

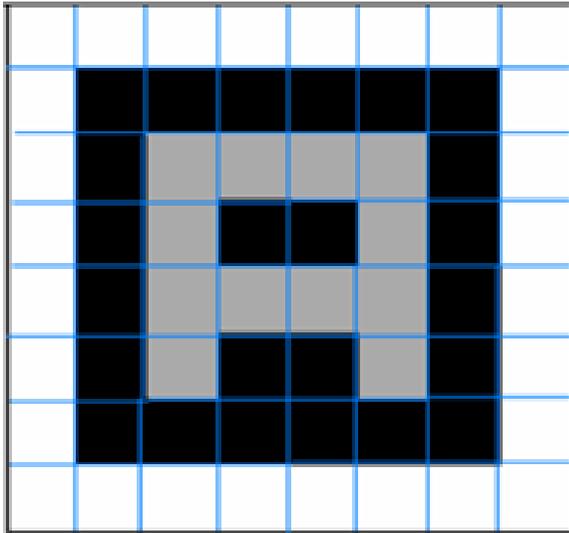
Histogramme

- l'histogramme d'une image représente la distribution des intensités des pixels.
- L'histogramme est une fonction qui donne la fréquence d'apparition de chaque niveau de gris (ou couleur) dans une image.
- L'histogramme est une fonction qui donne, pour chaque valeur intensité lumineuse, le nombre de pixels ayant cette valeur.
- Il permet de donner un grand nombre d'informations sur la distribution des niveaux de gris .
- Il ne contient aucune information relative à l'emplacement des pixels.

Remarque : *l'histogramme d'une image I , est une fonction discrète $h(k)$ avec $k \in [0, 255]$, elle représente le nombre de pixels en fonction de niveaux de gris.*

Histogramme

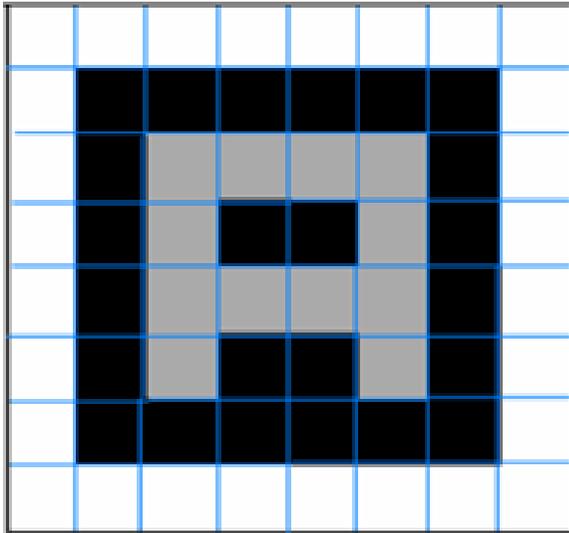
Image A en niveaux de gris



matrice des valeurs d'intensités
de gris des pixels de l'image A

2	2	2	2	2	2	2	2
2	0	0	0	0	0	0	2
2	0	1	1	1	1	0	2
2	0	1	0	0	1	0	2
2	0	1	1	1	1	0	2
2	0	1	0	0	1	0	2
2	0	0	0	0	0	0	2
2	2	2	2	2	2	2	2

Histogramme

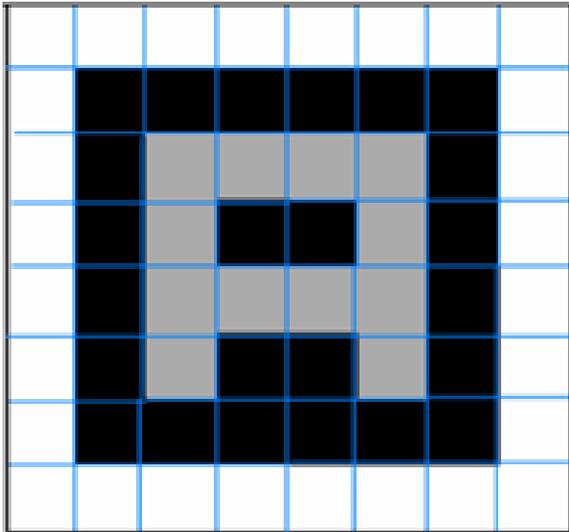


2	2	2	2	2	2	2	2
2	0	0	0	0	0	0	2
2	0	1	1	1	1	0	2
2	0	1	0	0	1	0	2
2	0	1	1	1	1	0	2
2	0	1	0	0	1	0	2
2	0	0	0	0	0	0	2
2	2	2	2	2	2	2	2

- l'image A comporte 3 niveaux de gris différents: 0, 1 et 2
- Compter le nombre de pixels pour chaque niveau de gris , à l'aide de la matrice des valeurs des intensités de gris
- Les niveaux 0, 1 et 2 sont respectivement représentés par 24, 12 et 28 pixels implique représentation de cette population de pixels sur l'histogramme

Histogramme

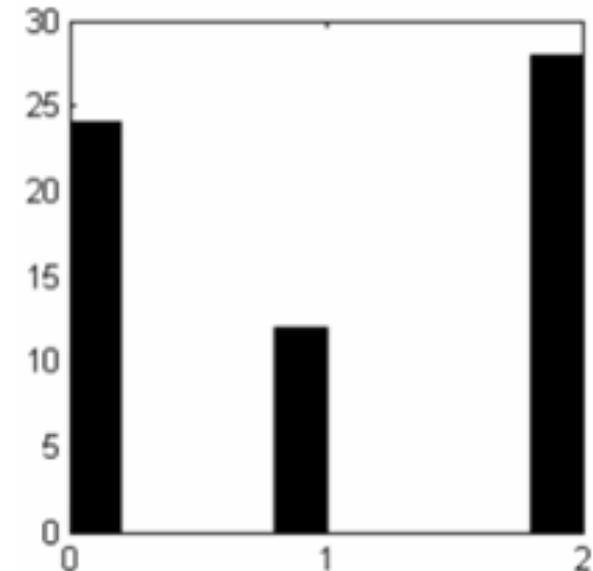
Image A en niveaux de gris



matrice des valeurs d'intensités de gris des pixels de l'image A

2	2	2	2	2	2	2	2
2	0	0	0	0	0	0	2
2	0	1	1	1	1	0	2
2	0	1	0	0	1	0	2
2	0	1	1	1	1	0	2
2	0	1	0	0	1	0	2
2	0	0	0	0	0	0	2
2	2	2	2	2	2	2	2

histogramme de l'image A

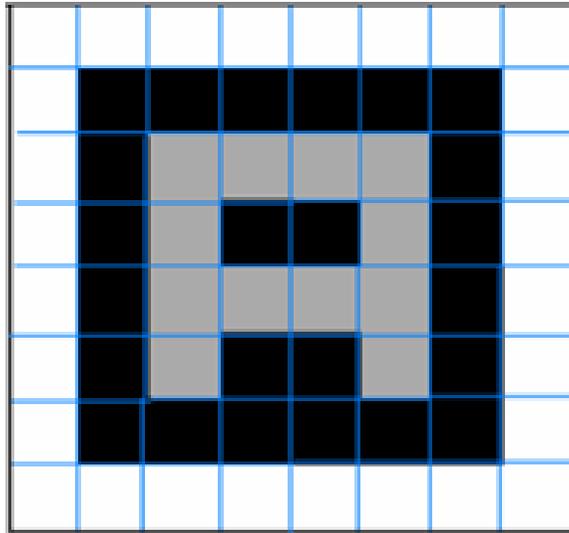


Histogramme d'une image

- Indique pour chaque valeur de niveau de gris appartient(0) et le blanc (255), combien il y a de pixels de cette valeur dans l'image
- En abscisse(axe x): le niveau de gris , en ordonnée (axe y): le nombres de pixels.
- les pixels sombres apparaissent à gauche de l'histogramme, les pixels clairs à droite de l'histogramme et les pixels gris au centre de l'histogramme.

Histogramme

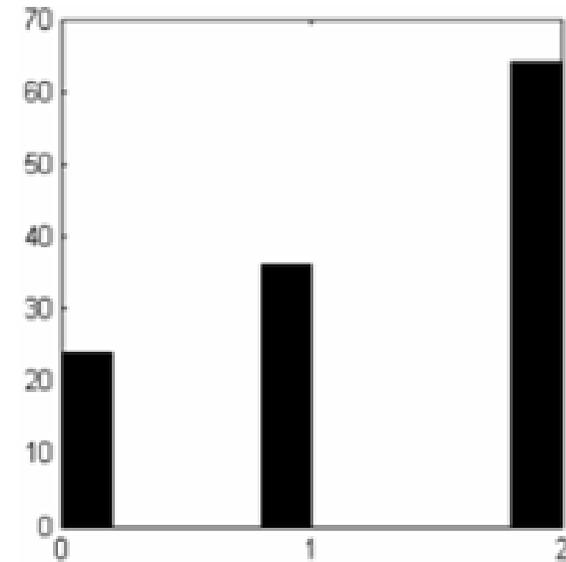
Image A



valeurs des intensités lumineuses
de chaque pixel de l'image A

2	2	2	2	2	2	2	2
2	0	0	0	0	0	0	2
2	0	1	1	1	1	0	2
2	0	1	0	0	1	0	2
2	0	1	1	1	1	0	2
2	0	1	0	0	1	0	2
2	0	0	0	0	0	0	2
2	2	2	2	2	2	2	2

histogramme cumulé de A

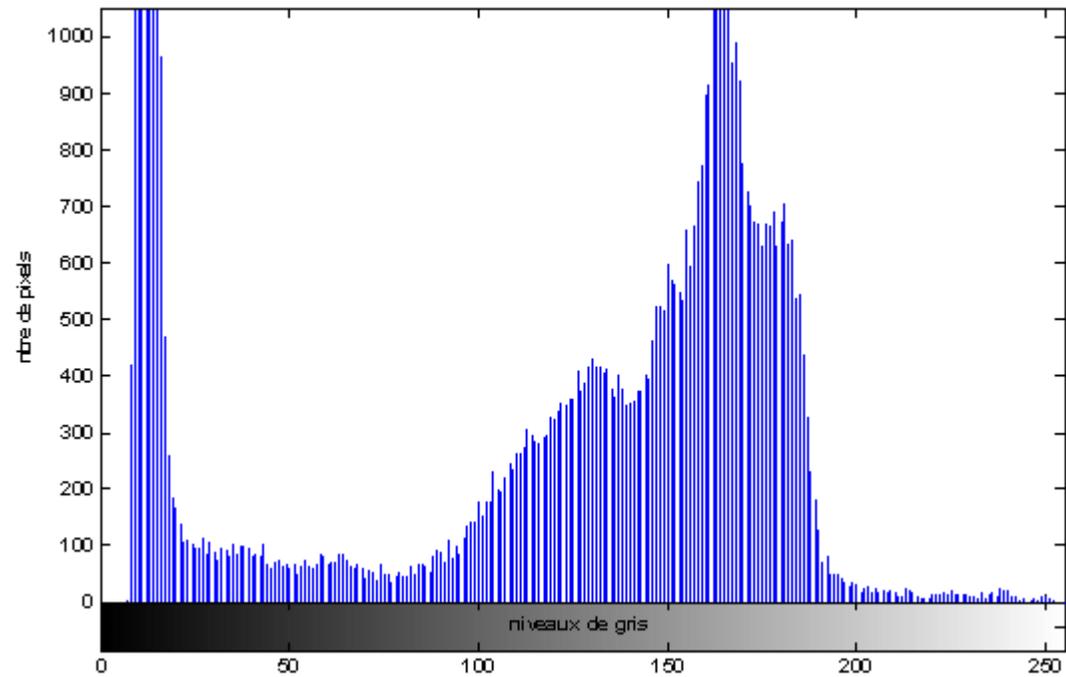


Histogramme cumulé

- Chaque bâton cumule le nombre de pixels du niveau de gris concerné et des niveaux de gris inférieurs: les niveaux 0, 1 et 2 sont donc représentés respectivement par 24, 36 et 64 pixels.
- Utile pour certains traitements d'images tels que l'égalisation d'histogramme.

Histogramme

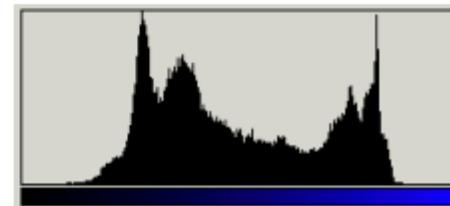
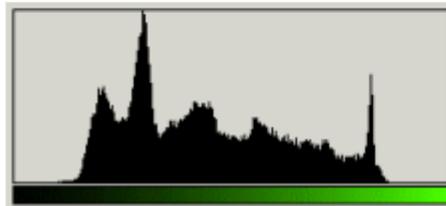
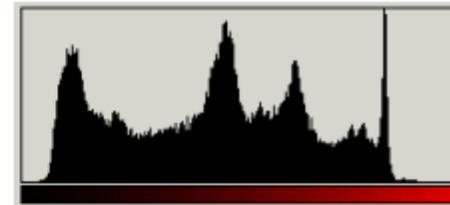
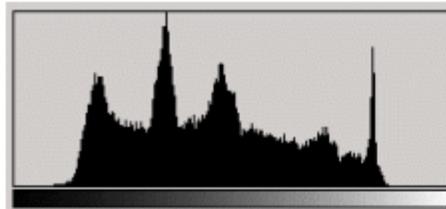
Quelques exemples d'images et leur histogramme correspondant



Histogramme

Pour une image couleur, plusieurs histogrammes sont utilisés:

- Les 3 histogrammes de chacune des composantes R, V, B;
- Histogramme de la composante de luminance $L = \frac{R+V+B}{3}$



Histogramme

- La modification d'histogramme est une étape très importante, elle permet d'améliorer l'image.

Pourquoi améliorer l'image?

- Faire apparaître des régions;
- Image trop claire ou trop foncée;
- Nécessite de modifier ses niveaux de gris afin de rendre visible certains détails.

Remarque: *la modification d'histogramme n'altère pas les informations contenues dans l'image mais les rend plus ou moins visibles.*

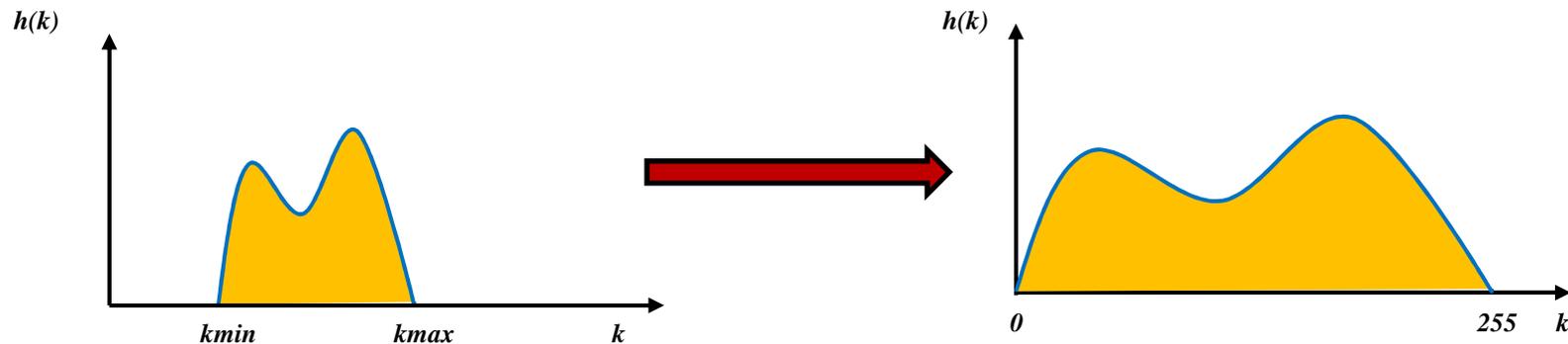
Comment améliorer l'image en utilisant l'histogramme?

- Par étirement de l'histogramme;
- Par égalisation d'histogramme;
- Par seuillage.

Histogramme

L'étirement d'histogramme

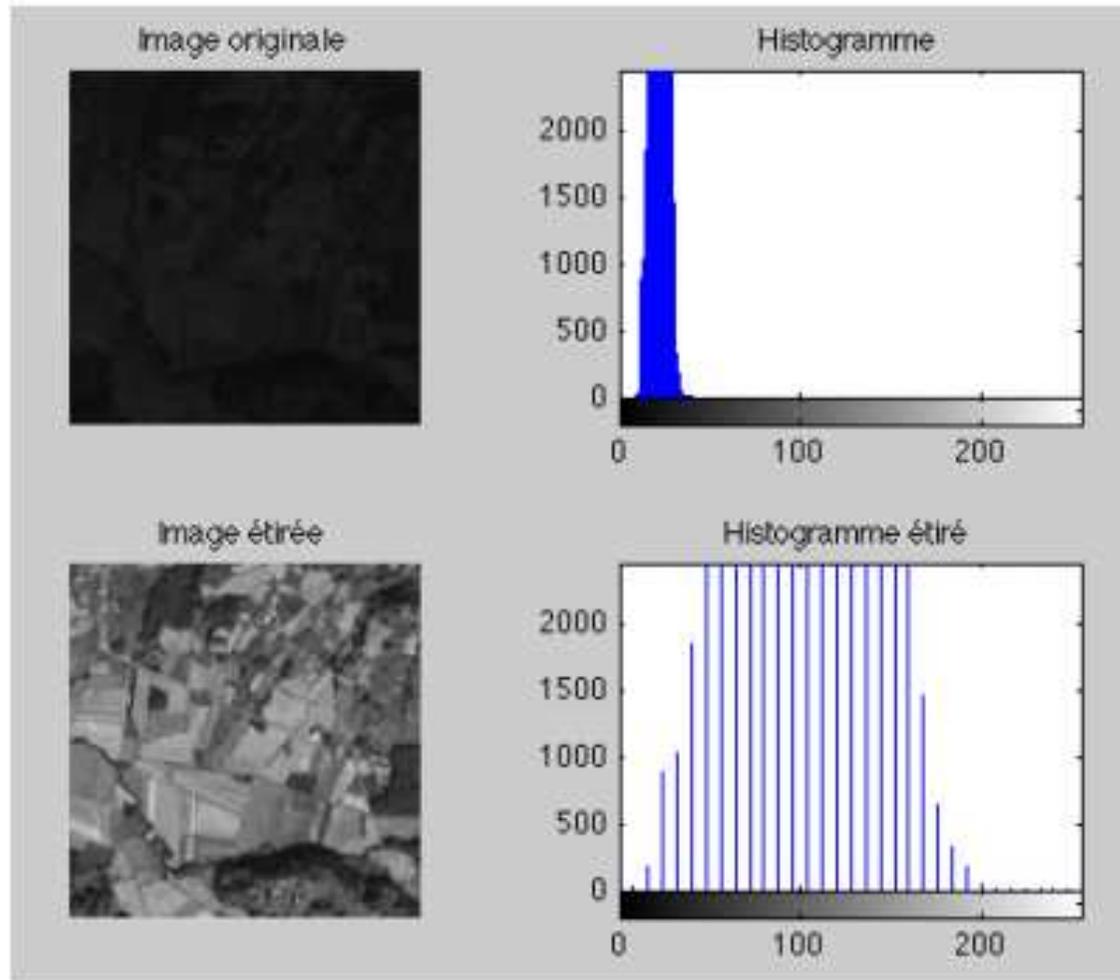
- Étaler la dynamique de l'image qui est contenue dans l'intervalle $[k_{min}, k_{max}]$, sur les 255 niveaux de gris disponibles $([0, 255])$.



- Il est utilisé dans le cas où la dynamique de l'image est réduite.
- Si les niveaux de gris d'une image $I \in [k_{min}, k_{max}]$, et qu'on l'étire à l'intervalle $[0, 255]$, alors on a:

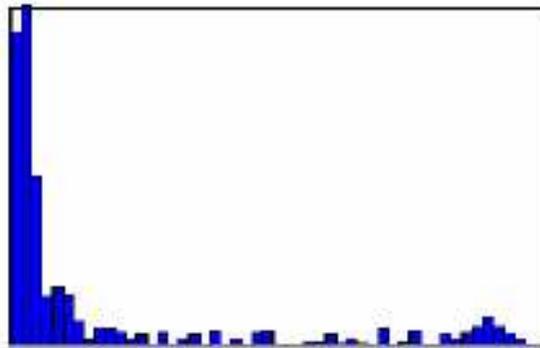
$$I'(i, j) = \frac{255}{k_{max} - k_{min}} (I(i, j) - k_{min})$$

Histogramme

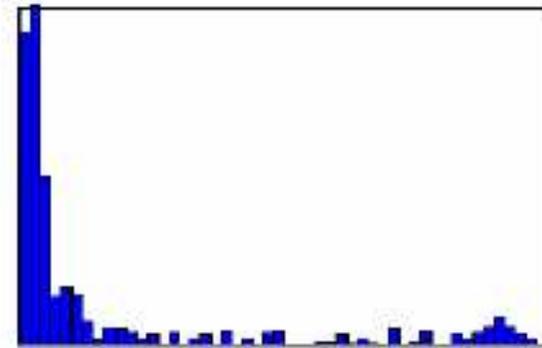


Histogramme

Remarque : si la dynamique est déjà maximale, la transformation n'apporte aucun changement.



Avant transformation

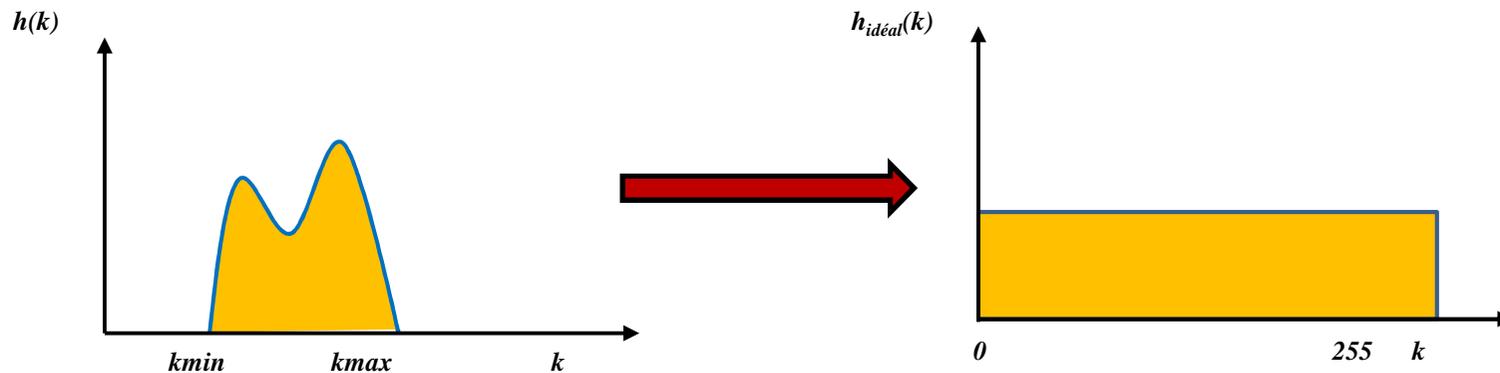


Après transformation

Histogramme

L'égalisation d'histogramme

- de répartir uniformément les pixels dans chacun des niveaux de gris.
- d'étirer la dynamique de l'image, $D = [k_{min}, k_{max}]$.



Remarque : en pratique, l'histogramme ne sera qu'approximativement plat (ou constant) après l'égalisation.

Histogramme

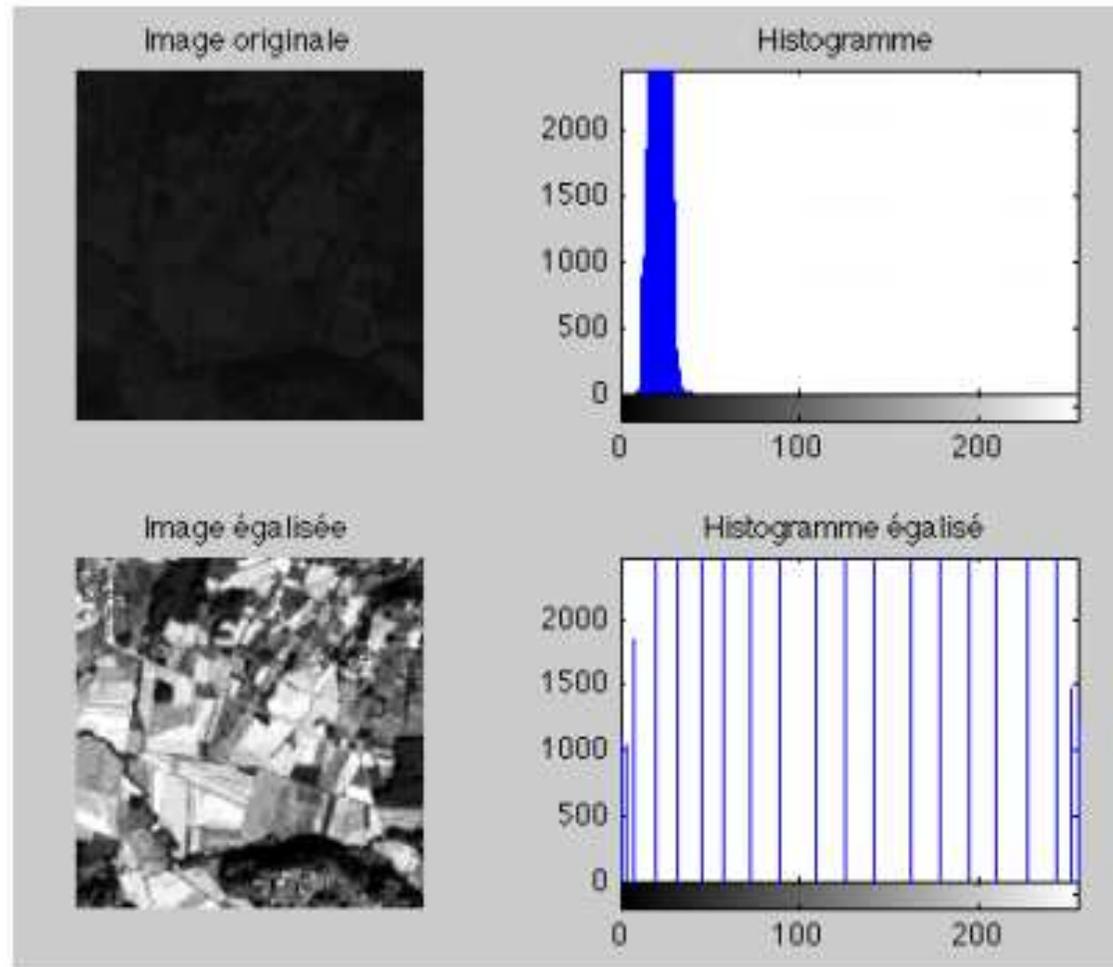
Les étapes de l'égalisation d'histogramme sont:

- calcul de l'histogramme $h(k)$ avec $k \in [0, 255]$;
- calcul de l'histogramme cumulé $C(k) = \sum_{i=0}^k (h(i))$;
- transformation des niveaux de gris de l'image

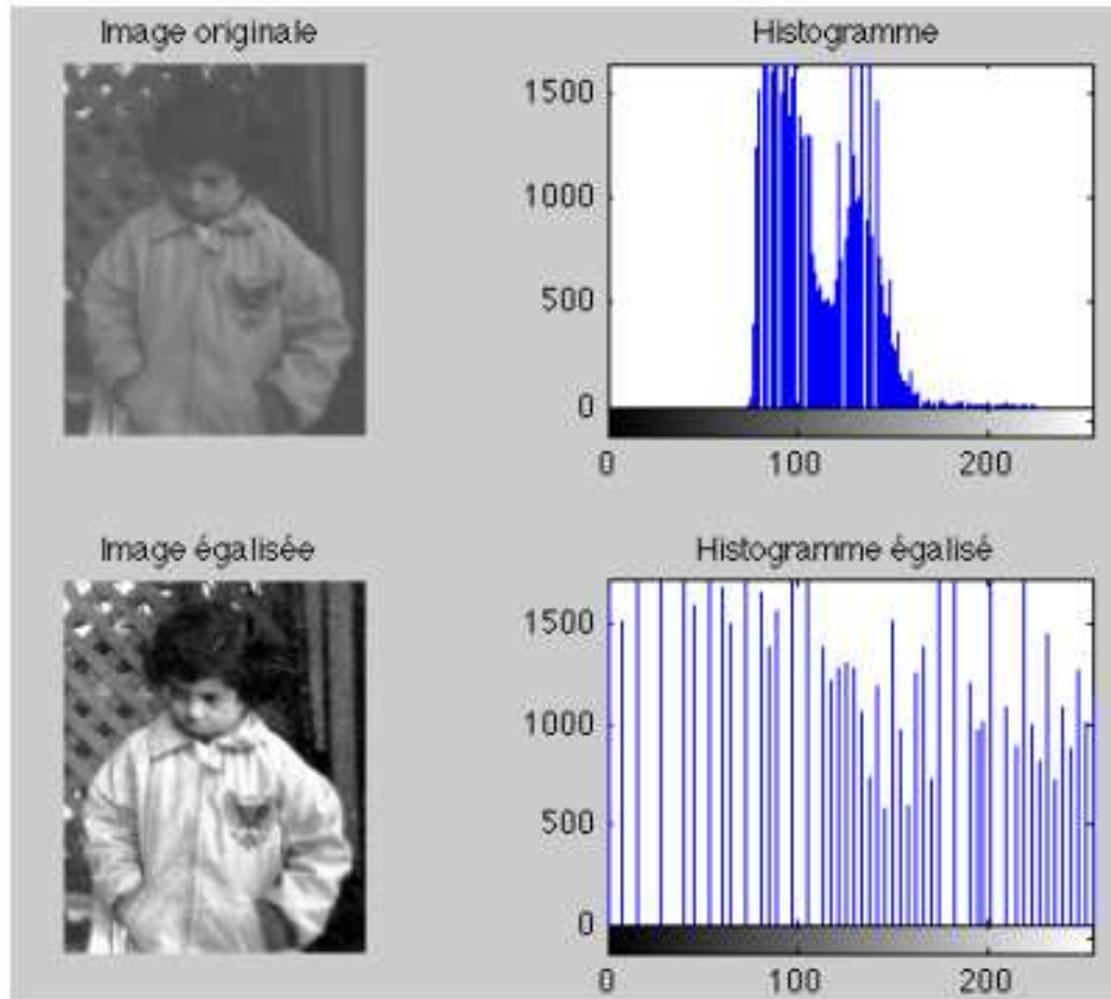
$$I'(x, y) = (C(I(x, y)) * 255) / N$$

où N est le nombre total de pixels constituant l'image

Histogramme



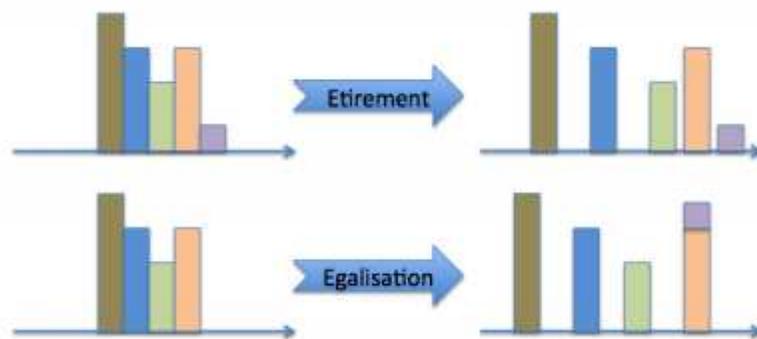
Histogramme



Histogramme

Quelle est la différence entre étirement et égalisation d'histogramme?

- L'étirement va changer la répartition spatiale des bâtons(bins) de l'histogramme, mais pas leur taille
- L'égalisation va changer la répartition spatiale des batôns(bins) de l'histogramme et leur taille.



Histogramme

Le seuillage

- Le seuillage est un traitement ramenant l'image à deux ou quelques niveaux de gris.
- Le seuillage d'une image I constituée d'un seul objet sur un fond est défini par :

$$I'(i,j) = \begin{cases} k_1 & \text{si } I(i,j) > S \\ k_2 & \text{si } I(i,j) \leq S \end{cases}$$

Où k_1 , k_2 et S (seuil) sont des niveaux de gris

Histogramme

Exemple de seuillage d'une image qui est constituée d'un objet (le crâne) sur un fond , avec $k_1 = 1$ et $k_2 = 0$. Nous obtenons une image binarisée.

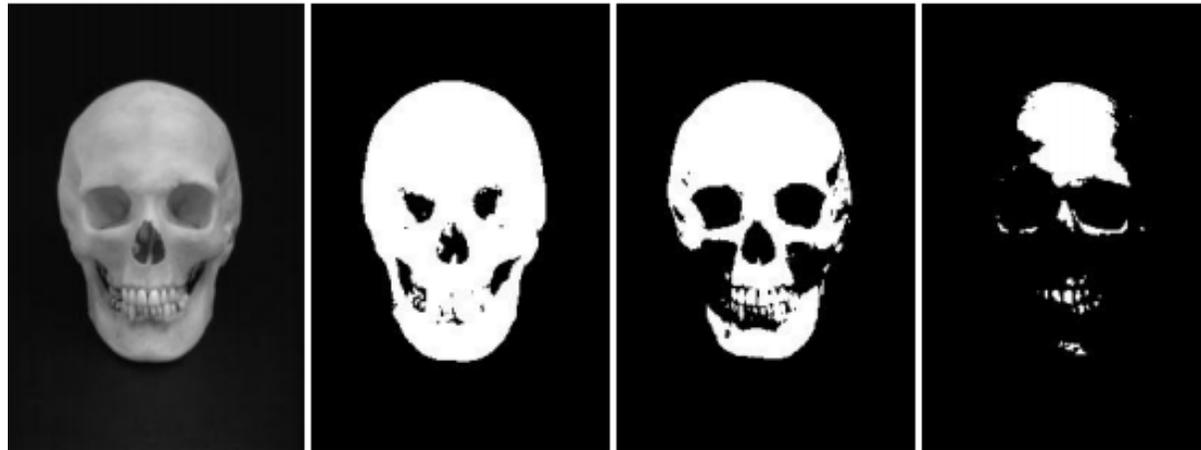


image I

seuil=76

seuil=128

seuil=176

Remarque: le seuillage permet de mettre en évidence des formes ou des objets dans une image mais n'améliore pas l'image. Toutefois la difficulté réside dans le choix du seuil à adopter ou de l'intervalle de seuillage.

Histogramme

Comment choisir le seuil?

- Il faut déterminer un seuil qui assurera le contour le plus exact de l'objet.
- Cas d'un objet sur un fond, chercher le minimum local de l'histogramme.
- Cas plusieurs objets sur un fond, le choix des seuils est effectué par la recherche des minimas locaux de l'histogramme.

Comment trouver les seuils?

- Algorithme ISODATA (recherche d'un seuil de manière itérative jusqu'à ce que la valeur du seuil ne change pas)
- La méthode d'Otsu chercher un seuil pour lequel les modes sont resserrés (minimiser la variance intra-classe) mais bien éloignés (maximiser la variance inter-classe);

Histogramme

Extension de toutes ces modifications à une image couleur, deux possibilités s'offrent:

- Traiter les matrices R, V et B séparément puis les superposer pour former l'image modifiée.
- Traiter la matrice de luminance seule.