

LE TRAITEMENT D'IMAGES

- HISTOGRAMME -

Jonathan Fabrizio

<http://jo.fabrizio.free.fr>

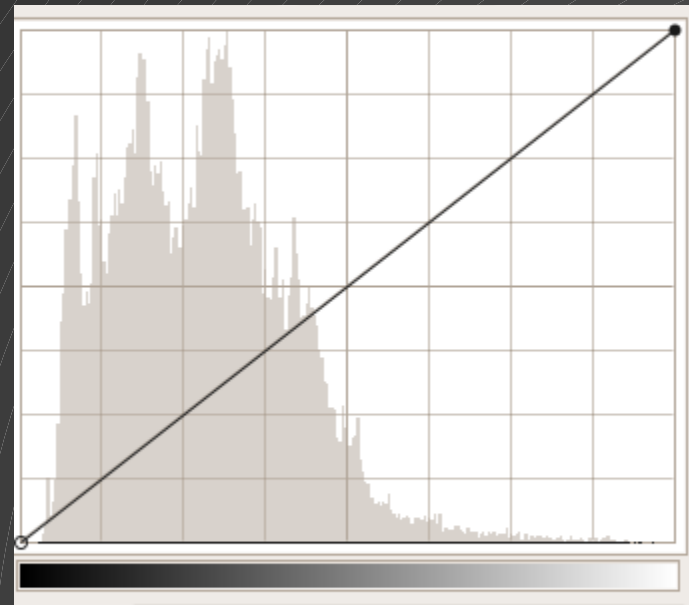
Codage de l'image et de la couleur

Histogramme

Analyse globale de l'image

Histogramme

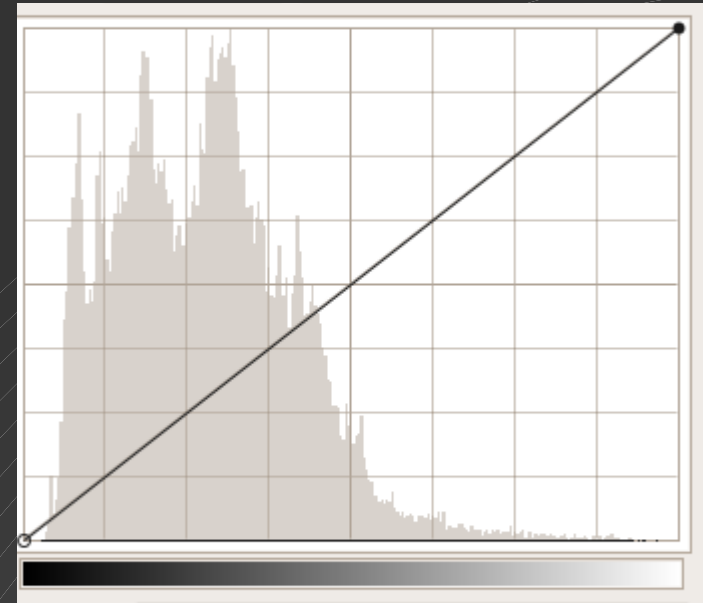
- L'histogramme
 - Recense les occurrences de chaque couleur
 - Donne une information globale sur l'image
 - Permet la réalisation de petits traitements globaux
 - Peut être calculé sur une image en couleur



Analyse globale de l'image

Histogramme

- Calcul de l'histogramme



- Code :

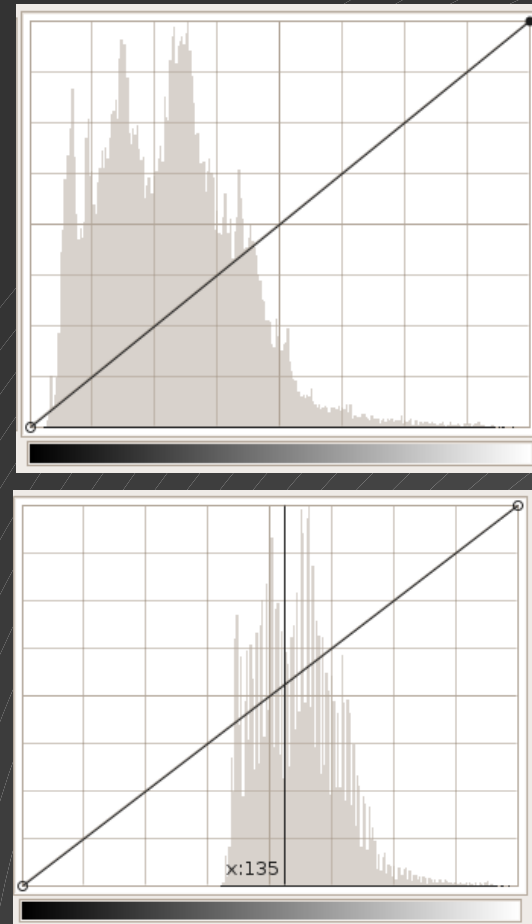
```
histogramme : tableau initialisé à 0  
image : l'image sous forme d'un vecteur
```

```
for(offset=0;offset<sx*sy;++offset)  
    histogramme[image[offset]]++;
```

Analyse globale de l'image

Histogramme

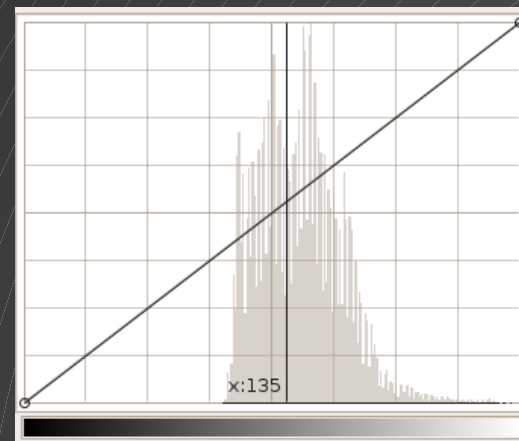
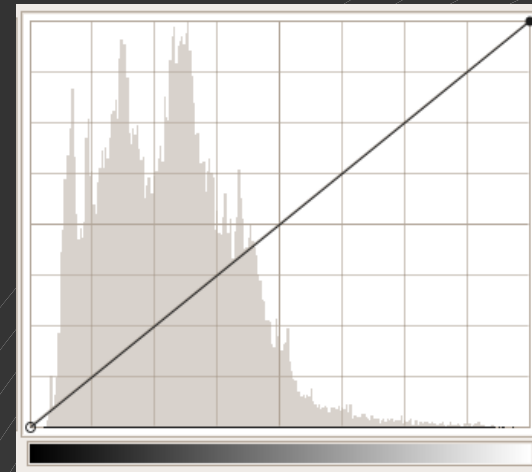
- Quels informations peut apporter l'histogramme ?



Analyse globale de l'image

Histogramme

- Quels informations peut apporter l'histogramme ?



Applications :

Amélioration du contraste

- Application : modification du contraste à l'aide de l'histogramme

Applications :

Amélioration du contraste

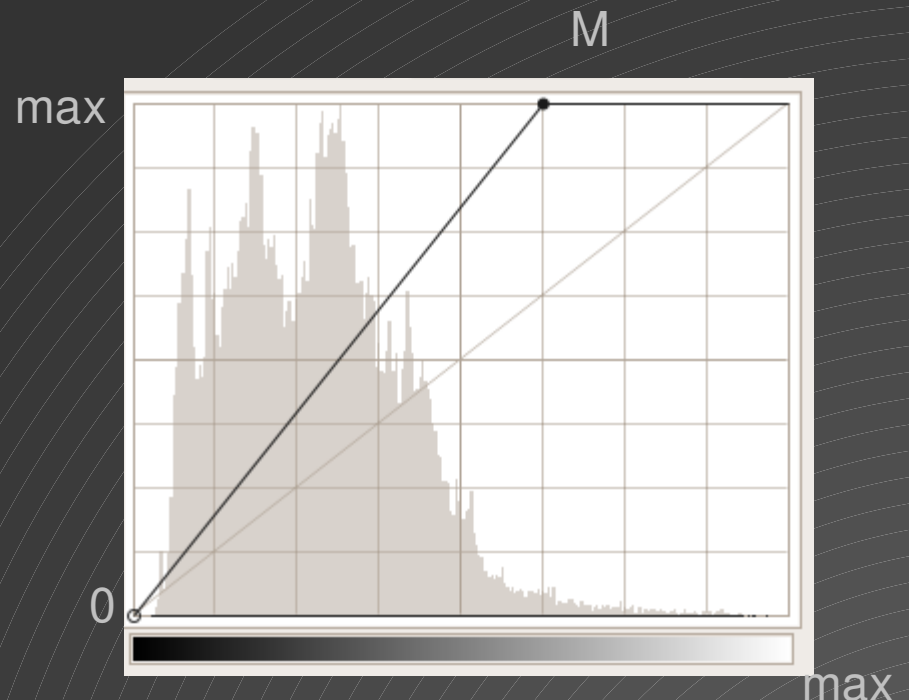
- Application : modification du contraste à l'aide de l'histogramme



Applications :

Amélioration du contraste

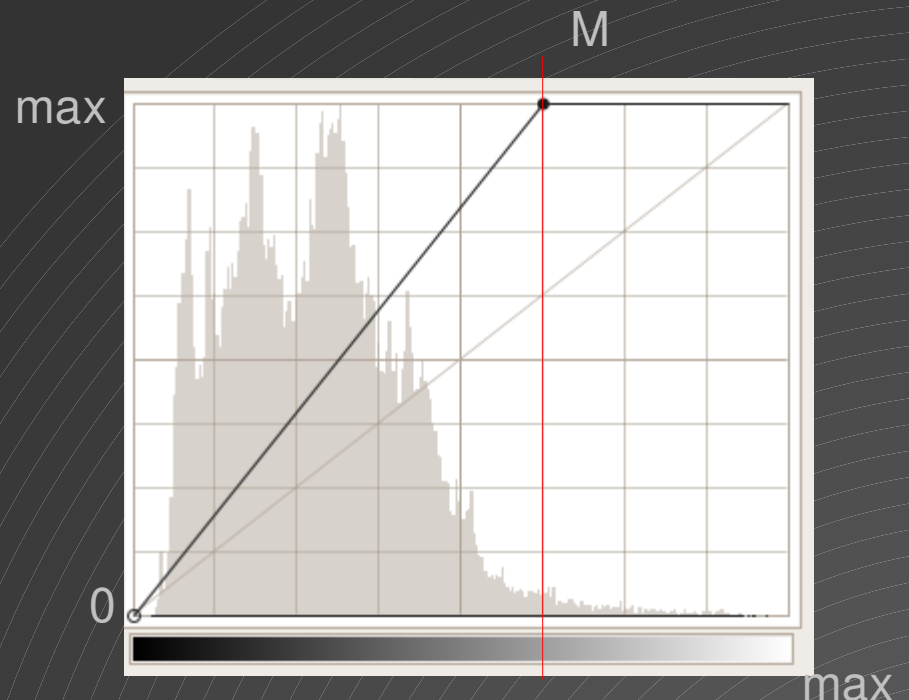
- Application : modification du contraste à l'aide de l'histogramme



Applications :

Amélioration du contraste

- Application : modification du contraste à l'aide de l'histogramme



Correction de l'histogramme

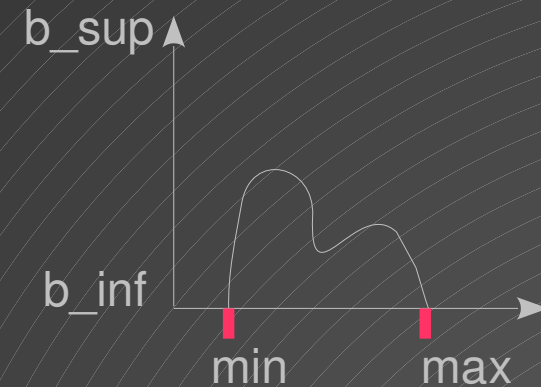
Applications :

Amélioration du contraste

- Application : modification du contraste à l'aide de l'histogramme
 - Étirement

$[min, max] \rightarrow [0, borne_sup]$

Fonction de correction : $f(x) =$



Applications :

Amélioration du contraste

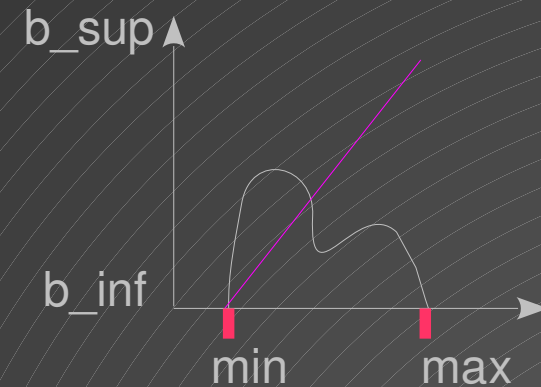
- Application : modification du contraste à l'aide de l'histogramme
 - Étirement

$[min, max] \rightarrow [0, borne_sup]$

Fonction de correction : $f(x) = a x + b$

$$a = \frac{b_{sup} - b_{inf}}{max - min} \quad b = b_{inf} - a x$$

Généralement $b_{inf} = 0$



Applications :

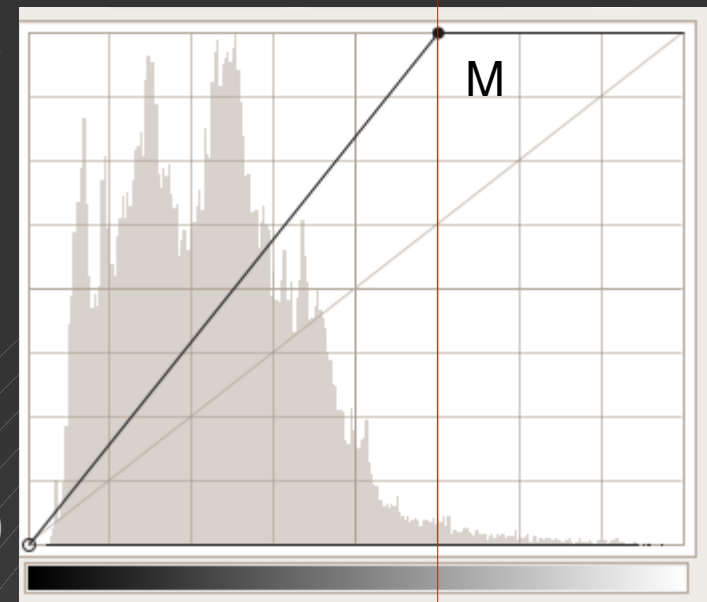
Amélioration du contraste

- Application : modification du contraste à l'aide de l'histogramme
 - Étirement résultat



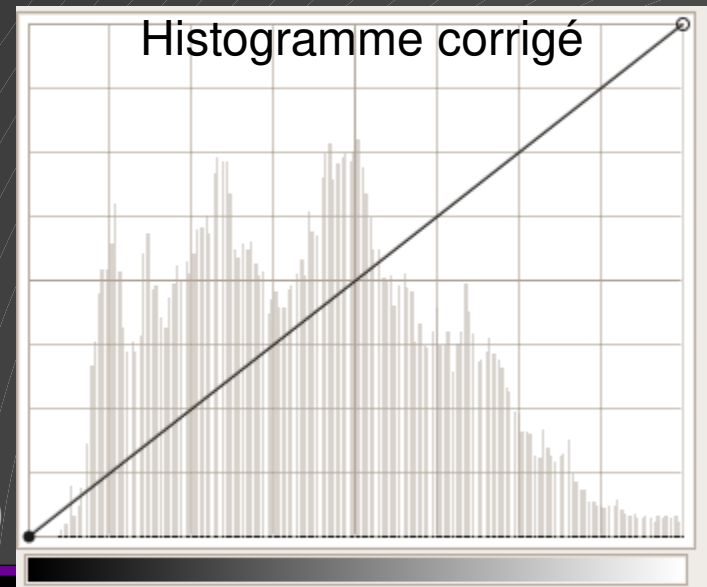
étirement

max



max

max



max

Applications :

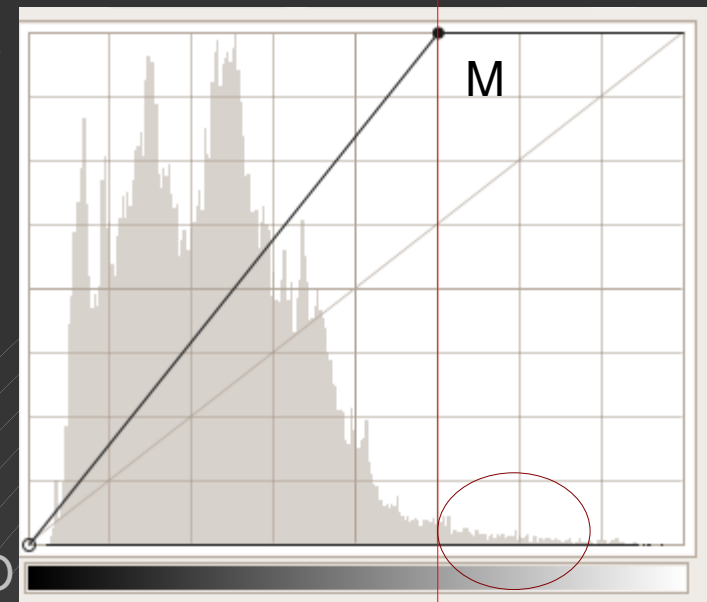
Amélioration du contraste

- Application : modification du contraste à l'aide de l'histogramme

- Étirement résultat

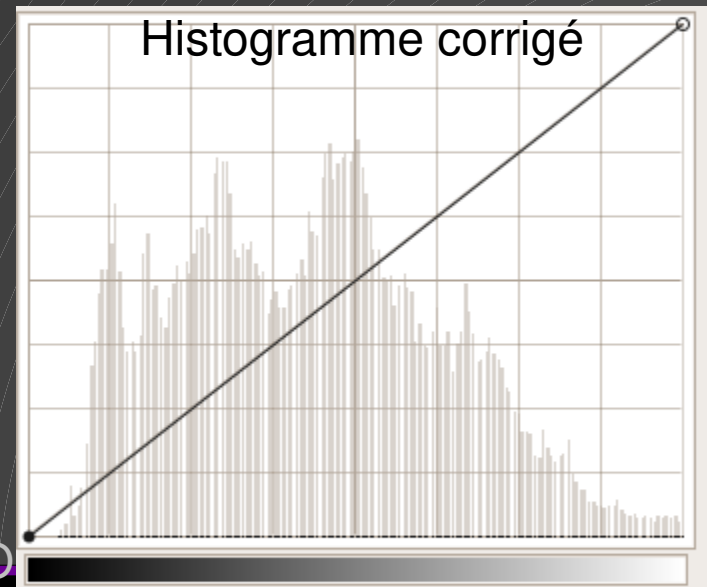
- J'ai bien augmenté le contraste
- J'ai détruit une partie de l'information

max



étirement

max



max

max

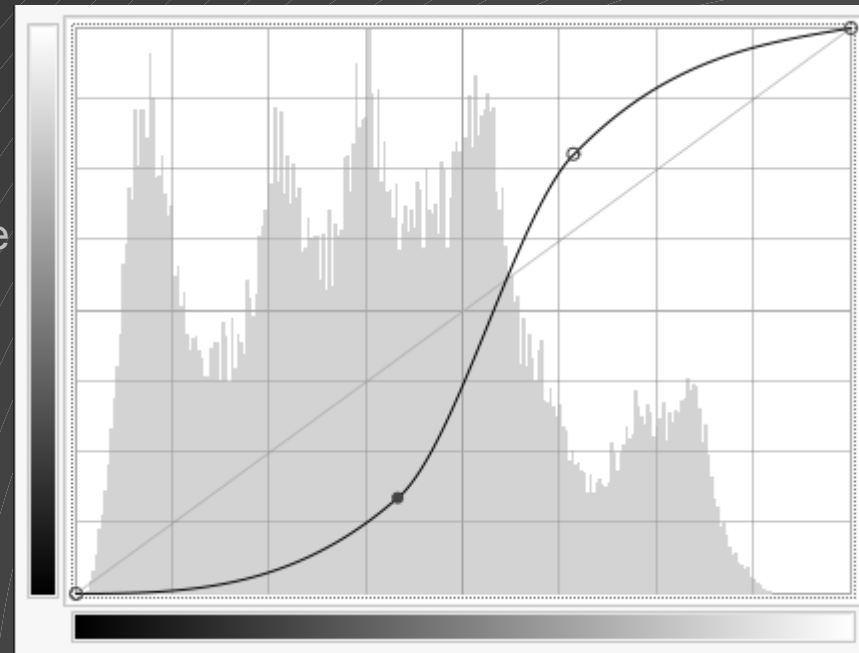
Applications : Amélioration de l'image

- Application : modification du contraste à l'aide de l'histogramme

image : l'image sous forme d'un vecteur

```
for(offset=0;offset<sx*sy;++offset)
    image[offset]=f(image[offset]);
```

- Tout dépend du choix de f
 - Fonction *log*
 - si $x \neq 0$ $f(x) = \ln(x) / \ln(\max) * \max$
 - si $x = 0$ $f(x) = 0$
 - l'intervalle des zones sombres est augmentée
 - Fonction *exp*
 - L'intervalle des zones claires est augmentée
 - L'image est assombrie
 - Attention aux plages de valeurs ($\exp(255) \dots$)



Applications :

Modification des couleurs de l'image

- Application : calcul du négatif

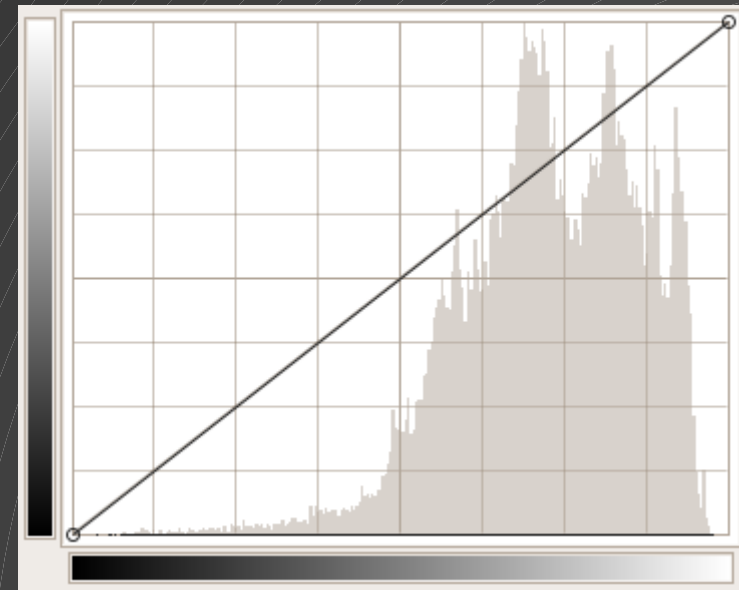
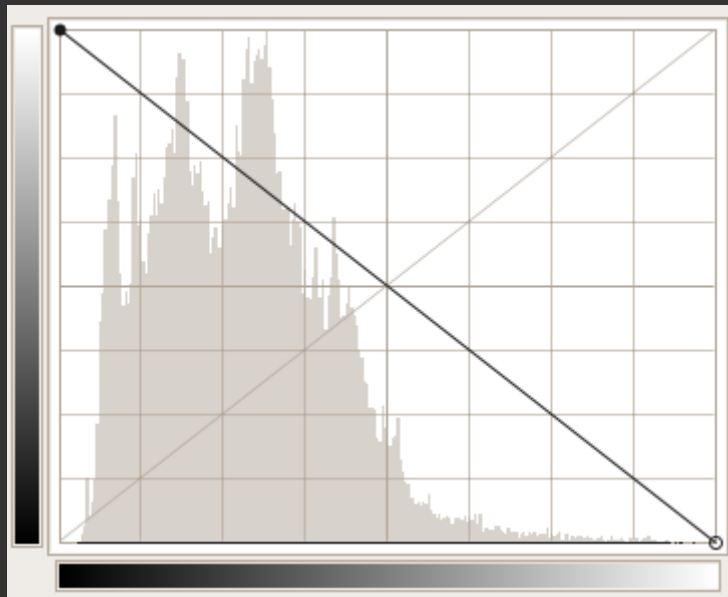


- Quelle fonction f prendre ?

Applications :

Modification des couleurs de l'image

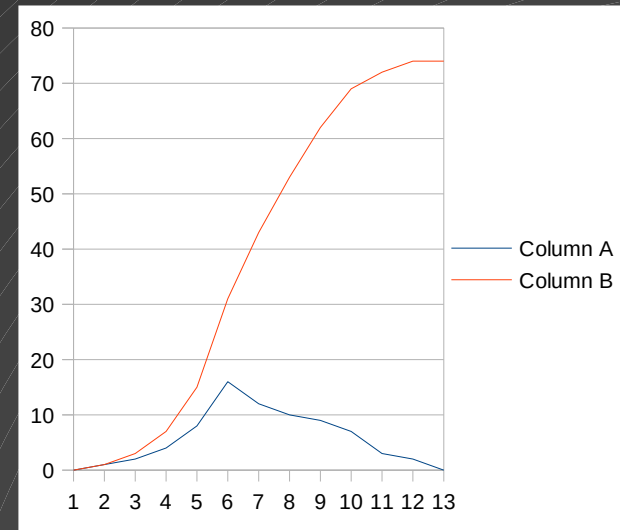
- Application : calcul du négatif
 - fonction de correction, $f(x) = b_sup - x$



Applications :

Amélioration du contraste

- Application : amélioration du contraste à l'aide l'histogramme cumulé
 - Calcul de l'histogramme cumulé
 - $hc(x)=hc(x-1)+h(x)$ pour $x > 0$
 - $hc(x)=h(x)$ pour $x=0$



Applications :

Amélioration du contraste

- Application : amélioration du contraste à l'aide de l'histogramme cumulé : l'égalisation d'histogramme
 - Essayer d'uniformiser la répartition des niveaux de gris dans l'histogramme
 - Cela revient à essayer de rendre l'histogramme cumulé linéaire :
 - $f(x) = ???$

Applications :

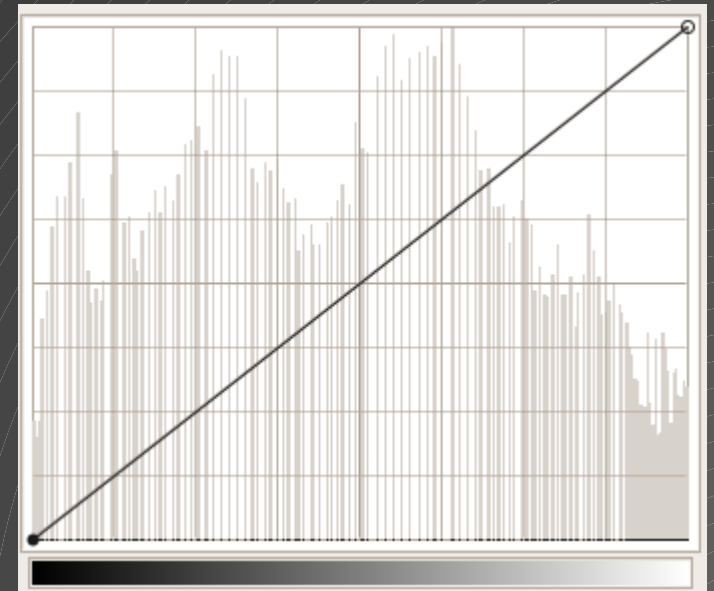
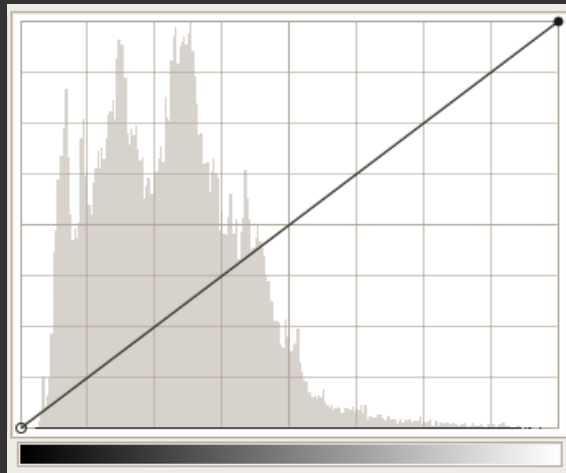
Amélioration du contraste

- Application : amélioration du contraste à l'aide de l'histogramme cumulé : l'égalisation d'histogramme
 - Essayer d'uniformiser la répartition des niveaux de gris dans l'histogramme
 - Cela revient à essayer de rendre l'histogramme cumulé linéaire :
 - $f(x) = b_sup * hc(x)/nb_pix$

Applications :

Amélioration du contraste

- Application : l'égalisation d'histogramme - résultat



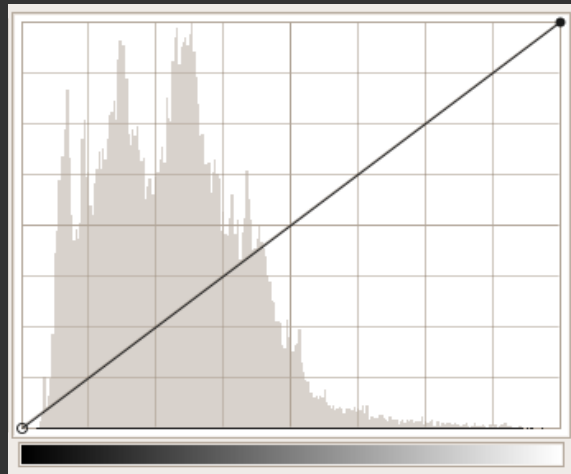
Applications :

Amélioration du contraste

- Application : l'égalisation d'histogramme - comparaison



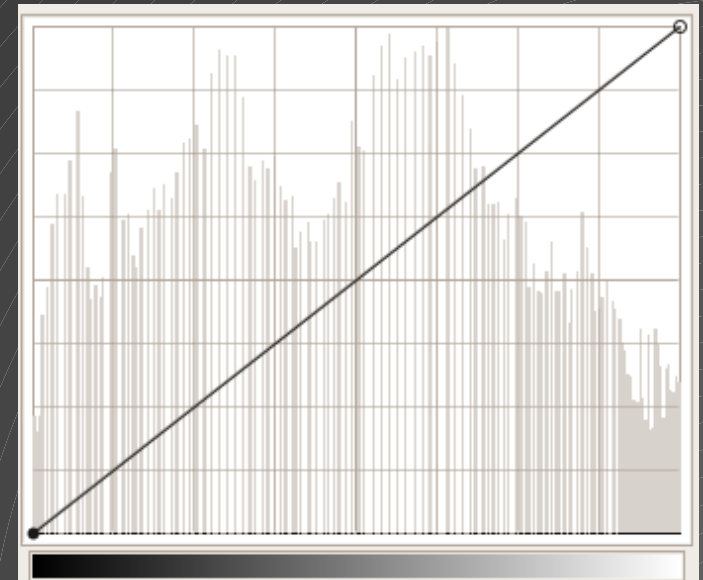
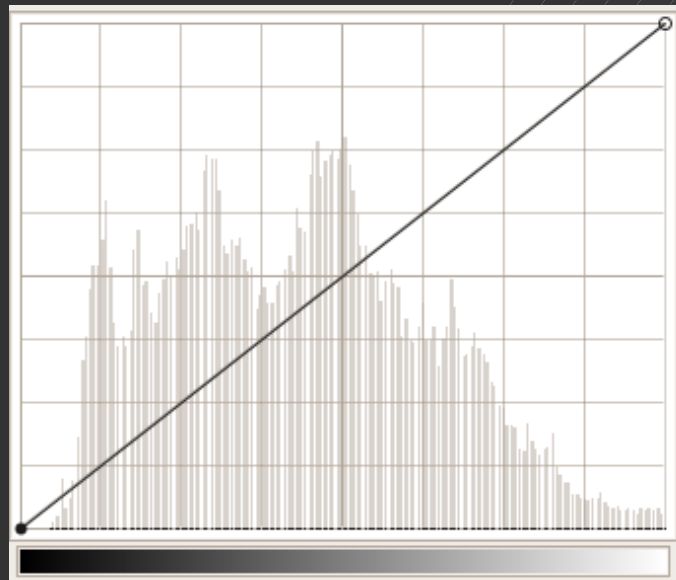
Image d'origine



Résultat de l'égalisation



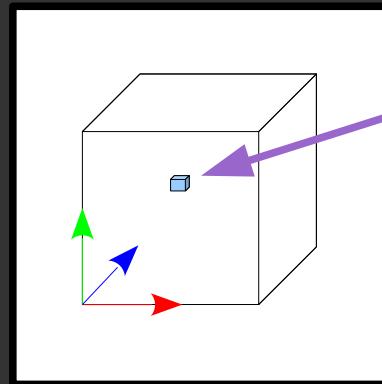
Résultat de l'étirement



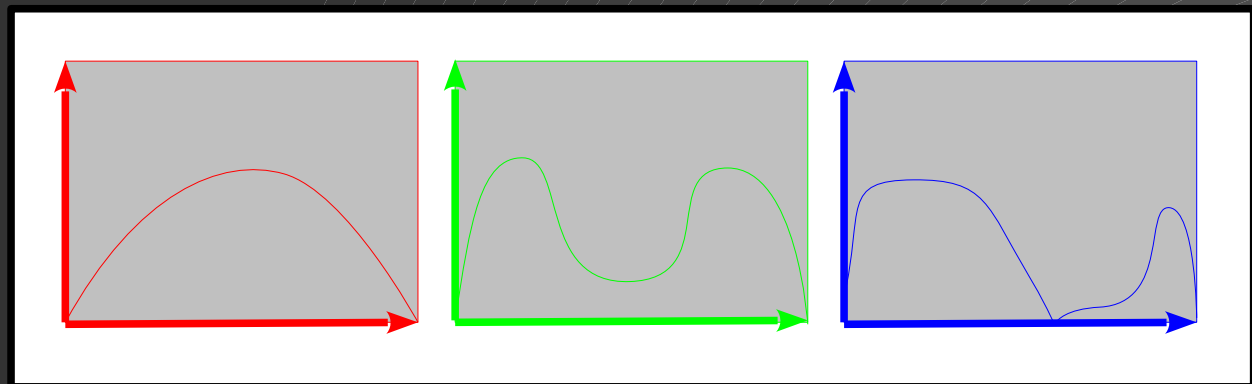
Histogramme et images couleur

- Différentes manières de calculer

- Globale



- Par plan



Histogramme et images couleur

- Différentes manières de calculer :
 - Globale
 - Par plan
- Traitements :
 - Indépendamment sur chaque canal
 - Changement d'espace et traitement uniquement dans le plan L ou V

Applications :

Amélioration du contraste

- Égalisation d'histogramme couleur
 - Comment faire ?



Source : wikipedia

Applications :

Amélioration du contraste

- Égalisation d'histogramme couleur
 - Effectuer l'égalisation sur chaque canal ?
 - Donne de mauvais résultats en général (modification des couleurs...)



- Solution :
 - Changer d'espace de représentation

Applications :

Amélioration du contraste

- Égalisation d'histogramme couleur
 - Utilisation de HSL ?
 - Égalisation uniquement sur la luminance



Original



E. sur RGB

Applications :

Amélioration du contraste

- Égalisation d'histogramme couleur
 - Utilisation de HSV ?
 - Égalisation uniquement sur la valeur



Original



E. sur RGB



E. sur L (hls)

Applications :

Amélioration du contraste

- Égalisation d'histogramme couleur



Original



E. sur RGB



E. sur L (hls)



E. sur V (hsv)

Applications :

Amélioration de l'image

- Spécification d'histogramme
 - Imposer la forme de l'histogramme
 - (comme pour l'égalisation qui donne un histogramme plat)

Applications : Indexation

- Distance entre histogrammes
 - Comparaison d'images
 - Segmentation automatique en plan de séquences
 - Différences entre images consécutives
- Distances :
 - Bin-by-bin distances
 - Distance de Hellinger Bhattacharyya
 - ...
 - Cross-bin distances
 - Earth Mover's Distance
 - ...

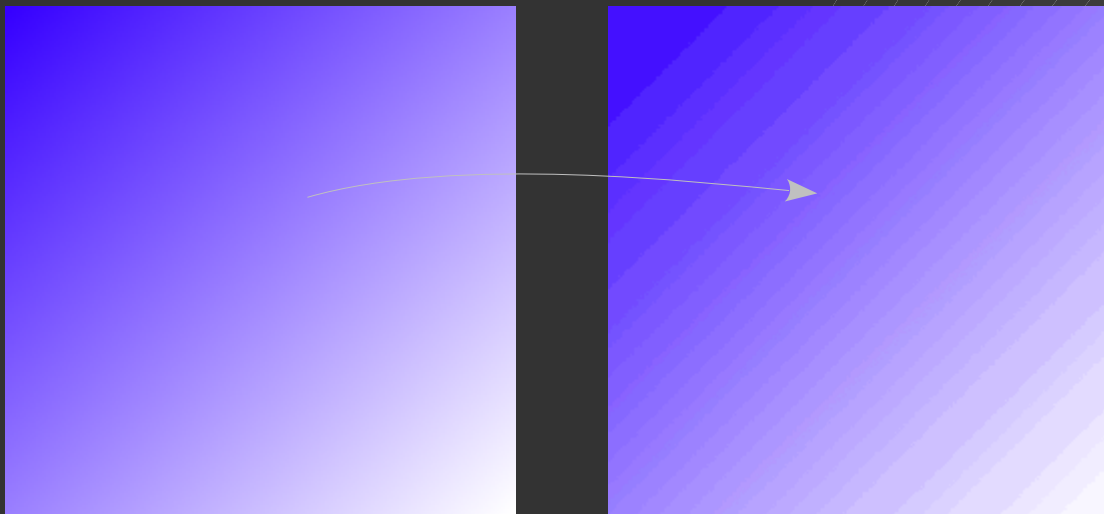
Applications :

Diminution du nombre de couleurs

- Pourquoi diminuer le nombre de couleurs ?
 - Simplifier l'image
 - Diminuer l'espace nécessaire au stockage
 - Focaliser sur les éléments qui nous intéressent
 - Effet artistique
- Pourquoi plus précisément passer de la couleur aux niveaux de gris ?
 - Traitement de la couleur pas toujours aisée
 - Plusieurs canaux
 - Pas vraiment de relation d'ordre utilisable avec la couleur
- Pourquoi plus précisément passer en noir et blanc ?
 - Focaliser sur les éléments qui nous intéressent
 - Séparation fond/forme (O.C.R. ...)

Diminution du nombre de couleurs

- Objectif
 - Réduire le nombre de couleurs utilisées tout en conservant le plus possible une image proche de l'originale



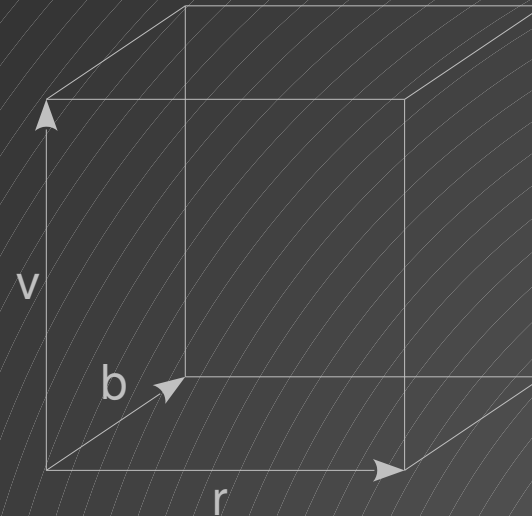
Diminution du nombre de couleurs

- Algorithme présenté :
 - Médiane cut
 - Basée sur l'étude de l'histogramme
 - Diffusion de l'erreur
 - Adoucit certaines erreurs pour la visualisation

Diminution du nombre de couleurs

Median cut algorithm

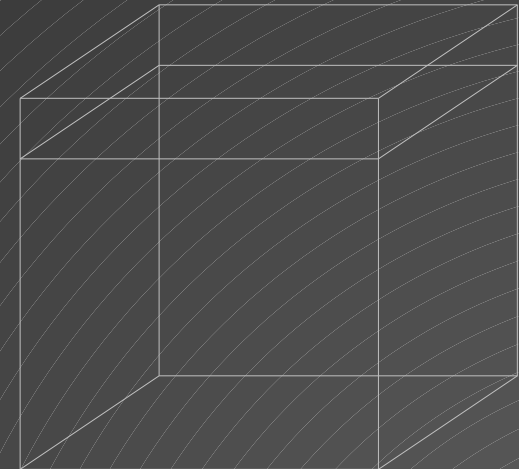
- Réduction du nombre de couleurs
 1. Construction de l'histogramme des couleurs



Diminution du nombre de couleurs

Median cut algorithm

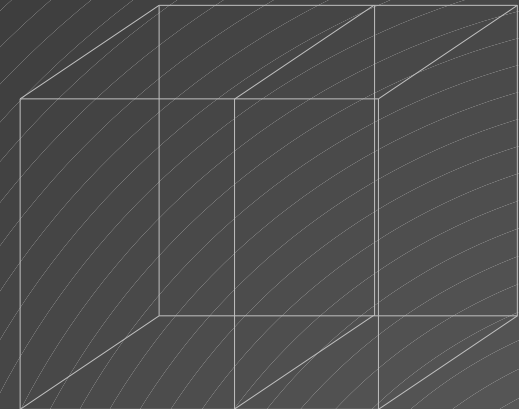
- Réduction du nombre de couleurs
 1. Construction de l'histogramme des couleurs
 2. Élimination des extrémités vides



Diminution du nombre de couleurs

Median cut algorithm

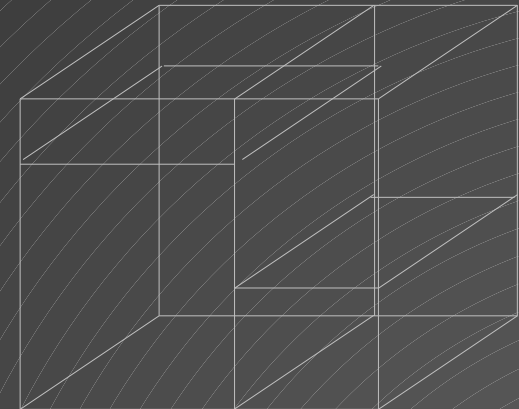
- Réduction du nombre de couleurs
 1. Construction de l'histogramme des couleurs
 2. Élimination des extrémités vides
 3. Découpage du parallélépipède restant en deux sous blocs contenant autant de points



Diminution du nombre de couleurs

Median cut algorithm

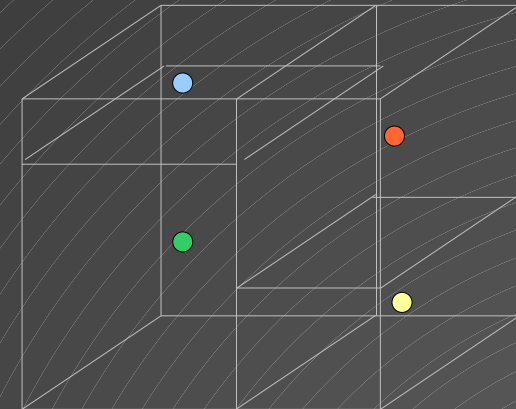
- Réduction du nombre de couleurs
 1. Construction de l'histogramme des couleurs
 2. Élimination des extrémités vides
 3. Découpage du parallélépipède restant en deux sous blocs contenant autant de points
 4. Pour chaque sous bloc, recommencer jusqu'à avoir autant de sous blocs que de couleurs souhaitées



Diminution du nombre de couleurs

Median cut algorithm

- Réduction du nombre de couleurs
 1. Construction de l'histogramme des couleurs
 2. Élimination des extrémités vides
 3. Découpage du parallélépipède restant en deux sous blocs contenant autant de points
 4. Pour chaque sous bloc, recommencer jusqu'à avoir autant de sous blocs que de couleurs souhaitées
 5. Trouver pour chaque partie, une couleur représentante



Réduction du nombre de couleurs

Diffusion de l'erreur

- Diffusion de l'erreur

- Le but est de compenser l'erreur commise sur un pixel en propageant cette erreur sur les pixels voisins.

FloydSteinberg

12	15	18	67	68	...
67	25	26	57	89	...

Réduction du nombre de couleurs

Diffusion de l'erreur

- Diffusion de l'erreur

- Le but est de compenser l'erreur commise sur un pixel en propageant cette erreur sur les pixels voisins.

1. On remplace la couleur du pixel considéré par le représentant.

FloydSteinberg

	15	18	67	68	...
67	25	26	57	89	...
	21	18	67	68	...
67	25	26	57	89	...

Réduction du nombre de couleurs

Diffusion de l'erreur

- Diffusion de l'erreur

- Le but est de compenser l'erreur commise sur un pixel en propageant cette erreur sur les pixels voisins.

1. On remplace la couleur du pixel considéré par le représentant.
2. On calcul l'erreur commise par cette substitution en faisant la différence entre la vraie couleur et la couleur de remplacement : on trouve une erreur pour chaque canal.

FloydSteinberg

```
    15 18 67 68 ...  
67 25 26 57 89 ...
```

```
    21 18 67 68 ...  
67 25 26 57 89 ...
```

+16

Réduction du nombre de couleurs

Diffusion de l'erreur

- Diffusion de l'erreur

- Le but est de compenser l'erreur commise sur un pixel en propageant cette erreur sur les pixels voisins.

1. On remplace la couleur du pixel considéré par le représentant.
2. On calcul l'erreur commise par cette substitution en faisant la différence entre la vraie couleur et la couleur de remplacement : on trouve une erreur pour chaque canal.
3. On repartie l'erreur estimée sur les pixels voisins

FloydSteinberg

15	18	67	68	...	
67	25	26	57	89	...

21	18	67	68	...	
67	25	26	57	89	...

+16

	X	-7	...
-3	-5	-1	...

21	11	67	68	...	
64	20	25	57	89	...

	X	7/16
3/16	5/16	1/16

Réduction du nombre de couleurs

Diffusion de l'erreur

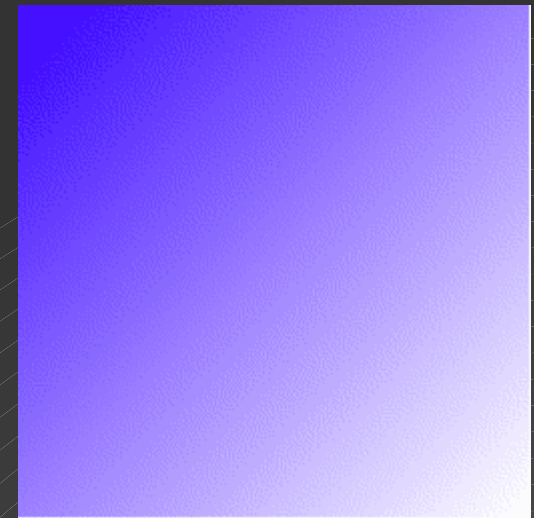
- Résultats



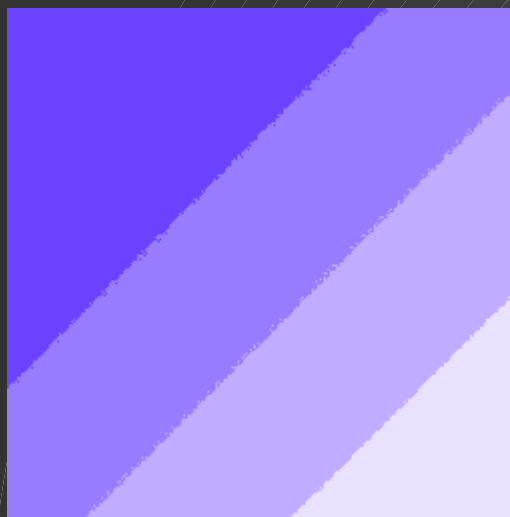
Image originale



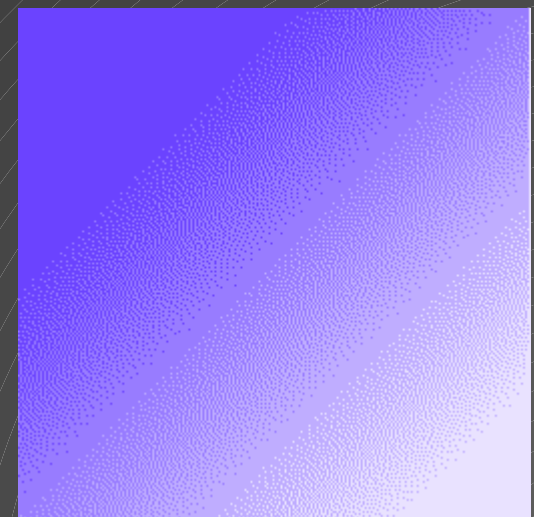
16 couleurs



16 couleurs + diffusion de l'erreur



4 couleurs



4 couleurs + diffusion de l'erreur

Diminution du nombre de couleurs

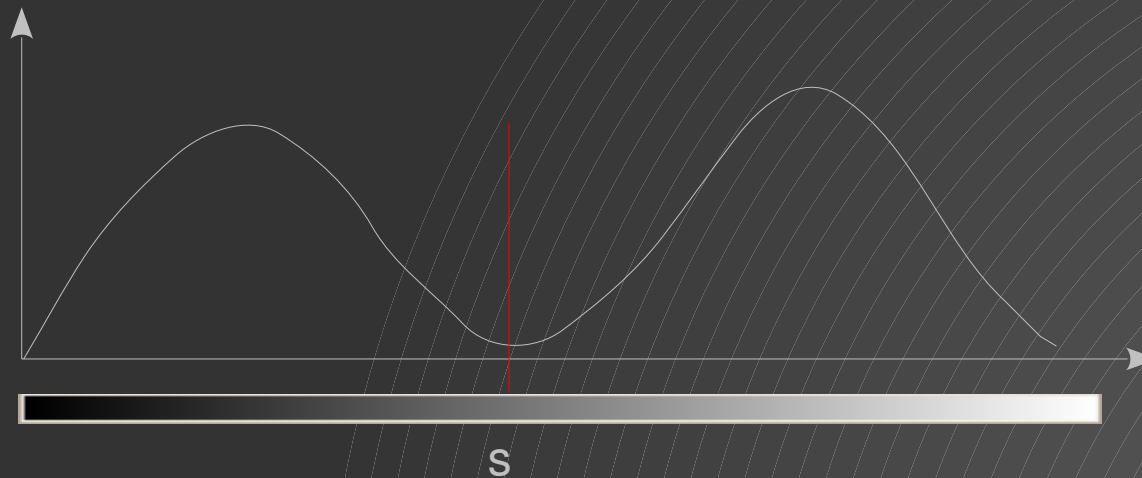
Passage en noir et blanc (binarisation)

- Binarisation
 - Séparation fond/forme

Diminution du nombre de couleurs

Passage en noir et blanc (binarisation)

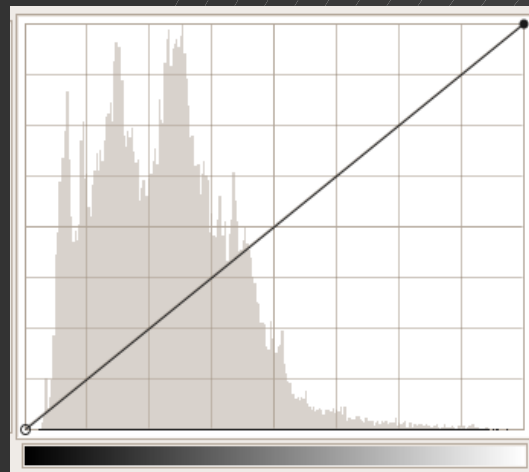
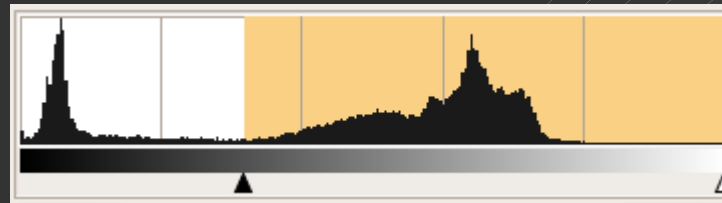
- Seuil global
 - Utilisation de l'histogramme
 - On suppose l'histogramme bi-modal (1 mod pour le fond et 1 pour la forme)
 - Trouver le niveau de gris à la jonction entre les deux



Diminution du nombre de couleurs

Passage en noir et blanc (binarisation)

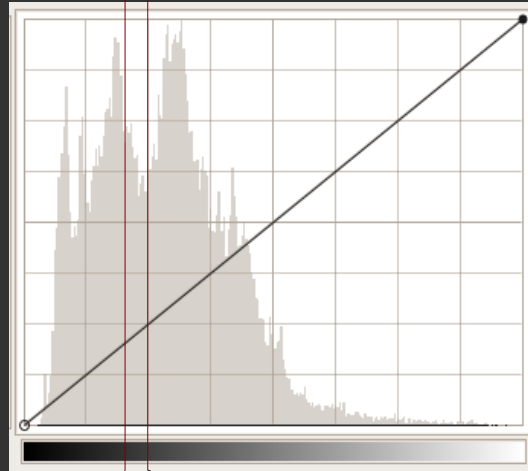
- Seuil global - résultats



Diminution du nombre de couleurs

Passage en noir et blanc (binarisation)

- Seuil global - résultats



Diminution du nombre de couleurs

Passage en noir et blanc (binarisation)

Seuil global

- Comment trouver ce seuil automatiquement ?

Diminution du nombre de couleurs

Passage en noir et blanc (binarisation)

- Seuil global – Un algorithme simple :
 1. Supposons un seuil T initial
 2. Calculons les moyennes m_1 et m_2 des ensembles des pixels d'intensité inférieur à T et supérieur ou égale à T respectivement
 3. Corriger T avec $T = (m_1 + m_2) / 2$
 4. Si $T > \Delta T$ continuer en 2

Diminution du nombre de couleurs

Passage en noir et blanc (binarisation)

- Seuil global – Le critère d'Otsu
 - On cherche deux classes
 - Minimiser la variance intra-classe
 - Maximiser la variance inter-classe
 - $m_1(k)$ et $m_2(k)$ les moyennes des deux classes formées par le seuil k
 - m_g la moyenne
 - $p_1(k)$ et $p_2(k)$ les probabilités d'occurrence des deux classes formées par le seuil k
 - Maximiser la variance inter-classe :
 - $\sigma(k)^2 = P_1(k) (m_1(k) - m_g)^2 + P_2(k) (m_2(k) - m_g)^2$

Diminution du nombre de couleurs

Passage en noir et blanc (binarisation)

- Seuil global – Le critère d'Otsu
 - Maximiser la variance inter-classe :
 - $\sigma(k)^2 = P_1(k) (m_1(k) - m_g)^2 + P_2(k) (m_2(k) - m_g)^2$
 - Or $P_1(k) m_1(k) + P_2(k) m_2(k) = m_g$ et $P_1(k) + P_2(k) = 1$
 - $\sigma(k)^2 = P_1(k)P_2(k) (m_1(k) - m_2(k))^2$
 - $= (m_g P_1(k) - m_1(k))^2 / (P_1(k) (1 - P_1(k)))$
- Reviens à chercher le k dans l'intervalle où $P_1(k) (1 - P_1(k)) \neq 0$
tel que $\sigma(k)^2$ est maximum (si plusieurs max, faire la moyenne).

Diminution du nombre de couleurs

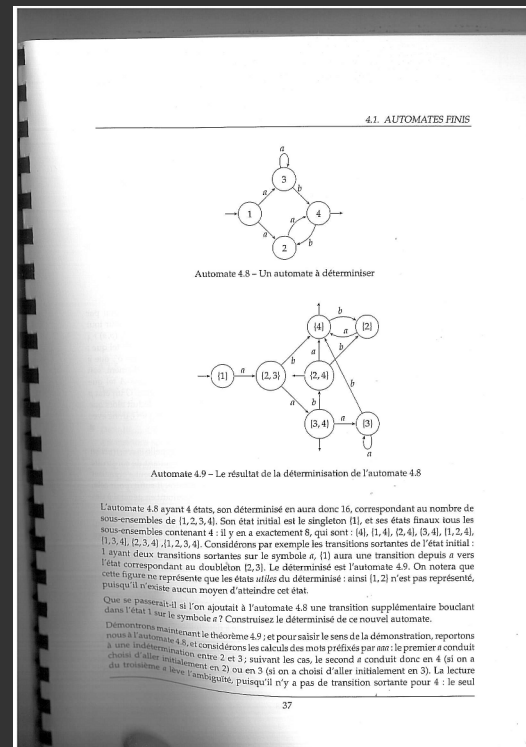
Passage en noir et blanc (binarisation)

- Seuil global
 - Rapide et simple
 - **Se calcul directement sur l'histogramme**
 - Dans la pratique pas toujours efficace selon le contexte

Diminution du nombre de couleurs

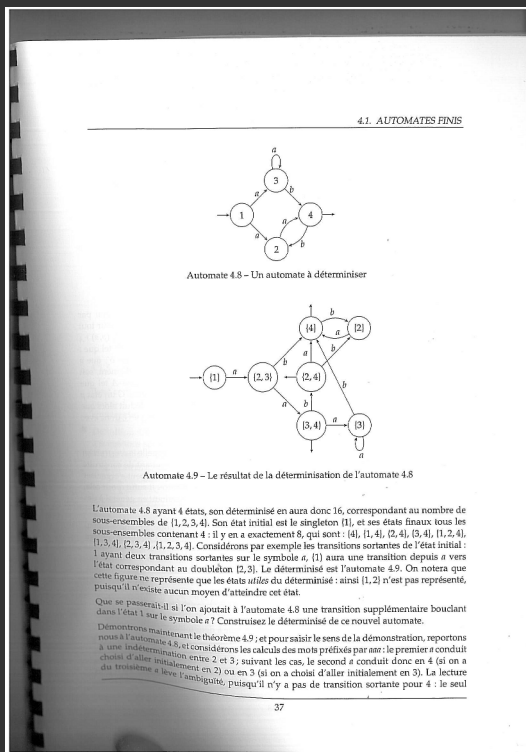
Passage en noir et blanc (binarisation)

- Résultats

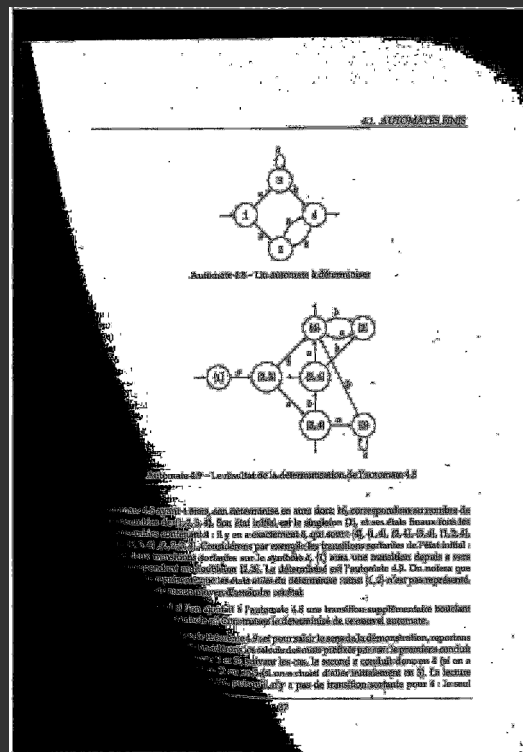


Diminution du nombre de couleurs Passage en noir et blanc (binarisation)

- Résultats



Original



Otsu

Fin