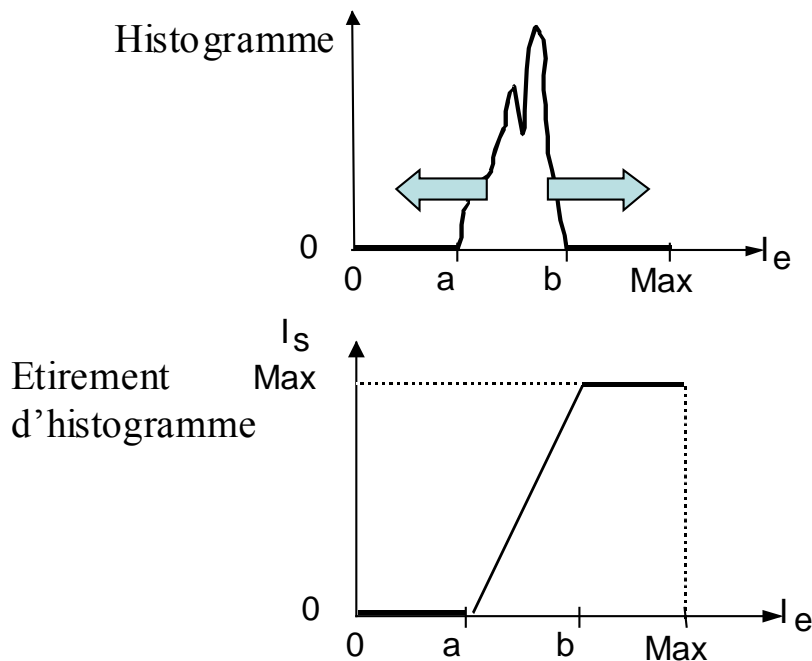


# **Chapitre 2**

**Notions de traitement d'images**

**Transformation d'histogramme**

## *Augmentation du contraste par étirement d'histogramme*



- Étirement d'histogramme :

Cette première transformation sur l'histogramme a pour objet l'augmentation du contraste d'une image. Pour cela, il convient d'augmenter sur l'histogramme (cf. figure du haut) l'intervalle  $[a, b]$  de répartition des niveaux de gris de l'image d'entrée «  $I_e$  ». On parle alors d'étirement d'histogramme. Du point de vue de la transformation (cf. figure du bas), un étirement maximal est réalisé dès lors que la répartition des niveaux de gris de l'image de sortie «  $I_s$  » occupe l'intervalle maximal possible  $[0, \text{Max}]$ . Typiquement pour une image dont les niveaux sont codés sur 8 bits, l'intervalle  $[a, b]$  de  $I_e$  sera étiré jusqu'à l'intervalle  $[0, 255]$  pour  $I_s$ .

## *Exemple d'augmentation du contraste*

Image originale

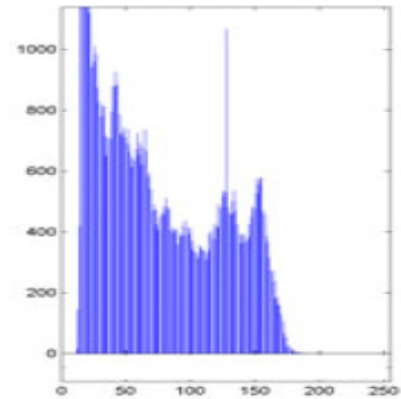
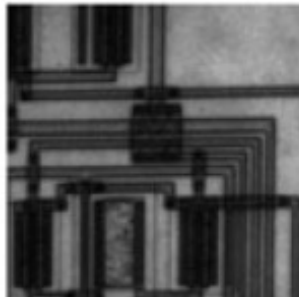
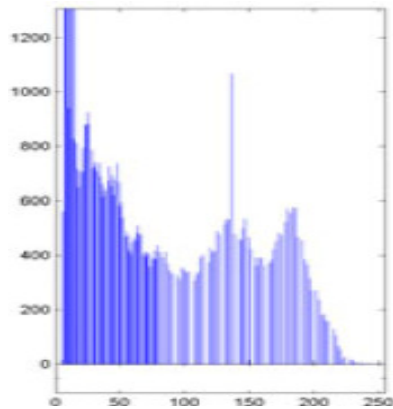


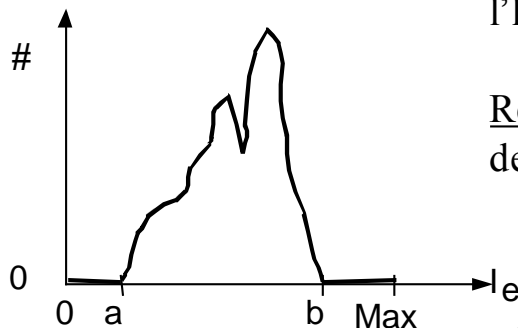
Image contrastée



La figure illustre l'étirement d'histogramme sur l'image 'Circuit'. L'intervalle de l'image originale  $I_e$  est  $[12, 182]$ . Après étirement de l'histogramme, la répartition des niveaux de gris s'effectue sur l'intervalle  $[0, 255]$  et donc concerne toute l'échelle des niveaux de gris codés sur 8 bits. L'image obtenue après étirement possède un meilleur contraste. Le contenu de l'image relatif à des structures de circuits électroniques est mis en évidence.

## Égalisation d'Histogramme

Histogramme (original)



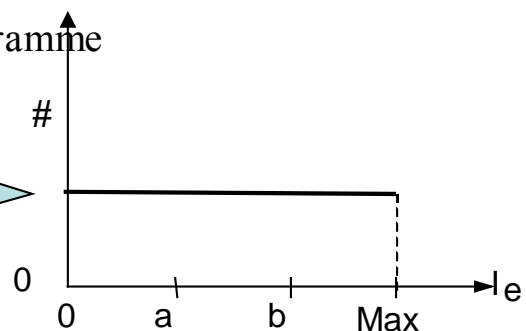
**Objectif:** après transformation, l'histogramme devient constant

Remarque : uniquement possible avec des données continues

après égalisation



Histogramme



### ▪ Égalisation d'histogramme :

La deuxième transformation que nous abordons maintenant a pour objet également l'augmentation du contraste d'une image. Il comprend l'étirement d'histogramme présenté précédemment avec en plus une répartition uniforme des niveaux de gris. Après transformation, l'histogramme devient constant : chaque niveau de gris est représenté dans l'image par un nombre constant de pixels. On parle aussi d'histogramme « plat ». Cette transformation n'est en théorie possible que dans la mesure où l'on dispose de données continues. Or le domaine spatial et, surtout, l'échelle des niveaux de gris sont des données discrètes. Dans la pratique donc, l'histogramme obtenu ne sera qu'approximativement constant.

## *Effet de la discrétisation sur l'égalisation*

**Observation** : si l'image originale  $I_e$  comportent  $k$  niveaux de gris (avec  $k \ll \text{Max}$ ), l'image de sortie  $I_s$  en comportera au plus  $k$ ;

**Techniques** : nous définissons l'histogramme cumulé d'une image  $I_e$  comme la fonction  $C_{I_e}$  sur  $[0, \text{Max}]$ , avec des valeurs entières positives.

En particulier, nous avons  $C_{I_e}(\text{Max}) = N$   
où  $N$  est le nombre total de pixels dans  $I_e$ .

La fonction  $f$  qui réalise l'égalisation i.e.  $I_s = f(I_e)$  est donnée par :

$$f(g) = \text{Max} \cdot C_{I_e}(g) / N \quad (\text{valeur entière arrondie})$$

en particulier, nous avons  $f(\text{Max}) = \text{Max}$ .

Afin de procéder à l'égalisation, nous avons recours à ce qui est appelé un histogramme cumulé. Cet histogramme particulier comptabilise pour un niveau de gris «  $g$  » donné le nombre de pixel ayant un niveau de gris  $e$  inférieur ou égal à  $g$ , ce nombre est noté  $C_{I_e}(g)$ .

Sachant que «  $N$  » est le nombre total de pixels dans l'image  $I_e$ ,  $\frac{C_{I_e}(g)}{N}$  est donc la proportion du nombre de pixels de  $I_e$  ayant un niveau de gris inférieur ou égal à  $g$ . Le niveau de gris «  $f(g)$  » après égalisation sera alors la fraction de  $\text{Max}$  correspondant à cette proportion. Cette fraction est arrondie à l'entier le plus proche.

Dans ce cas, il est tout a fait possible que, pour deux niveaux de gris de départ  $g$  et  $g'$ , on obtienne  $f(g) = f(g')$  et donc un nombre de niveaux de gris dans l'image  $I_s$  inférieur à «  $k$  », le nombre de niveaux de gris dans l'image d'origine  $I_e$ .

## *Effet de l'égalisation d'histogramme*



Image originale et son histogramme

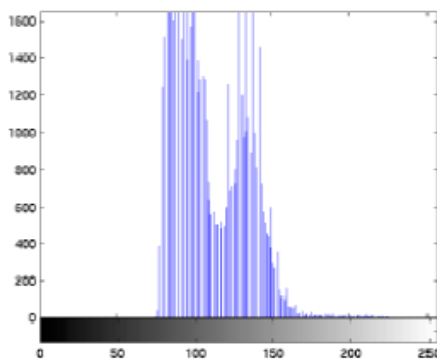
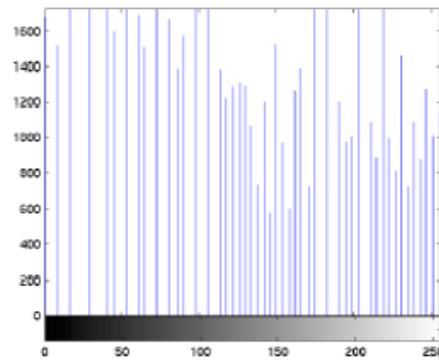


Image et son histogramme après égalisation



Ce premier exemple d'égalisation permet visuellement de rehausser les contrastes de l'image. L'histogramme obtenu après égalisation s'étale bien sur toute l'échelle des niveaux de gris avec un espacement accru. Les données discrètes des niveaux de gris ne permettent pas d'obtenir un histogramme rigoureusement plat.

***Augmentation du contraste :***  
***exemples et comparaison***



**Original      -      Étirement d'histogramme      -      Égalisation**

Ce deuxième exemple est accompagné du résultat d'un simple étirement d'histogramme pour effectuer la comparaison des deux transformations. Le rehaussement du contraste est plus marqué avec l'égalisation d'histogramme autorisant la détection de structures situées dans l'ombre. En fait, tout niveau de gris fortement représenté est étiré à l'inverse tout niveau de gris faiblement représenté est fusionné avec d'autres niveaux proches.