

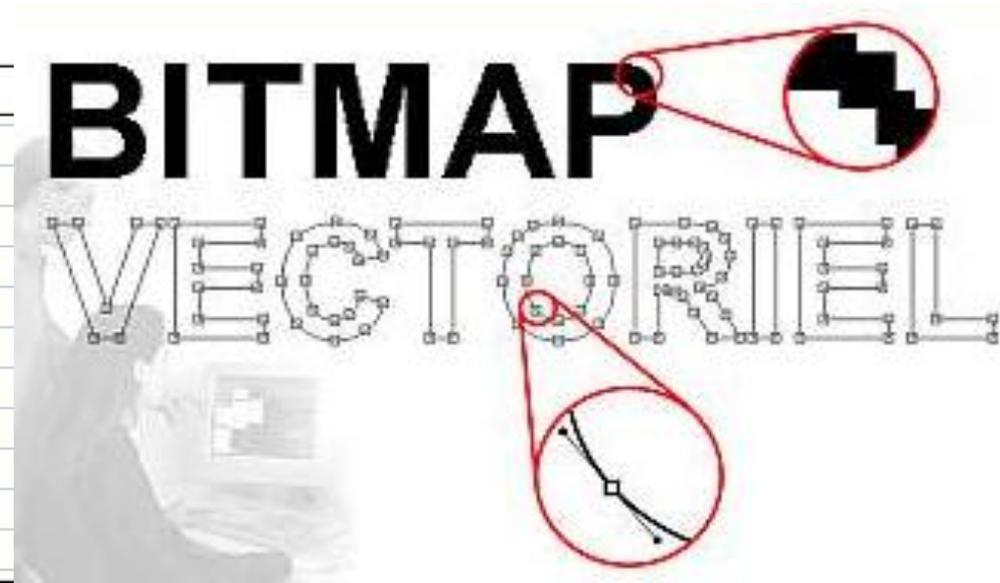
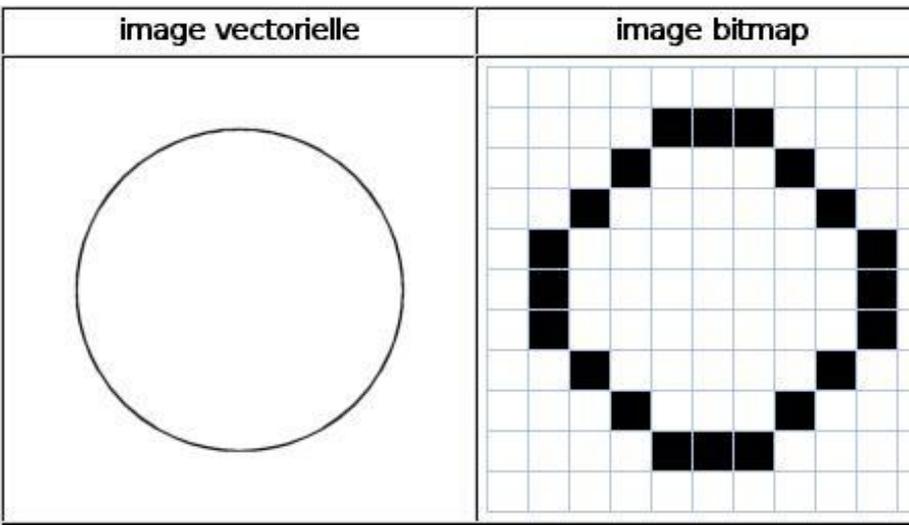
# Éléments sur les images numériques, leur traitement et leur analyse

Extrait des supports de cours Imagerie du vivant de Franck Delavoie

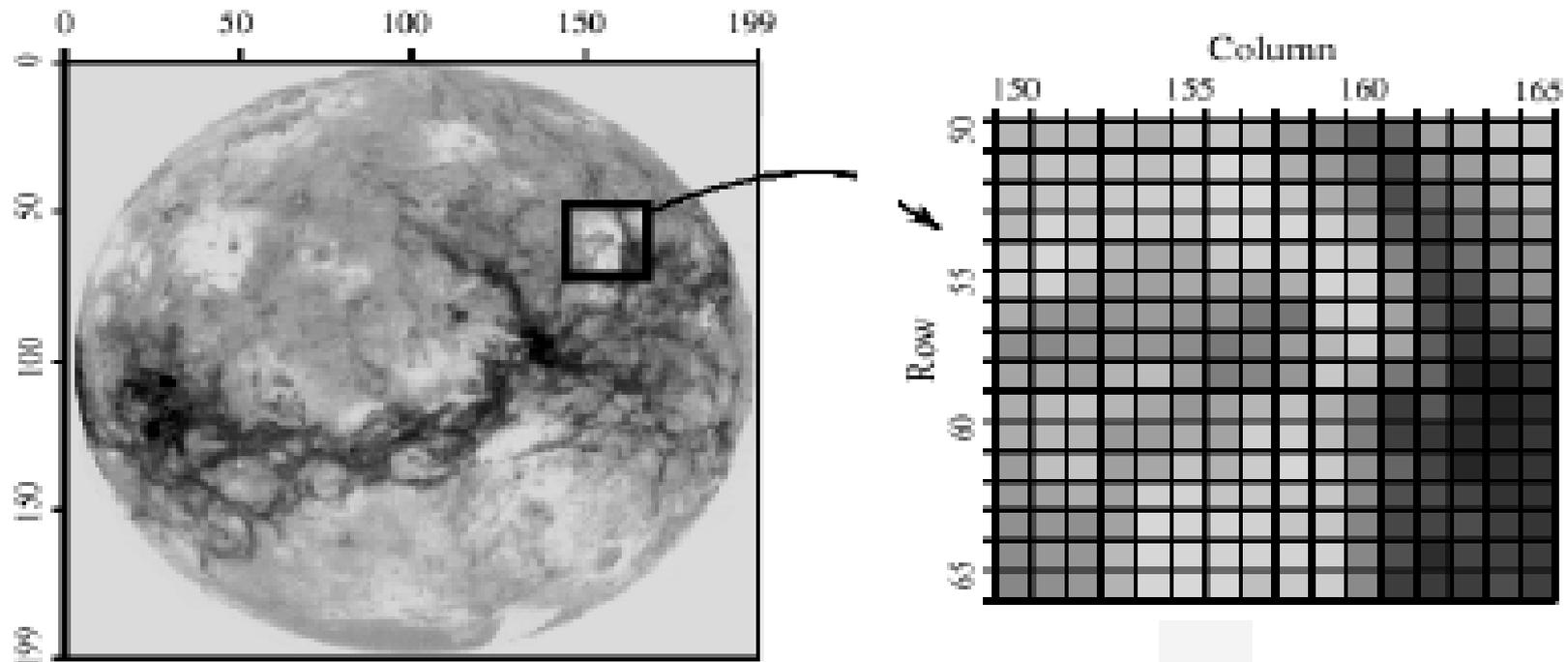
L3 BCP/MABS

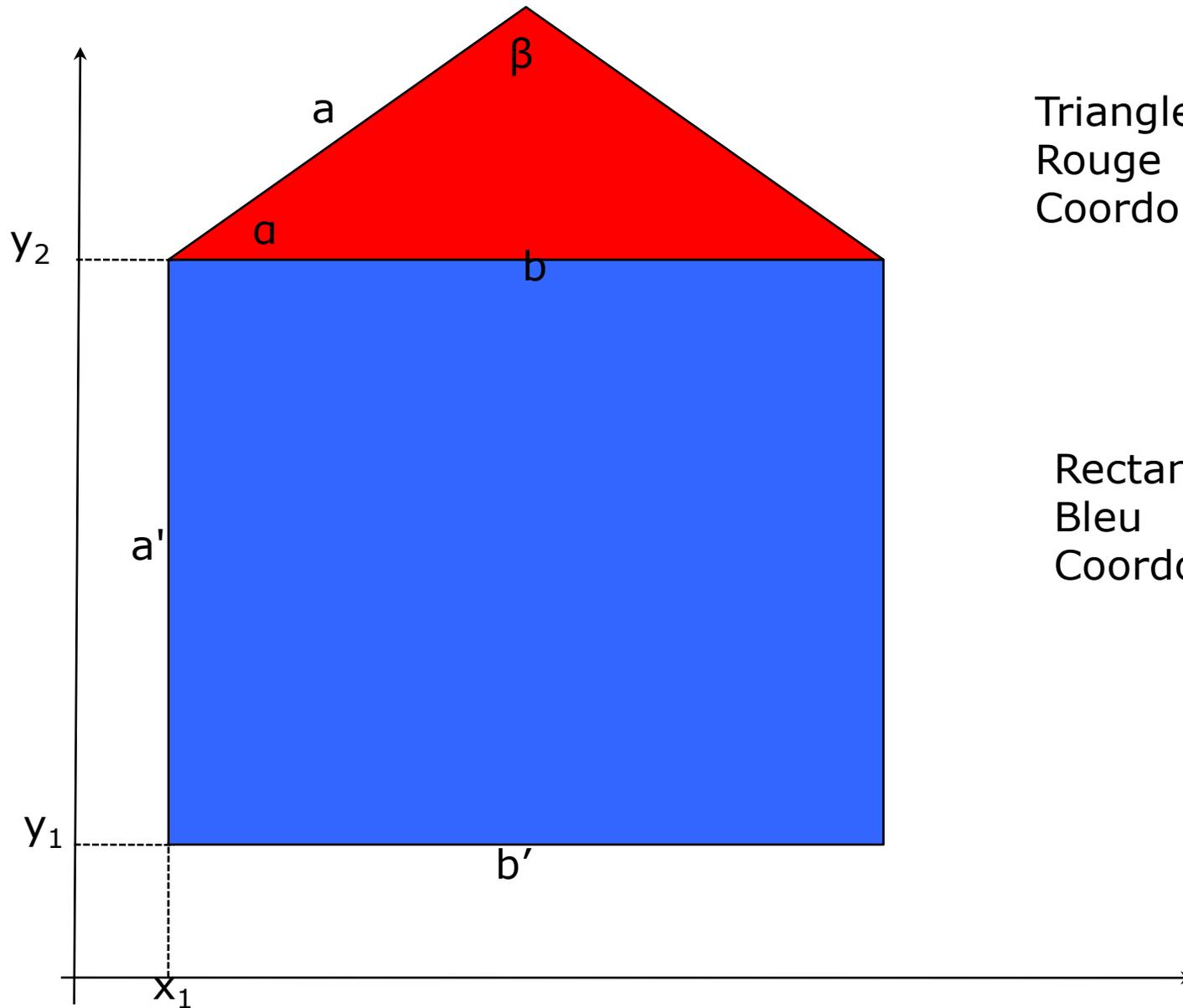
Il existe 2 types d'images numériques :

- Les images **vectérielles** : utilisées principalement dans le monde du graphisme et de la conception assistée par ordinateur (CAO et PAO).
- Les images **bitmap** ou **matricielles** : utilisées dans le domaine du traitement et de l'analyse d'images.



- Une image matricielle est composée de pixel.
- Pixel est la contraction de **P**icture **E**lement.
- Le pixel est la plus petite unité de surface d'une image.

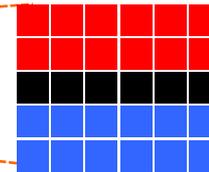
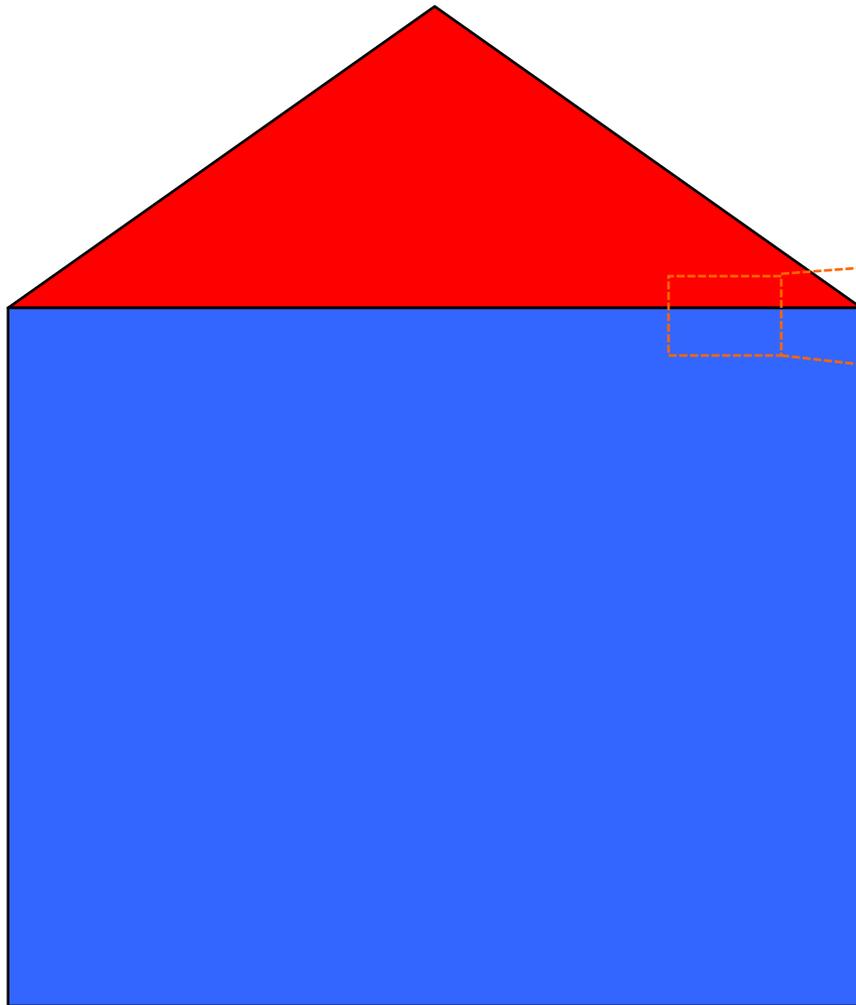




Triangle ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $a$  et  $b$ )  
Rouge  
Coordonnées ( $X_1$ ,  $Y_2$ )

Rectangle ( $a'$  et  $b'$ )  
Bleu  
Coordonnées ( $X_1$ ,  $Y_1$ )

## Image matricielle

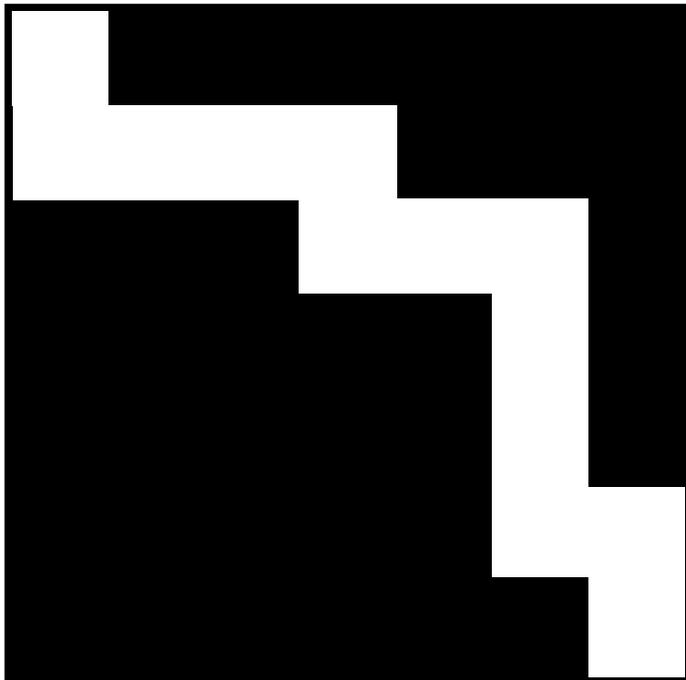


Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir
Bleu	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu
Bleu	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu

- Un pixel peut être codé par un seul bit (noir = 0 ou blanc = 1) mais le plus souvent par 8, 16, 24 et 32 bits.
- Bit est la contraction de **B**inary **digi**T
  - ◆ 8 bits = 1 octet (Byte en anglais)
- Chaque bit multiplie par 2 le nombre de niveaux pouvant être représentés :
  - ◆ 1 bits : 2 niveaux ou couleurs (0/noir ou 1/blanc)
  - ◆ 2 bits :  $2 \times 2 = 4$  niveaux (00, 01, 10, 11)
  - ◆ 3 bits :  $2 \times 2 \times 2 = 2^3 = 8$  niveaux (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111)
  - ◆ 4 bits :  $2^4 = 16$  niveaux
  - ◆ 8 bits :  $2^8 = 256$  niveaux
  - ◆ 16 bits : 65 536 niveaux
  - ◆ 24 bits : 16 777 216 niveaux (aussi appelé *true colors* ou 16 millions de couleurs)
  - ◆ 32 bits : 4 294 967 296 niveaux

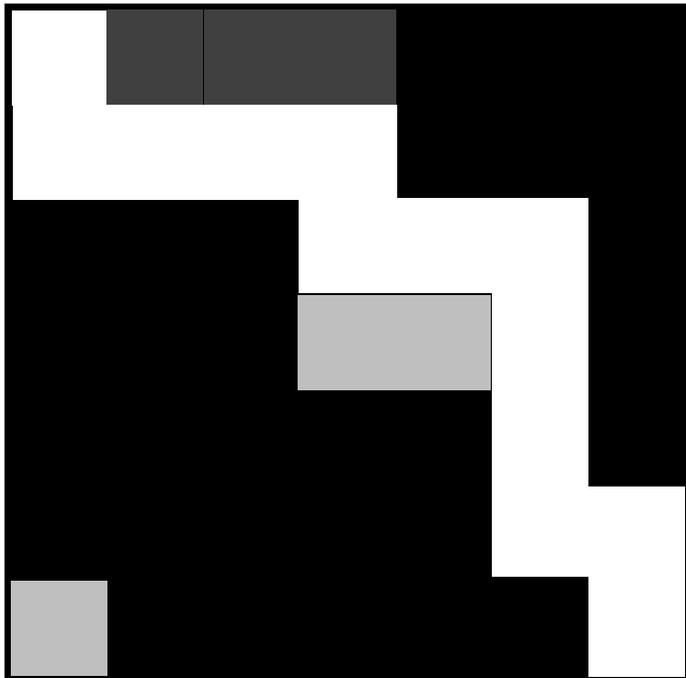
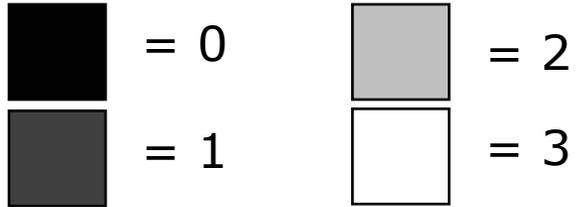
## Une image binaire (2 niveaux) avec

- ◆ 0 : noir
- ◆ 1 : blanc



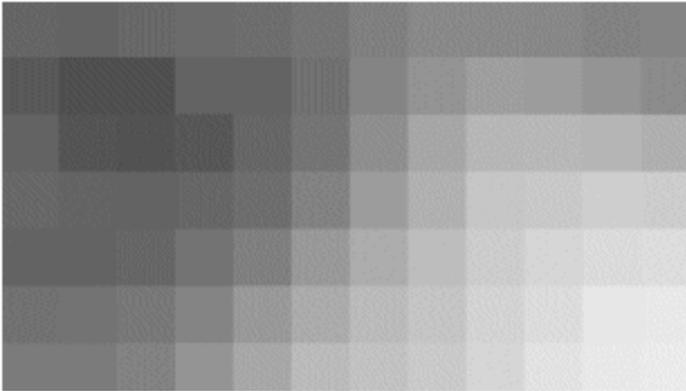
1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	1

- Image codée avec 2 bits/pixel (4 niveaux)



3	1	1	1	0	0	0
3	3	3	3	0	0	0
0	0	0	3	3	3	0
0	0	0	2	2	3	0
0	0	0	0	0	3	0
0	0	0	0	0	3	3
2	0	0	0	0	0	3

- Image en niveaux de gris codée entre 0 et 255 (8 bits =  $2^8$  valeurs)



107	99	99	107	107	115	132	132	140	140	132
90	82	82	99	99	115	132	148	165	156	148
99	82	90	90	99	115	140	165	181	181	181
99	107	99	99	115	132	156	173	198	198	206
99	99	99	115	123	156	173	189	206	214	222
115	115	123	132	148	173	181	189	206	214	231
123	123	132	148	165	189	198	198	206	222	231

( $256^2 = 65536$  pixels)



*256x256*



*128x128*

( $64^2 = 4096$  pixels)



*64x64*



*32x32*



*6 bits*

*4 bits*

$(2^6 = 64 \text{ niveaux gris})$



*3 bits*

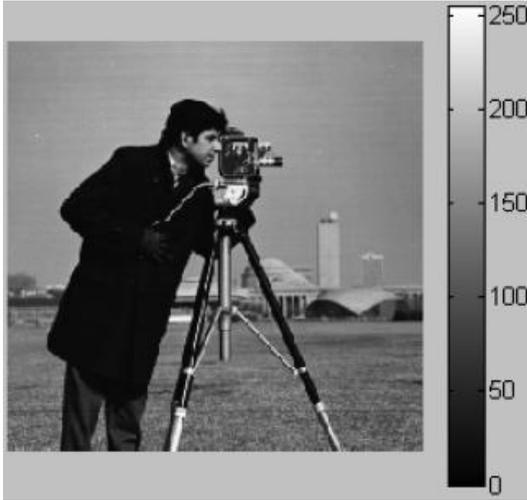
*2 bits*

*1 bit*

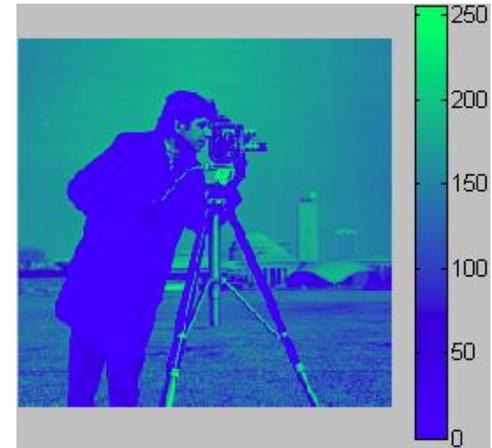
$(2^3 = 8 \text{ niveaux gris})$

LUT (*Look-Up Table*) ou *color map*

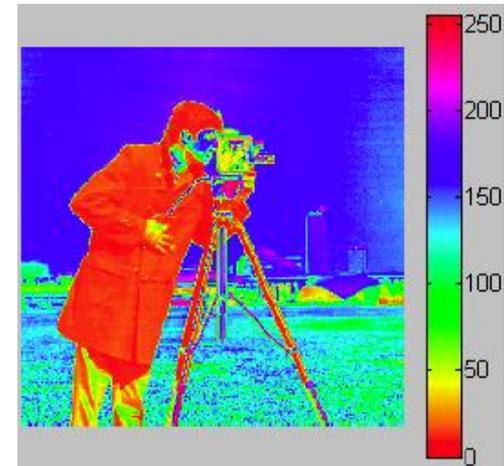
LUT niveau de gris



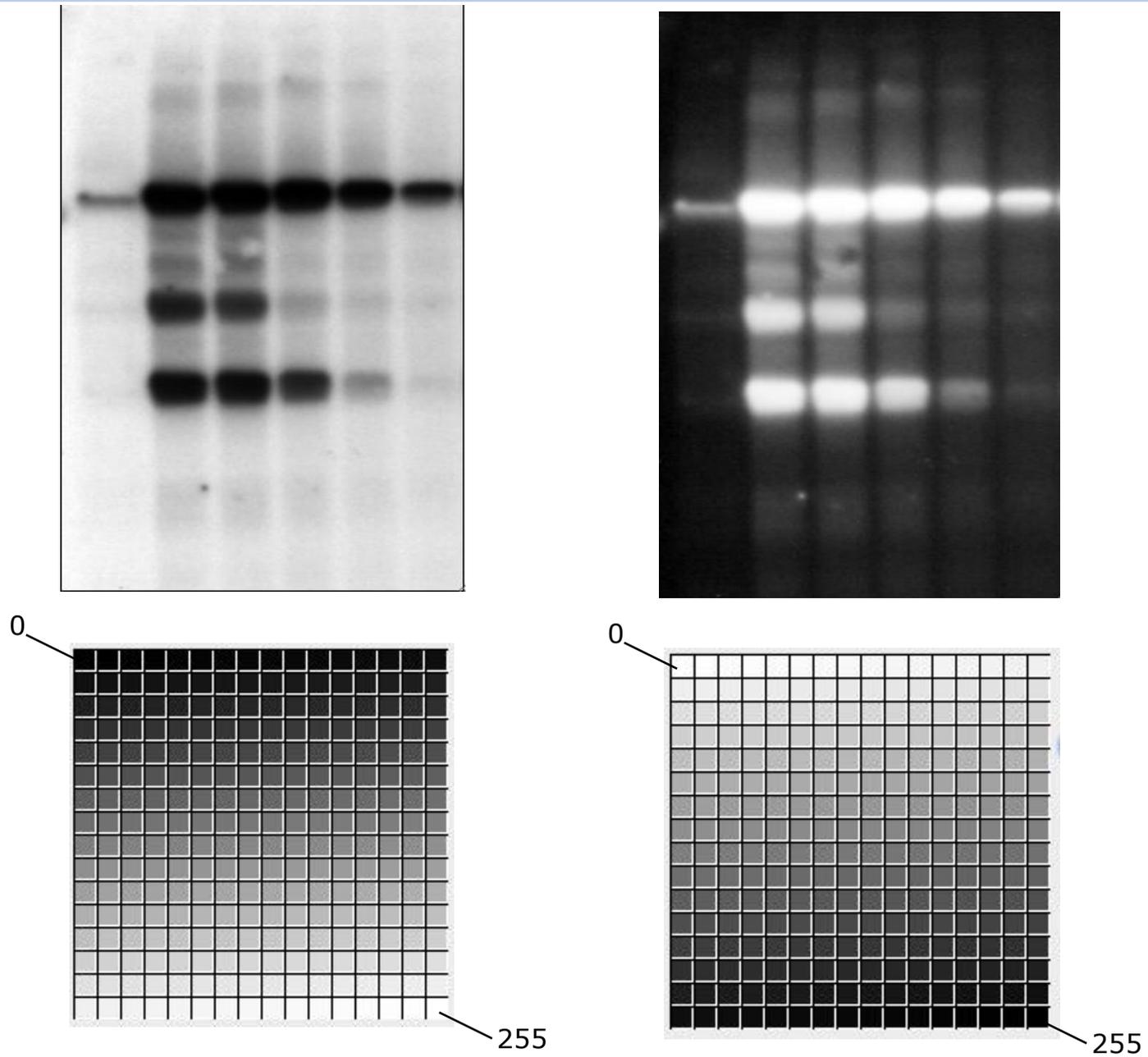
LUT bleu/vert

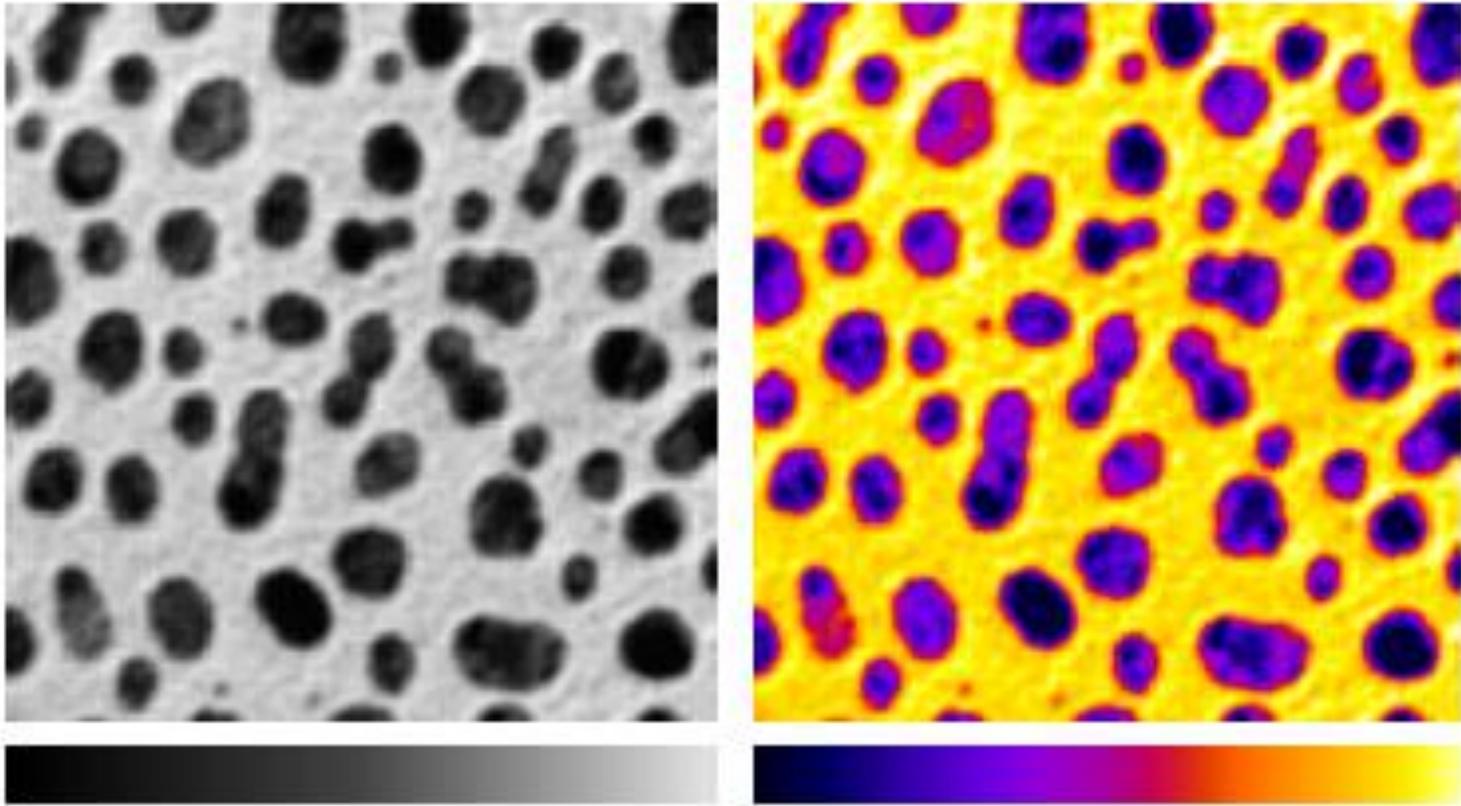


LUT arc en ciel



## Exemple de LUT





L'œil détecte 30 niveaux de gris et non 256, mais est plus sensible aux changements de couleurs.

- Une image couleur correspond à une superposition de 3 plans :

Rouge / Vert / Bleu (RGB = *Red* / *Green* / *Blue*)



=

35	142	139	147	153	28
143	143	134	138	158	84
138	138	131	132	149	144
131	131	133	139	151	165
125	132	129	131	155	173
135	140	137	108	122	155
169	169	164	121	88	125

8bits

+

35	142	139	147	153	28
138	138	131	132	149	144
131	131	133	139	151	165
125	132	129	131	155	173
135	140	137	108	122	155
169	169	164	121	88	125
180	179	177	156	130	151

8bits

+

35	142	139	147	153	28
143	143	134	138	158	84
131	131	133	139	151	165
125	132	129	131	155	173
135	140	137	108	122	155
169	169	164	121	88	125
180	179	177	156	130	151

8bits

---

= 24bits

# Décomposition d'une image RGB en 3 plans



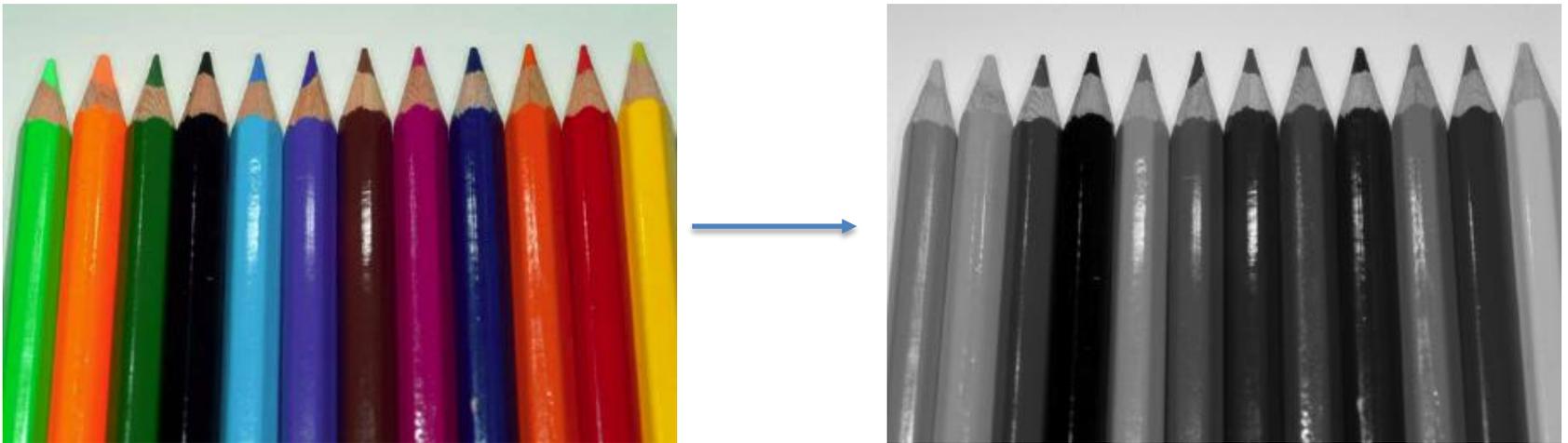
Rouge

Vert

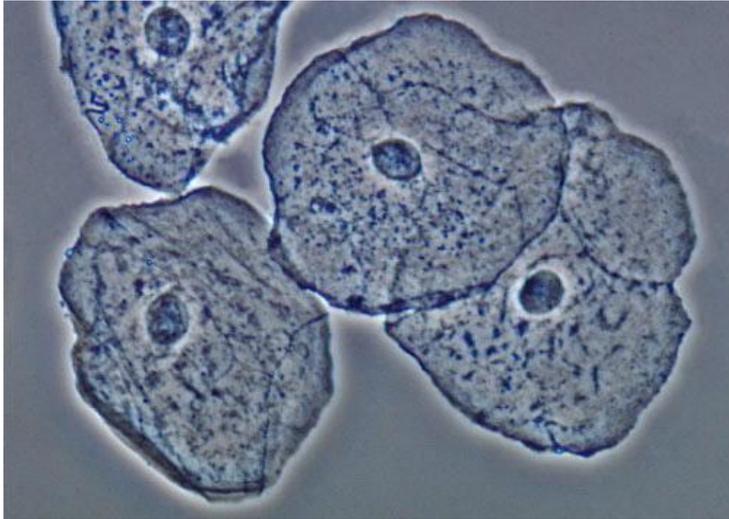
Bleu



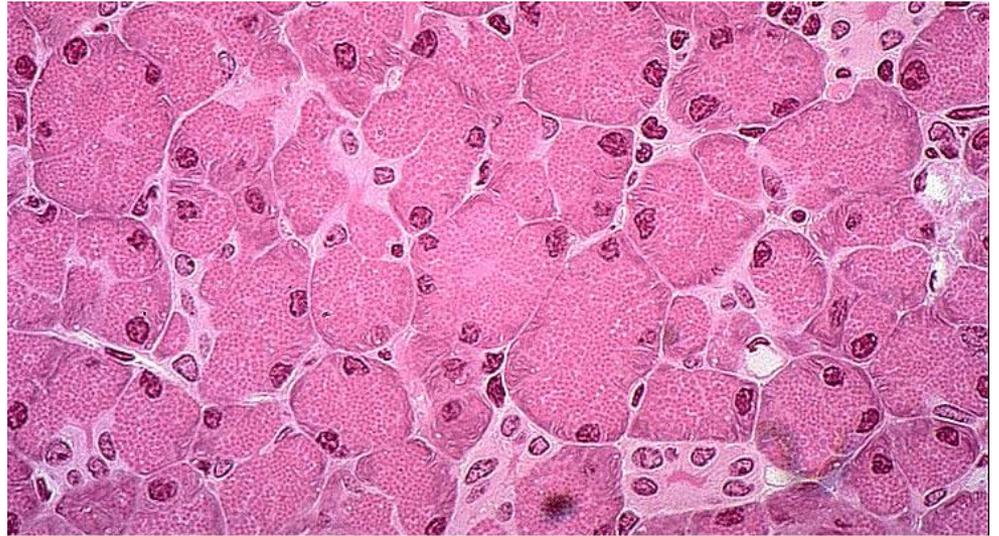
# Passer d'une image RGB en niveaux de gris



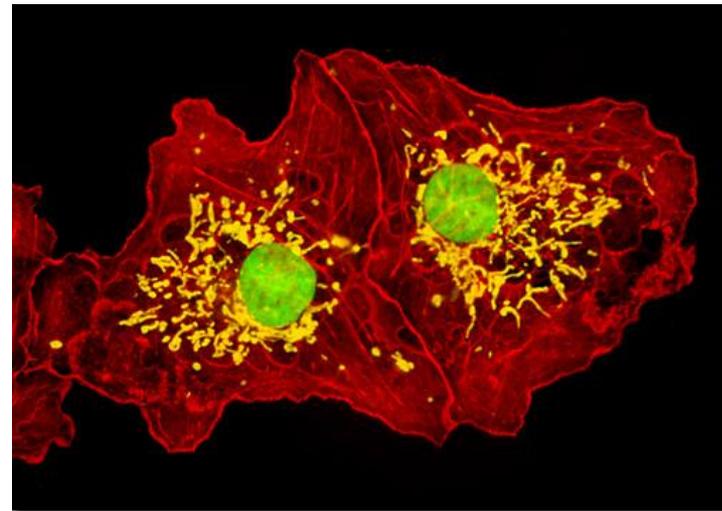
Moyenne des 3 couleurs Rouge, Vert, Bleu



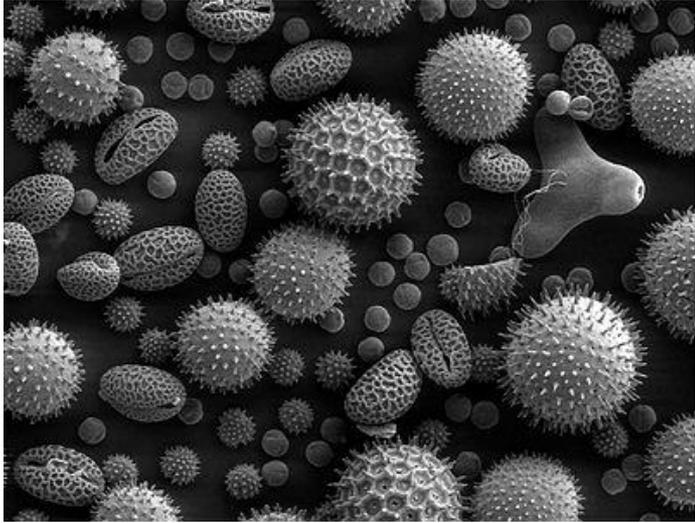
Cellules / contraste de phase



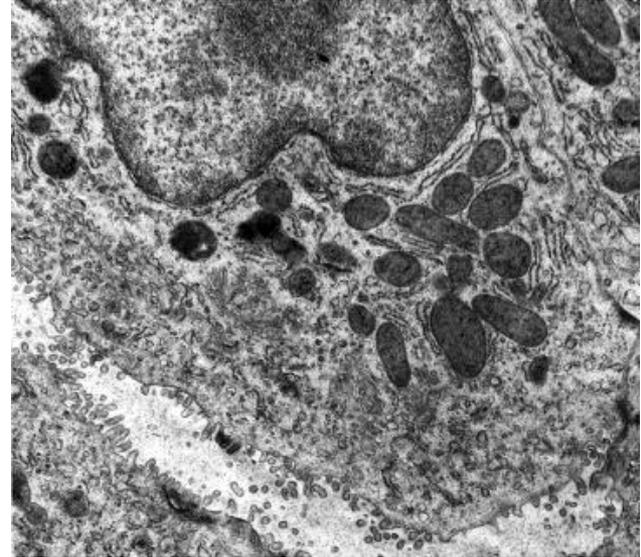
Coupe tissu / coloration



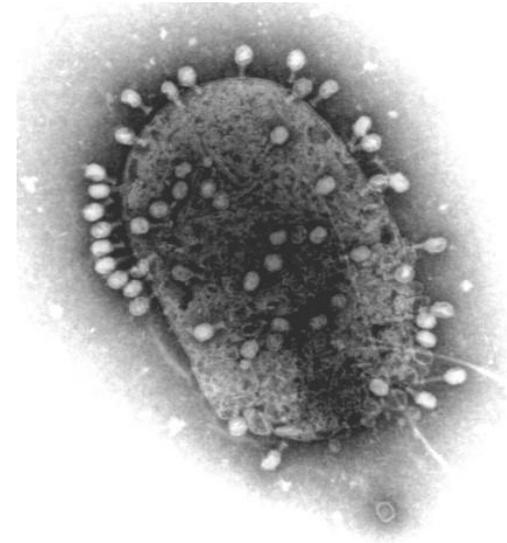
Cellules / Fluorescence



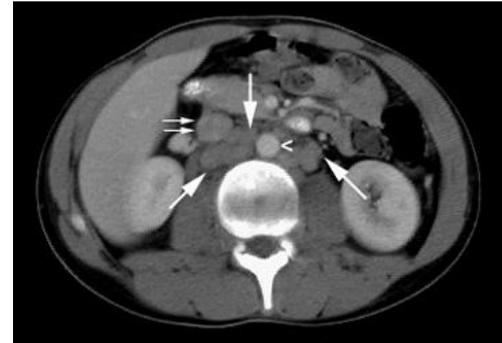
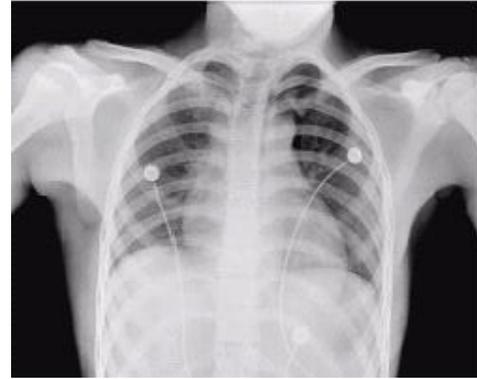
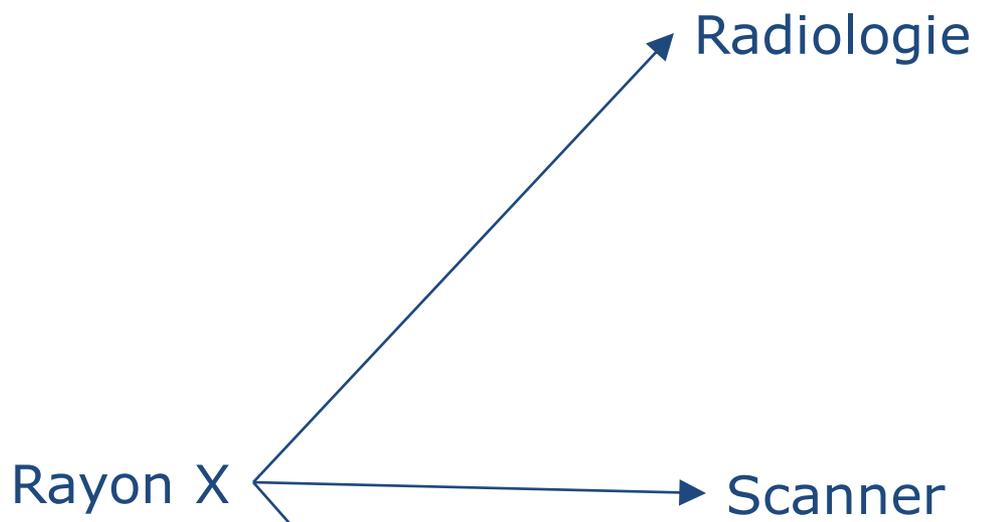
MEB / pollen



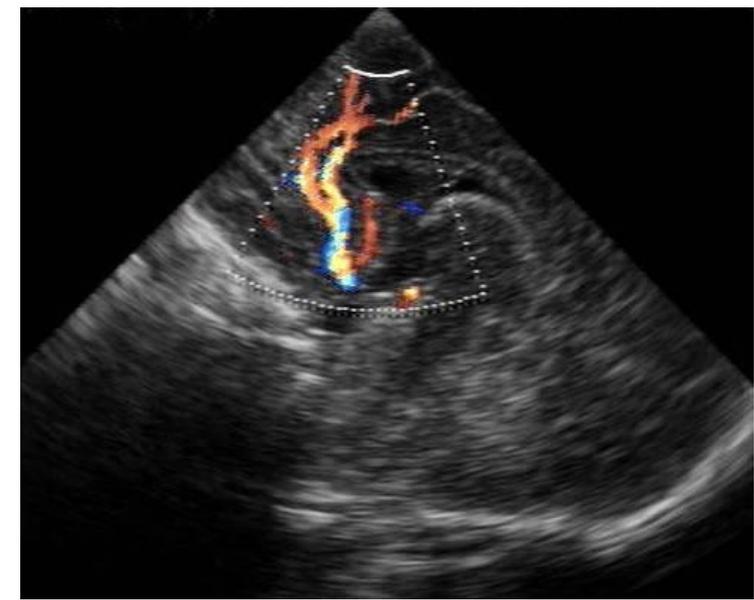
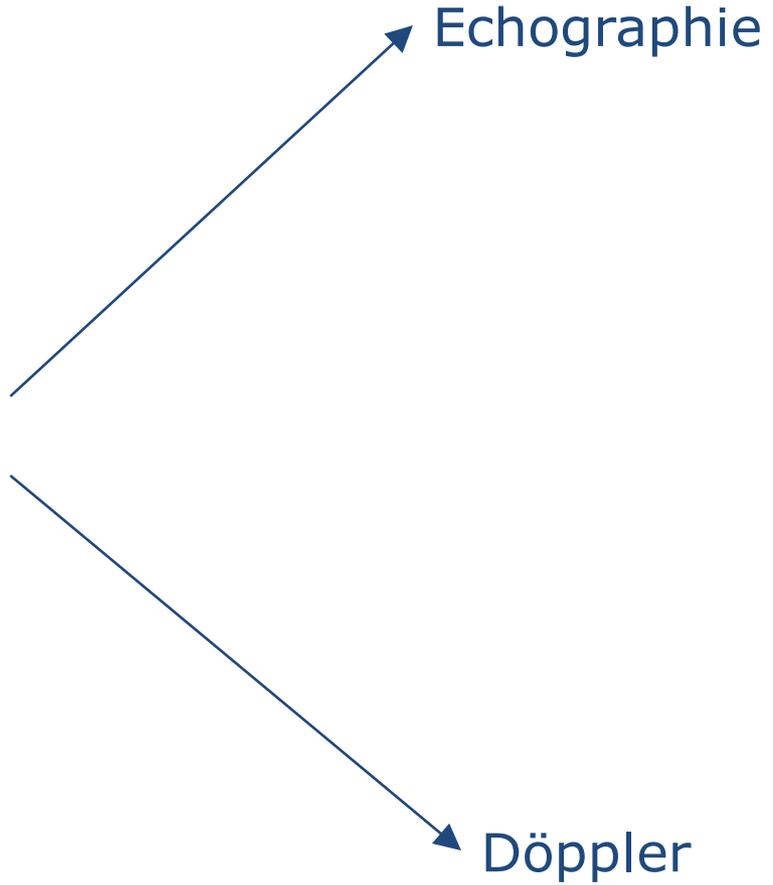
MET / coupe cellule fixée + coloration



MET / coloration négative



Ultrasons  
(Ultrasonographie)



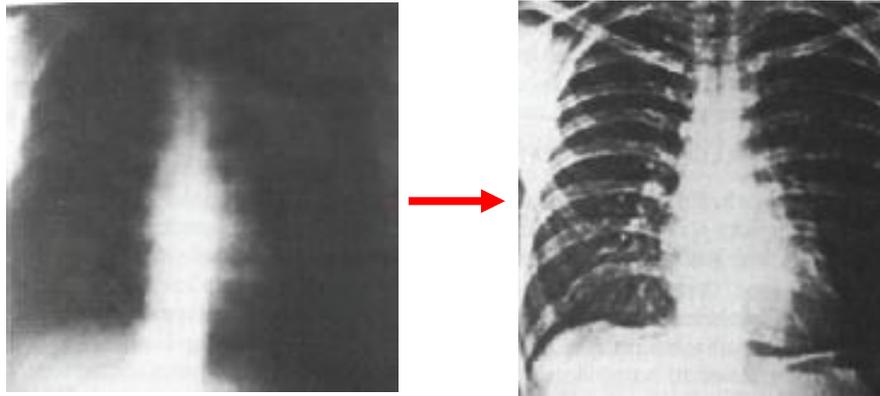
Imagerie par résonance  
magnétique (IRM)



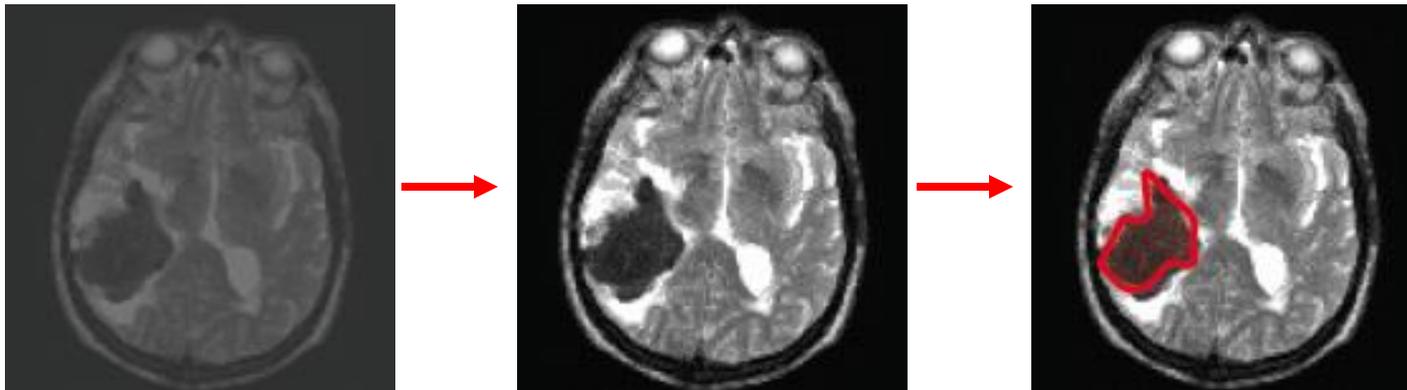
Tomographie par émission  
de positons (PETscan)  
(issus de la désintégration d'un produit radioactif)



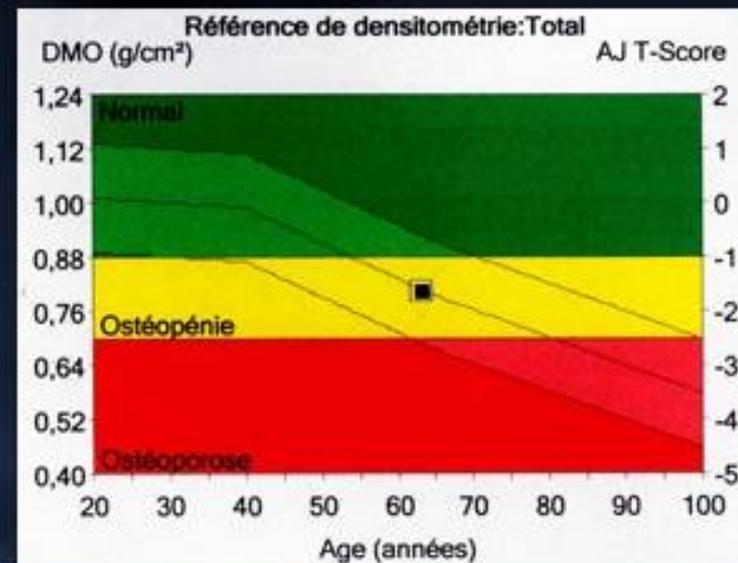
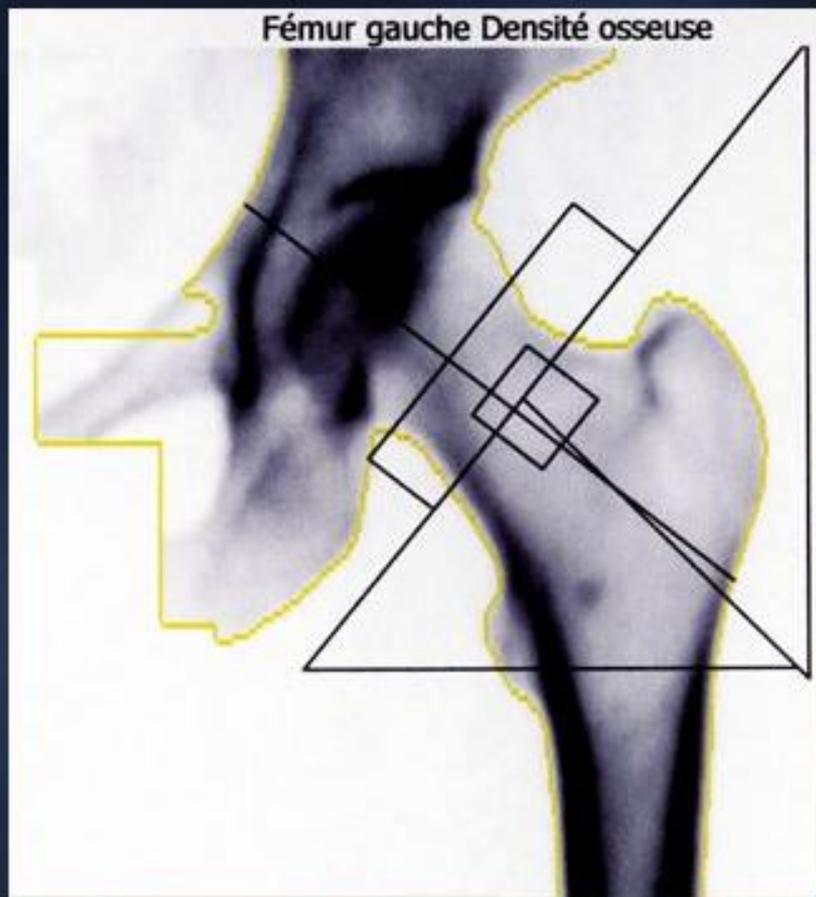
## Amélioration



## Amélioration et reconnaissance de forme

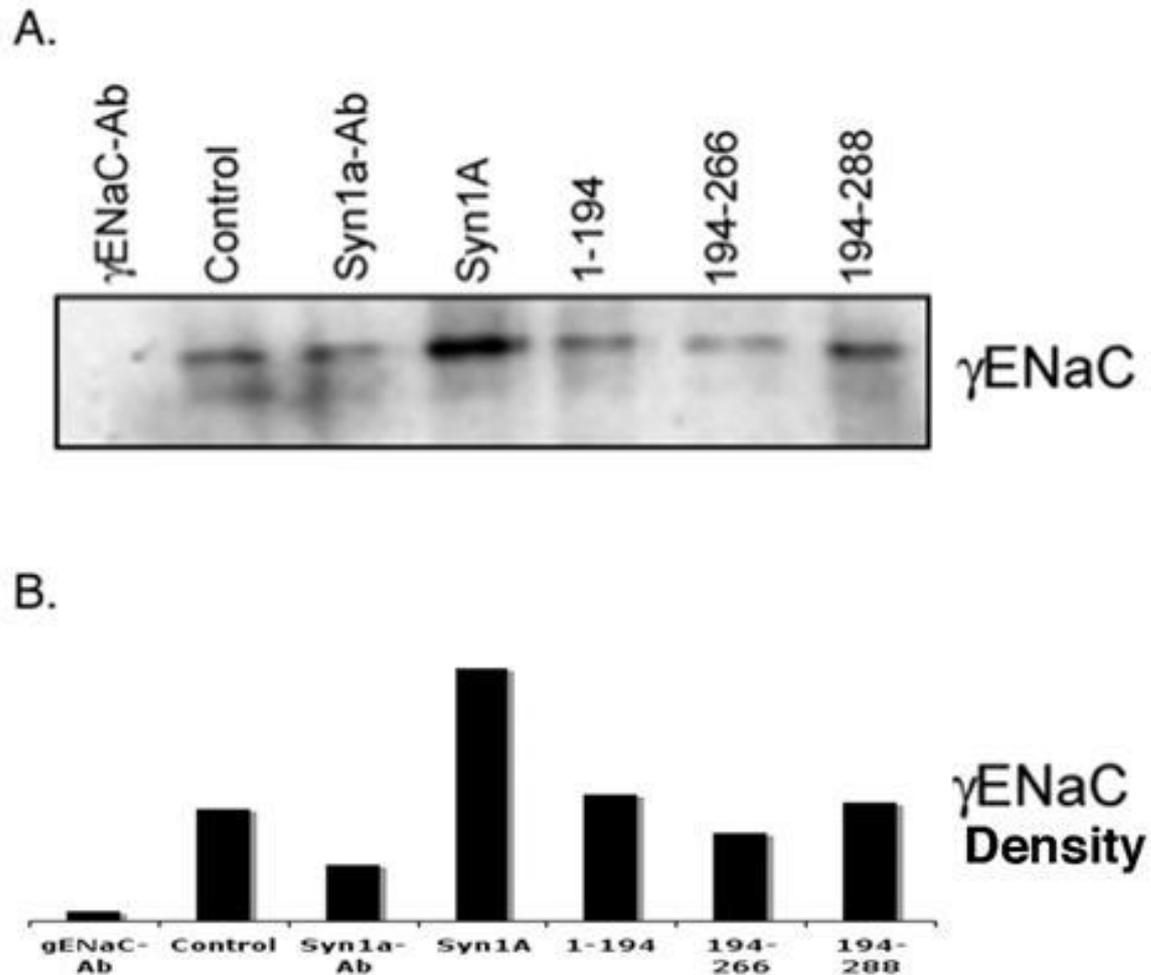


# Densitométrie osseuse



Région	<sup>1</sup> DMO (g/cm <sup>2</sup> )	<sup>2</sup> Adulte-Jeune T-Score	<sup>3</sup> Age-Egal Z-Score
Col	0,803	-1,5	0,2
Ward	0,575	-2,6	-0,4
Troch.	0,644	-1,3	0,1
Diaph.	0,938	-	-
Total	0,800	-1,7	-0,1

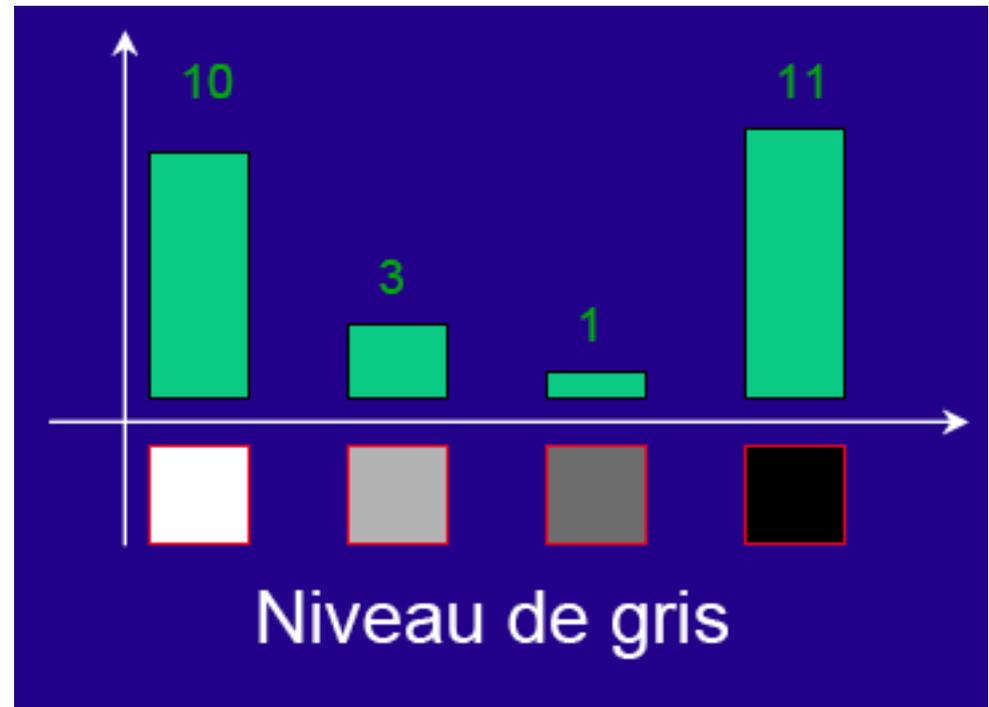
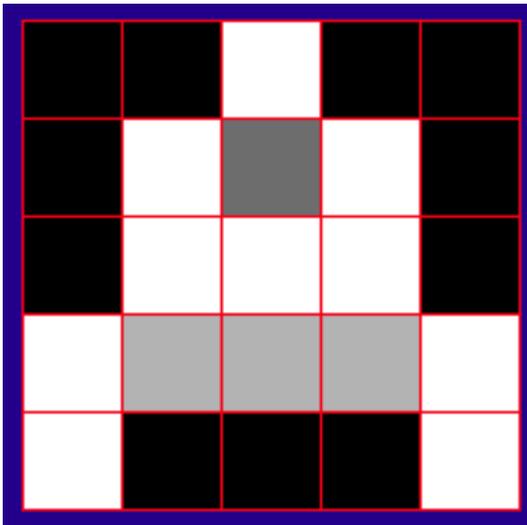
## Densitométrie – Gel électrophorèse



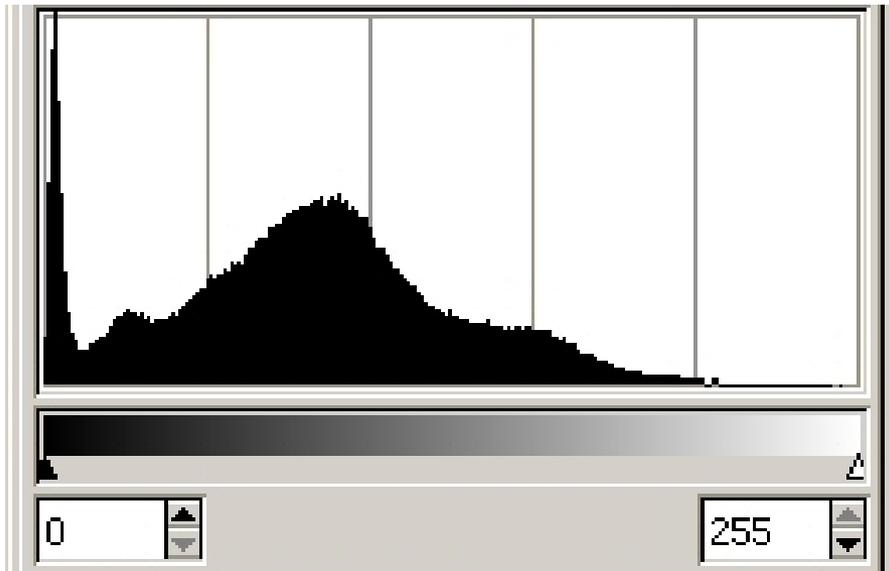
- Une chaîne de traitement classique comprend 3 étapes :
  - ◆ **Pré-traitement** pour corriger les défauts dus à l'acquisition.
  - ◆ **Segmentation** de l'image pour identifier les structures d'intérêt (des particules, des régions homogènes...).
  - ◆ **Analyse des particules** ou des régions pour quantifier la taille, la forme ou la texture des objets d'intérêt.

Distribution des niveaux gris de l'image.

→ Compter le nombre de pixels possédant un même niveau de gris.



# Histogramme



# Histogramme

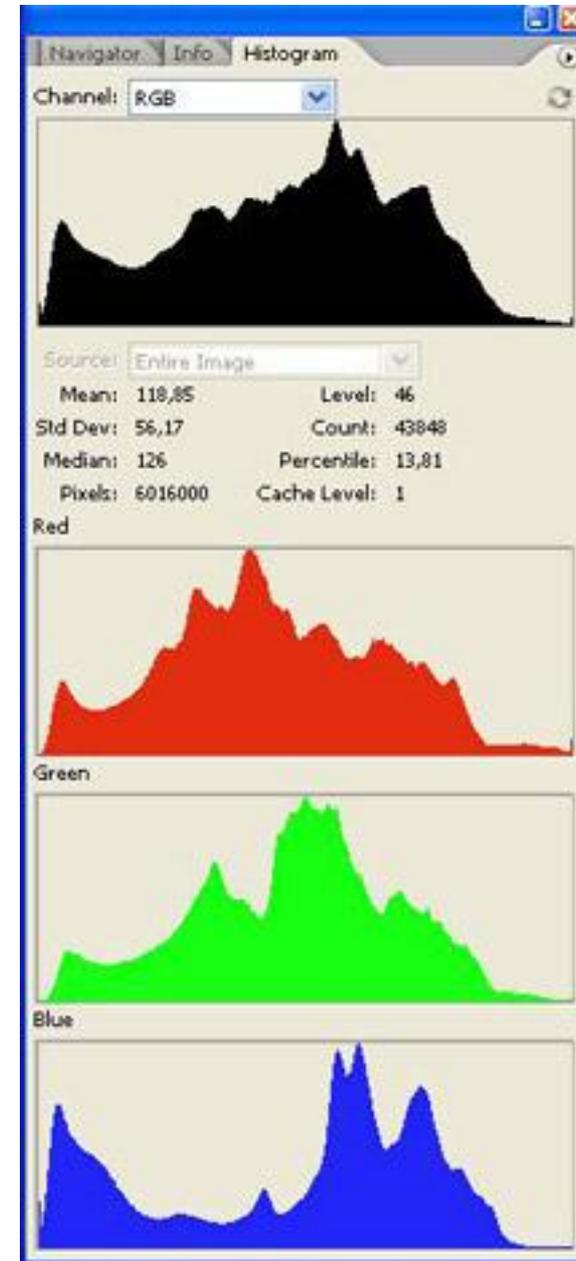
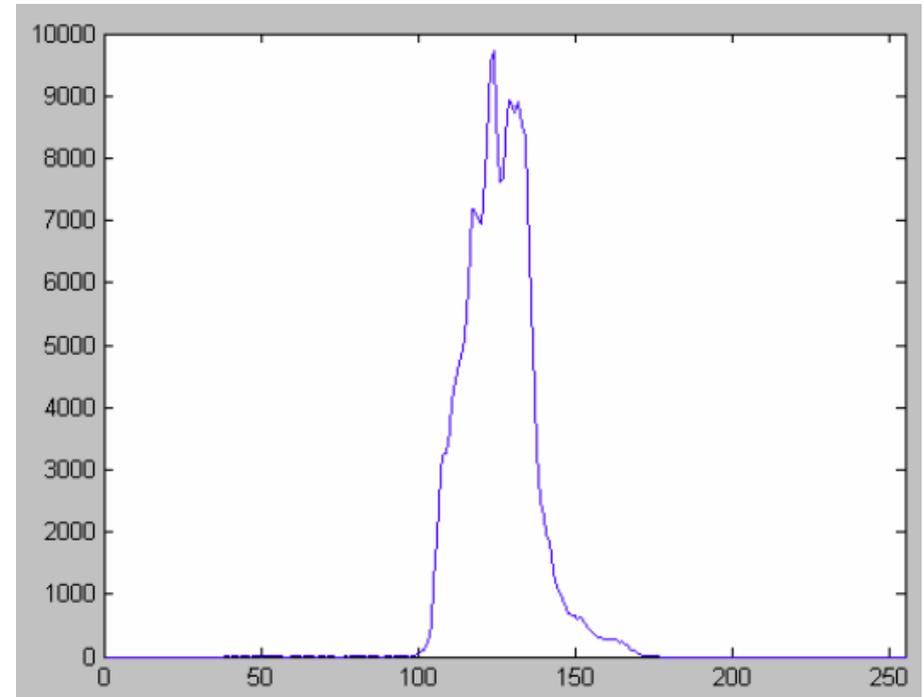


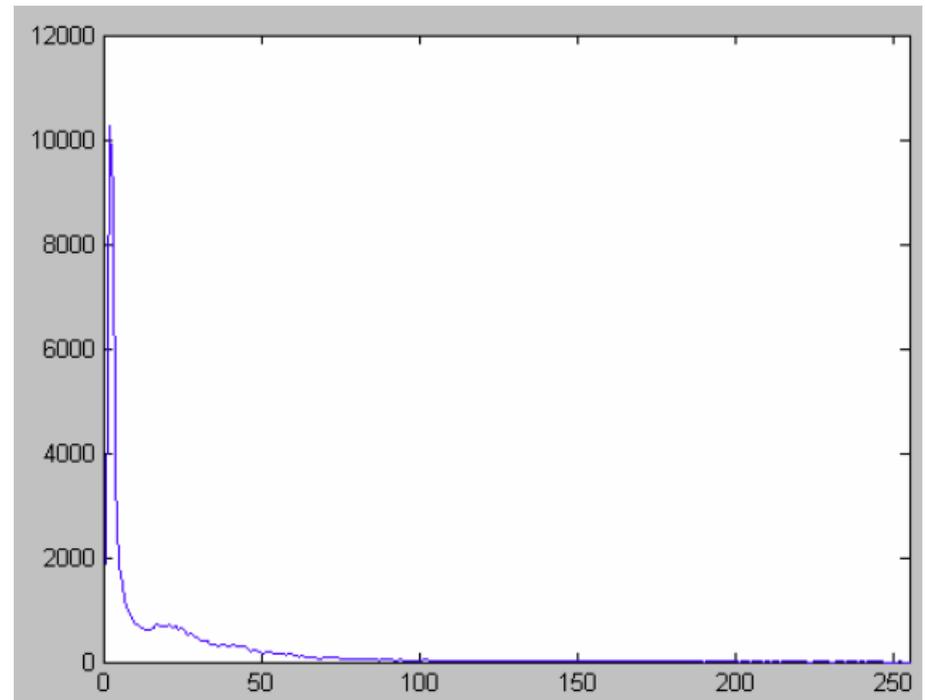


Image peu contrastée



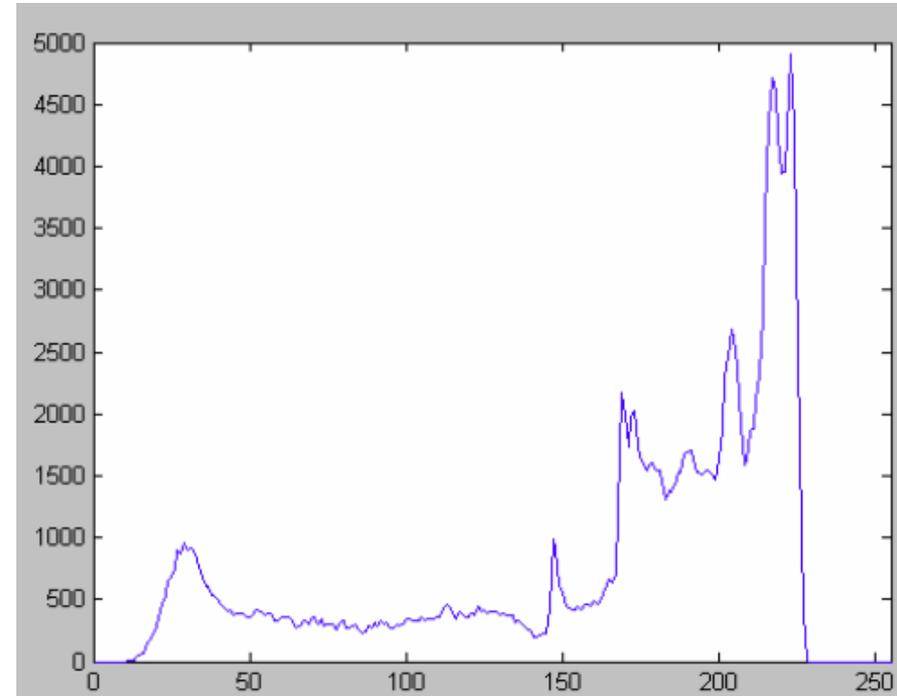


IRM cardiaque sous-exposée

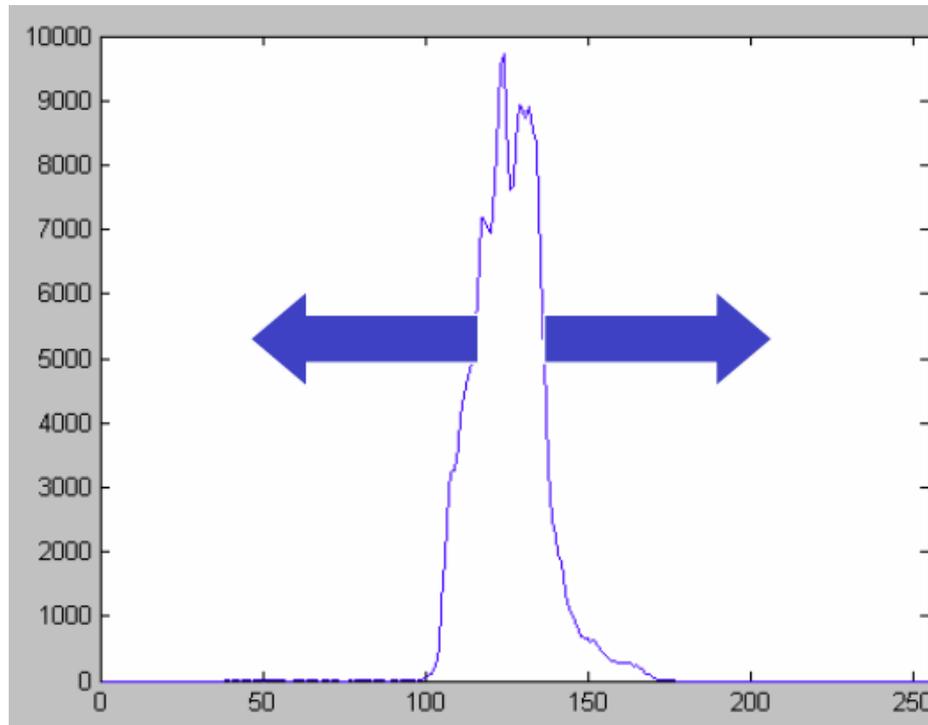




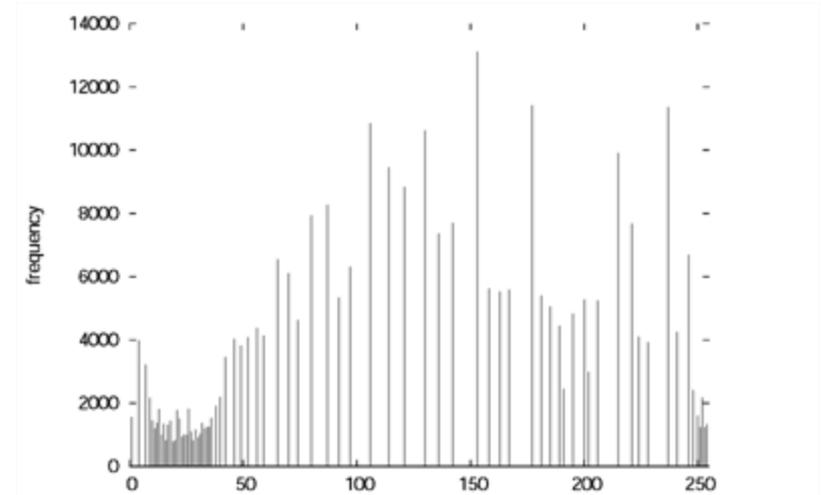
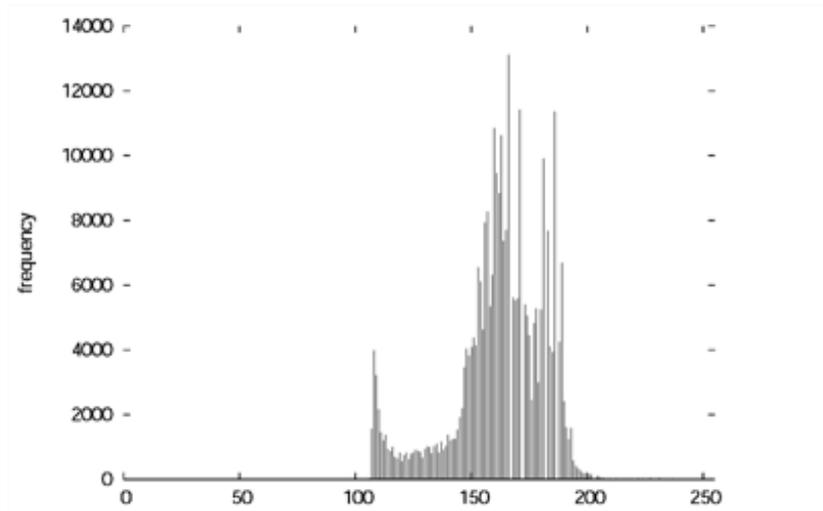
Radiographie sur-exposée



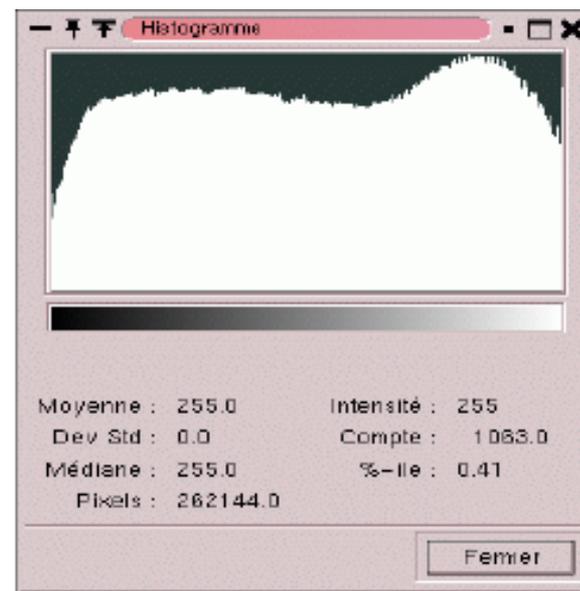
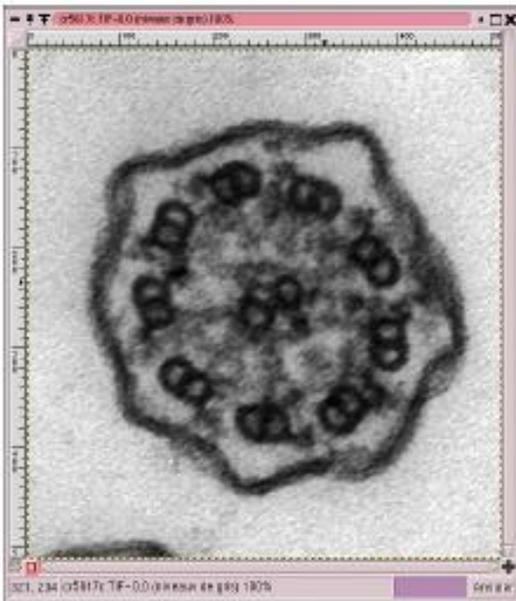
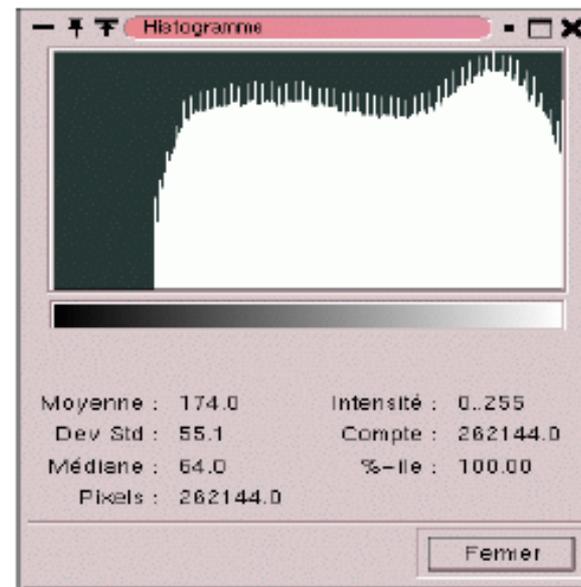
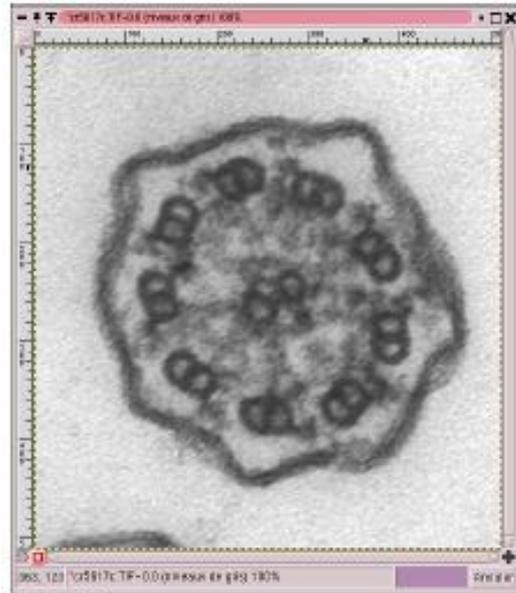
- Pour avoir une image bien contrastée, l'histogramme doit présenter une distribution uniforme des niveaux de gris.
- Pour améliorer le contraste d'une image : étirement de l'histogramme.



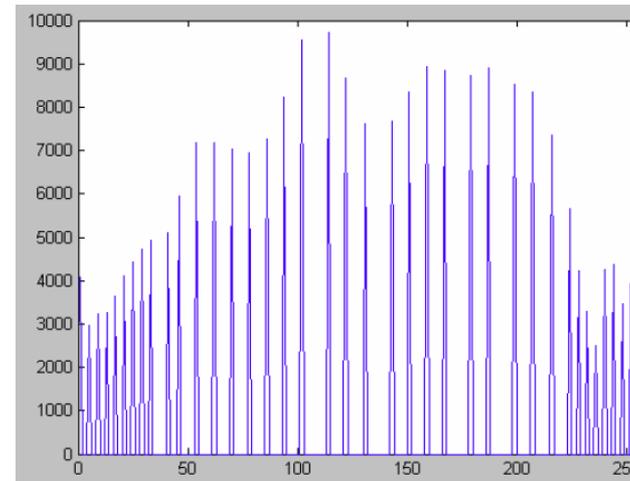
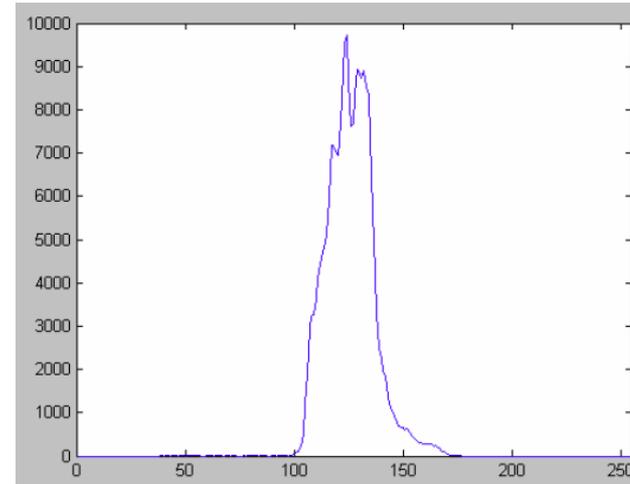
# Histogramme : exemple



# Histogramme : exemple



L'étirement de l'histogramme ne convient pas systématiquement

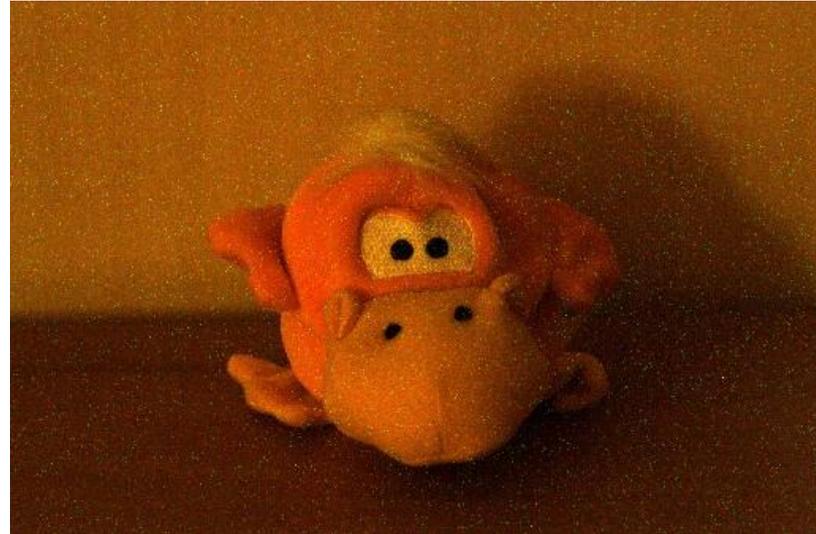


- Les opérations de filtrage vont modifier de façon irréversible le contenu des images. Aussi, il est recommandé de toujours travailler sur des copies d'images.
- Les filtrages modifient le contenu d'un pixel en prenant en compte une information locale, c'est-à-dire par rapport aux pixels voisins.
- Les filtre sont divisés en deux catégories :
  - ◆ **Filtres passe-haut** qui **mettent en évidence les variations** de lumière qui composent les contours des objets ou la texture d'une image.
  - ◆ **Filtres passe-bas** qui **atténuent les variations de lumière**. Ils ont pour effet de lisser le contenu de l'image et de limiter les brusques variations d'intensité.

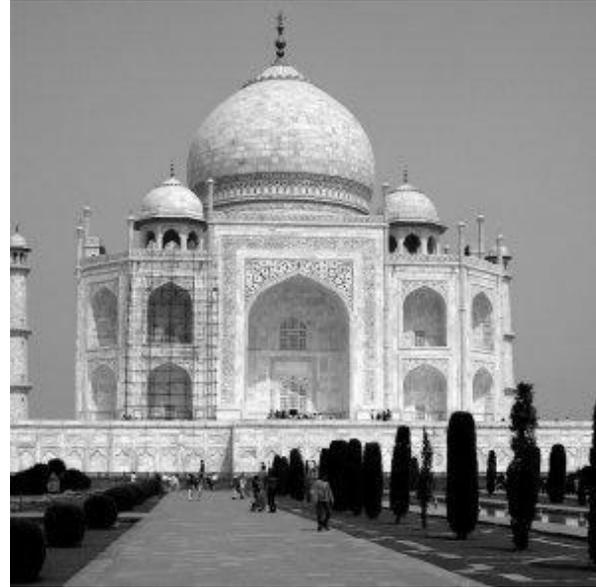
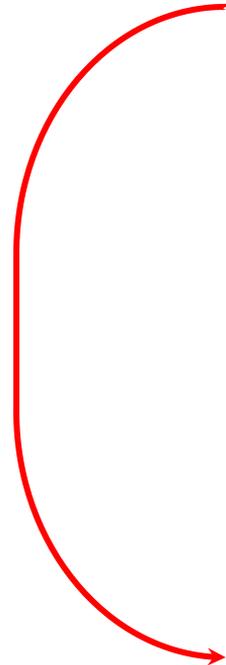
# Ajout de flou Effet lissage

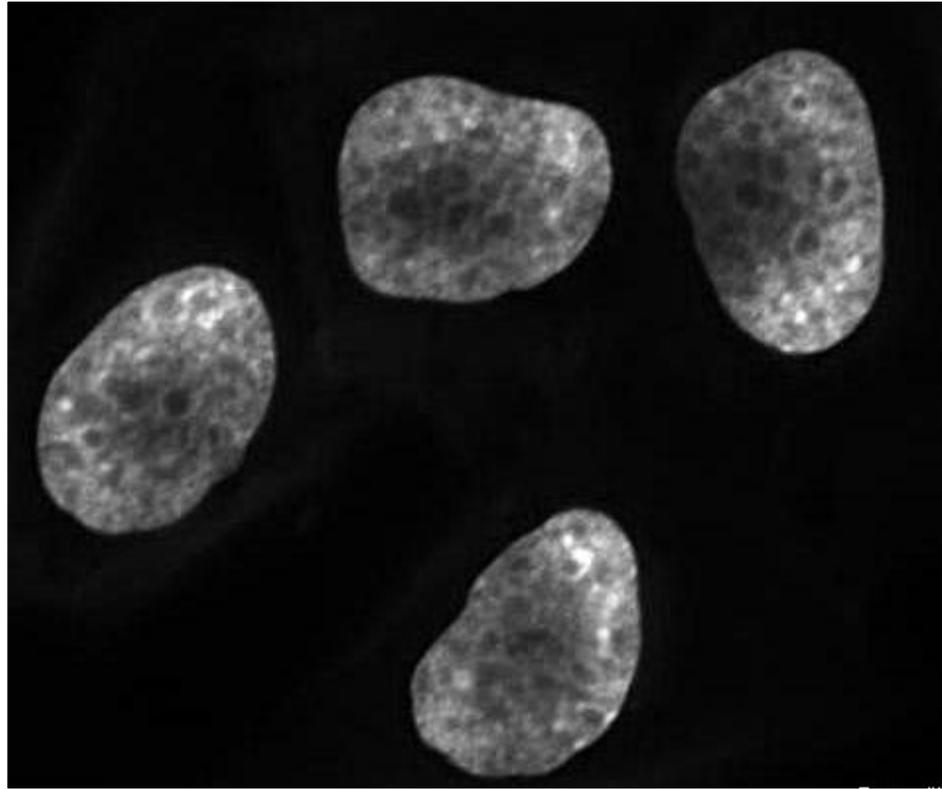
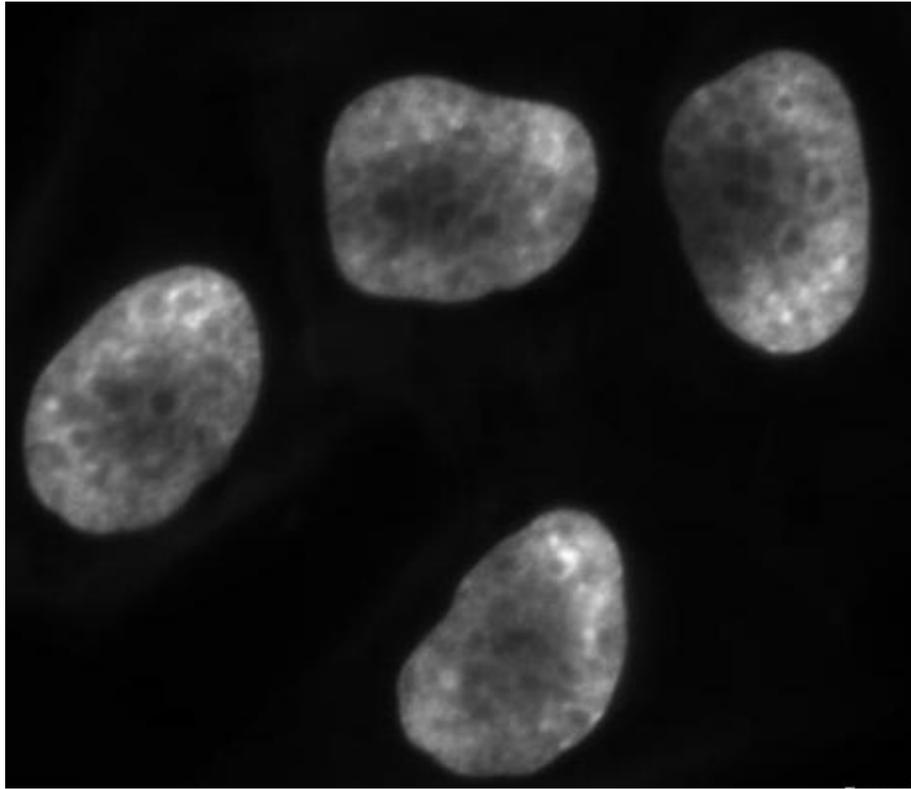


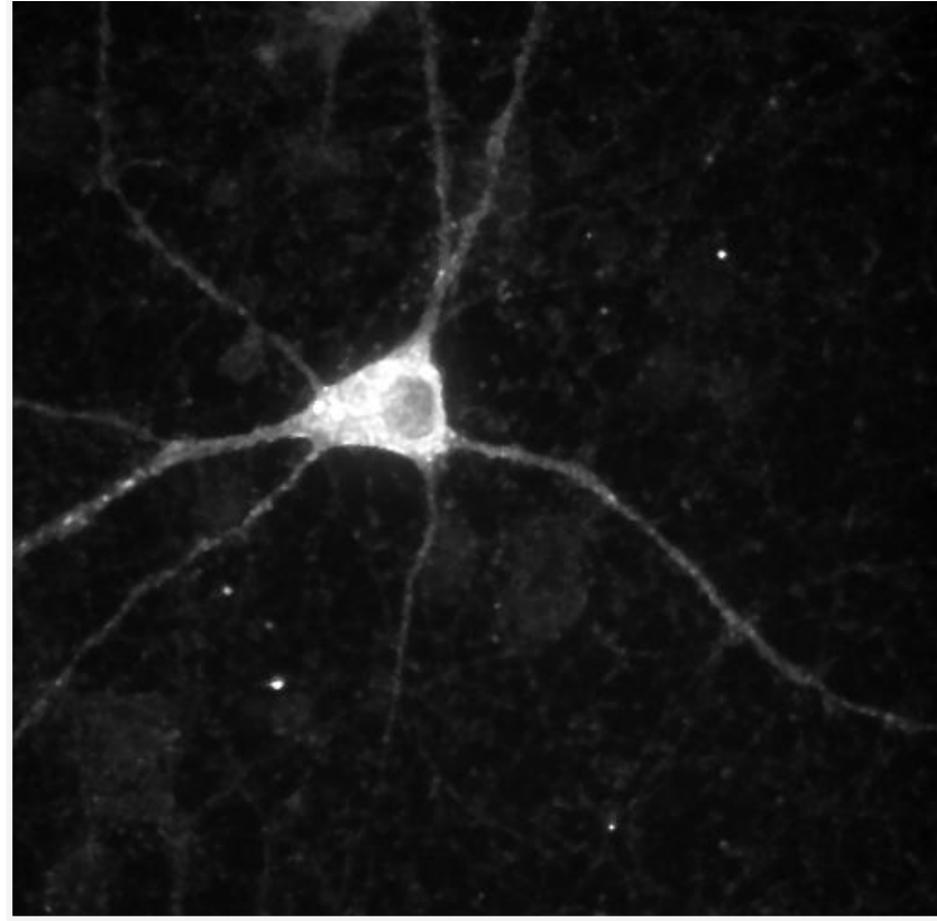
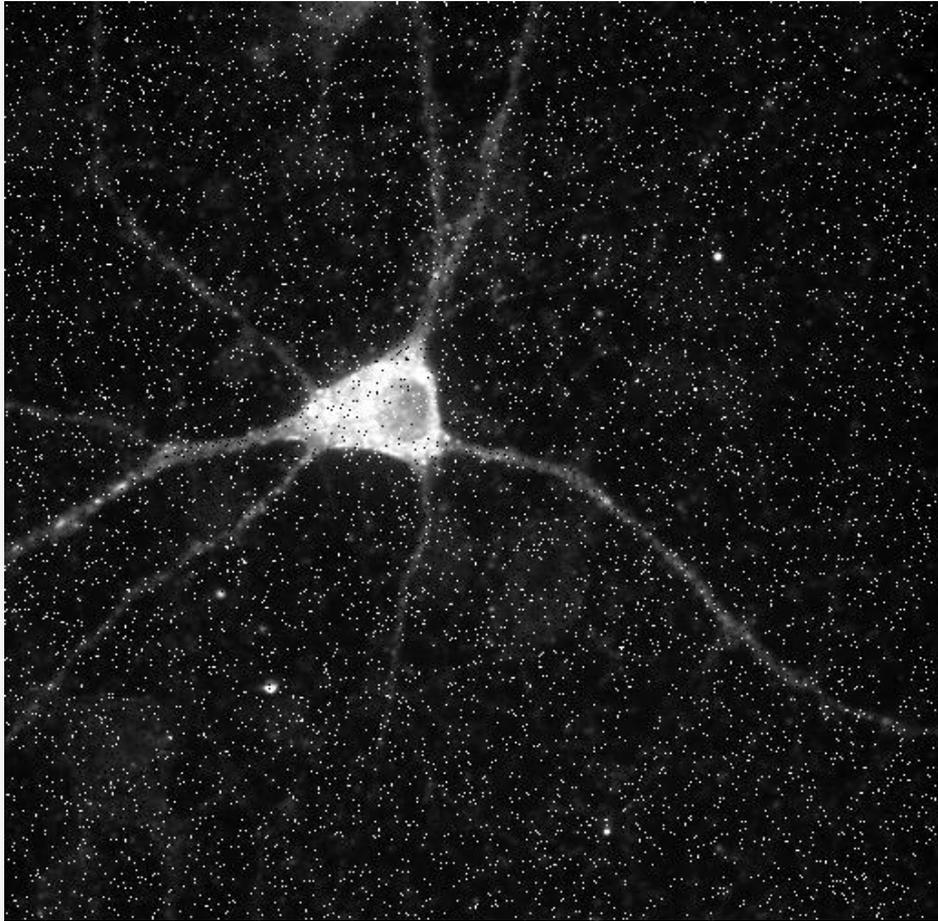
Ajout de flou  
Réduction du bruit



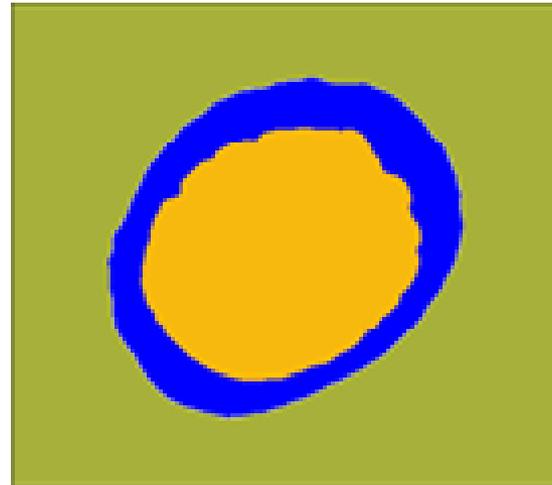
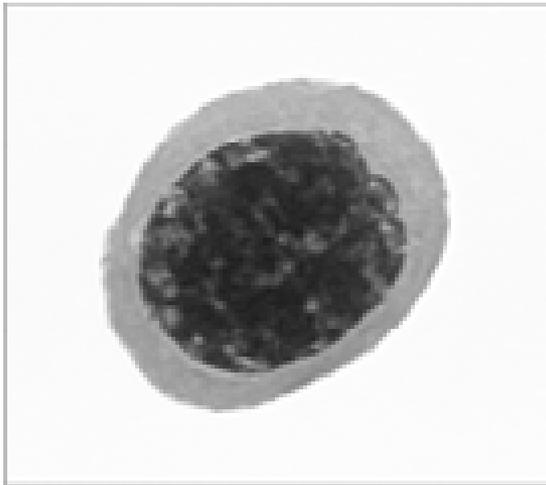
## Détection des contours



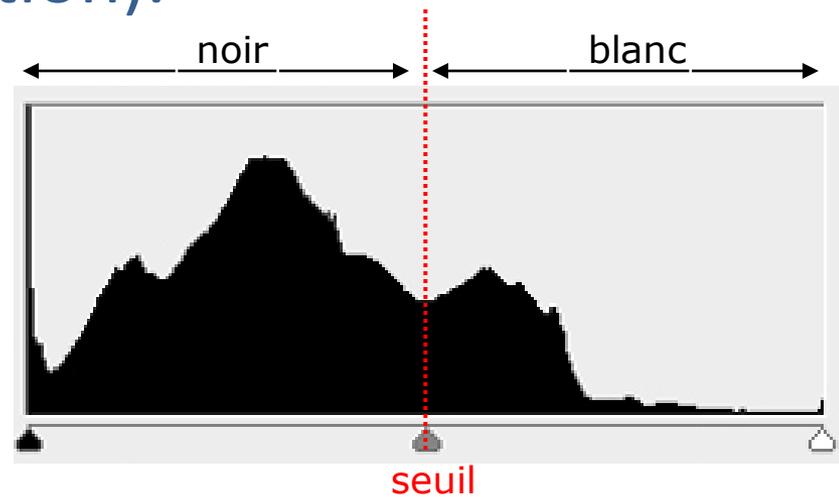




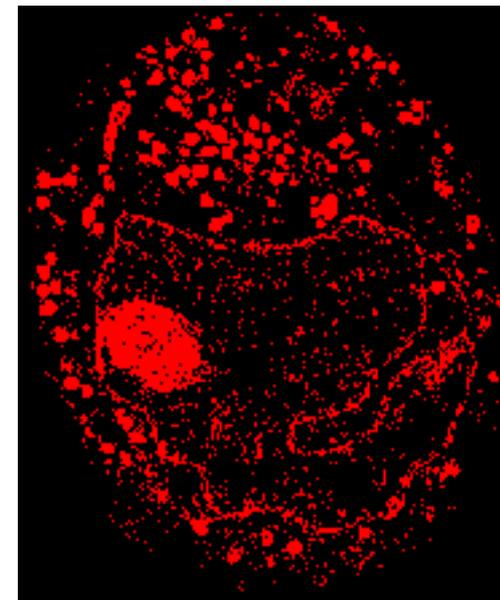
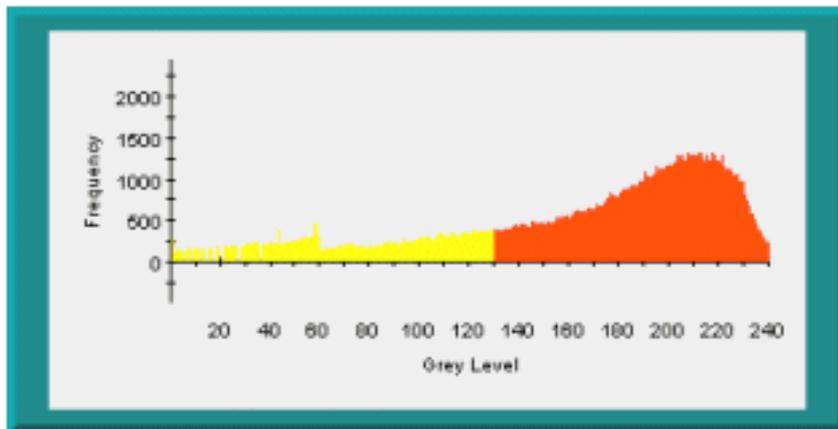
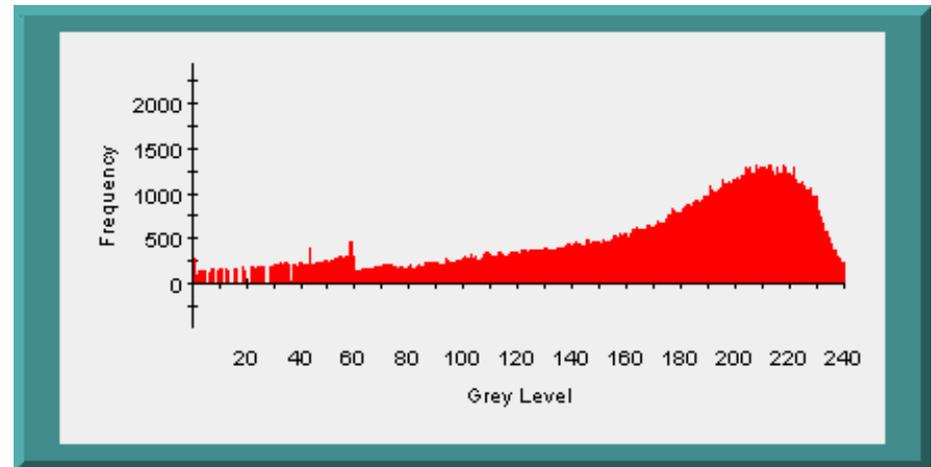
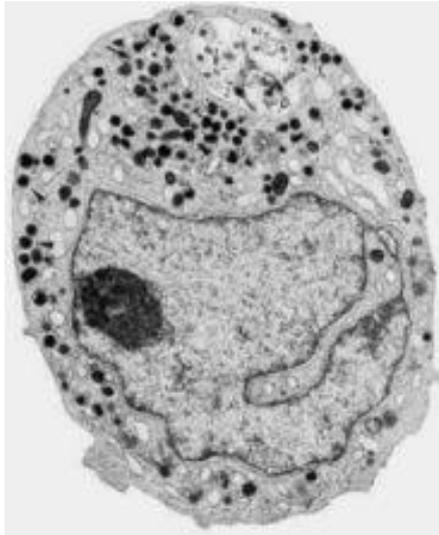
- La segmentation permet de **séparer les régions d'intérêt** du fond, d'isoler les objets sur lesquels doit porter l'analyse.

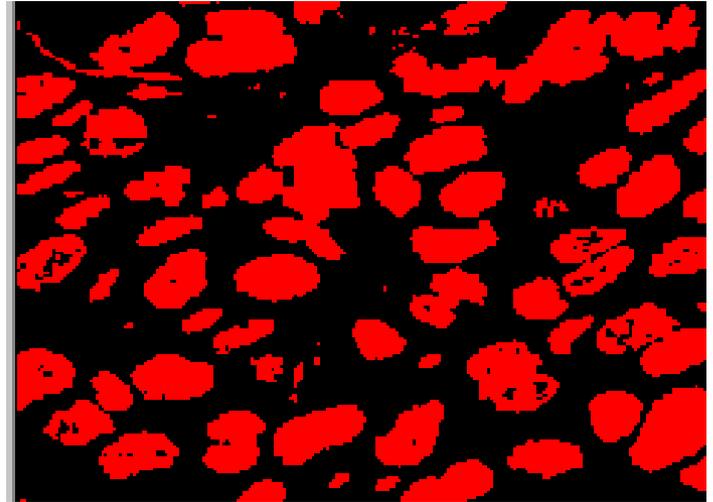
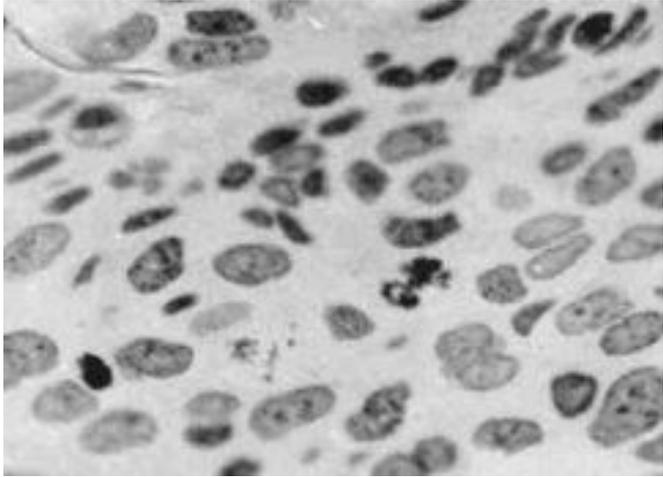


- Plusieurs techniques existent, la plus simple étant le **seuillage des valeurs** de niveaux de gris des images.
- Le seuillage consiste à mettre à zéro tous les pixels ayant un niveau de gris inférieur à une certaine valeur (appelée seuil, en anglais *threshold*) et à la valeur 1 les pixels ayant une valeur supérieure. Le résultat du seuillage est une image binaire contenant des pixels noirs et blancs (binarisation).



# Segmentation : exemple

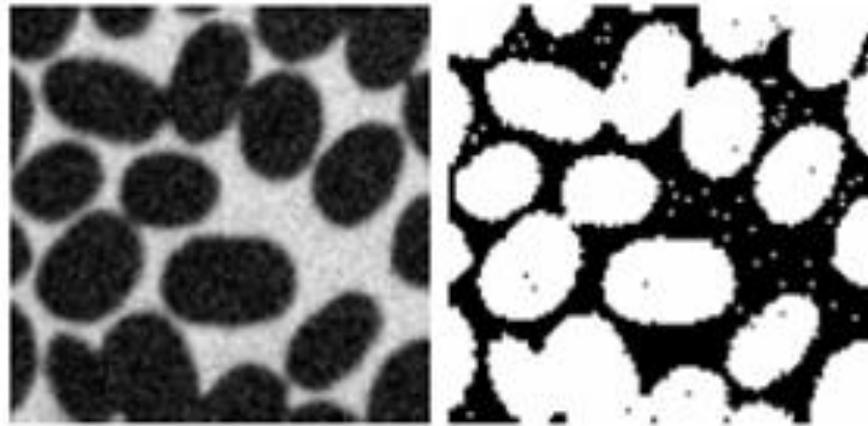




Coupe histologique  
d'épithélium oesophagien  
humain, sur laquelle les noyaux  
cellulaires ont été colorés.

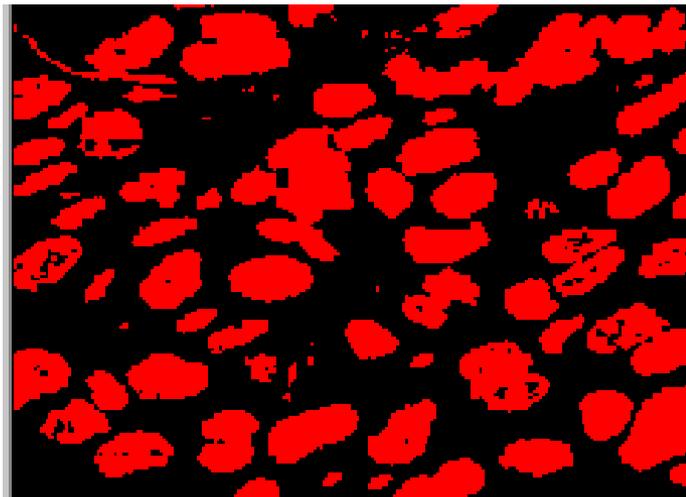
Compromis à effectuer lors du choix de la valeur de seuil car il est difficile de ne sélectionner que les objets d'intérêt dans l'image.

- Irrégularités aux frontières des objets
- Trous dans les objets (faux négatifs)
- Artefacts dans le fond (faux positifs)
- Scissions d'objets
- Fusions entre objets



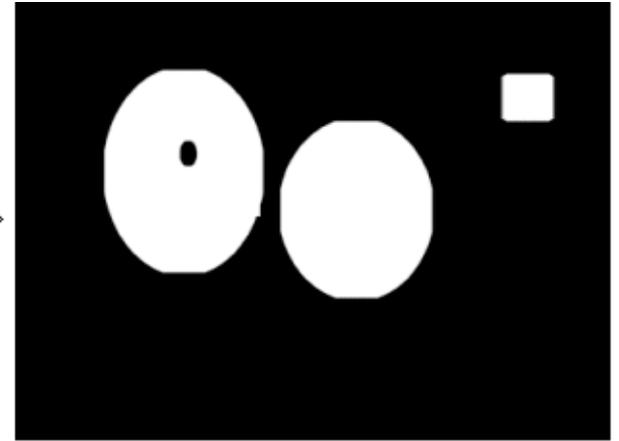
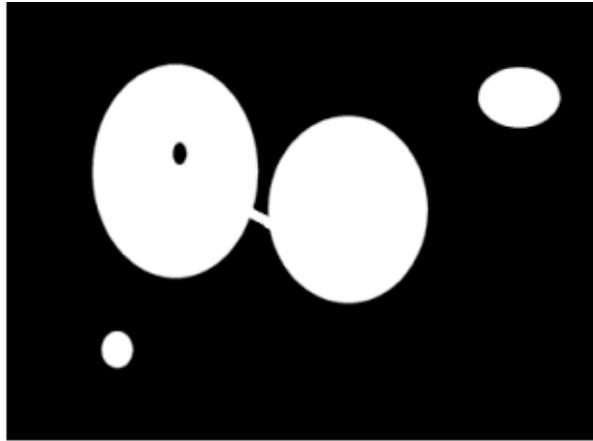
- Nécessité éventuelle de post-traitements

- Le filtrage morphologique repose sur la morphologie mathématique, basée sur une description ensembliste des images. Ce type de filtre privilégie la notion de forme.
- 2 opérations principales : érosion et dilatation
- 2 opérations combinant les deux premières : ouverture et fermeture

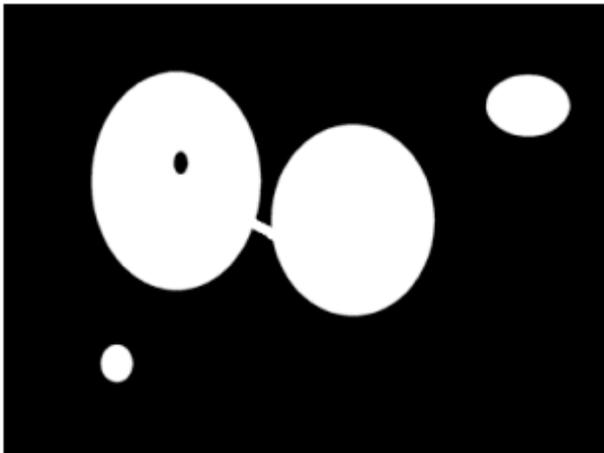


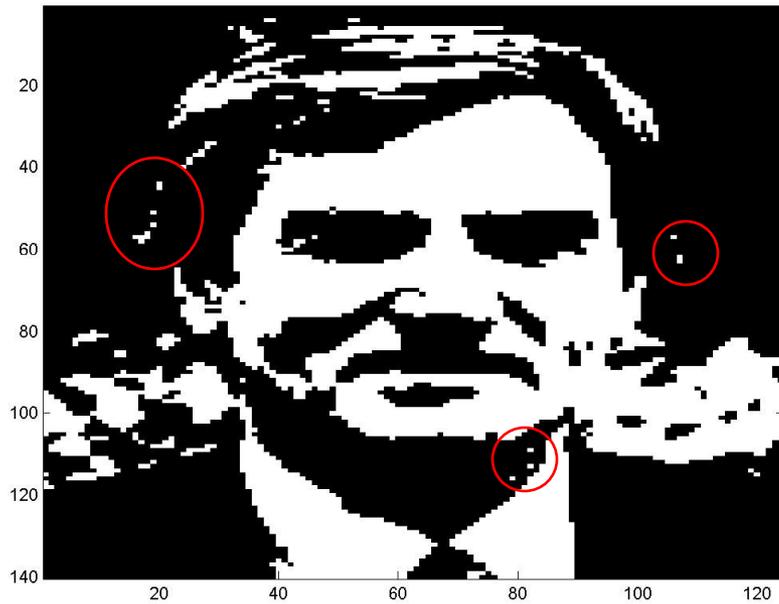
- Erosion
  - ◆ Elimine les pixels isolés et érode les contours des objets
- Dilatation
  - ◆ Elimine les trous isolés dans les objets et dilate les contours des objets
- Ouverture
  - ◆ Erosion suivie de dilatation
- Fermeture
  - ◆ Dilatation suivie d'érosion

Ouverture



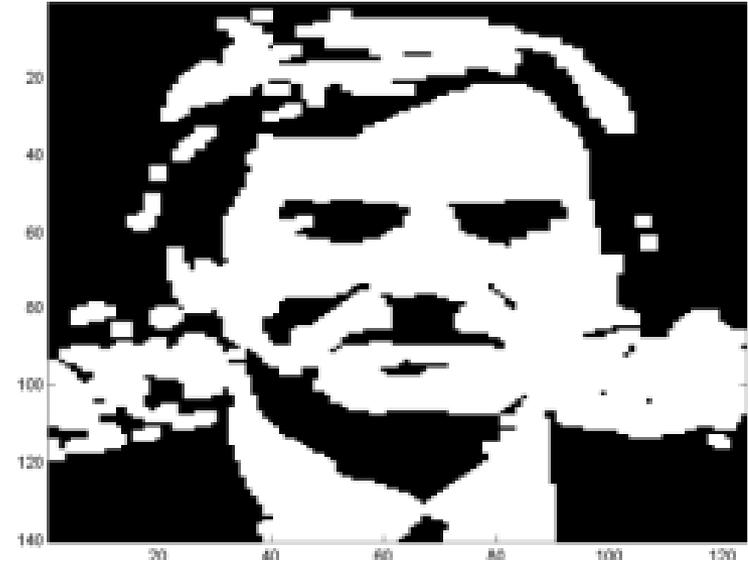
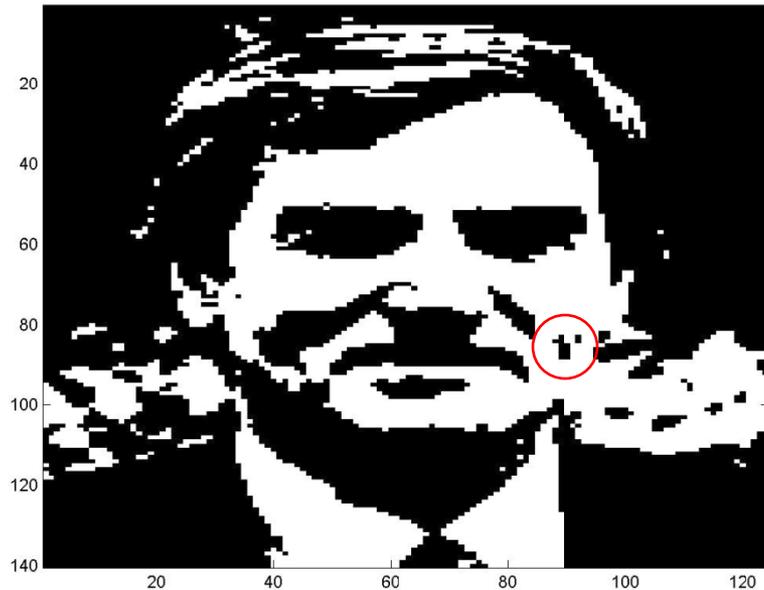
Fermeture





Erosion

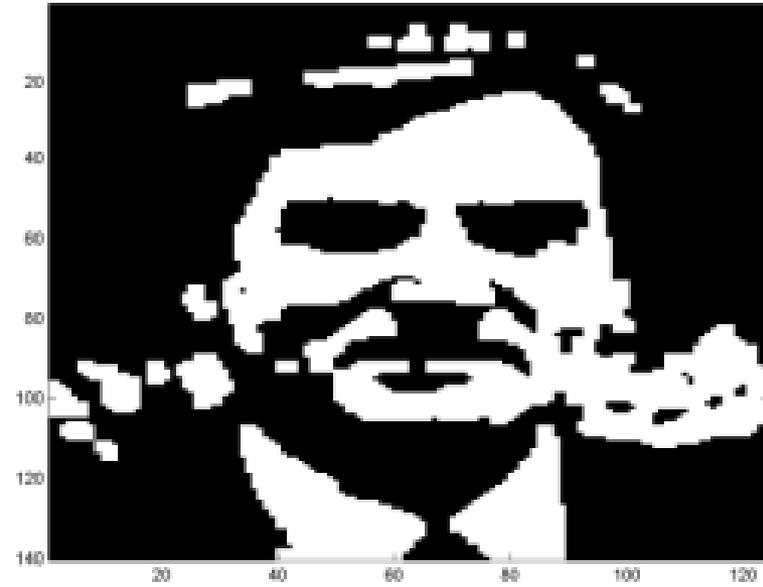
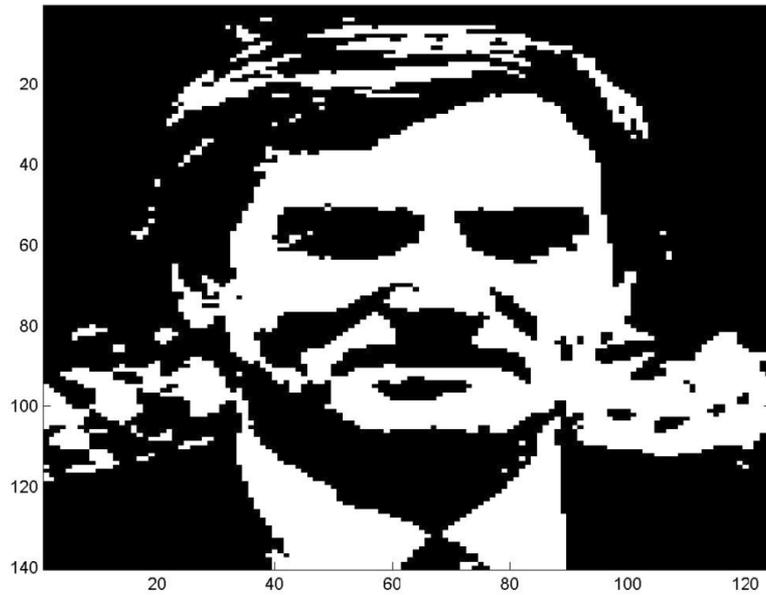
Elimine les pixels isolés et érode les contours des objets.



Dilatation

Elimine les trous isolés et dilate les contours des objets

# Filtres morphologiques



Ouverture

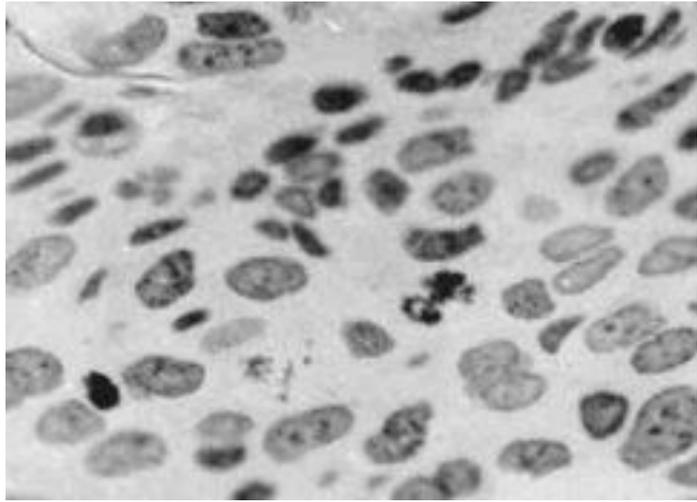
Erosion puis  
dilatation

# Filtres morphologiques

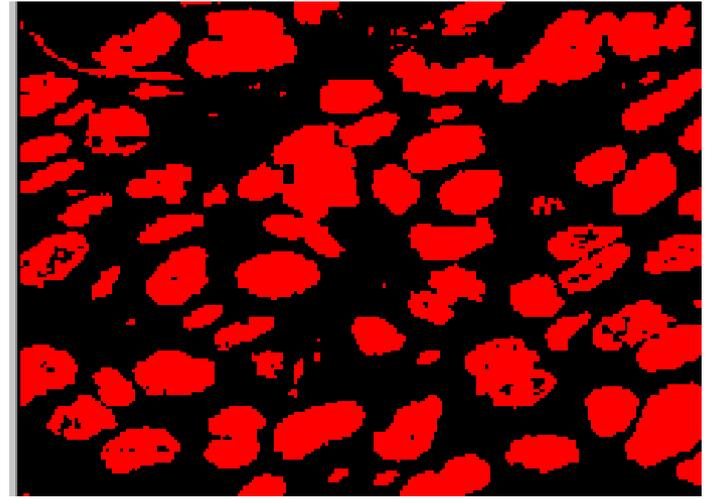


Fermeture

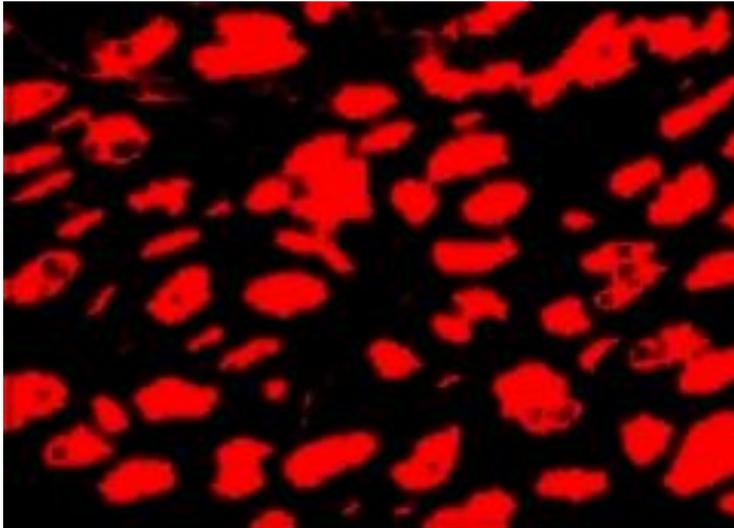
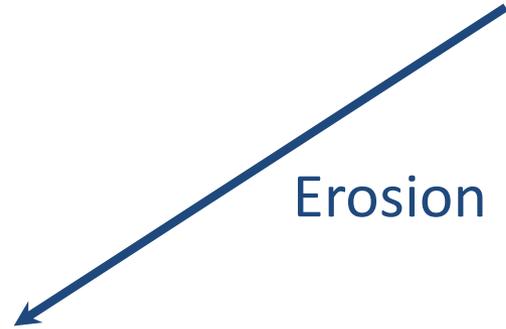
Dilatation puis  
érosion

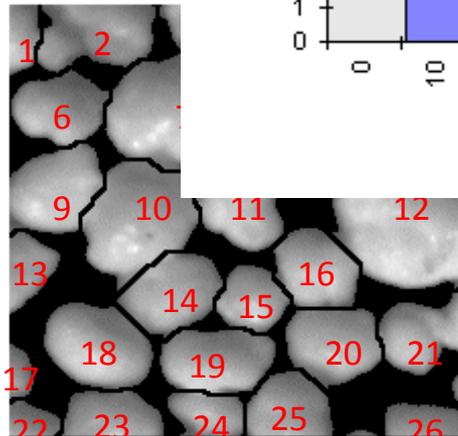
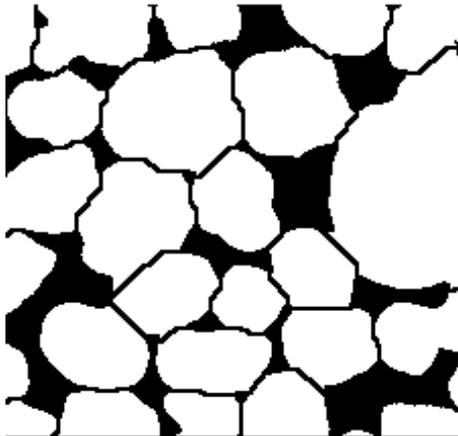
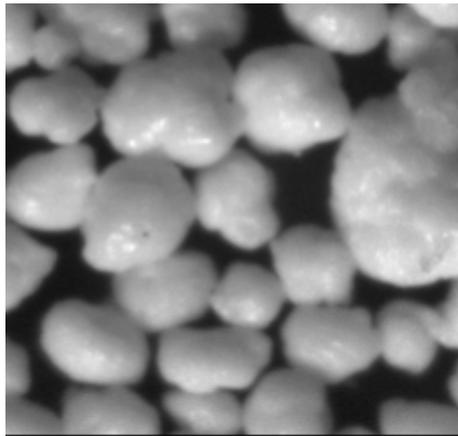


Seuillage

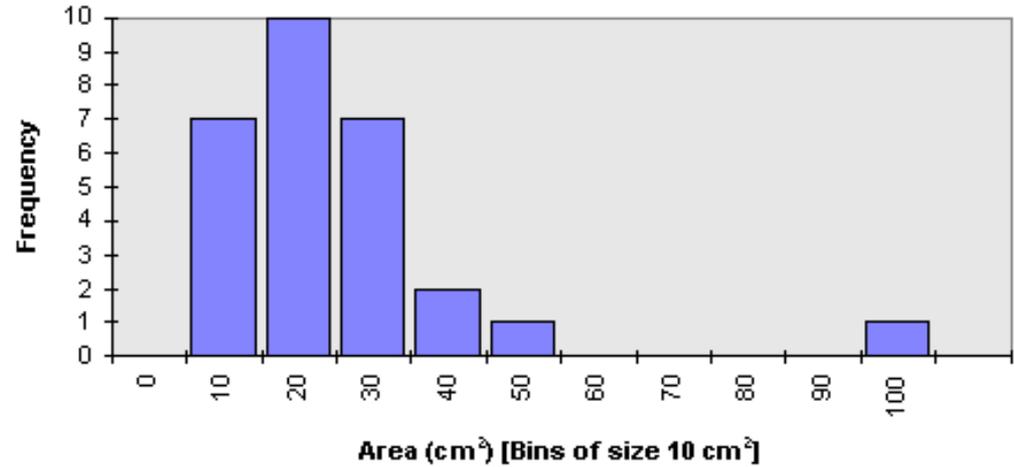


Erosion





Histogram showing the Area Distribution of the Objects



Filtre Watershed  
(Séparation des amas)

