int_{j_{\min}}^j g(j') dj' = h_c(i)$$

\* pour préserver l'ordre des niveaux de gris et donc éviter la création d'artefacts.

## "ÉGALISATION" d'HISTOGRAMME



## "ÉGALISATION" d'HISTOGRAMME



## “ÉGALISATION” d’HISTOGRAMME

Gray Scale	Actual Count	Desired Count	How to get it
0	0	256	22 from 7, 234 from 8
1	0	256	1 from 8, 255 from 9
2	0	256	195 from 9, 61 from 10
3	0	256	256 from 10
4	0	256	256 from 10
5	0	256	256 from 10
6	0	256	256 from 10
7	22	256	256 from 10
8	235	256	256 from 10
9	450	256	256 from 10
10	1920	256	67 from 10, 189 from 11
11	212	256	23 from 11, 10 from 12, 223 from 13
12	10	256	10 from 13, 246 from 14
13	233	256	256 from 14
14	672	256	170 from 14, 86 from 15
15	342	256	256 from 15
Sum	4096	4096	

## “ÉGALISATION” d’HISTOGRAMME

$$g(j) = \frac{1}{j_{\max} - j_{\min}} \Rightarrow j = (j_{\max} - j_{\min}) \cdot h_c(i) + j_{\min}$$

Continu

Discret

$h(i)$  : densité de probabilité  $\rightarrow$   $H_n(i)$  : histogramme normalisé

$h_c(i)$  : fonction de répartition (distribution cumulée)  $\rightarrow$   $H_{cn}(i)$  : histogramme cumulé normalisé

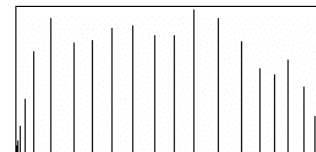
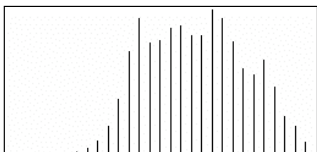
$$j = (j_{\max} - j_{\min}) \cdot H_{cn}(i) + j_{\min}$$

On normalise en divisant H par Np  
 Np : nombre de pixels de l'image.  
 H(i) représente alors la fréquence d'apparition du niveau i

$$j = \frac{(j_{\max} - j_{\min})}{Np} \cdot H_c(i) + j_{\min}$$

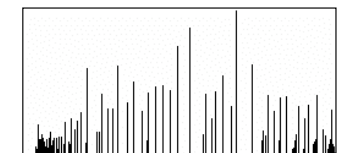
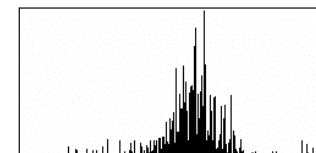
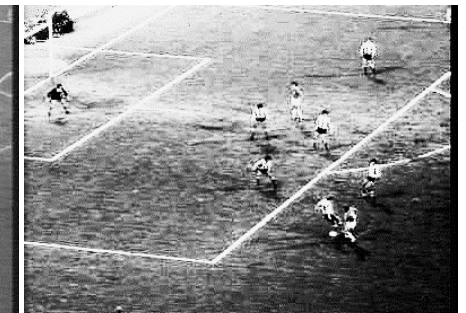
## AMELIORATION

- Égalisation d’histogramme



## AMELIORATION (sic !)

- Égalisation d’histogramme

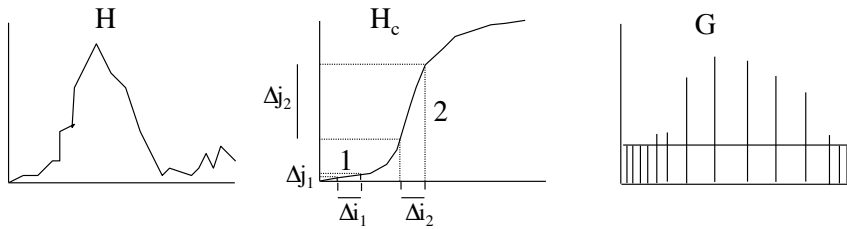


## AMELIORATION

- Égalisation d'histogramme : effet sur l'image

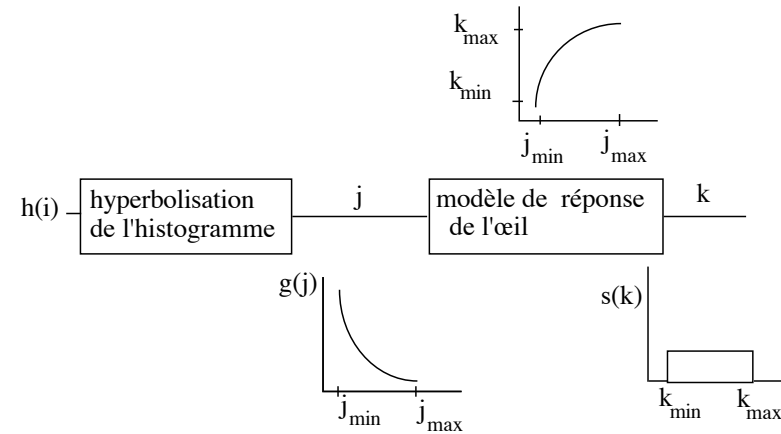
$$j = T(i) : \quad j = \frac{(j_{\max} - j_{\min})}{Np} \cdot H_c(i) + j_{\min} \quad j = a \cdot H_c(i) + b$$

T a la même allure que  $H_c$



- 1: pente < 1 :  $\Delta j_1 < \Delta i_1 \Rightarrow$  regroupement dans les faibles populations
- 2: pente > 1 :  $\Delta j_2 > \Delta i_2 \Rightarrow$  écartement dans les fortes populations

## ADAPTATION À L'OEIL : TRANSFORMATION d'HISTOGRAMME



## ADAPTATION À L'OEIL : TRANSFORMATION d'HISTOGRAMME

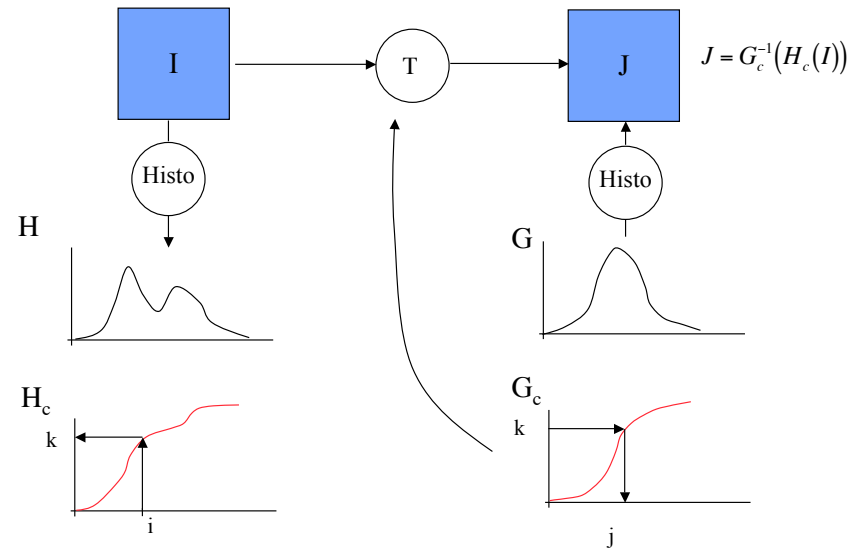
$$\int_{j_{\min}}^j g(j') dj' = h_c(i)$$

Transformation hyperbolique

$$g(j) = \frac{1}{\ln(j_{\max}) - \ln(j_{\min})} \cdot \frac{1}{j}$$

$$j = j_{\min} \left[ \frac{j_{\max}}{j_{\min}} \right]^{h_c(i)}$$

## SPÉCIFICATION d'HISTOGRAMME



AMELIORATION: augmentation du contraste

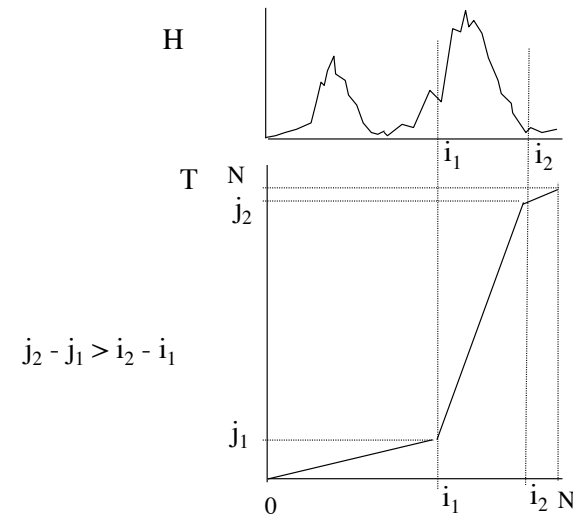
MODIFICATION des STATISTIQUES de l' IMAGE

$$J_{xy} = (I_{xy} - \bar{I}_{xy}) \left( \frac{A \cdot \sigma_d}{A \cdot \sigma_{xy} + \sigma_d} \right) + (\alpha \cdot m_d + (1 - \alpha) \cdot \bar{I}_{xy})$$

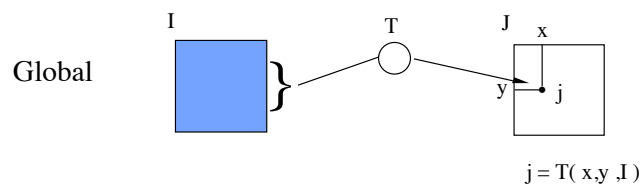
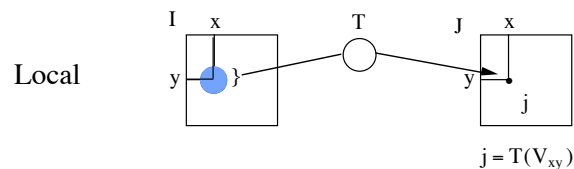
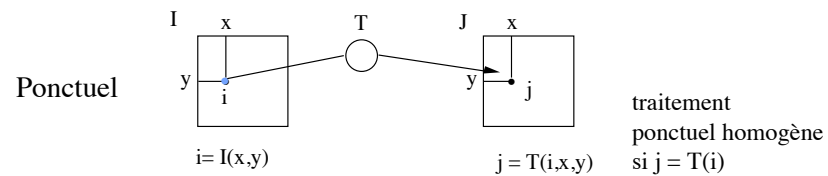
$$\sigma_{xy}^2 = \sum_{k,l \in V_{xy}} \left( I_{kl} - \bar{I}_{xy} \right)^2 \quad \text{variance calculée sur un voisinage de } (x,y)$$

$\sigma_d$  et  $m_d$  = variance et moyenne désirées  
 $A$  : facteur de gain pour contrôler les débordements  
 $\alpha$  = coefficient contrôlant le rapport contour-fond  
 $\bar{I}_{xy}$  = moyenne de  $I$  sur un voisinage de  $(x,y)$

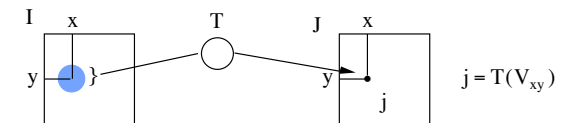
AMELIORATION: mise en évidence d'information



TYPES DE TRAITEMENTS



TRAITEMENT LOCAL



En faisant intervenir les pixels voisins de  $(x,y)$ , permet de :

- restaurer une image dégradée
- corriger du bruit ou des parasites
- renforcer ou supprimer des petits détails
- détecter des structures locales (contours,...)

Paramètres :

- forme et taille du voisinage
- poids des pixels voisins

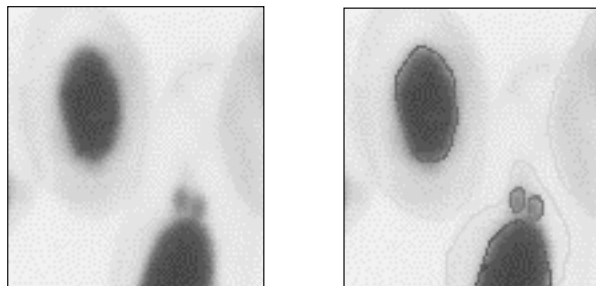
Implantation

- séparable ou non
- problème des bords de l'image

Exemple : convolution par un filtre de taille  $[2w+1 \times 2w+1]$

$$J(x,y) = \sum_{k=-w}^{+w} \sum_{l=-w}^{+w} h(k,l) \cdot I(x-k,y-l)$$

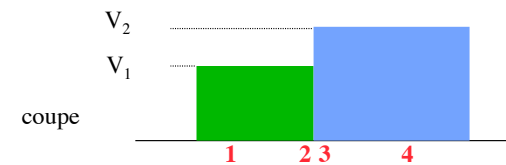
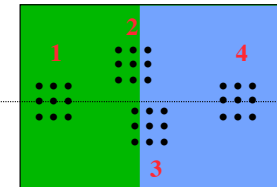
AMELIORATION: accentuation des contours



AMELIORATION: accentuation des contours

Convolution  $J(x,y) = \sum_{k=-w}^{+w} \sum_{l=-w}^{+w} h(k,l) \cdot I(x-k,y-l)$

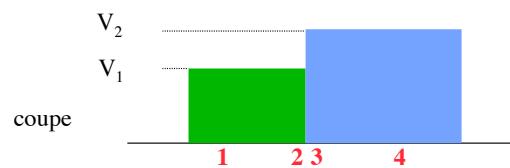
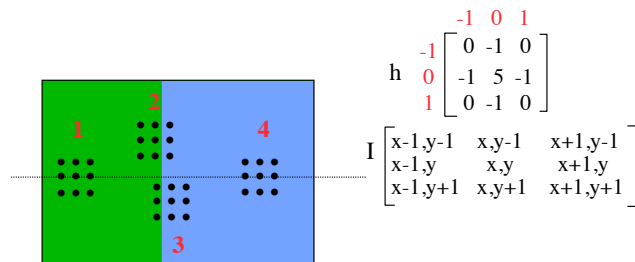
par un masque passe-haut  $h = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$  ou  $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$  ou  $\begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 5 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$   
(w=1)



AMELIORATION: accentuation des contours

Convolution  $J(x,y) = \sum_{k=-w}^{+w} \sum_{l=-w}^{+w} h(k,l) \cdot I(x-k,y-l)$

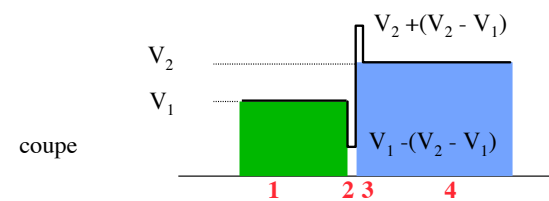
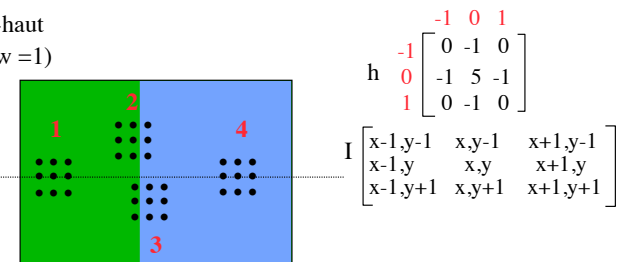
(w=1)



AMELIORATION: accentuation des contours

Convolution  $J(x,y) = \sum_{k=-w}^{+w} \sum_{l=-w}^{+w} h(k,l) \cdot I(x-k,y-l)$

par un masque passe-haut  
(w=1)



## AMELIORATION: accentuation des contours



$$h = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 12 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$



Filtre h appliqué 1 fois



Filtre h appliqué 2 fois

## AMELIORATION: accentuation des contours

Détection des contours par le filtre  
Laplacien de Gaussienne :  $LG(\sigma)$

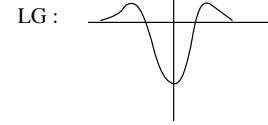
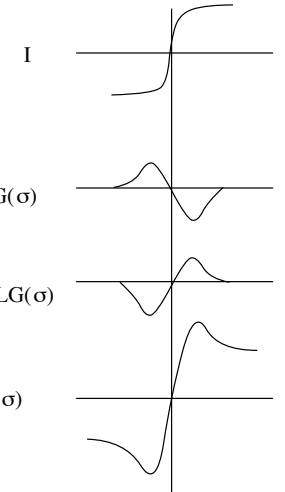


Image :  
Contour séparant  
2 régions uniformes



## AMÉLIORATION : Évaluation

### Mesure du gain de contraste

Contraste  $C$  :  $(I_{max} - I_{min}) / (I_{max} + I_{min})$

ou  $\text{Max}(V_{xy}) - \text{Min}(V_{xy})$

Dilatation - Erosion (gradient morphologique)

Gain en contraste : Moyenne  $(C(J) - C(I))$   
sur points contours

I : originale  
J : améliorée

### Mesure de l'augmentation de la pente de transition

$P = \text{Moyenne} (C(J) / C(I))$   
sur points contours

ou Moyenne  $(\text{Grad}(J) / \text{Grad}(I))$   
sur points contours