

Plan

1. Méthodes de rehaussement par modifications de l'histogramme.
 - Masquage de zones
 - Extension de la dynamique (recadrage)
 - Inversion de la dynamique
 - Autres fonctions
2. Rehaussement par égalisation d'histogramme.
3. Rehaussement par spécification d'histogramme.
4. Rehaussement par filtrage spatial.
5. Rehaussement par filtrage spectral.

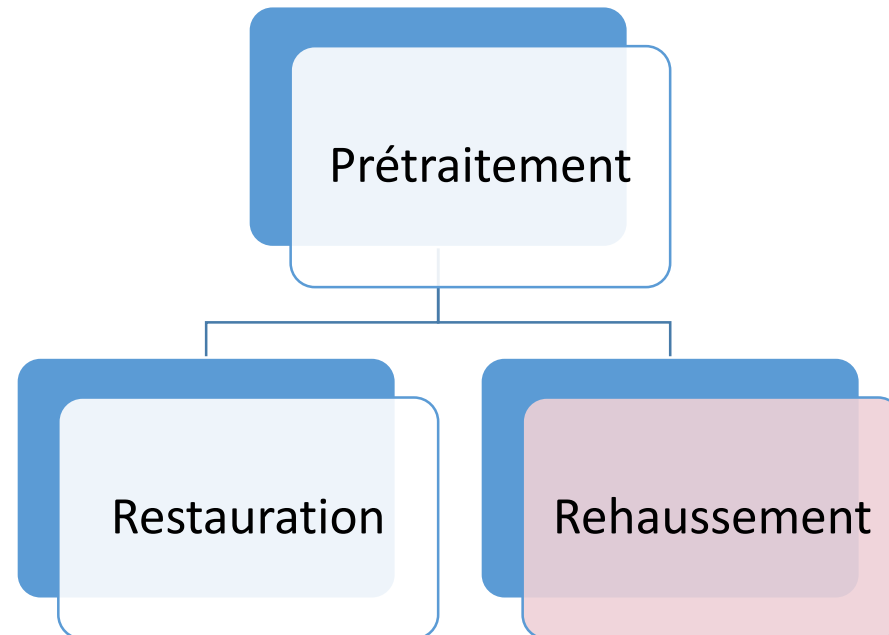
Objectifs

- Faire la différence entre rehaussement et restauration
- Connaître les méthodes de base de rehaussement des images
- Choisir une méthode de rehaussement selon l'objectif visé

Deux grandes familles de procédés pour améliorer l'image :

Rehaussement : donner à l'image un aspect visuellement correct.

Restauration : retrouver autant que possible l'image originale telle qu'elle était avant sa dégradation.



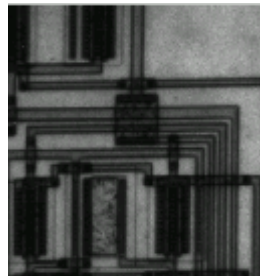
On applique le rehaussement des images afin de faciliter l'interprétation visuelle et la compréhension des images. Les images numériques ont l'avantage de nous permettre de manipuler assez facilement les valeurs enregistrées pour chaque pixel.

Problème de l'amélioration : un problème subjectif.

- Quand pourra ton dire qu'une image est améliorée ?

Œil humain : essentiellement sensible aux forts contrastes.

- Techniques d'amélioration tentent d'augmenter ceux ci pour accroître la séparabilité des régions composant une scène.



Il existe 2 grandes familles de méthodes :

- Les méthodes globales ou ponctuelles .
- Les méthodes locales ou dites de voisinage.

1. Amélioration du contraste

Augmenter la plage dynamique

Isoler et améliorer la perception des caractéristiques

2. Filtrage

Brouiller (analyse multirésolution)

Accentuer les caractéristiques

Atténuer le bruit

Atténuer le bruit impulsionnel

Filtrer tout en préservant les arêtes

1. Amélioration du contraste

But:

Manipuler l'échelle de niveaux de gris afin d'améliorer la plage dynamique.

Causes d'un faible contraste:

- Mauvais éclairage
- Capteur avec plage dynamique faible
- Sources d'éclairage parasites
- Réponse non-linéaire du capteur

1. Amélioration du contraste

Contraste: Différence en niveaux de gris (ou valeurs d'éclairement) pour une région de l'image

Valeurs de contraste:

$$G_{\min} \leq I(x, y) \leq G_{\max}$$

avec G_{\min} , G_{\max} = valeurs extrêmes d'éclairement

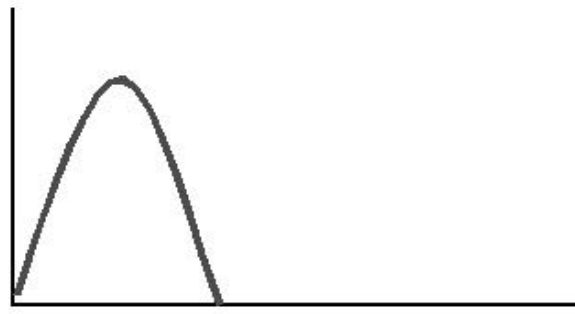
$I(x, y)$ = Éclairement à x, y

Plage de contraste: $G_{\max} - G_{\min}$

Rapport de contraste: G_{\max} / G_{\min}

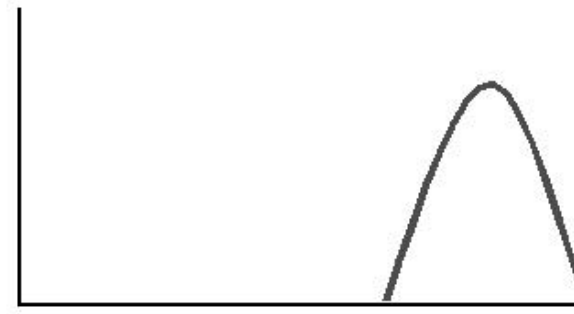
1. Amélioration du contraste

SCÈNE DE FAIBLE LUMINANCE



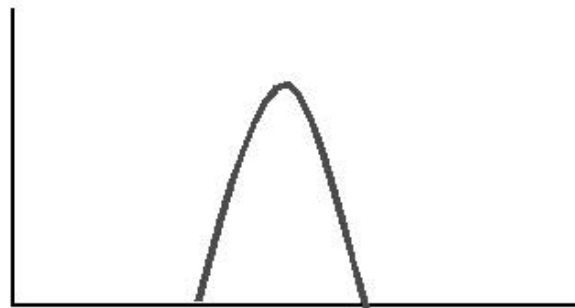
Niveaux de gris

SCÈNE DE FORTE LUMINANCE

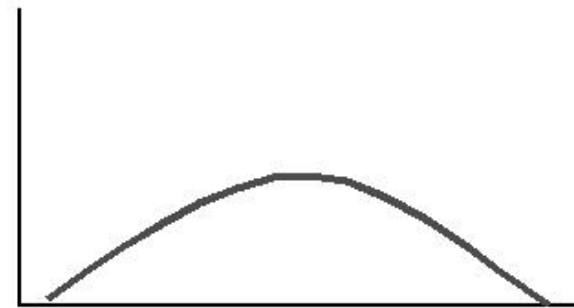


niveaux de gris

SCÈNE DE BAS CONTRASTE



SCÈNE DE HAUT CONTRASTE



1. Amélioration du contraste

- A. Rehaussement par modification d'histogramme
- B. Rehaussement par égalisation d'histogramme.
- C. Rehaussement par spécification d'histogramme.

A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

On cherche à modifier l'image en lui appliquant une transformation ponctuelle d'intensité.

Du fait de leur caractère ponctuel (les pixels sont traités individuellement), les méthodes de transformation d'histogramme n'affectent pas la forme des régions mais modifient uniquement l'apparence visuelle de l'image

Méthodes de rehaussement par modifications de l'histogramme.

- Masquage de zones
- Extension de la dynamique (recadrage)
- Inversion de la dynamique
- Autres fonctions

A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

Dynamique des niveaux de gris : l'intervalle des valeurs $[nmin, nmax]$ de niveaux de gris d'une image

Objectif du modification d'histogramme : Accroître le contraste en modifiant les valeurs des niveaux de gris.

On utilise une transformation f

$$R'(i,j)=f(I(i,j)), \text{ R': nouvelle image, I: image d'entrée}$$

La transformation f est décrite par équation ou une courbe qui représente la relation entre un niveau de gris de l'image d'entrée (en abscisse) et le niveau qui lui correspond dans la nouvelle image rehaussée (en ordonnée).



A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

- Inversion de la dynamique:

Chaque niveau de gris est remplacé par son complément ($255-x$)

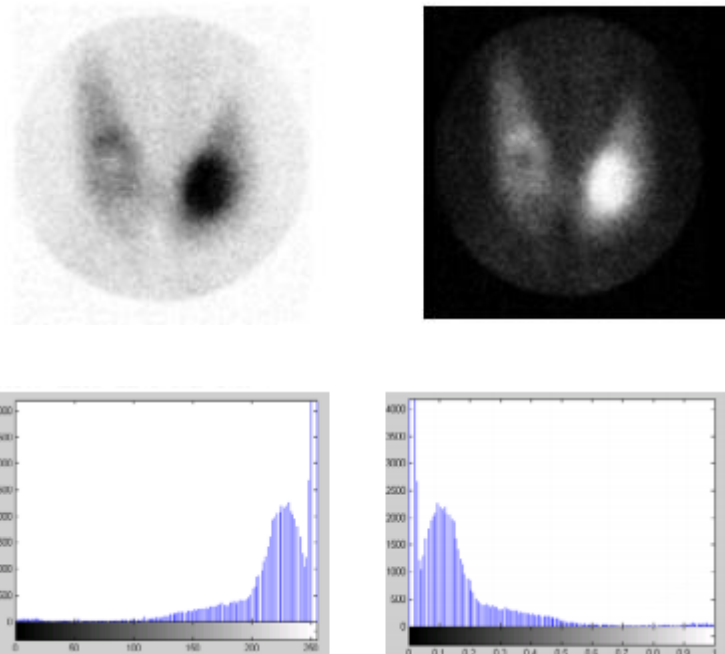
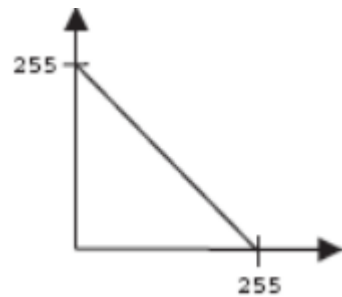


Image du cameraman à gauche et image inversée à droite.

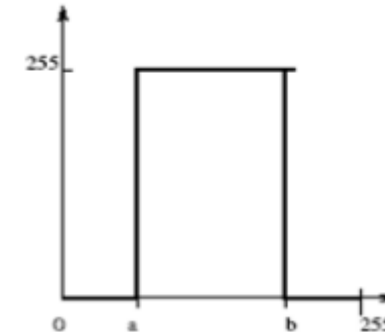
A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

- Extraction d'une fenêtre d'intensité :

Cette transformation consiste à remplacer une plage de niveaux de gris par du blanc et mettre les autres à Zéro

$$F(x) = 255, \text{ si } x \text{ dans } [a,b]$$

$$F(x) = 0, \text{ sinon}$$



A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

- Masquage de Zones

Remplacer un intervalle de niveaux de gris par du blanc (n_{max}), par du noir (n_{min}), ou par une valeur du niveau de gris.

La valeur est choisie selon les objectifs (quelle plage de niveau de gris, on cherche à cacher)



Image originale



Image avec des griffes
noires et blanches

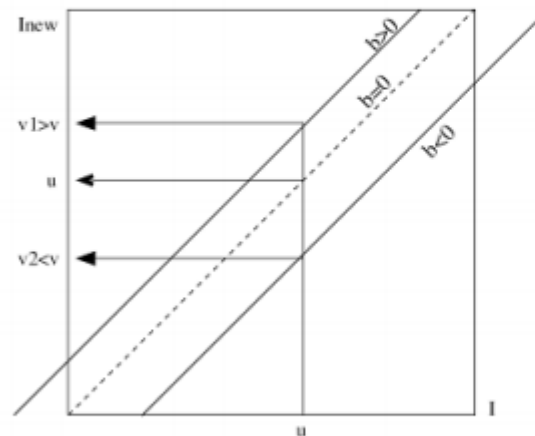


Masquage gris (60) des intervalles
[0,10] et [240,255]

A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

Contrôle de **brillance** par la modification linéaire de l'histogramme

$$I_{new} = I + b$$

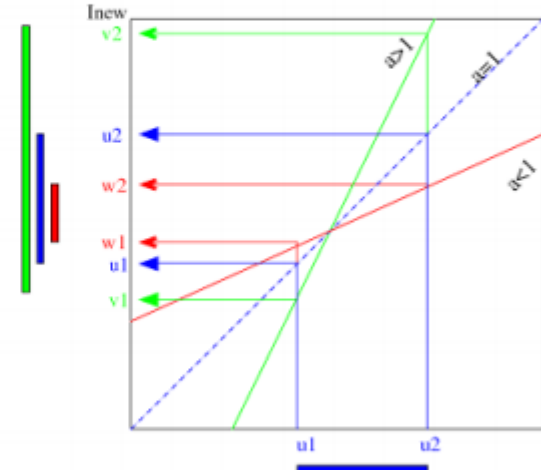


$b > 0 \Rightarrow$ Augmentation des niveaux de gris, les pixels sont plus clairs, l'image devient plus **brillante**

$b < 0 \Rightarrow$ Diminution des niveaux de gris, l'image devient plus **sombre**

Contrôle des contrastes par la modification linéaire de l'histogramme

$$I_{new} = aI$$



$a > 1 \Rightarrow$ L'intervalle de représentation agrandit

$a < 1 \Rightarrow$ L'intervalle de représentation diminue

A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

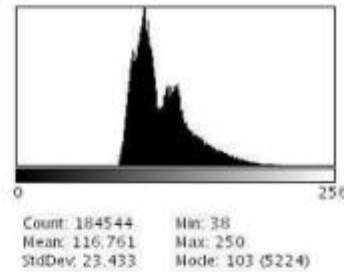
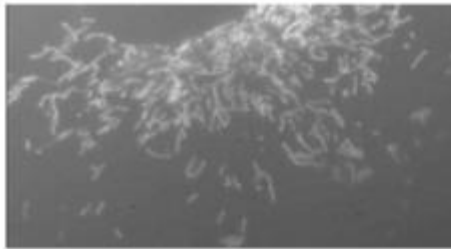
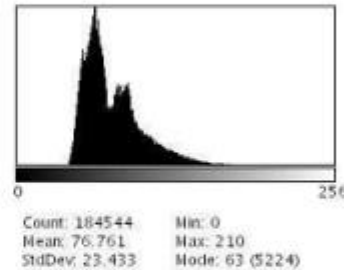
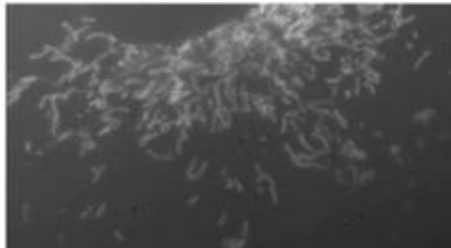
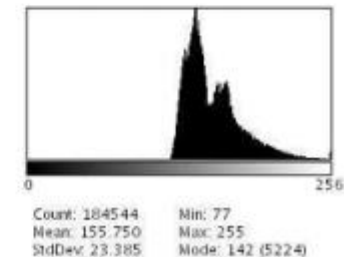
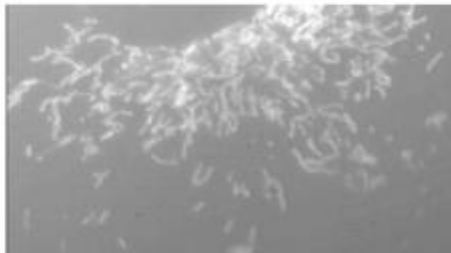


Image d'origine – 8 bits
Histogramme de l'image d'origine



Diminution de la brillance et
l'histogramme associé



Augmentation de la brillance et
l'histogramme associé

A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

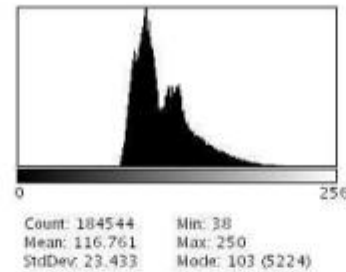
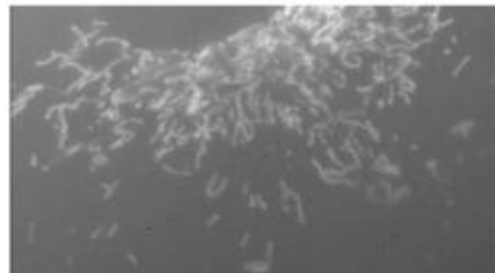
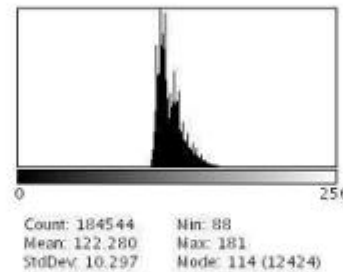
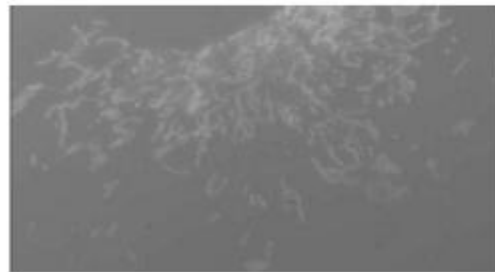
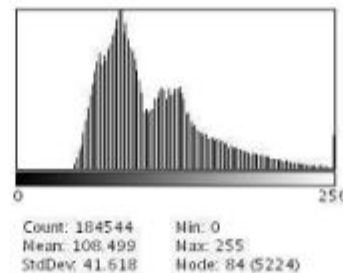
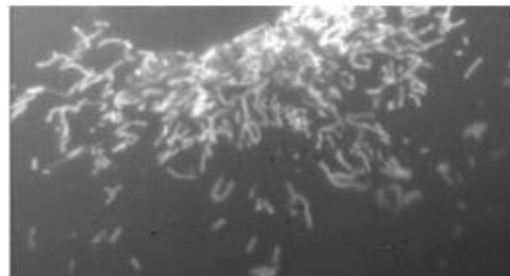


Image d'origine – 8 bits
Histogramme de l'image d'origine



Diminution de contraste et
l'histogramme associé



Augmentation de contraste et
l'histogramme associé

A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

Fonction non linéaire:



$$V = ((U - x_{min}) / (x_{max} - x_{min})) y_{max}$$



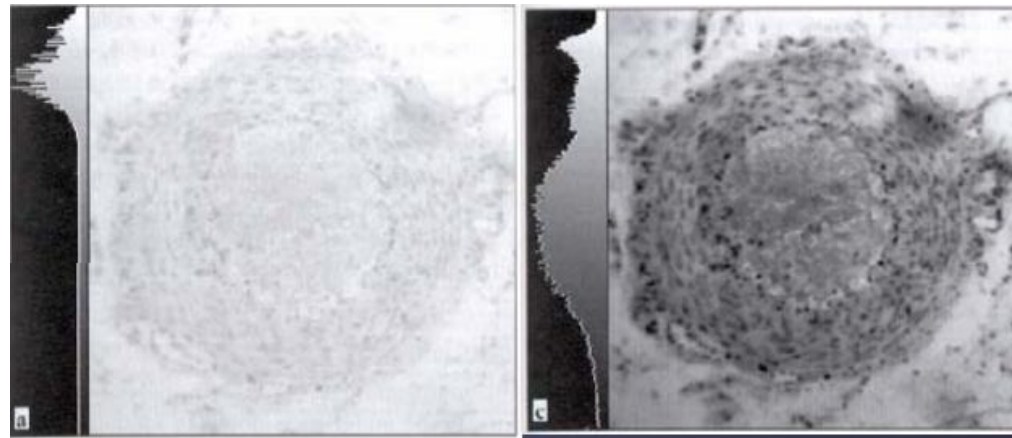
A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

Extension de la dynamique

Changer la dynamique de l'image

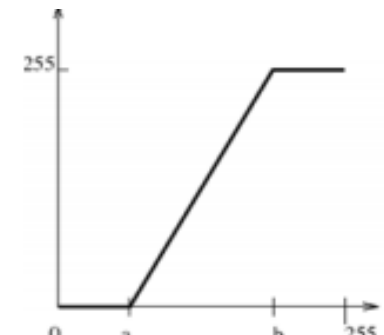
Si l'image possède un niveau de gris entre N_{\max} et N_{\min} .

L'extension de la dynamique d'histogramme consiste à étendre la plage des niveaux de gris entre 0 et 255



Avant

Après

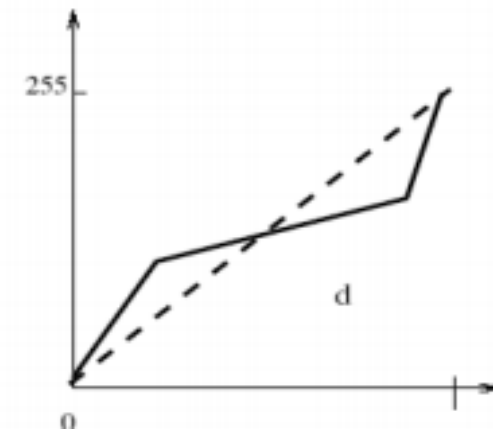
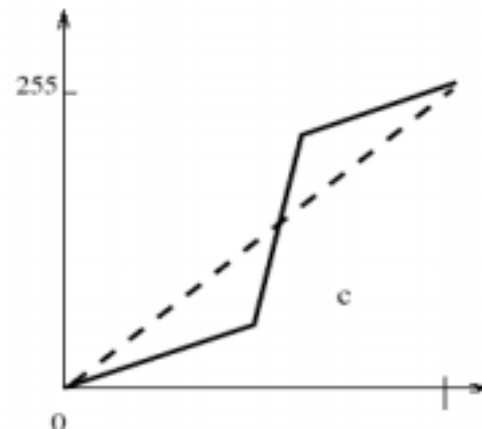
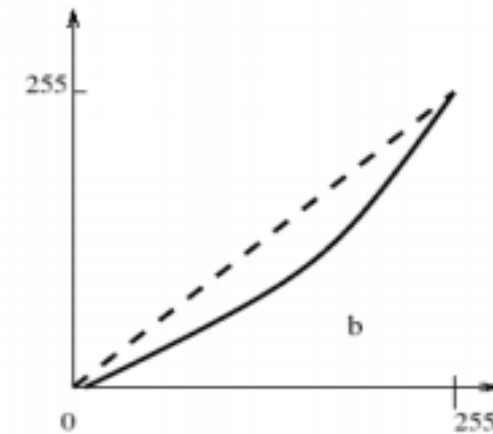
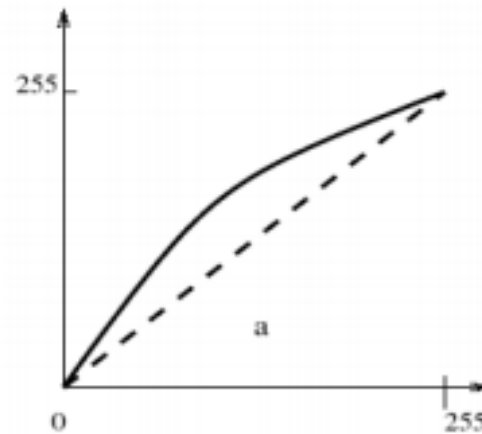


Coupe d'un vaisseau sanguin montrant la disposition des cellules en couches d'oignon

A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

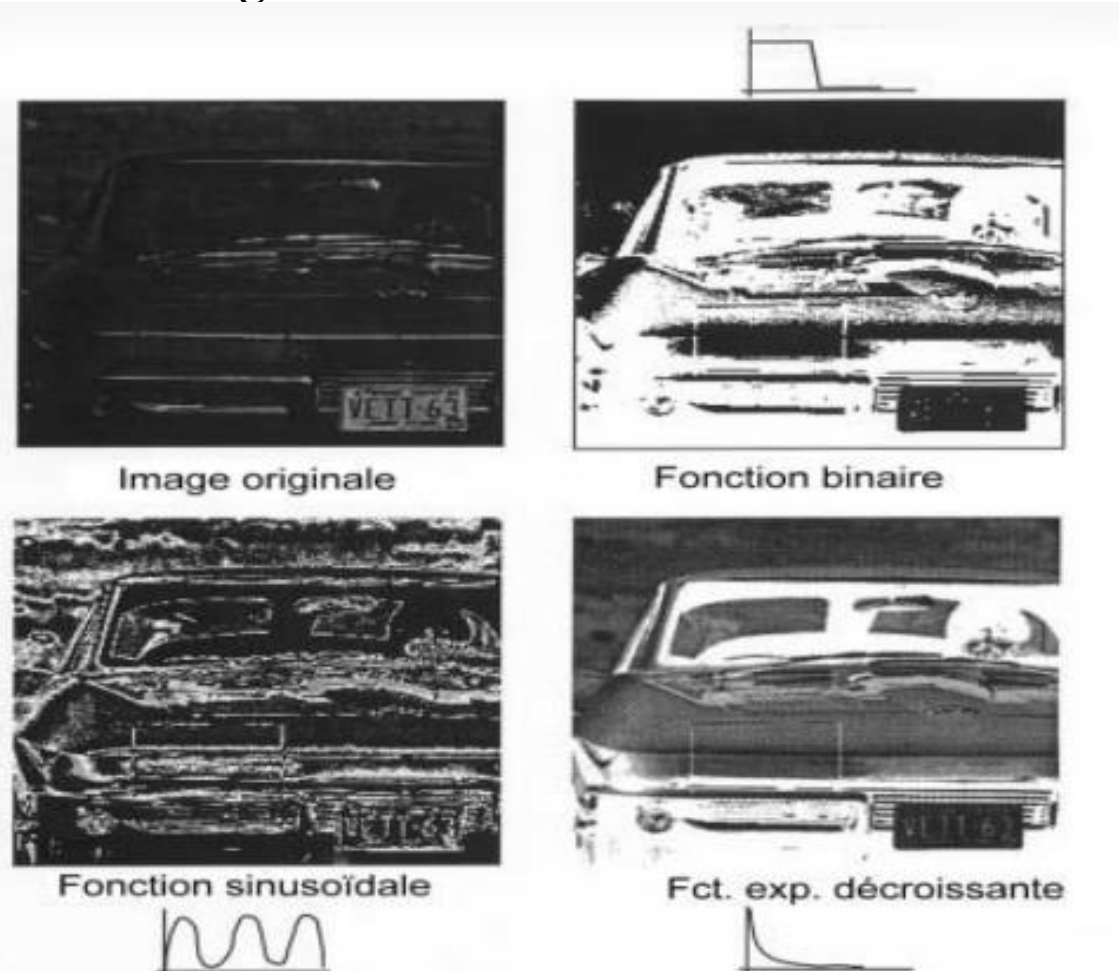
Fonction non linéaire:

- a. Rehaussement niveaux de gris sombres (basses valeurs)
- b. Rehaussement des niveaux de gris clairs (hauts niveaux de gris)
- c. Rehaussement des niveaux de gris moyens
- d. Rehaussement des niveaux de gris extrêmes



A. Rehaussement par Modification d'histogrammes

Autres fonctions:



B. Rehaussement par Egalisation de l'histogramme

L'égalisation d'histogramme est une méthode d'ajustement du contraste d'une image numérique qui utilise l'histogramme.

Elle consiste à appliquer une transformation sur chaque pixel de l'image, et donc d'obtenir une nouvelle image à partir d'une opération indépendante sur chacun des pixels.

Cette transformation est construite à partir de l'histogramme cumulé de l'image de départ.

L'égalisation d'histogramme permet de mieux répartir les intensités sur l'ensemble de la plage de valeurs possibles, en « étalant » l'histogramme. L'égalisation est intéressante pour les images dont la totalité, ou seulement une partie, est de faible contraste (l'ensemble des pixels sont d'intensité proches).

La méthode est rapide, facile d'implémentation, et complètement automatique

B. Rehaussement par Egalisation de l'histogramme

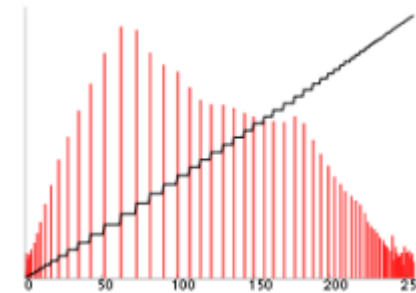
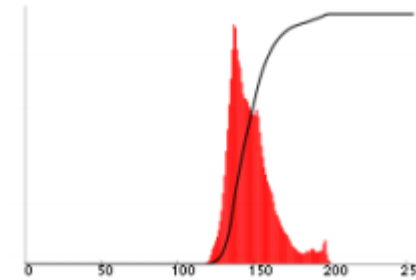


Avant



Après

B. Rehaussement par Egalisation de l'histogramme



B. Rehaussement par Egalisation de l'histogramme

Pour une image à n niveaux de gris, les niveaux de gris sont codés sur L niveaux, on définit n_k la fréquence d'apparition de chaque niveau x_k .

La probabilité d'apparition d'un niveau de gris x_k dans l'image est:

$$p_x(x_k) = p(x = x_k) = \frac{n_k}{n}, \quad 0 \leq k < L$$

avec n le nombre total de pixels de l'image, et p_x (l'histogramme normalisé sur $[0,1]$).

L'égalisation consiste à appliquer une transformation T qui à chaque niveau de gris x_k de l'image d'entrée, on associe une nouvelle valeur définie par:

$$T(x_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_x(x_j)$$

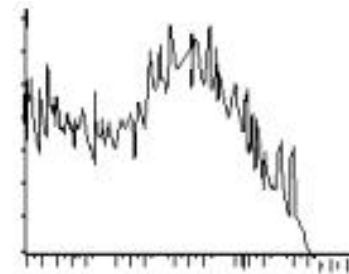
C. Rehaussement par Spécification d'histogramme

Tracer l'histogramme souhaité de la nouvelle image

Chercher la transformation qui permet de trouver ce nouveau histogramme



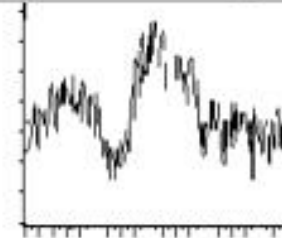
I : image d'origine



HI : son histogramme



J : image rehaussée



HS : histogramme spécifié

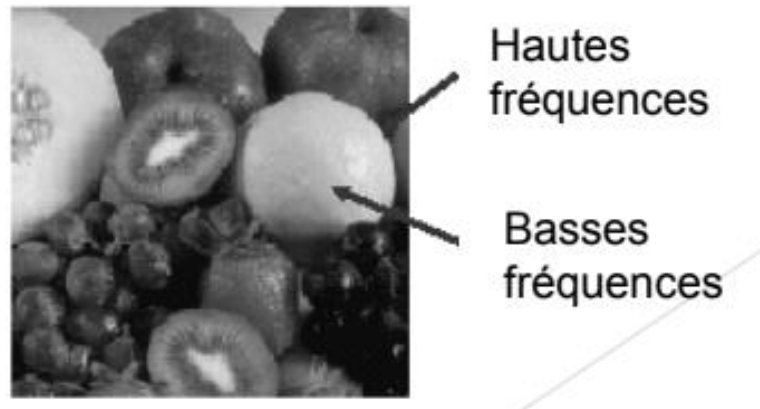
A. Principe

Le rehaussement par filtrage spectral consiste à passer du domaine spatial au domaine spectrale par transformation de Fourier (ou autre) puis d'appliquer (multiplier) une fonction de rehaussement $H(u,v)$

Notion de fréquence dans une image

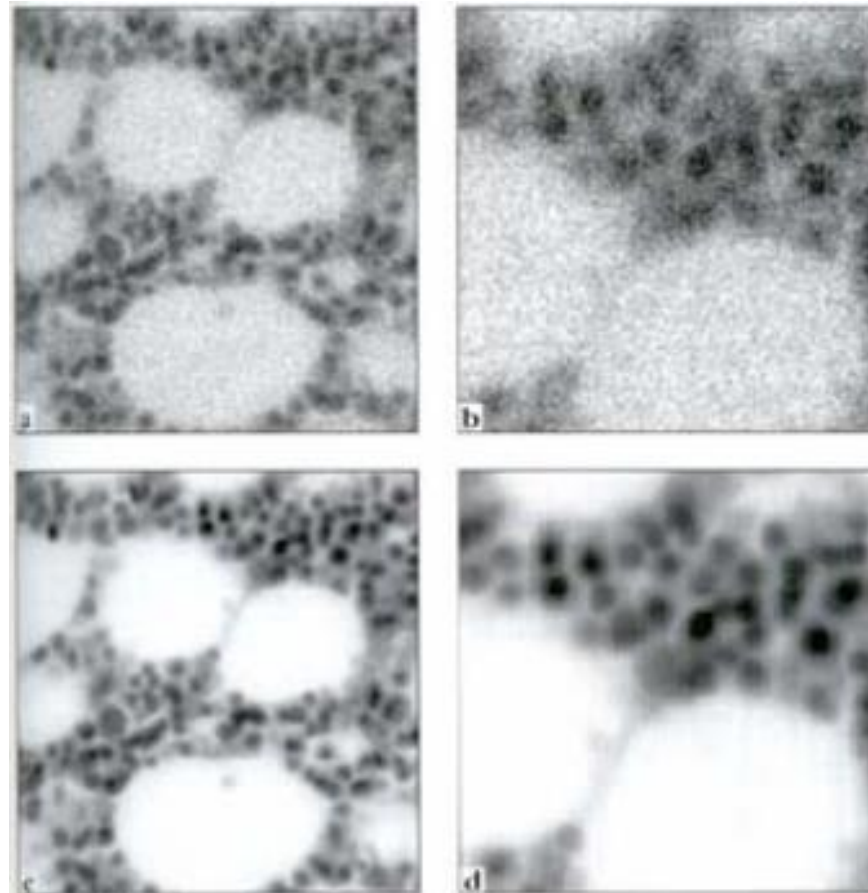
Basse fréquence : zone homogène

Haute fréquence : contours, changement brusque d'intensité, bruit



B. Exemples

- **Bruit photonique**



Images originales bruitées

Images rehaussées

Image en fluorescence de la moelle osseuse

B. Exemples

- **Bruit impulsif (salt & pepper noise)**



Image originale bruitée



Image rehaussée

B. Exemples

- **Bruit formé par un maillage non régulier**



Fissure à la surface de la toile



Image rehaussée

B. Exemples

- **Bruit périodique (Image numérisée et télécopiée)**

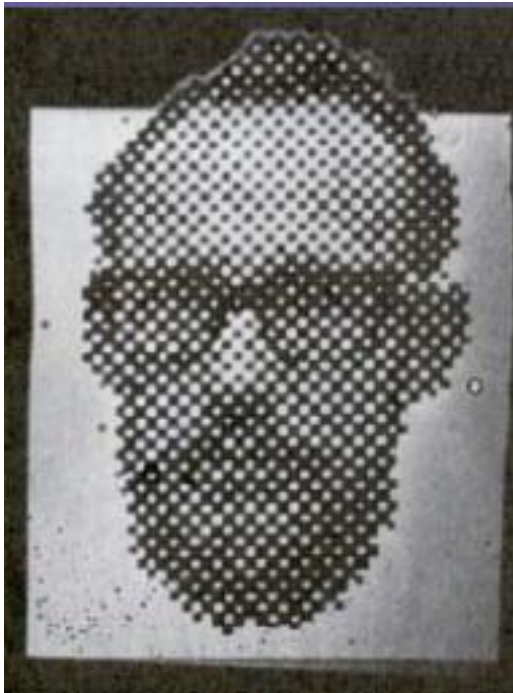


Avant

Après

B. Exemples

- **Bruit périodique (Image imprimée en demi-tons sur papier)**



Avant



Après



Avant



Après