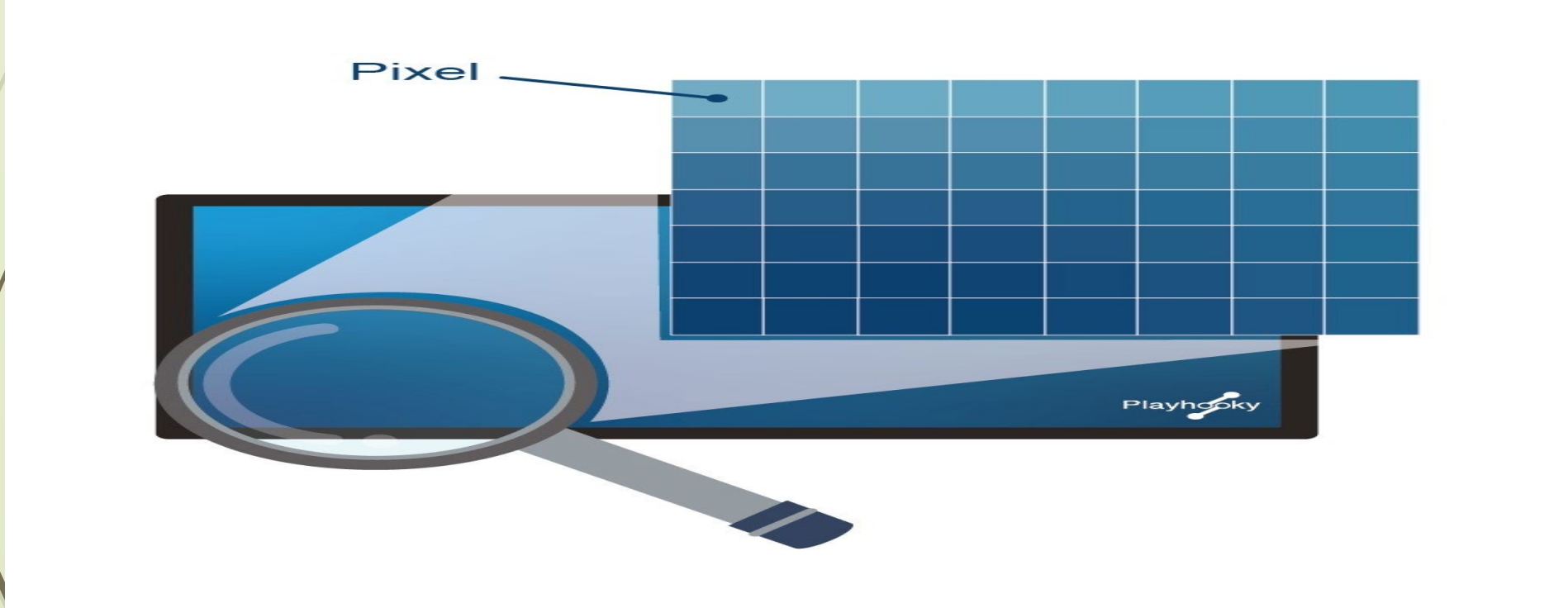
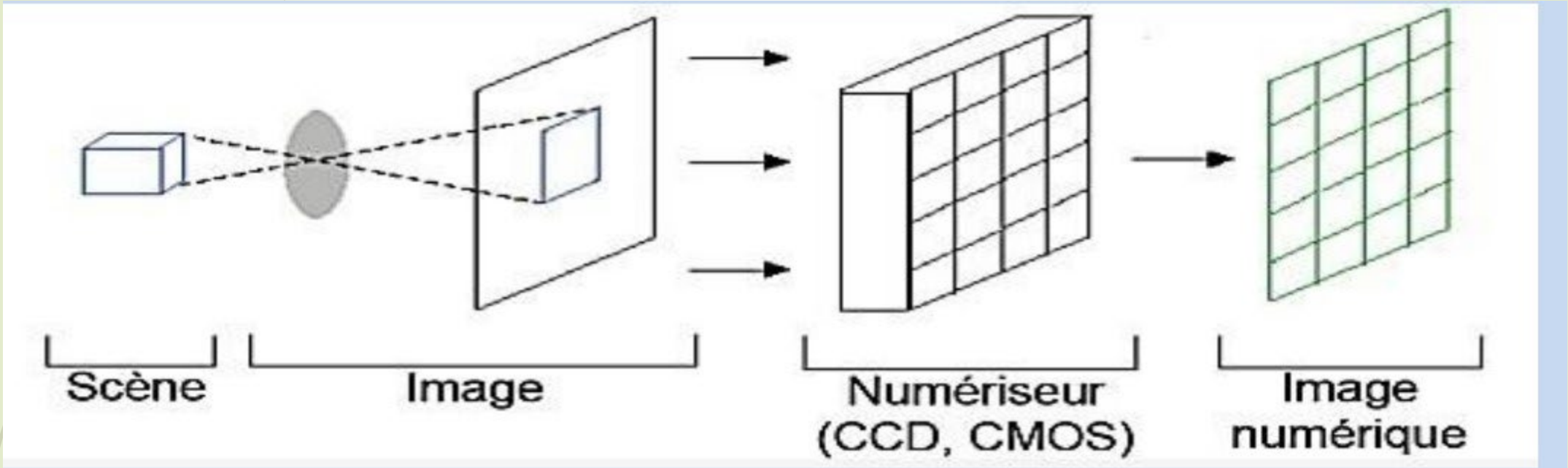
# Chapitre2 :
# **Généralités sur les images**

# Définition d'une image  numérique:

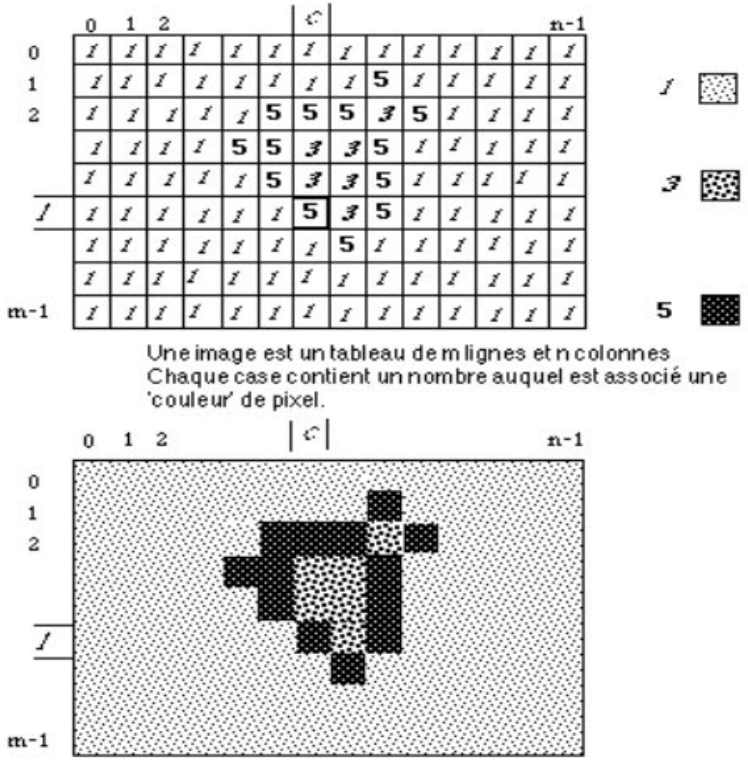
Image numérique est composée de pixels (éléments d'image élémentaires) disposés en grille. Chaque pixel est défini par des informations telles que sa couleur, sa luminosité et sa position dans l'image. Les images numériques peuvent être créées à partir de différentes sources, telles que des capteurs d'appareils photo numériques, des scanners ou générées par des logiciels graphiques.etc



La création d’une image numérique est faite par un appareil de mesure (scanner, appareil photo numérique, webcam, barrette CCD, ...)



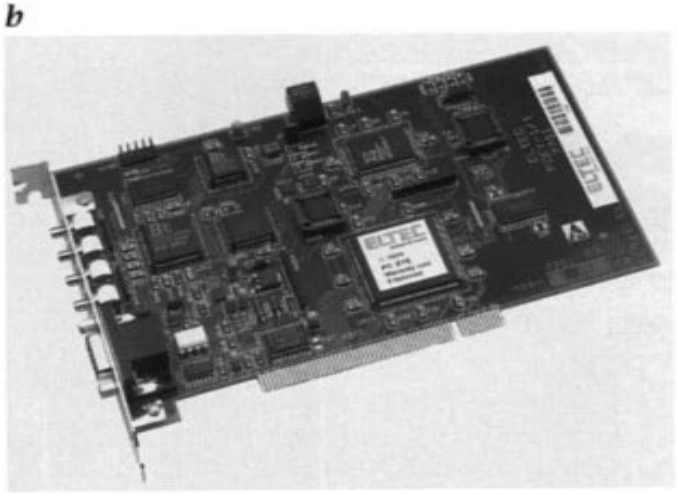

Chaine d’acquisition d’une image




Dans le traitement digital de l'image, le système d'acquisition convertit l'image en une matrice de points appelés pixels (contraction de picture element) Une Image numérique est donc un tableau de nombres de taille n*m

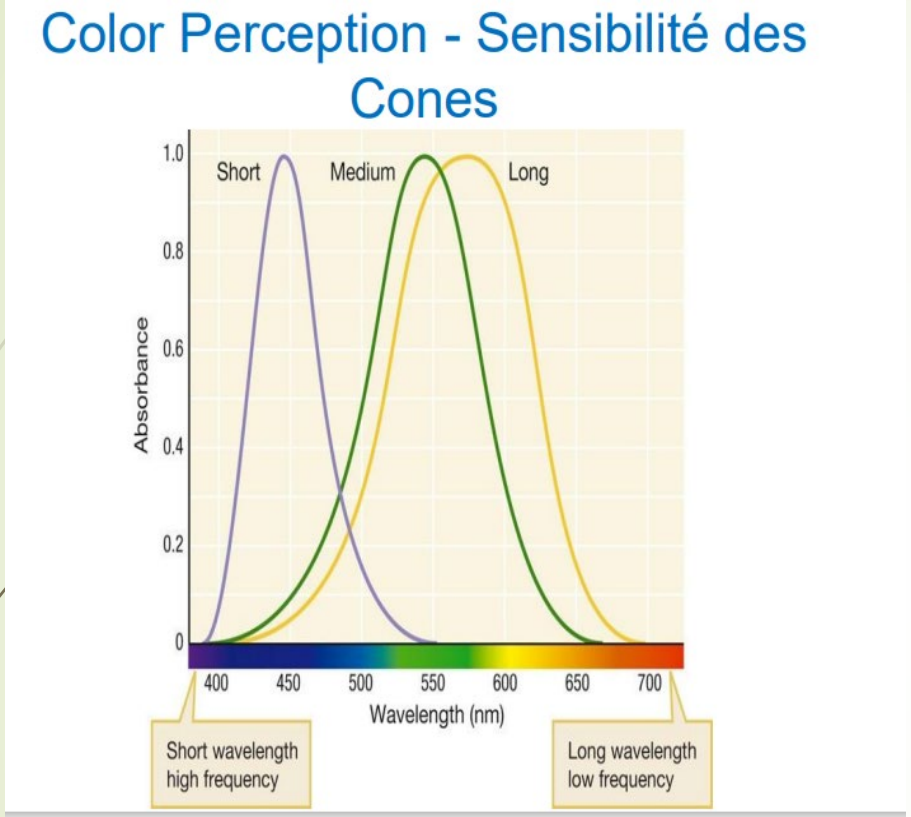
# Dispositifs d'acquisition

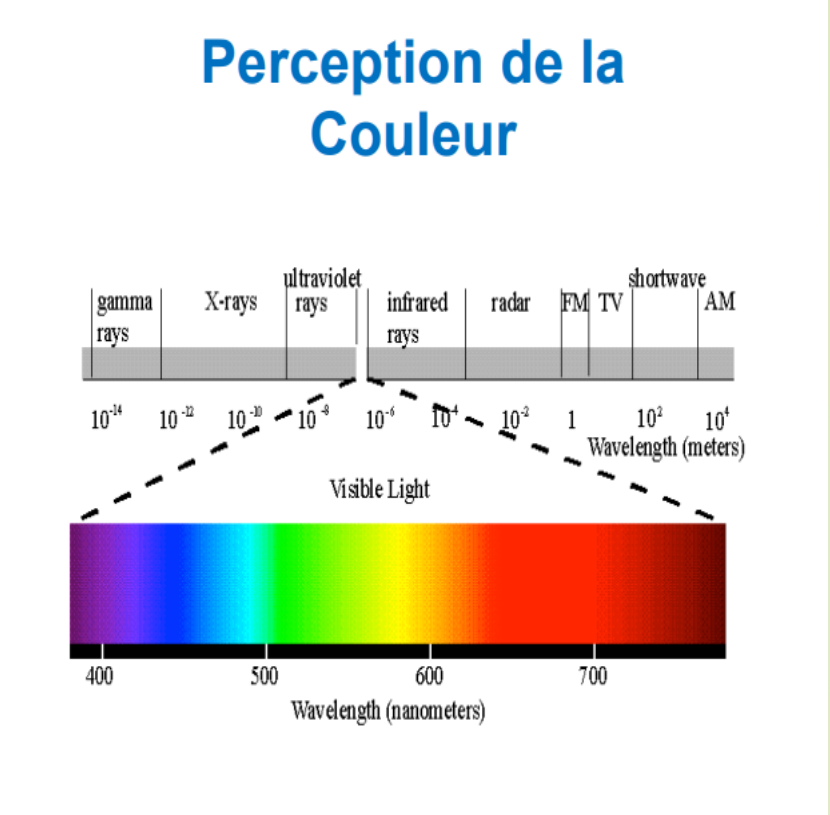
- Caméra
- Objectifs




- Carte électronique d'acquisition

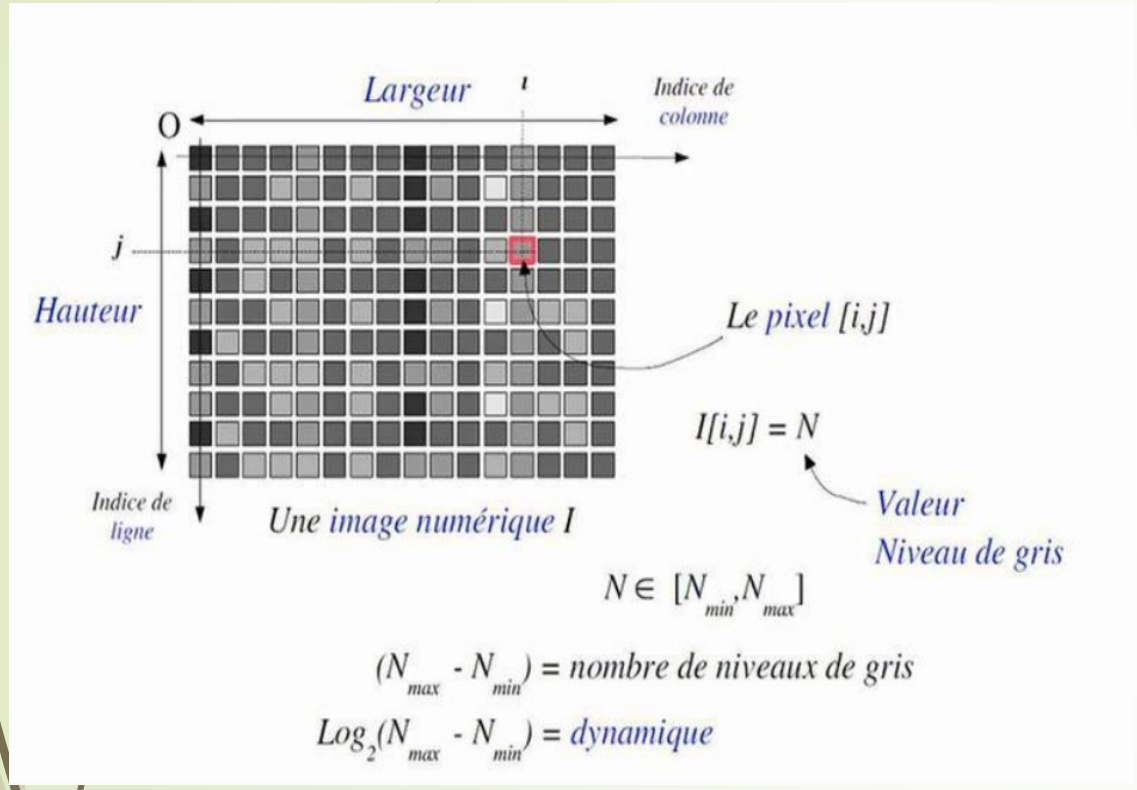
# Systeme visuel humain

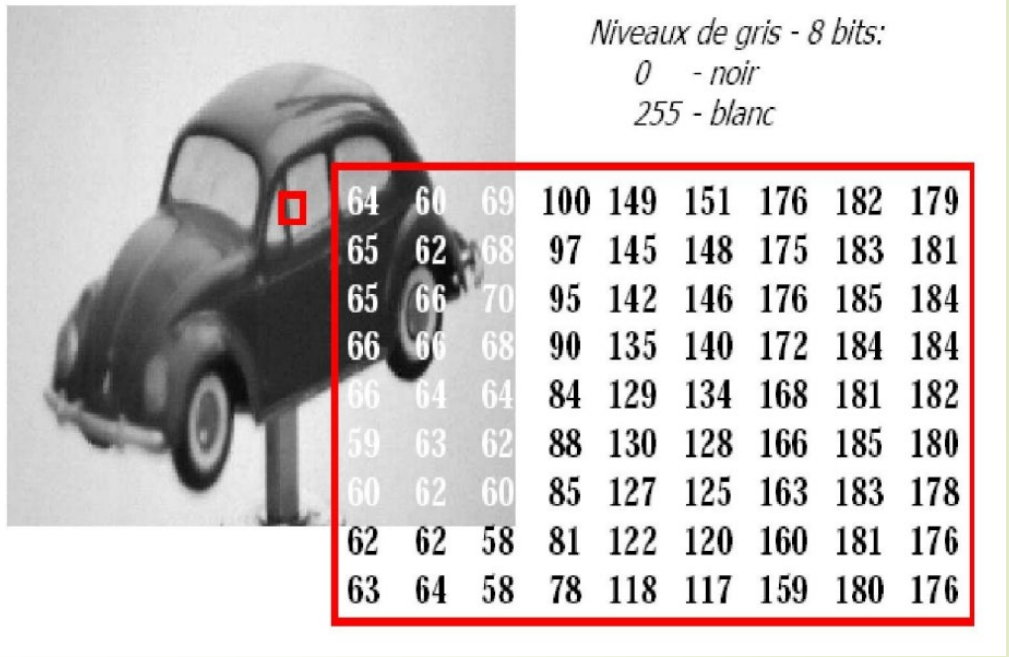


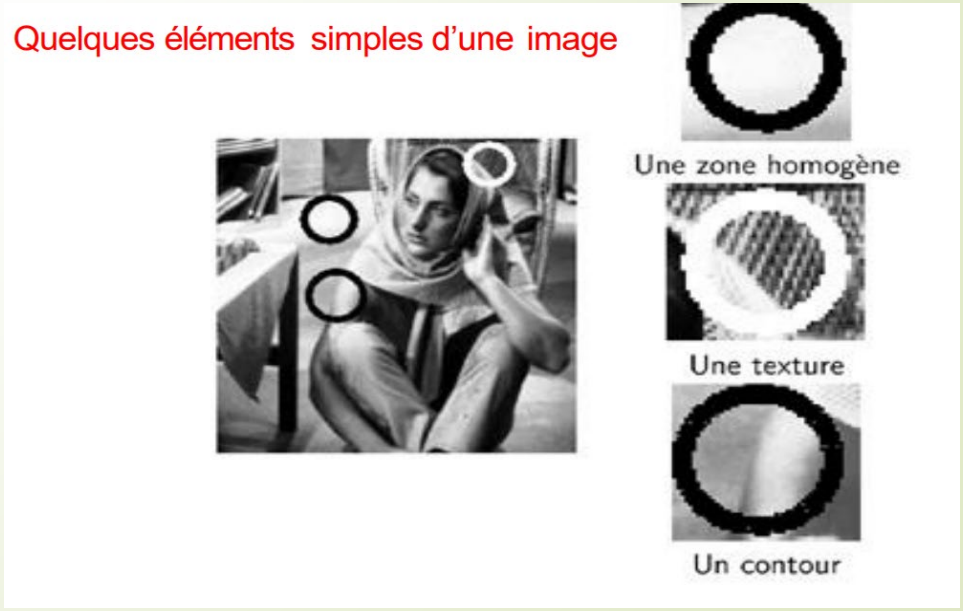



# Images en niveaux de gris

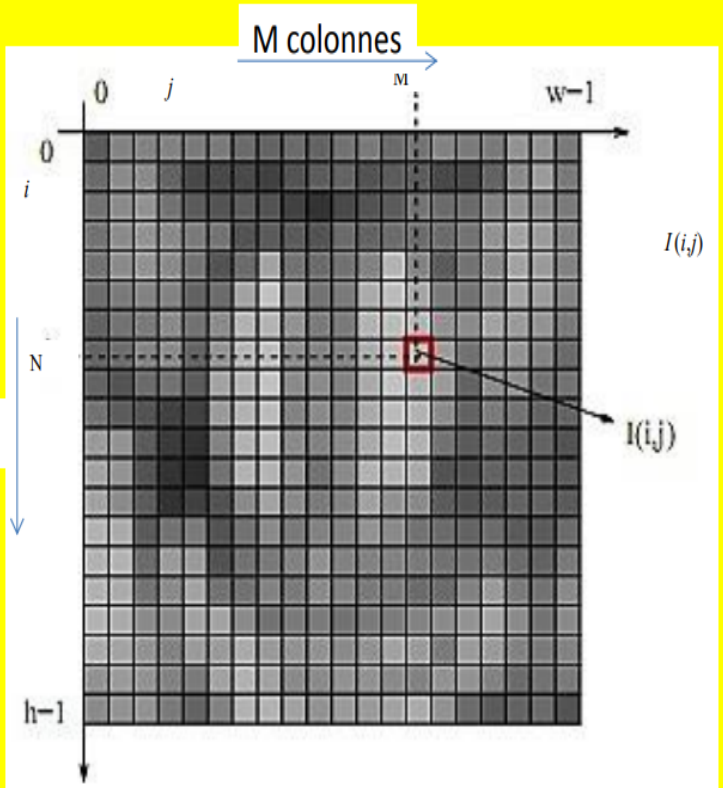
# Image en niveaux de gris:



Une image numérique est représentée par un tableau ou matrice I de N lignes et M colonnes. Le pixel est un point de l'image désigné par un couple de coordonnées $(i, j)$ où $i$ est l'indice de ligne et $j$ l'indice de colonne. N et M sont respectivement la largeur et la hauteur de l'image I.




Notation utilisée pour une image numérique

Par convention, le pixel origine (0, 0) est en général en haut à gauche.

le ***niveau de gris*** avec $I(i, j) \in \{0, Nmax - 1\}$. $Nmax$ est le nombre de niveaux de gris.

# Pixels et niveaux de gris

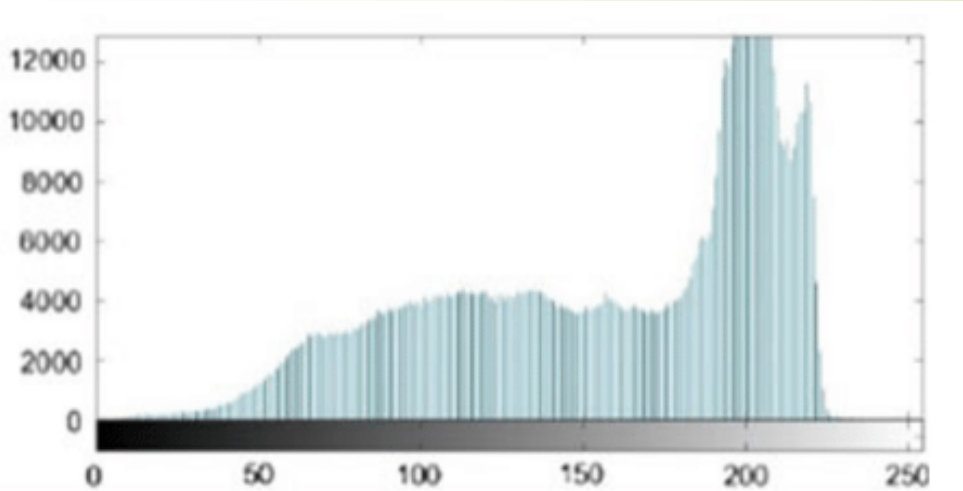
## Le codage des couleurs

- En niveau de gris
  - Binaire : I(i,j) = 0 ou 1 (0: noir, 1: blanc)
  - Codage 8bits: I(i,j)= 0,1,…,255 du plus foncé au plus clair
- En couleur:
  - codage dans l'espace RGB : $I_R(i,j)$ = 0,1,…255, $I_V(i,j)$ = 0,1,…, 255, $I_B(i,j)$ = 0,1,…255

## L’histogramme d’une image en niveau de gris:

L'histogramme d'une image en niveaux de gris représente la distribution des niveaux de gris présents dans l'image.

Voici comment l'histogramme d'une image en niveaux de gris est généralement construit :
**1.Axe horizontal :** L'axe horizontal de l'histogramme représente les niveaux de gris possibles, allant généralement de 0 (noir) à 255 (blanc) dans une image codée sur 8 bits. Chaque valeur sur cet axe correspond à un niveau de luminance.
**2.Axe vertical :** L'axe vertical représente le nombre de pixels ayant une luminance spécifique. La hauteur de chaque barre indique la fréquence à laquelle un niveau de gris particulier apparaît dans l'image.



# Les images couleurs

# Différence entre luminance et chrominance:

•La luminance mesure l'intensité lumineuse d'une couleur sans prendre en compte l'information chromatique et elle est souvent associée à la composante de luminosité d'une image en noir et blanc.
•La luminance est cruciale pour la netteté et la clarté d'une image. Elle influence la perception de la luminosité et des détails sans considérer les nuances de couleur.
•La chrominance représente l'information de couleur d'une image, indépendamment de sa luminosité.
•Elle est associée à la couleur proprement dite, sans tenir compte de l'intensité lumineuse.
•La chrominance est cruciale pour déterminer les teintes et les saturations des couleurs d'une image. Elle contribue à la richesse colorimétrique.

**La luminance et la chrominance sont souvent combinées pour former une représentation complète de la couleur dans des modèles tels que le modèle de couleur YUV ou le modèle de couleur YCbCr. Dans ces modèles, la composante Y (luminance) représente la partie lumineuse, tandis que les composantes U (chrominance bleue) et V (chrominance rouge) représentent les informations de couleur.**

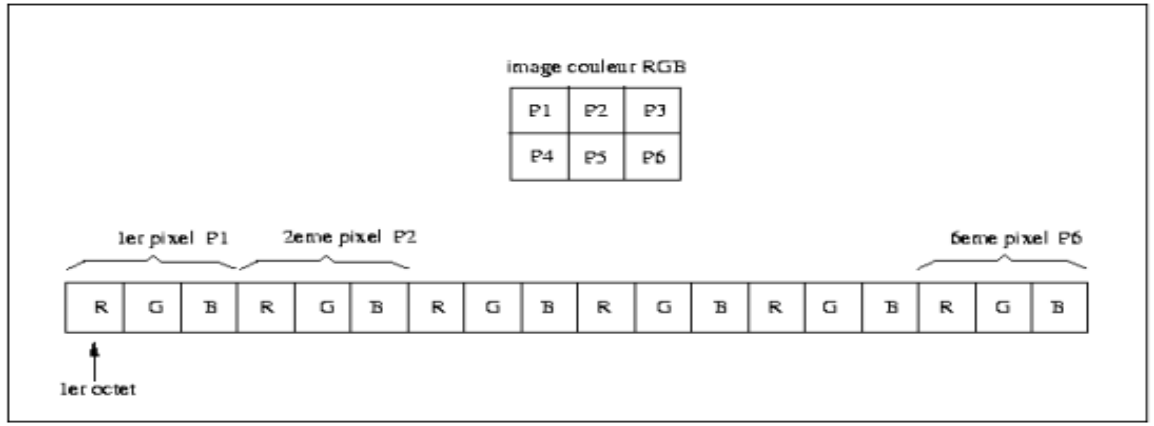
$$\begin{cases} Y = 16 + \frac{65.738R}{256} + \frac{129.057G}{256} + \frac{25.064B}{256} & (1) \\ Cb = 128 - \frac{37.945R}{256} - \frac{74.494G}{256} + \frac{112.439B}{256} & (2) \\ Cr = 128 + \frac{112.439R}{256} - \frac{94.154G}{256} - \frac{18.285B}{256} & (3) \end{cases}$$

*Equations (1) to (3): RGB to YCbCr conversion, source: [1]*

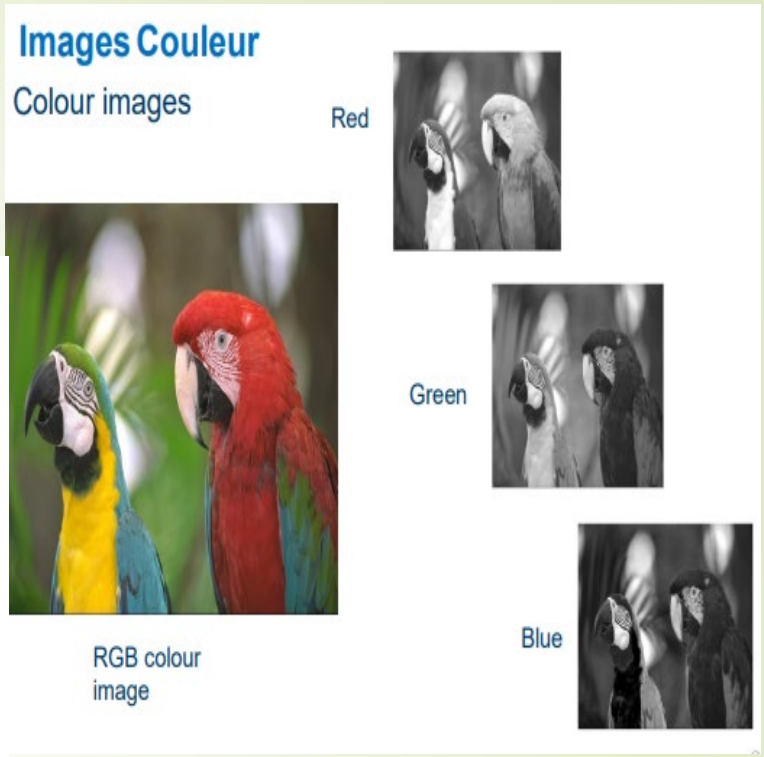
# Numérisation d'une image en couleur

**La plupart du temps, les pixels sont codés sur 16 bits ou 24 bits.**

**Pour le codage sur 24 bits, chaque canal R, G ou B contient une valeur allant de 0 à 255 (256 niveaux/canal) et les octets sont rangés en mémoire de manière séquentielle : R,G,B,R,G,B,R,G,B,...**

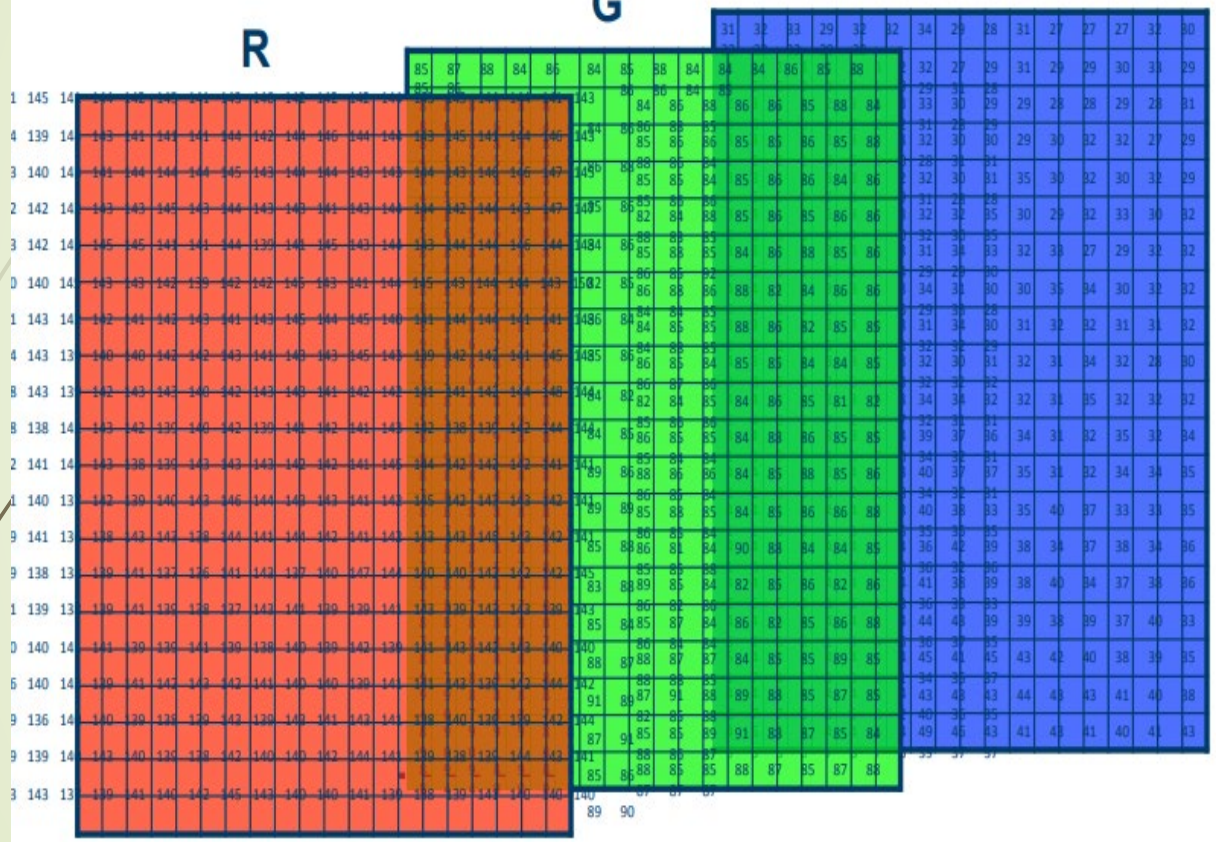



128 251 60 =



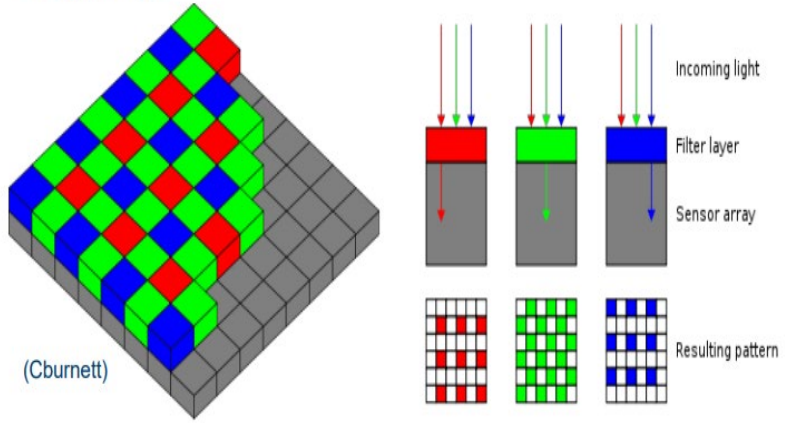
## Représentation numérique des images couleur

### Digital representation of colour images




## Détection de la Couleur dans les caméras numériques – Filtre de Bayer

### Colour Sensing in digital cameras - Bayer filter




Undersampled (incomplete) colour information

# Exemple d'une image R G,B

Image originale

Composante R

Composante G

Composante B

# Le codage des couleurs

La valeur $I(i, j)$ d'un pixel $s = (i, j)$ représente son intensité lumineuse

## En niveau de gris

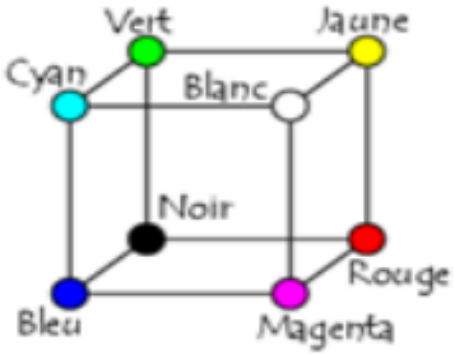
binaire : $I(i, j) = 0$ noir ou $I(i, j) = 1$ blanc

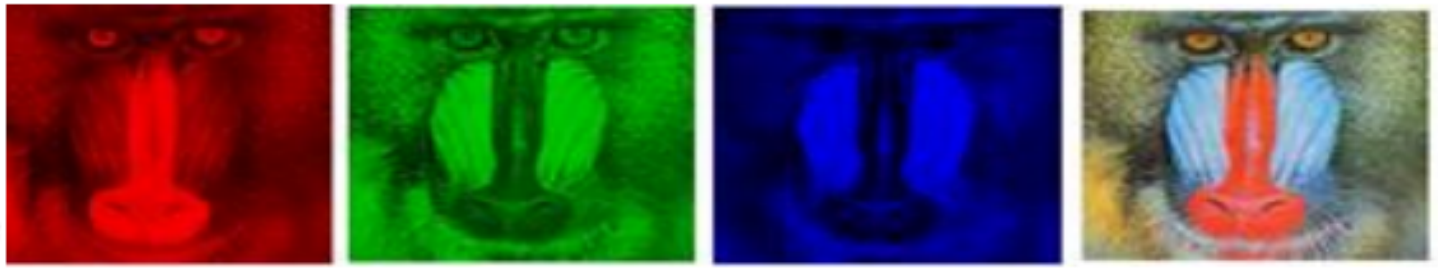
codage 8 bits : (le plus classique) $I(i, j) = 0, \ldots, 255$ du plus foncé au plus clair

## En couleur

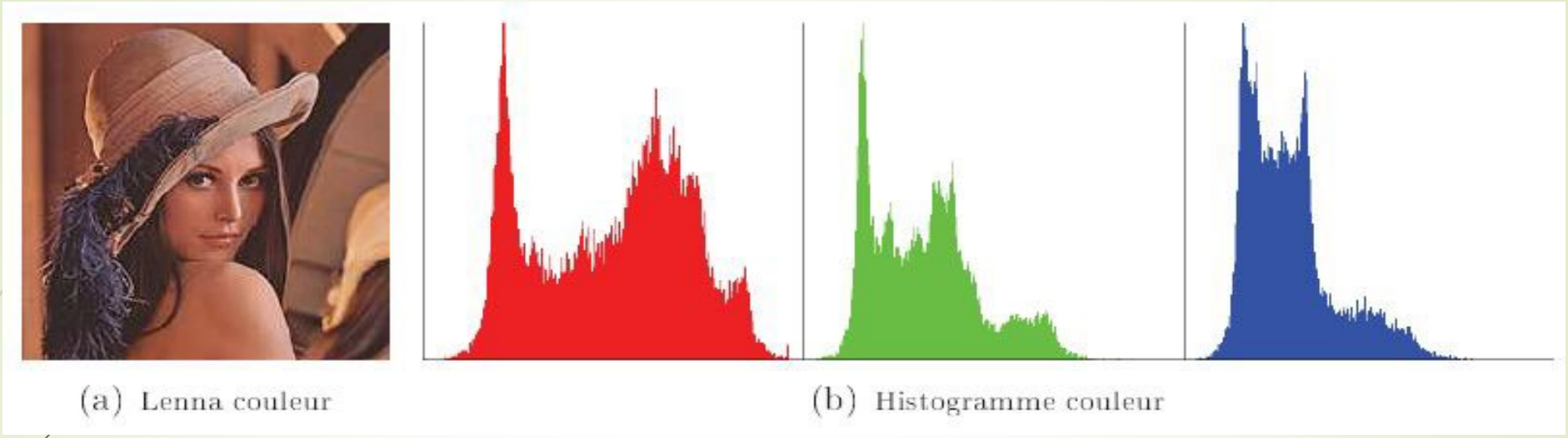
codage dans l'espace RGB : trois intensités lumineuses rouge, vert, bleu.

$I_B(i, j) = 0, \ldots, 255$



# Histogramme d'une image couleur:



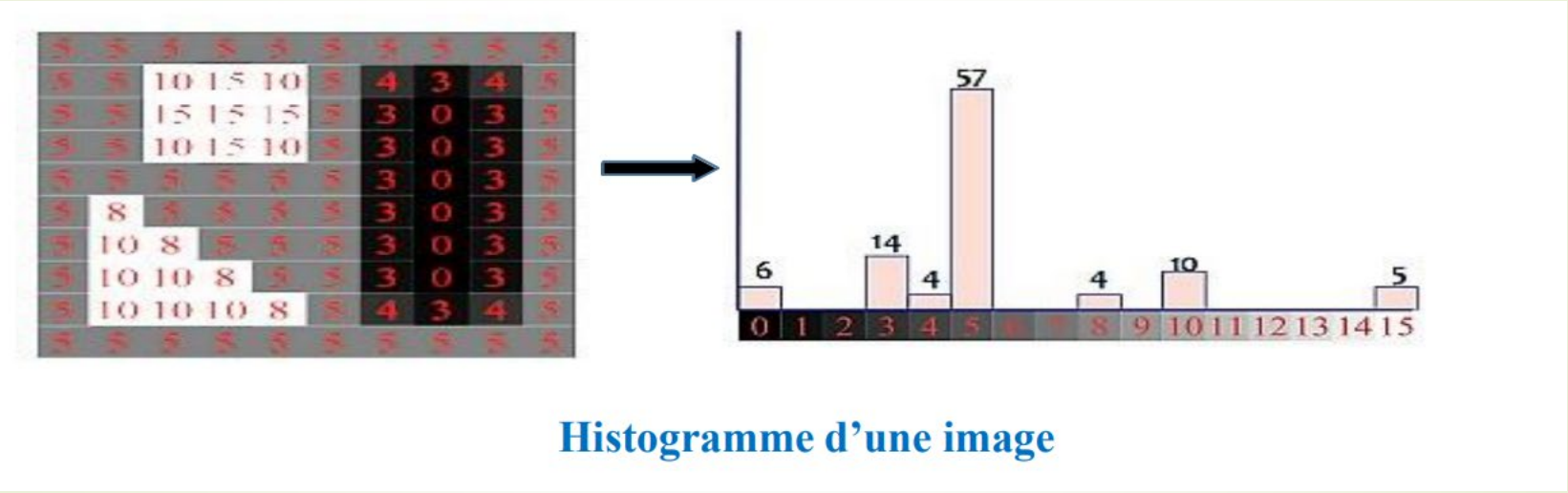
(a) Lenna couleur

(b) Histogramme couleur

# Des opérations sur l’histogramme

# Les histogrammes:

L'histogramme h(x) d'une image représente la distribution des intensités des pixels. Un histogramme est une fonction qui donne, pour chaque intensité lumineuse, le nombre de pixels ayants cette valeur. L'abscisse d'un histogramme h(x) représente les niveaux d'intensité allant du plus foncé à gauche au plus clair à droite.




**Histogramme d'une image**

La dynamique de l'image peut être définie par l'intervalle D = [N$min$, N$max$].

## 1. Histogramme normalisé

L'histogramme normalisé d'une image $hn(x)$ est le taux de pixels ayant un niveau de gris égal à $x$ :

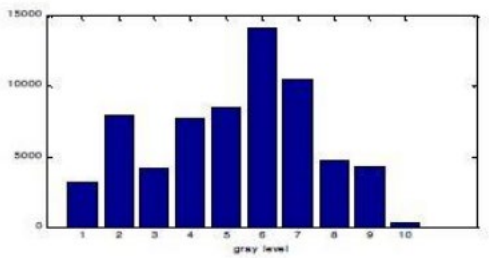
$$hn(x) = {}^{h(x)}/_{N}$$

avec N le nombre de pixels dans l'image

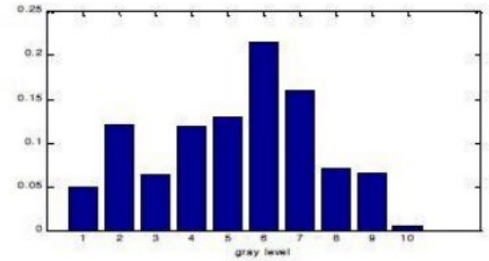
## 2. Histogramme cumulé

C'est un vecteur de même dimension que l'histogramme ou chaque élément du vecteur $hc(x)$ représente le nombre de pixels de l'image possédant un niveau de gris inférieur ou égale à $x$. celui-ci peut être estimé à partir de l'histogramme en faisant une somme discrète.

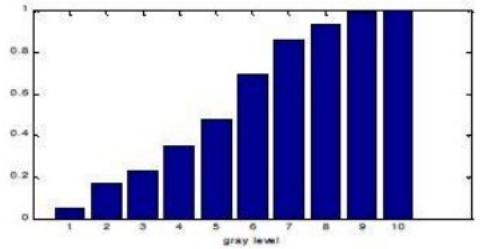
$$hc(x) = \sum_{i=0}^{x} h(i)$$




Histogram



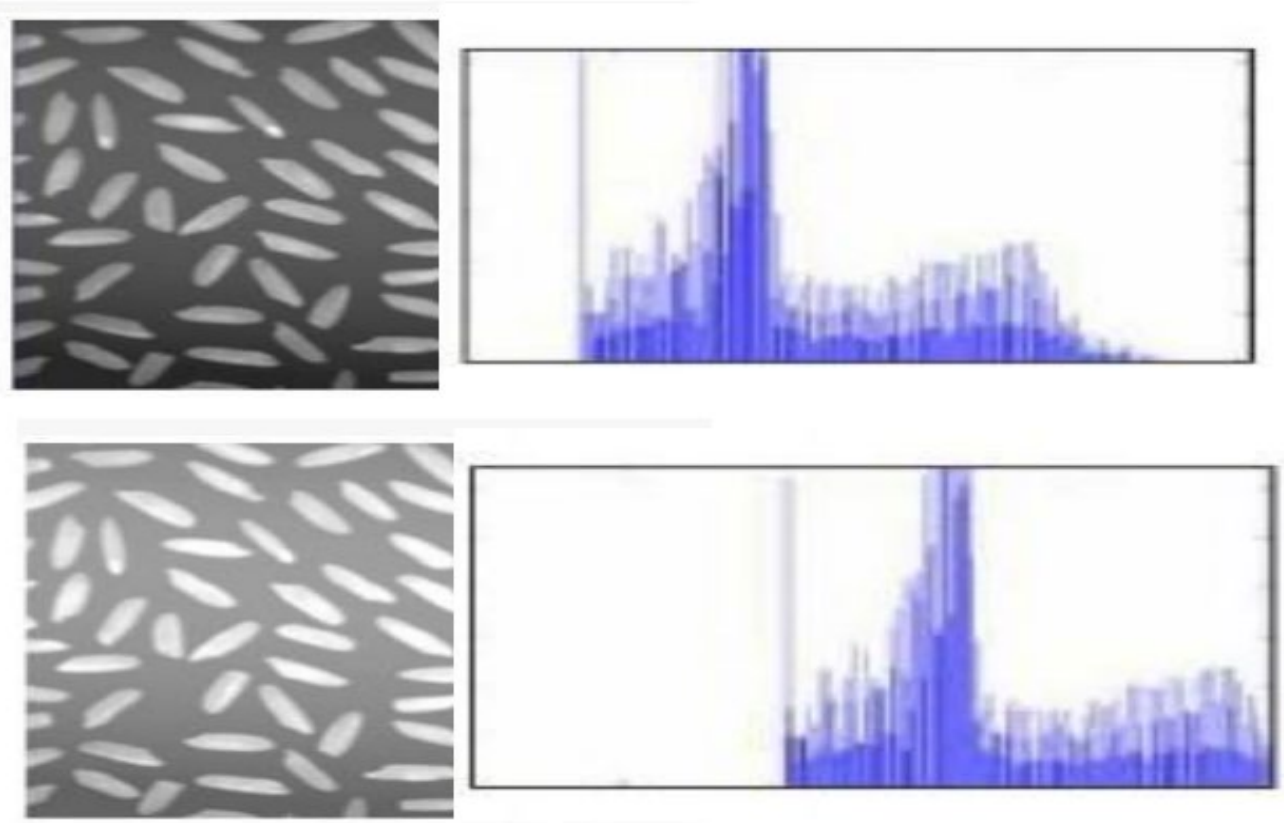

Normalized Histogram




Cumulative Histogram

## 1. Décalage d'histogramme

La luminance (ou brillance) est définie comme la moyenne de tous les pixels de l'image. Pour augmenter la luminance de l'image, il suffit de décaler l'histogramme vers la droite.

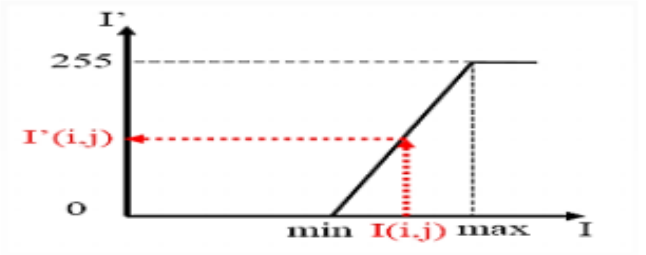


Décalage de l'histogramme d'une image

## 2- Extension linéaire de la dynamique

Cette méthode consiste à utiliser au mieux la dynamique de niveaux de gris. Ainsi, si une image possède des niveaux de gris entre $G_{min}$ et $G_{max}$, on va étendre la plage des niveaux de gris pour ramener à une dynamique comprise entre 0 et 255.

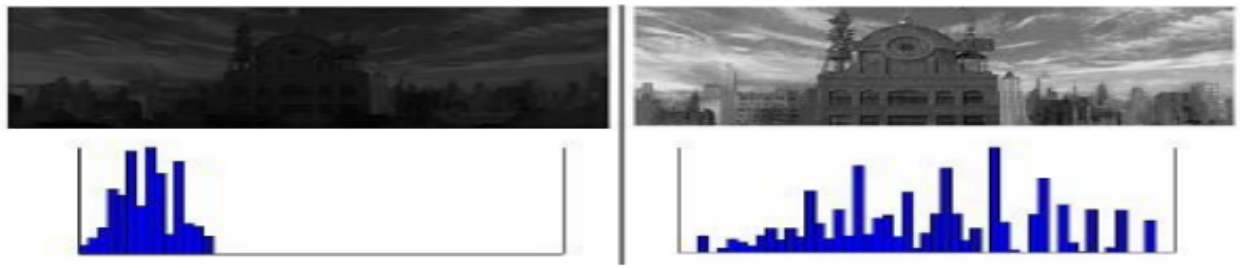
Transformation linéaire de l'histogramme




Cette étendue réduite de niveaux de gris peut survenir suite à un temps de pose incorrecte ou à un éclairage de la scène trop faible.

La transformation mise en place est :

$$I'(x, y) = \frac{I(x, y - G_{min}}{G_{max} - G_{min}}$$



Extension de la dynamique d'une image

Dans le cas où l'histogramme initial occupe toute la plage de la dynamique, aucun changement n'est visible après cette transformation

## Egalisation d'histogramme

L'égalisation de l'histogramme consiste à équilibrer le mieux possible la distribution des pixels dans la dynamique. L'idéal est d'obtenir un histogramme plat où l'on affecte le même nombre de pixels pour chaque niveau de gris (ceci étant impossible à réaliser pour les images numérique à cause de la nature discrète de l'histogramme et de la quantification des niveaux de gris (qui nous limite à un nombre fini de niveaux).

L'histogramme cumulé normalisé peut être utilisée comme fonction de transformation du niveau de gris pour chaque pixel.

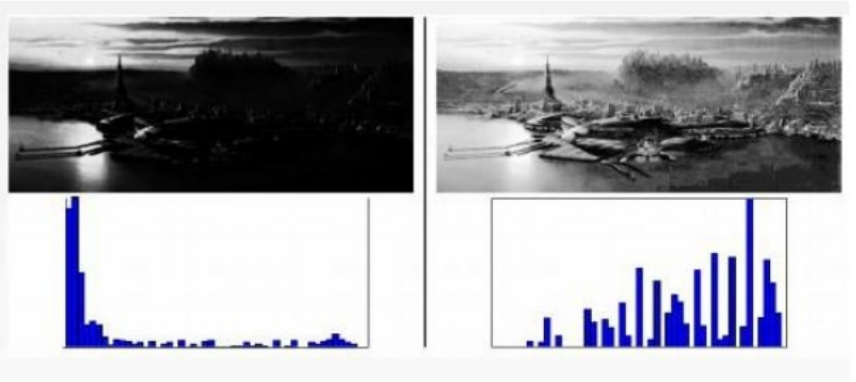
Le niveau de gris $I(x, y)$ de chaque pixel $(x, y)$est transformé en $I'(x, y)$ en appliquant la transformation suivante :

$$I'(x, y) = \frac{255}{N} * hc(I(x, y))$$

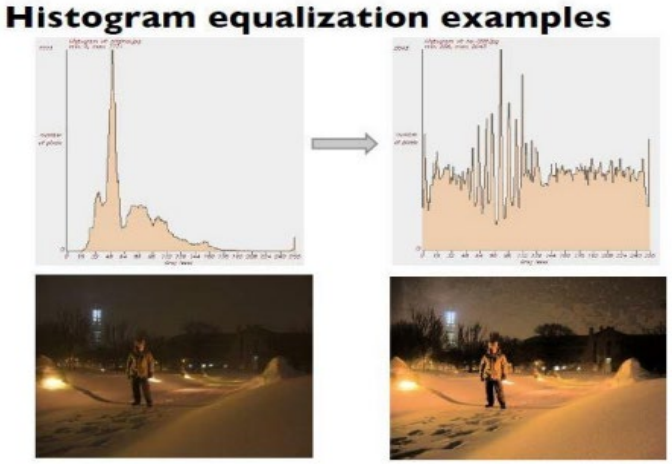
$N$ : le nombre de pixels et $hc(I(x,y))$ est l'histogramme cumulé de $I(x,y)$.

***L'égalisation de l'histogramme*** d'une image peut se faire par l'ensemble des étapes suivantes :

1. Calcul de l'histogramme $h(x)$ de l'image
2. Calcul de l'histogramme cumulé $hc(x)$
3. Transformation des niveaux de gris de l'image par la formule correspondante.



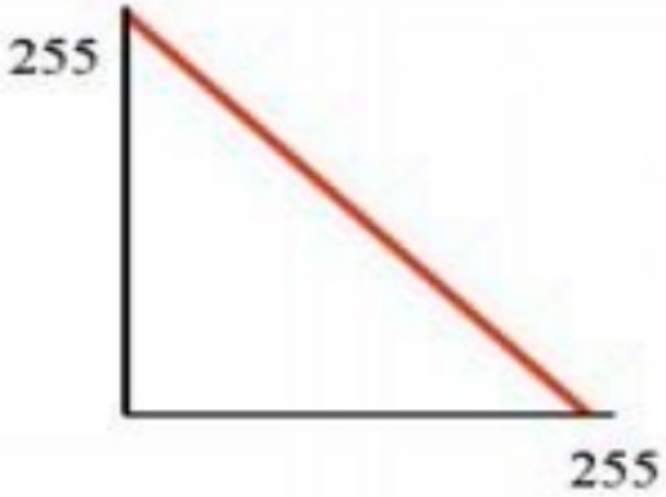
**Exemple d'une égalisation de l'histogramme d'une image**



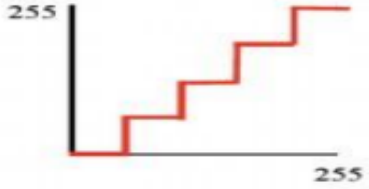
# Autres transformations

Voici quelques transformations d'histogrammes les plus connus en traitement d'image avec leurs effets visuels sur l'image :

***a) Négatif (inversion des couleurs)***

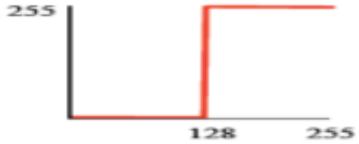


## b) *Quantification d'une image*




## c) Seuillage

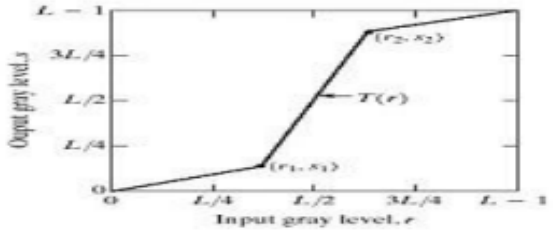
Le seuillage est définie comme suit :



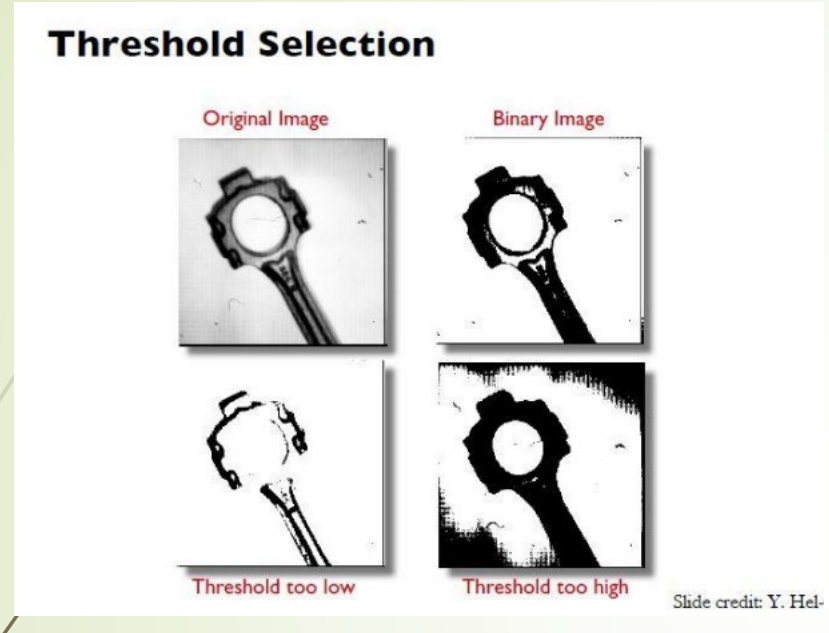

$$I'(i,j) = \begin{cases} 255 & si\ I(i,j) > Seuil \\ 0 & sinon \end{cases}$$

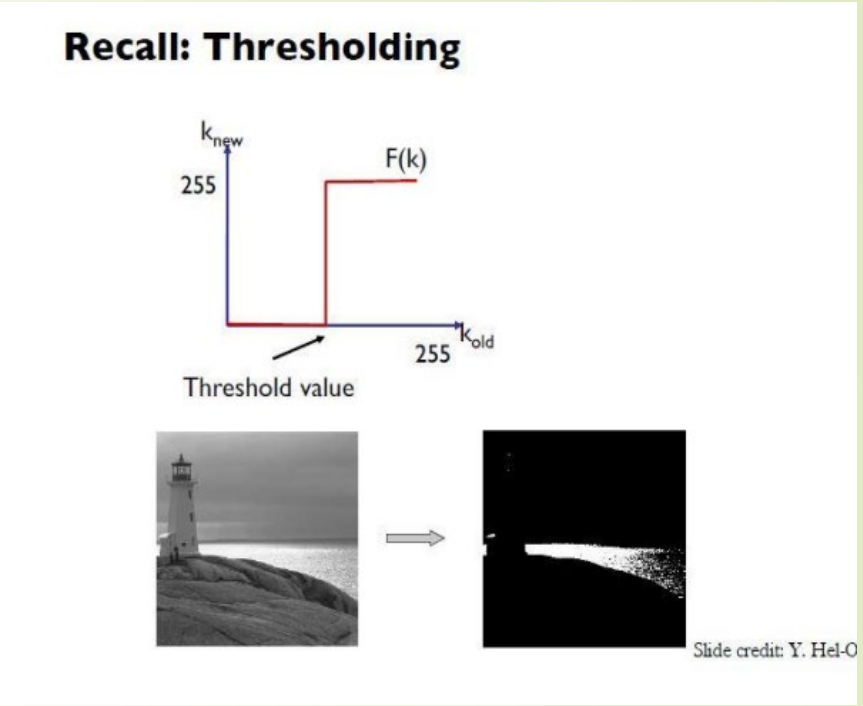
Dans le cas où l'image comportant un objet (assez uniforme) sur un fond (assez uniforme), l'histogramme comporte deux pics. Par conséquent, le choix du seuil peut se faire par inspection de l'histogramme.

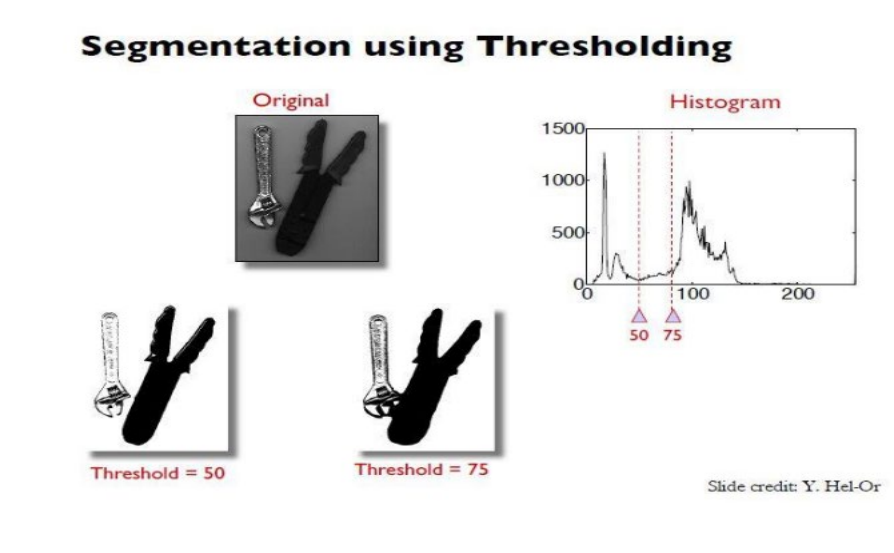
## d) *Transformation linéaire par morceaux*



Seuillage de l'histogramme :



# Merci pour votre attention