

# Mathématiques et Technologies

## Traitement d'images numériques

par  
Riadh BEN NESSIB  
Maître de Conférences Principal  
Planétarium  
de la  
Cité des Sciences à Tunis



## Plan

- Introduction historique
- Applications technologiques
- Outils mathématiques
- Pratique
- Références



## Introduction



Ecole d'Athènes  
(Fresque de Raphaël, Palais du Vatican, v. 1509-1510)

## Analyse

- Quelles sont les caractéristiques d'une image numérique?
- Quelles sont les caractéristiques d'une image numérique?
- Quelles sont les caractéristiques d'une image numérique?

## Les propriétés de l'image

- La Couleur
- La Résolution
- Le Taille
- Le Format
- Le Type

## Applications



Game of Thrones: le jeu de l'échec en 1033

## Amélioration de l'image

(Symplectic / Convolutionnel / Continu)

Transformations linéaires



Transformations non linéaires



Application de l'algèbre



## La modification de l'image

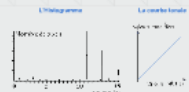


Image 1  $\xrightarrow{T}$  Image 2

## Les hommes-cerveaux



Log(1+SNR)

## Les outils mathématiques

Les opérateurs arithmétiques, logiques et morphologiques

Les opérateurs globaux

Les opérateurs locaux

## Aujourd'hui...et pour toujours!



## Pratiquez le traitement d'images numériques



Merci pour votre attention et rendez-vous sur



[www.ridhbnessib.wordpress.com](http://www.ridhbnessib.wordpress.com)

# Mathématiques et Technologies

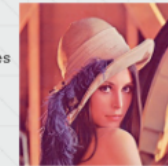
## Traitement d'images numériques

par  
Riadh BEN NESSIB  
Médiateur Scientifique Principal  
au  
Planétarium  
de la  
Cité des Sciences à Tunis



## Plan

- Introduction historique
- Applications technologiques
- Outils mathématiques
- Pratique
- Références



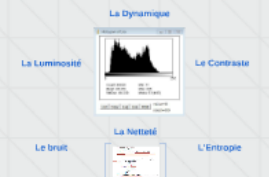
## Applications



## Analyse

- Qu'est-ce qu'une image numérique?
- Quelles sont les caractéristiques d'une image numérique?
- Quelle est la chaîne de traitement d'une image numérique?

## Les propriétés de l'image



## Amélioration de l'image

(Dynamique, Luminosité et Contraste)

## La modification de l'image

L'Histogramme L'courbe tonale



# Traitement d'images numériques

par  
Riadh BEN NESSIB  
Médiateur Scientifique Principal  
au  
Planétarium  
de la  
Cité des Sciences à Tunis



# Plan

- Introduction historique
- Applications technologiques
- Outils mathématiques
- Pratique
- Références





# Introduction



## Ecole d'Athènes

(fresque de Raphaël, Palais du Vatican, v. 1509-1510)

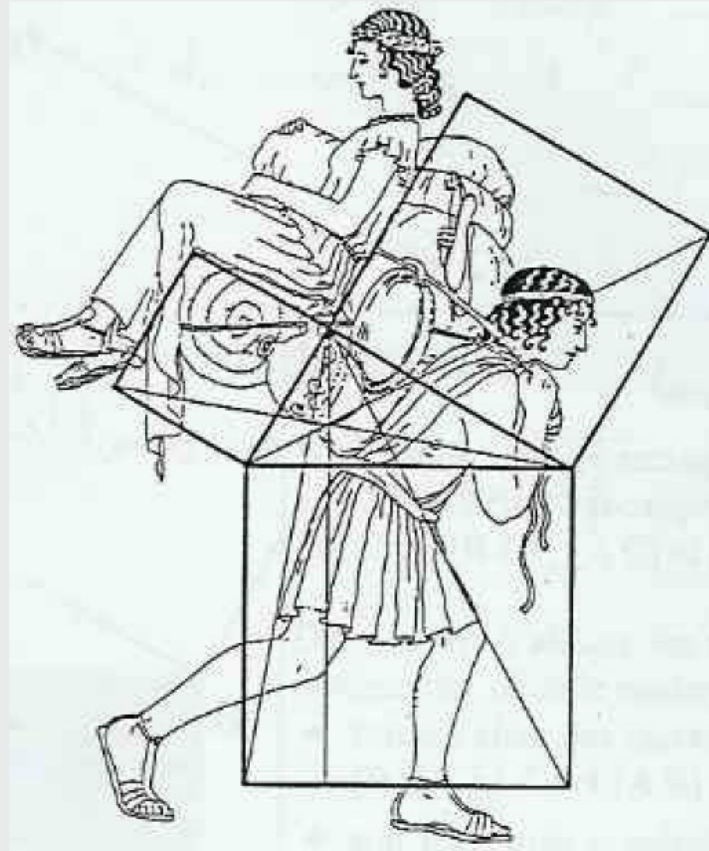




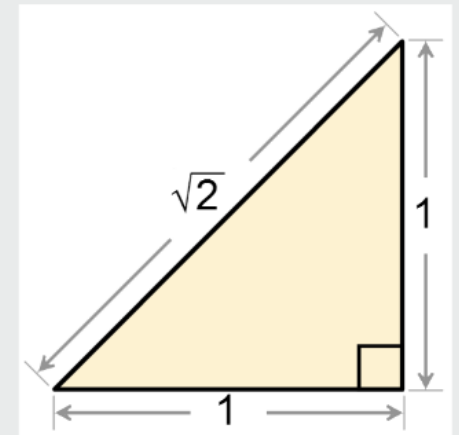


# Le théorème de Pythagore

Tout est nombre !

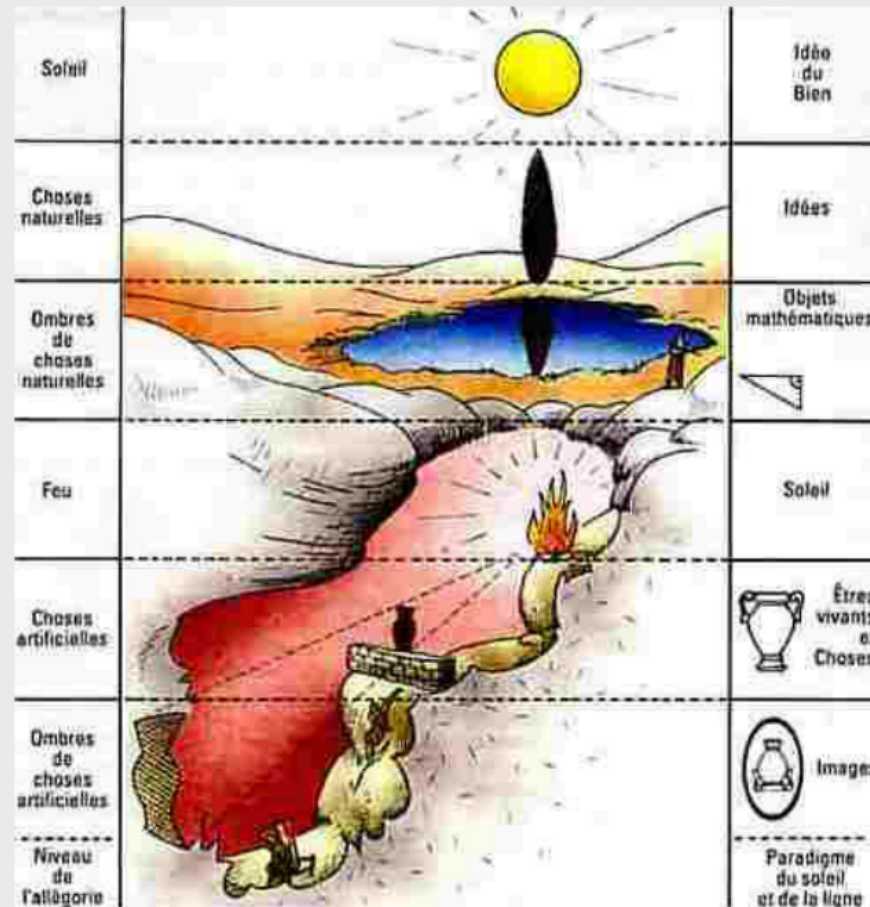


$\sqrt{2}$  n'est pas un nombre !





# Le monde des idées



**Nul n'entre ici s'il n'est géomètre !**





Galilée au tribunal de l'inquisition en 1633



## La nature est un livre écrit en langage mathématique

On connaît la très célèbre citation de Galilée, dans L'Essayeur (1623) :

« La philosophie est écrite dans ce livre gigantesque qui est continuellement ouvert à nos yeux (l'**Univers**), mais on ne peut le comprendre si d'abord on n'apprend pas à comprendre la langue et à connaître les caractères dans lesquels il est écrit. Il **est écrit en langage mathématique**, et **les caractères sont des triangles, des cercles, et d'autres figures géométriques**, sans lesquelles il est impossible d'y comprendre un mot. »





H. CHEFFER



ISAAC NEWTON

1643-1727

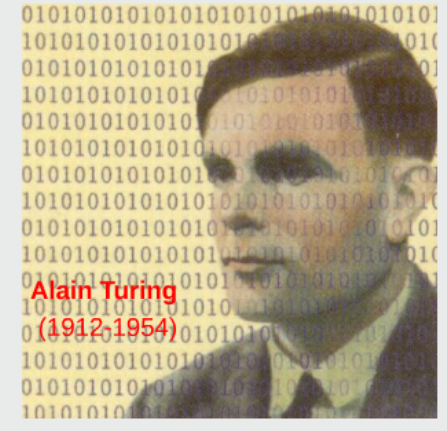


DEUTSCHE  
BUNDESPOST

100

1993

# Les hommes-cerveaux





**Claude Shannonn**  
(1916-2001)

1 1 0 1 1  
1 1 1  
0 0  
1

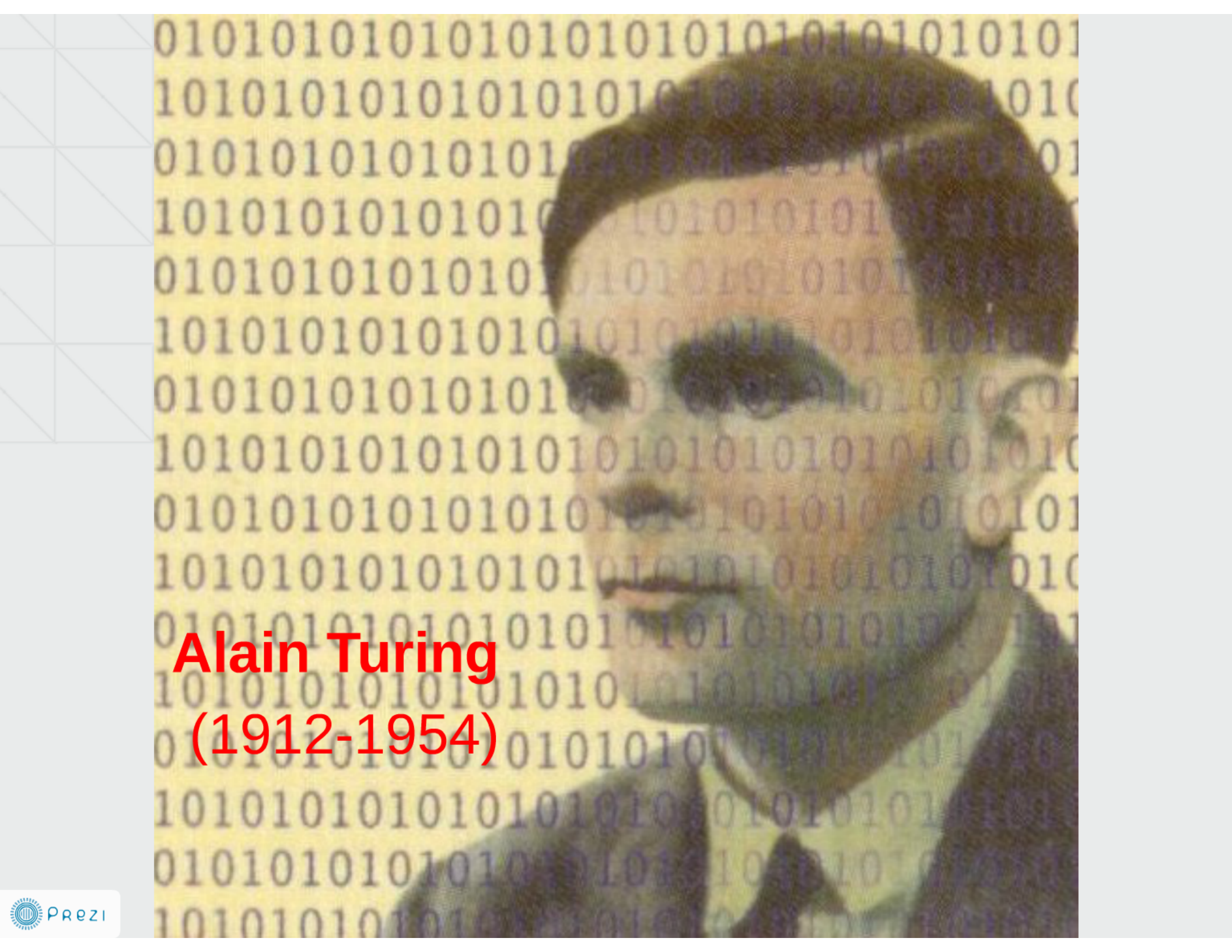


**$\text{Log}(1+\text{SNR})$**

A black and white photograph of Andrei Kolmogorov, a Russian mathematician. He is shown from the chest up, wearing a dark suit, white shirt, and patterned tie. He is pointing his right hand towards a chalkboard. On the chalkboard, there are several hand-drawn diagrams, including a large triangle with internal lines and some curved lines. The background is a chalkboard with some faint markings.

**Andrei Kolmogorov**  
(1903-1987)



A portrait of Alan Turing, a man with a mustache wearing a suit and tie, is centered in the image. The background is a light yellow color with a repeating pattern of binary code (0s and 1s) in a darker yellow/gold color. The text 'Alan Turing (1912-1954)' is overlaid in red on the lower-left portion of the portrait.

**Alan Turing**  
**(1912-1954)**

# Aujourd'hui...et pour toujours!









NUMÉRO SPÉCIAL

■ POUR LA  
**SCIENCE**

Novembre 2013 - n° 433

www.pourlascience.fr

# BIG BANG numérique

Les données massives  
changent-elles le monde ?

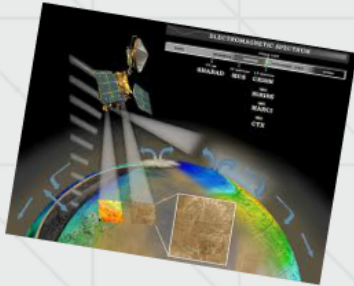
Fragiles archives numériques  
Comment protéger la vie privée  
Tout le savoir en libre accès ?  
Les mémoires de demain  
L'ADN, une mémoire modèle ?





# Applications

## Téledétection



## Cryptographie

La stéganographie

## Biométrie

La reconnaissance :

Empreintes

Visage

Rétine

## Robotique

La vision artificielle

La réalité virtuelle

La reconnaissance de l'écriture



## Astronomie



## Médecine

Le scanner

La tomographie discrète



# Médecine

## Le scanner

La tomographie discrète





# Astronomie



Empreinte

Vi

Rétine

## Robotique

La vision artificielle

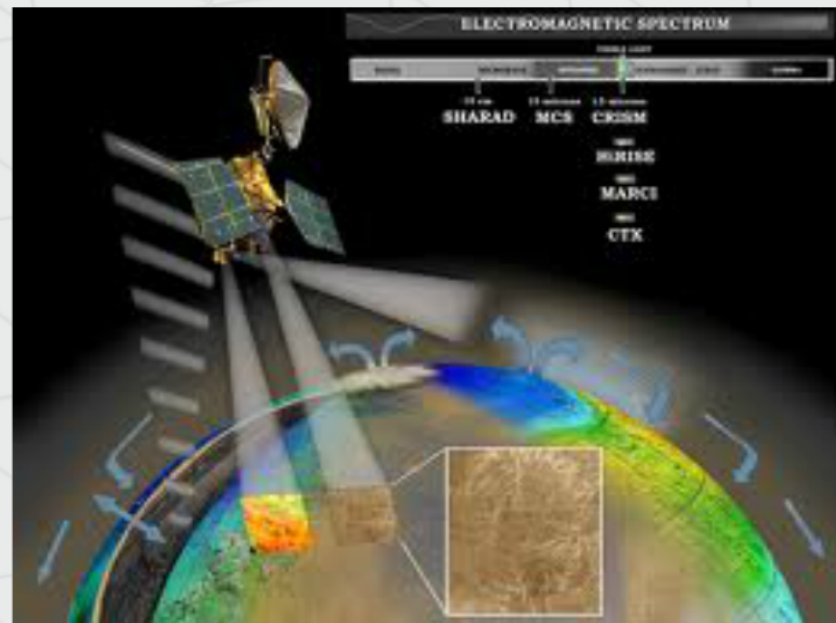
La réalité virtuelle

La reconnaissance de l'écriture





# Téledétection



# Cryptographie

La stéganographie

Bio



# Biométrie

La reconnaissance :

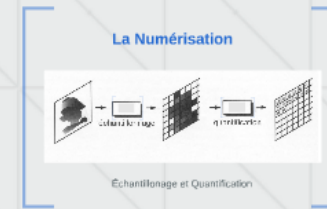
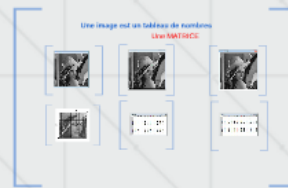
Empreintes

Visage

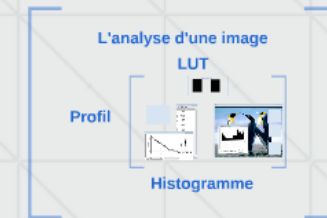
Rétine

# Analyse

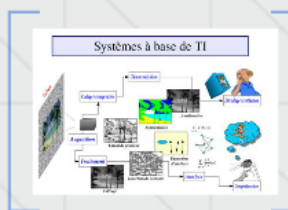
## Qu'est ce qu'une image numérique?



## Quelles sont les caractéristiques d'une image numérique?

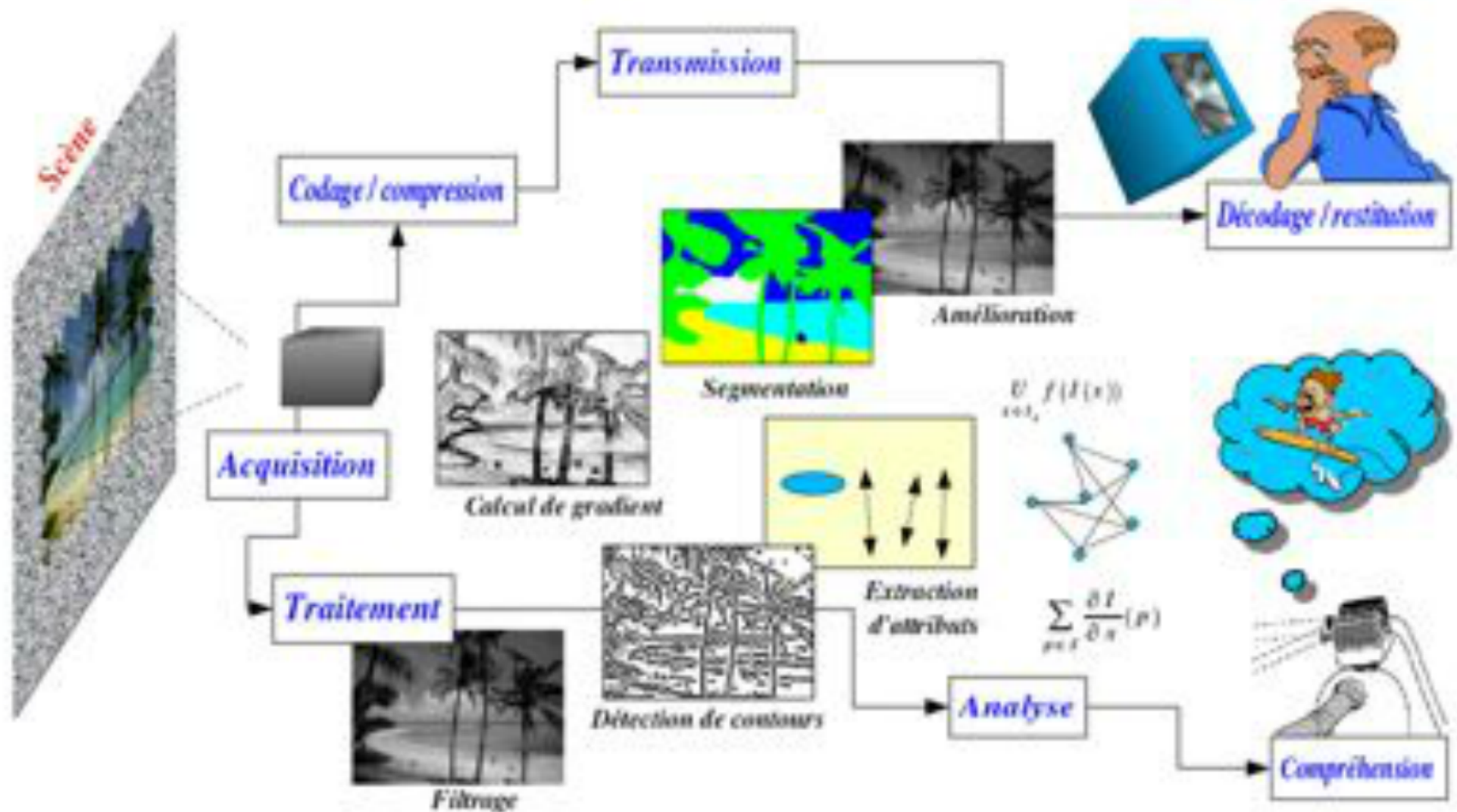


## Quelle est la chaîne de traitement d'une image numérique?

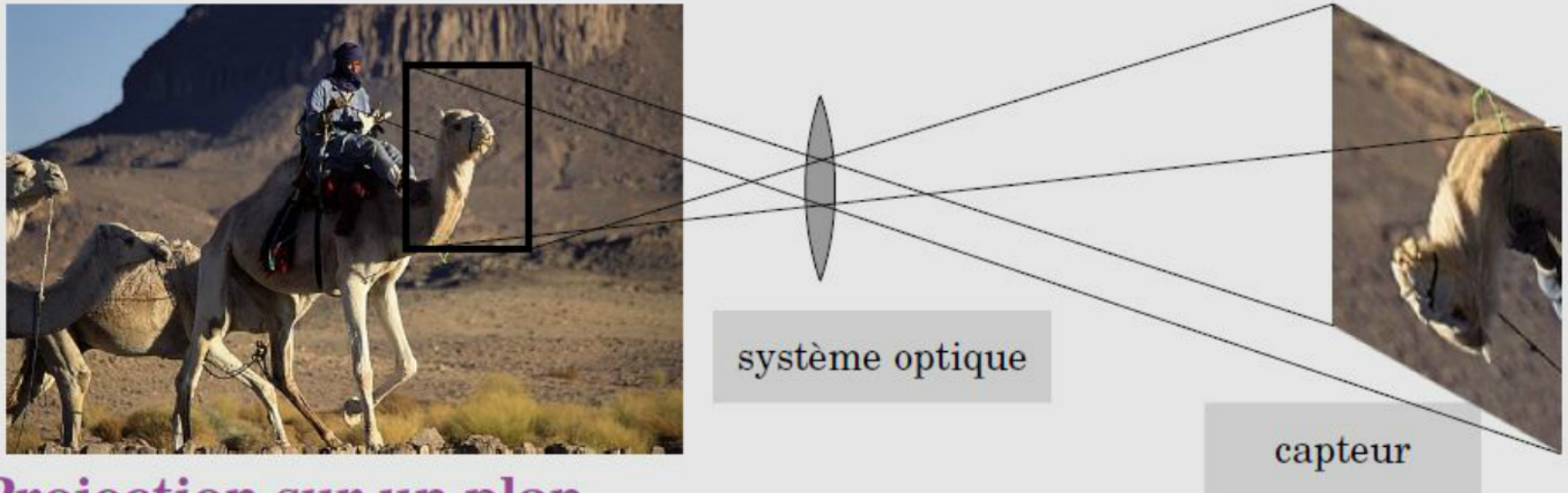




# Systemes à base de TI



# Représentation d'une scène



## Projection sur un plan

formée au travers d'un **système optique**, l'image est la **projection** d'une partie de l'**information lumineuse** de la scène sur un plan.

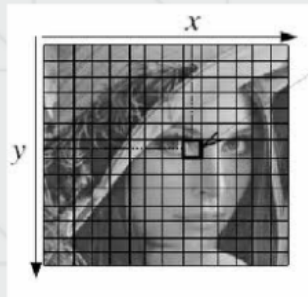
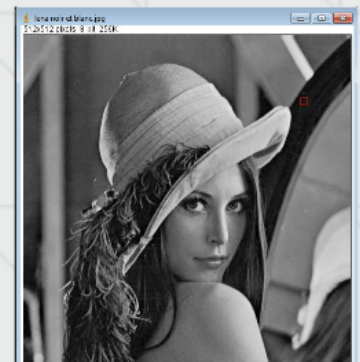
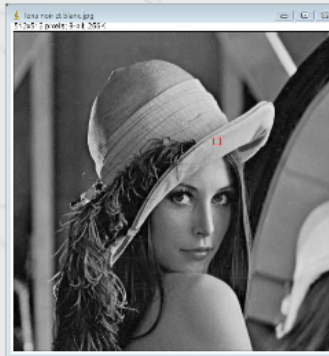
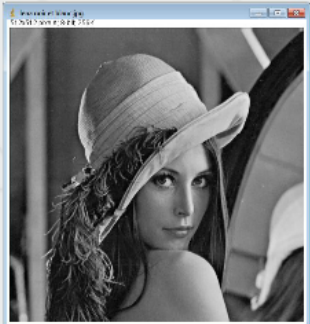
## Perte irréversible

l'information contenue dans l'image est beaucoup **moins riche** que celle contenue dans la scène initiale.



# Une image est un tableau de nombres

## Une MATRICE



Pixel	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463
28	14	15	14	13	17	21	22	22	29	37	39
29	13	16	12	18	22	21	18	34	30	28	29
30	14	16	10	15	14	10	23	26	26	24	26
31	13	13	16	19	19	19	22	30	25	33	33
32	13	9	16	25	25	20	16	28	34	36	36
33	17	23	26	18	14	16	26	33	28	21	17
34	10	17	17	24	24	21	28	29	29	32	33
35	20	22	21	20	25	22	27	20	20	24	30
36	21	17	17	26	27	26	31	25	23	25	30
37	20	15	15	24	27	26	31	31	30	28	31
38	30	23	20	27	29	21	24	20	25	29	28

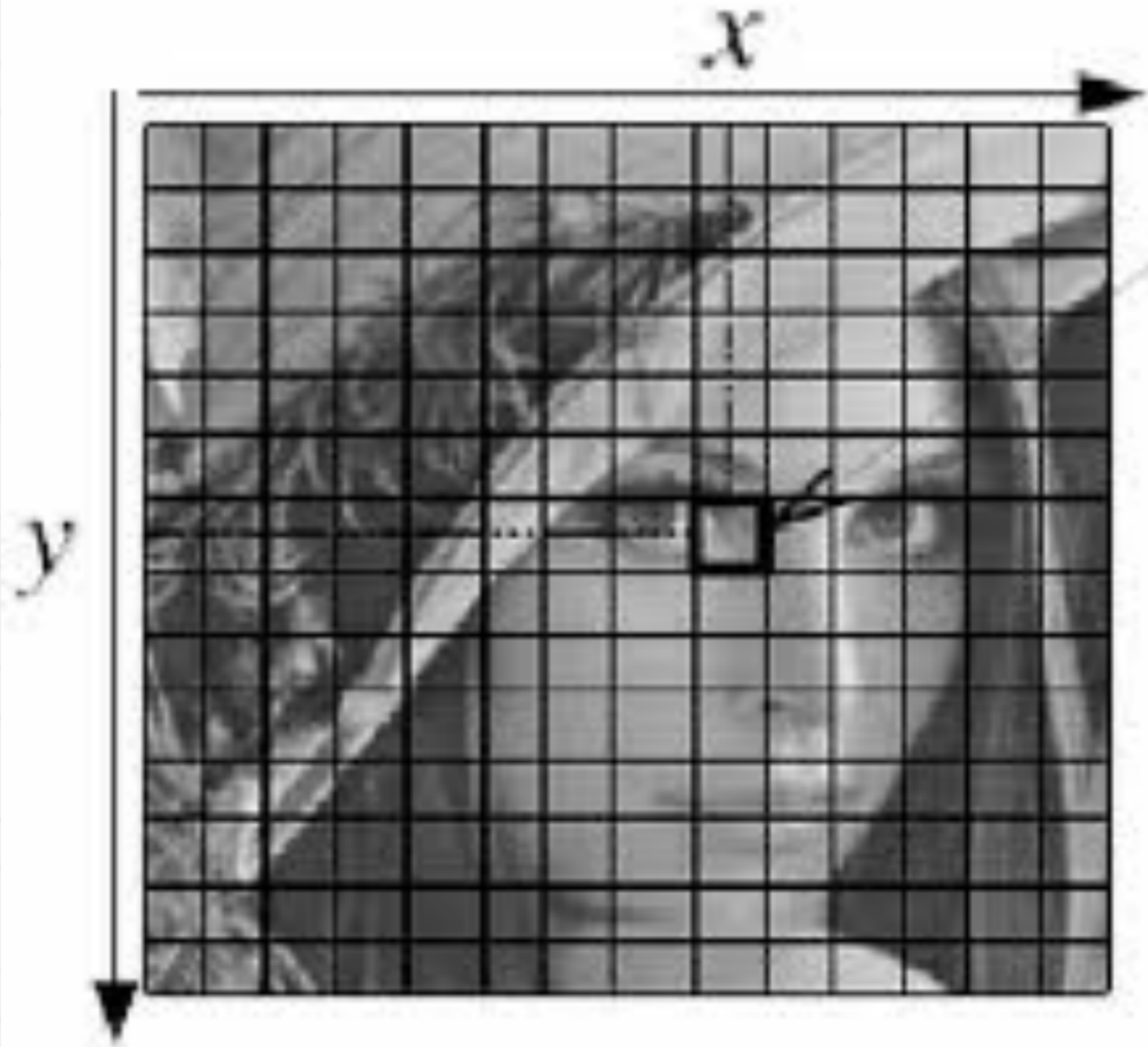
Pixel	300	301	302	323	324	305	303	327	328	329	330
170	167	180	184	185	184	185	181	178	176	176	160
171	185	181	181	181	181	181	178	177	179	181	167
172	185	187	180	180	180	181	178	176	181	181	163
173	189	188	182	186	184	181	178	177	180	179	161
174	184	185	187	187	185	183	182	182	182	180	161
175	179	181	184	186	186	187	183	180	180	183	162
176	184	188	185	183	183	186	187	184	184	187	163
177	182	188	187	188	186	187	188	182	185	187	164
178	183	187	180	188	188	189	185	180	184	189	169
179	185	188	192	188	188	188	185	181	182	183	164
180	187	189	189	180	185	187	185	183	179	180	161

lena noir et blanc.jpg

512x512 pixels; 8-bit; 256K

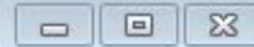






lena noir et blanc.jpg

512x512 pixels; 8-bit; 256K





Pixel Values

Prefs	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443
98	14	15	14	13	17	21	22	22	29	37	39
99	13	10	12	18	22	21	18	34	30	28	29
100	14	18	18	15	14	18	23	28	26	24	26
101	13	13	16	19	19	18	19	22	30	35	33
102	13	9	16	25	25	20	16	28	34	36	30
103	17	23	25	19	14	18	28	33	29	21	17
104	18	17	17	24	24	21	26	29	29	32	33
105	26	22	21	26	25	22	27	20	20	24	30
106	21	17	17	25	27	26	31	25	23	25	30
107	20	15	15	24	27	26	31	31	30	30	31
108	30	23	20	27	26	21	24	20	25	29	28

lena noir et blanc.jpg

512x512 pixels; 8-bit; 256K

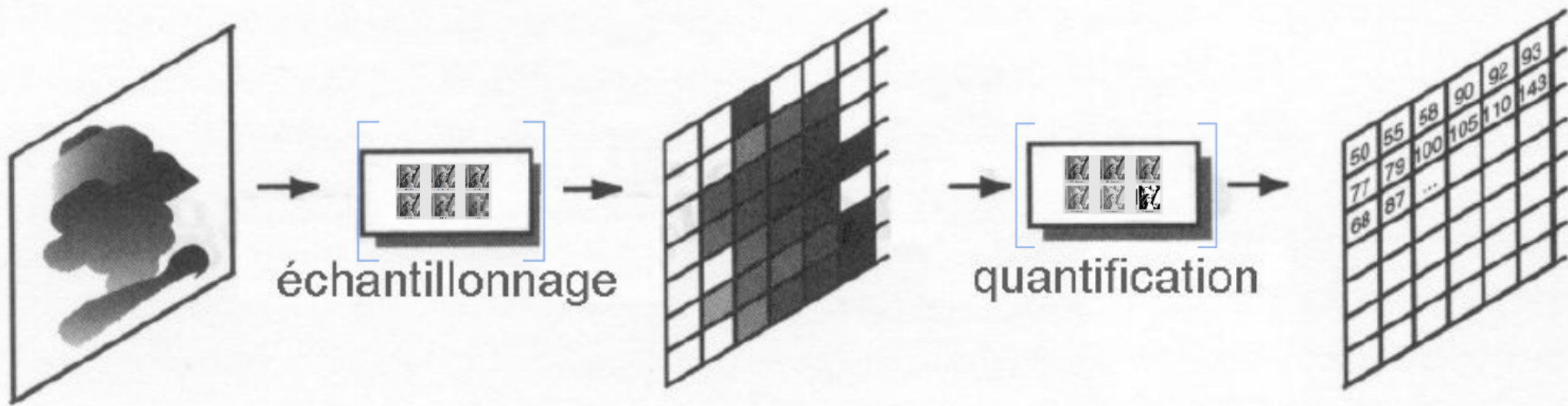




Pixel Values

Prefs	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330
170	187	190	194	195	191	186	181	178	176	178	180
171	185	188	191	191	188	183	179	177	179	181	182
172	185	187	189	189	186	181	178	176	181	181	183
173	186	188	189	188	184	181	178	177	180	179	181
174	184	185	187	187	185	183	182	182	182	180	181
175	179	181	184	186	186	187	188	189	186	183	182
176	184	186	186	183	183	186	187	184	184	187	188
177	183	186	187	186	186	187	186	182	185	187	188
178	183	187	189	188	188	188	185	180	184	186	186
179	185	188	190	188	188	188	185	181	182	183	184
180	187	189	189	186	185	187	186	183	179	180	181

# La Numérisation



Échantillonnage et Quantification





256 x 256



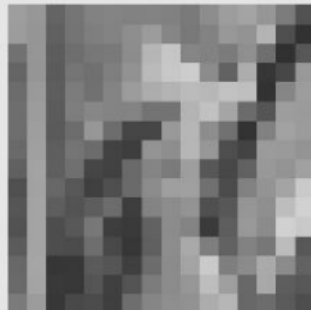
128 x 128



64 x 64



32 x 32



16 x 16



8 x 8



256 niveaux



64 niveaux



16 niveaux



8 niveaux



4 niveaux



2 niveaux



# Caractéristiques

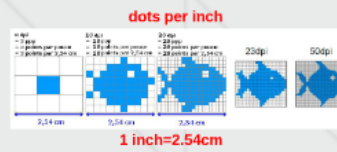
## Définition



Les Principaux formats d'affichages standards:  
en fonction de l'évolution des capacités matérielles  
des cartes graphiques et des écrans.

CGA (320 x 200) 4 couleurs.  
VGA (640 x 480) 16 couleurs.  
SVGA (800x600) 256 couleurs.  
XGA (1024 x 768) 256 couleurs.  
SXGA (1280 x 1024) en 16 millions de  
couleurs.

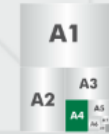
## Résolution



## Dimension



Le nombre d'or



Images en niveaux de gris  
 $I(x,y)$  dans  $[0..255]$   
8-bits

## Profondeur

Images binaires  
 $I(x,y)$  dans  $\{0, 1\}$   
2-bits

Images couleurs  
 $IR(x,y) IG(x,y) IB(x,y)$   
24-bits

**Poids** Taille \* Profondeur

Poids d'un pixel

288 x 144 x 3 = 124416 bits  
124416 bits / 8 = 15552 octets  
15552 octets / 1024 = 15.225 Ko  
15.225 Ko / 1024 = 14.85 Mo

Les Principaux formats d'affichages standards:  
en fonction de l'évolution des capacités matérielles  
des carte graphiques et des écrans.

CGA (320 x 200) 4 couleurs.

VGA (640 x 480) 16 couleurs

SVGA (800x600) 256 couleurs

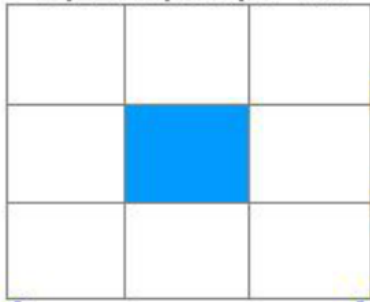
XGA (1024 x 768) 256 couleurs

SXGA (1280 x 1024) en 16millions de  
couleurs.



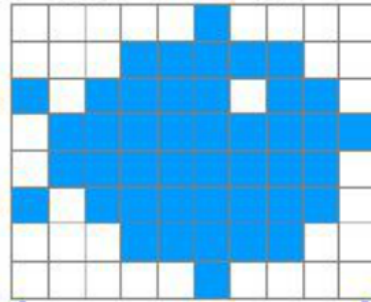
# dots per inch

**3 dpi**  
 = 3 ppp  
 = 3 points par pouce  
 = 3 points par 2,54 cm



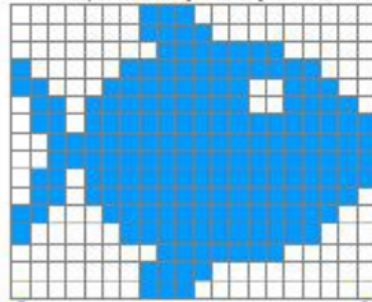
2,54 cm

**10 dpi**  
 = 10 ppp  
 = 10 points par pouce  
 = 10 points par 2,54 cm



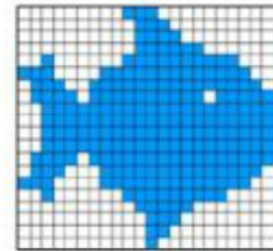
2,54 cm

**20 dpi**  
 = 20 ppp  
 = 20 points par pouce  
 = 20 points par 2,54 cm

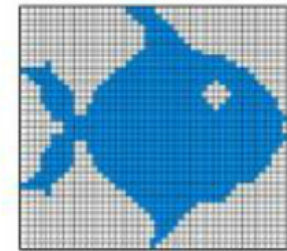


2,54 cm

23dpi

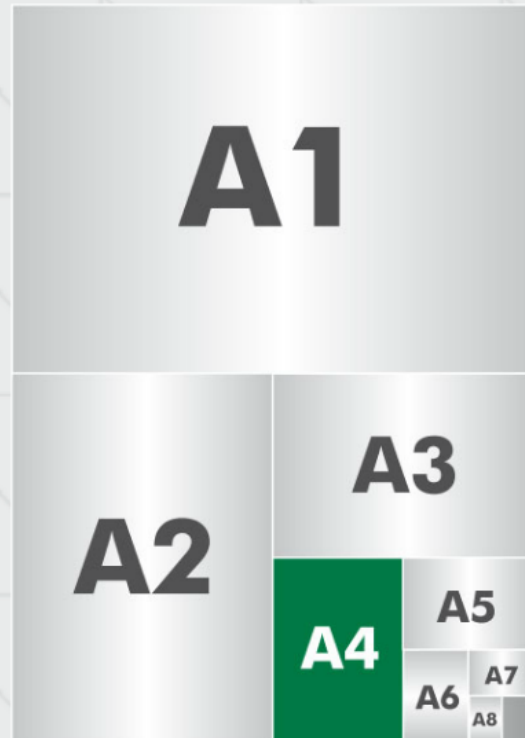
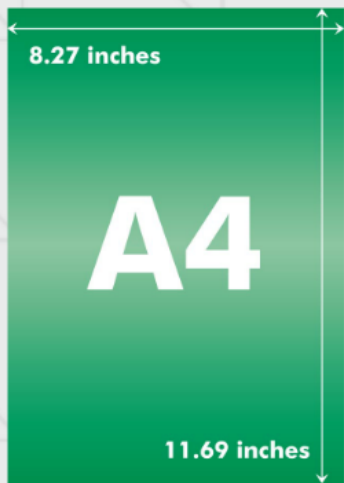


50dpi



**1 inch=2.54cm**

# Le nombre d'or



## Poids= taille \* profondeur

1bit = 2 états; (0 ou 1) = 2<sup>1</sup>

2bits = 4 états, = 2<sup>2</sup>

4bits = 16 états, = 2<sup>4</sup>

8bits = 256 états, = 2<sup>8</sup> etc...

Un ensemble de 8bit = 1 Octet.

1024 Octets forment un kilo-octet (Ko).

1024 Kilo-Octets forment un Mega-Octet (Mo)...Giga-Octet...Terra-Octet...



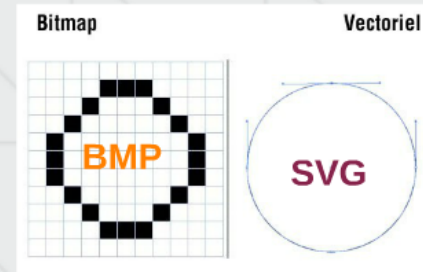
# Formats d'images

Type



Compression

Format



La compression de donnée consiste à obtenir des fichiers plus légers, afin d'améliorer la vitesse de transfert sur internet ou limité l'espace de stockage utilisé sur un disque dur. Il existe deux principaux types de compression:

- La compression sans perte: .zip .cab .rar .ace .7z .tar .gzip...  
appelée aussi « compactage », cette solution consiste simplement à coder les données binaires de manière plus concise dans un fichier. Elle permet ainsi de retrouver la totalité des informations après une procédure de décompactage.  
Utilisation : Au cours de la chaîne de production et pour l'archivage  
Ex : Lors du travail de retouche d'image, archivage de projets...

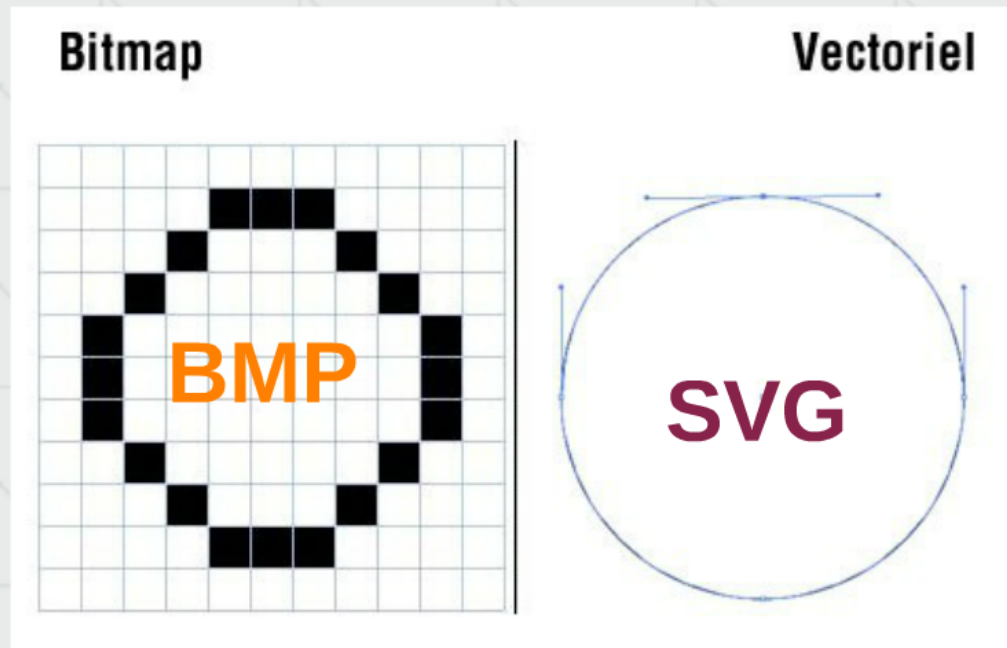
- La compression avec perte: .jpg .gif .  
Concernant essentiellement les fichiers de média (image, son, vidéo), elle consiste en une « réduction » de l'information basée sur notre propre limite humaine à percevoir ces médias. Puisque l'œil ne perçoit pas nécessairement tous les détails d'une image, il est possible de réduire la quantité de données de telle sorte que le résultat soit très ressemblant à l'original, voire identique, pour l'œil humain.  
Utilisation : En fin de chaîne de production, lors de la diffusion numérique  
Ex : Site Internet, Logiciel sur appareil mobile, présentation interactive...

Formats non Compressés

Fichiers Compressés

**PSD** : Format natif de Photoshop, c'est un méga-fichier qui peut contenir du bitmap et du vectoriel. La couleur peut être codée sur 8, 16, 24 ou 32 bits, en Noir et Blanc, RVB et CMJN. Il gère la transparence, les couches alpha et peut prendre énormément de poids suivant le nombre de calques utilisés (chaque calque ajoute du poids !)  
**BMP** : Format natif de windows, il permet d'enregistrer des images bitmap en 1, 4, 8 ou 24 bit en mode RVB. Il gère également les palettes pour les couleurs en mode indexés.  
**TIF** : il permet de stocker des images de haute qualité en noir et blanc, couleurs RVB, CMJN jusqu'à 32 bits par pixels. Il supporte aussi les images indexées faisant usage d'une palette de couleurs, les calques et les couches alpha (transparence).  
**RAW** : C'est un format brut qui « codent les images avec un maximum d'information suivant le capteur de l'appareil qui l'a créé. Il permet ensuite de développer numériquement ses photos en les enregistrant en .JIF avec les réglages souhaités (températures de couleurs, contrastes...).

**JPG** : Norme de compression pour les images fixes ; Elle donne la possibilité de sélectionner le taux de compression en fonction du niveau de restitution recherché (qualité réglable sur une échelle de 0 à 12). Elle supprime les informations redondantes et les détails fins. Fonctionne en 3 bits/pixel en RVB ou CMJN.  
**GIF** : C'est un format léger qui peut également contenir des animations. Une image GIF ne peut contenir que 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 ou 256 couleurs parmi 16.8 millions dans sa palette en mode RVB. Elle supporte également une couleur de transparence.  
**PNG** : il permet de stocker des images en noir et blanc (jusqu'à 16 bits par pixels), en couleurs réelles (True color, jusqu'à 48 bits par pixels) ainsi que des images indexées, faisant usage d'une palette de 256 couleurs. Il offre enfin une couche alpha de 256 niveaux pour la transparence.



La compression de donnée consiste à obtenir des fichiers plus légers, afin d'améliorer la vitesse de transfert sur internet ou limité l'espace de stockage utilisé sur un disque dur. Il existe deux principaux types de compression:

- La compression sans perte: .zip .cab .rar .ace .7z .tar .gzip...

appelée aussi « compactage », cette solution consiste simplement à coder les données binaires de manière plus concise dans un fichier. Elle permet ainsi de retrouver la totalité des informations après une procédure de décompactage.

Utilisation : Au cours de la chaîne de production et pour archivage

Ex : Lors du travail de retouche d'image, archivage de projets...

- La compression avec perte: .jpg .gif .

Concernant essentiellement les fichiers de média (image, son, vidéo), elle consiste en une « réduction » de l'information basée sur notre propre limite humaine à percevoir ces médias. Puisque l'oeil ne perçoit pas nécessairement tous les détails d'une image, il est possible de réduire la quantité de données de telle sorte que le résultat soit très ressemblant à l'original, voire identique, pour l'oeil humain.

Utilisation : En fin de chaîne de production, lors de la diffusion numérique

Ex : Site Internet, Logiciel sur appareil mobile, présentation interactive...



ressemblant à l'original, voire identique, pour l'oeil humain.

Utilisation : En fin de chaîne de production, lors de la diffusion numérique

Ex : Site Internet, Logiciel sur appareil mobile, présentation interactive...

## Formats non Compressés

**PSD** : Format natif de Photoshop, c'est un méta-fichier qui peut contenir du bitmap et du vectoriel. La couleur peut être codée sur 8, 16, 24 ou 32 bits, en Noir et Blanc, RVB et CMJN. Il gère la transparence, les couches alpha et peut prendre énormément de poids suivant le nombre de calques utilisés (chaque calque ajouté pèse !)

**BMP** : Format natif de windows, il permet d'enregistrer des images bitmap en 1, 4, 8 ou 24 bit en mode RVB. Il gère également les palettes pour les couleurs en mode indexées.

**TIFF** : il permet de stocker des images de haute qualité en noir et blanc, couleurs RVB, CMJN jusqu'à 32 bits par pixels. Il supporte aussi les images indexées faisant usage d'une palette de couleurs, les calques et les couches alpha (transparence).

**RAW** : C'est un format brut qui « code » les images avec un maximum d'information suivant le capteur de l'appareil qui l'a créé. Il permet ensuite de développer numériquement ses photos en les enregistrant en .tiff avec les réglages souhaités (températures de couleurs, contrastes...).

## Fichiers Compressés

**.JPG** : Norme de compression pour les images fixes ; Elle donne la possibilité de sélectionner le taux de compression en fonction du niveau de restitution recherché (qualité réglables sur une échelle de 0 à 12). Elle supprime les informations redondante et les détails fins. Fonctionne en 8 bit/pixel en RVB ou CMJN.

**.GIF** : C'est un format léger qui peut également contenir des animations. Une image GIF ne peut contenir que 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 ou 256 couleurs parmi 16.8 millions dans sa palette en mode RVB. Elle supporte également une couleur de transparence.

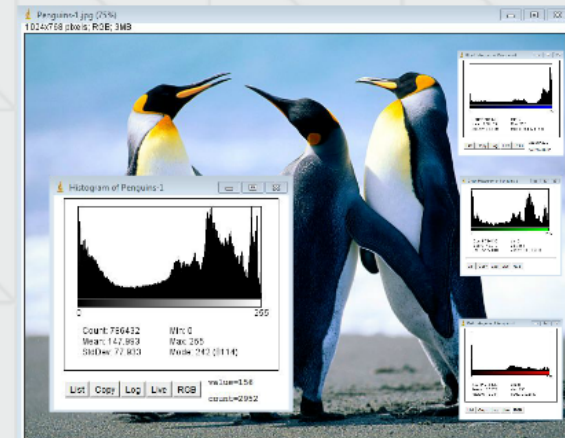
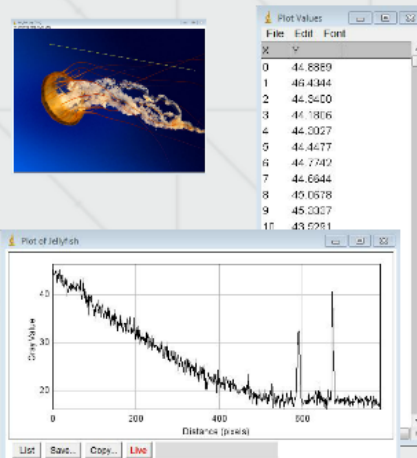
**.PNG** : il permet de stocker des images en noir et blanc (jusqu'à 16 bits par pixels), en couleurs réelles (True color, jusqu'à 48 bits par pixels) ainsi que des images indexées, faisant usage d'une palette de 256 couleurs. Il offre enfin une couche alpha de 256 niveaux pour la transparence.

# L'analyse d'une image

## LUT

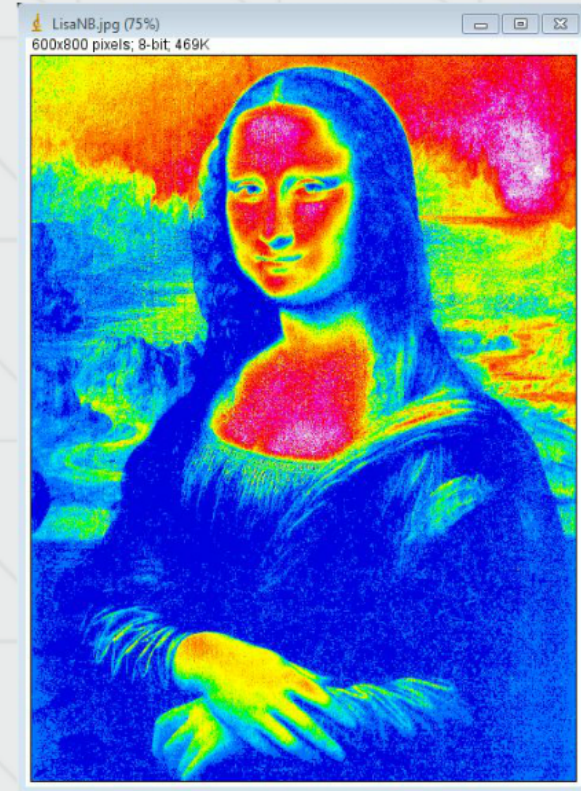
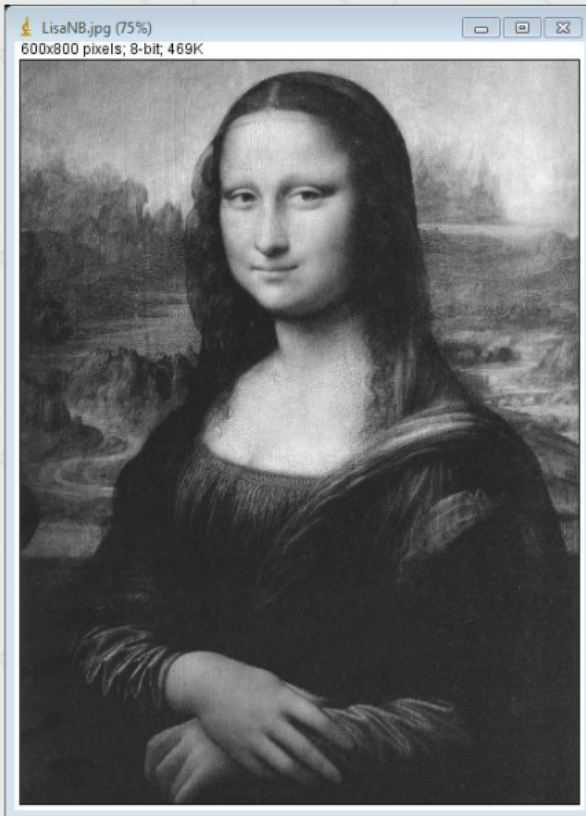


## Profil

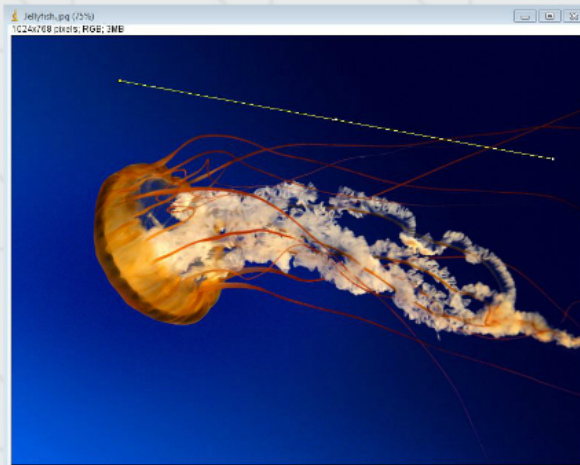


## Histogramme

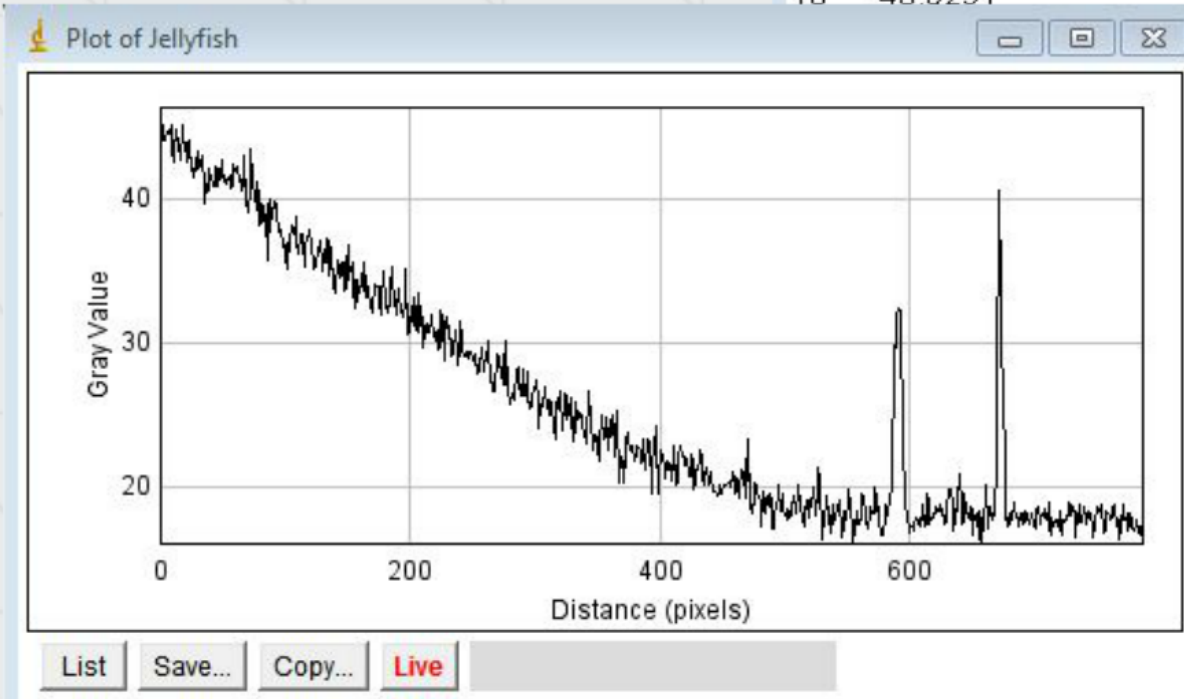
# Look Up Table

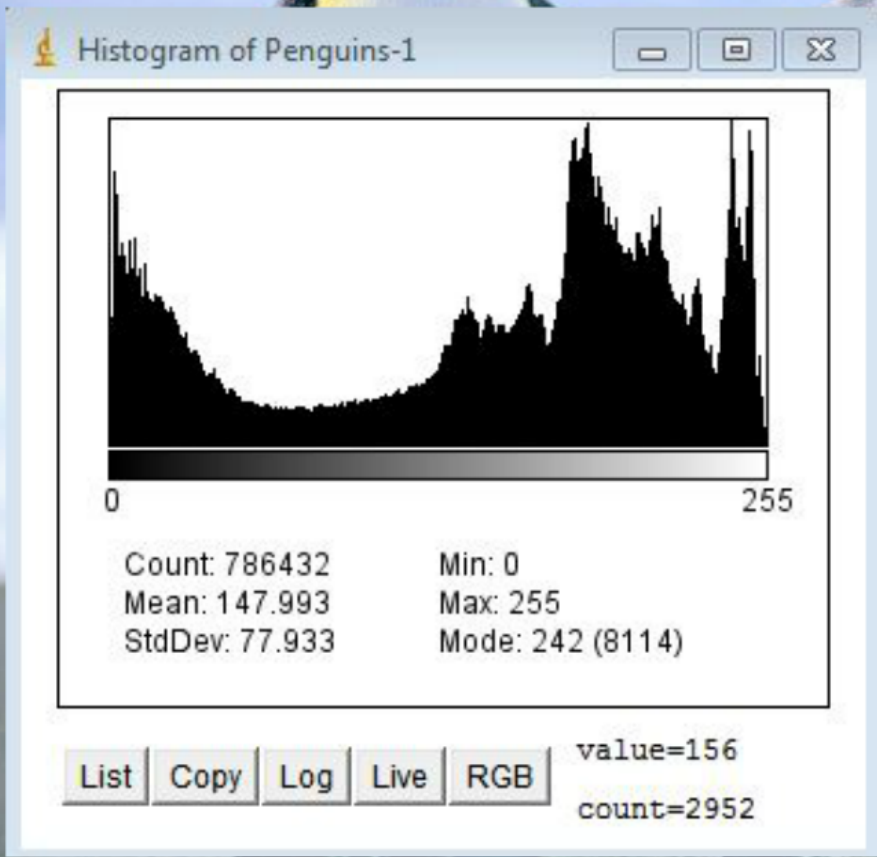
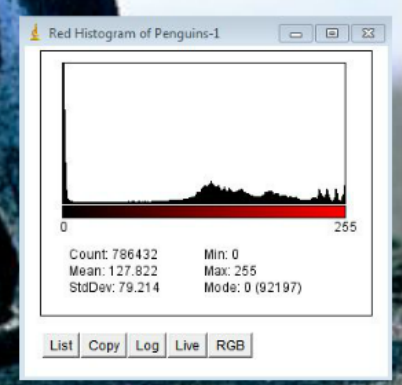
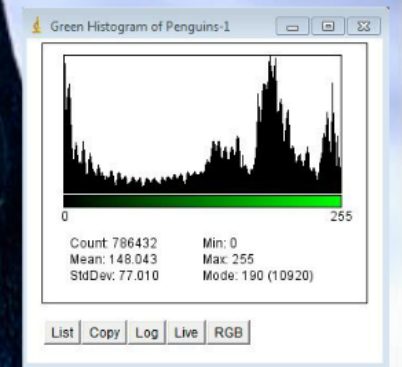
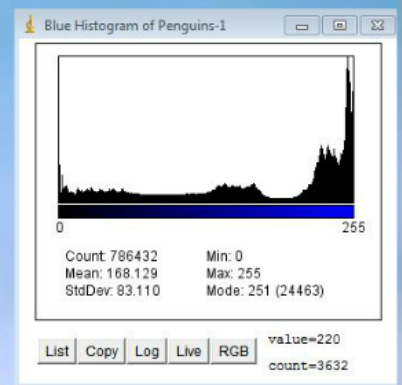
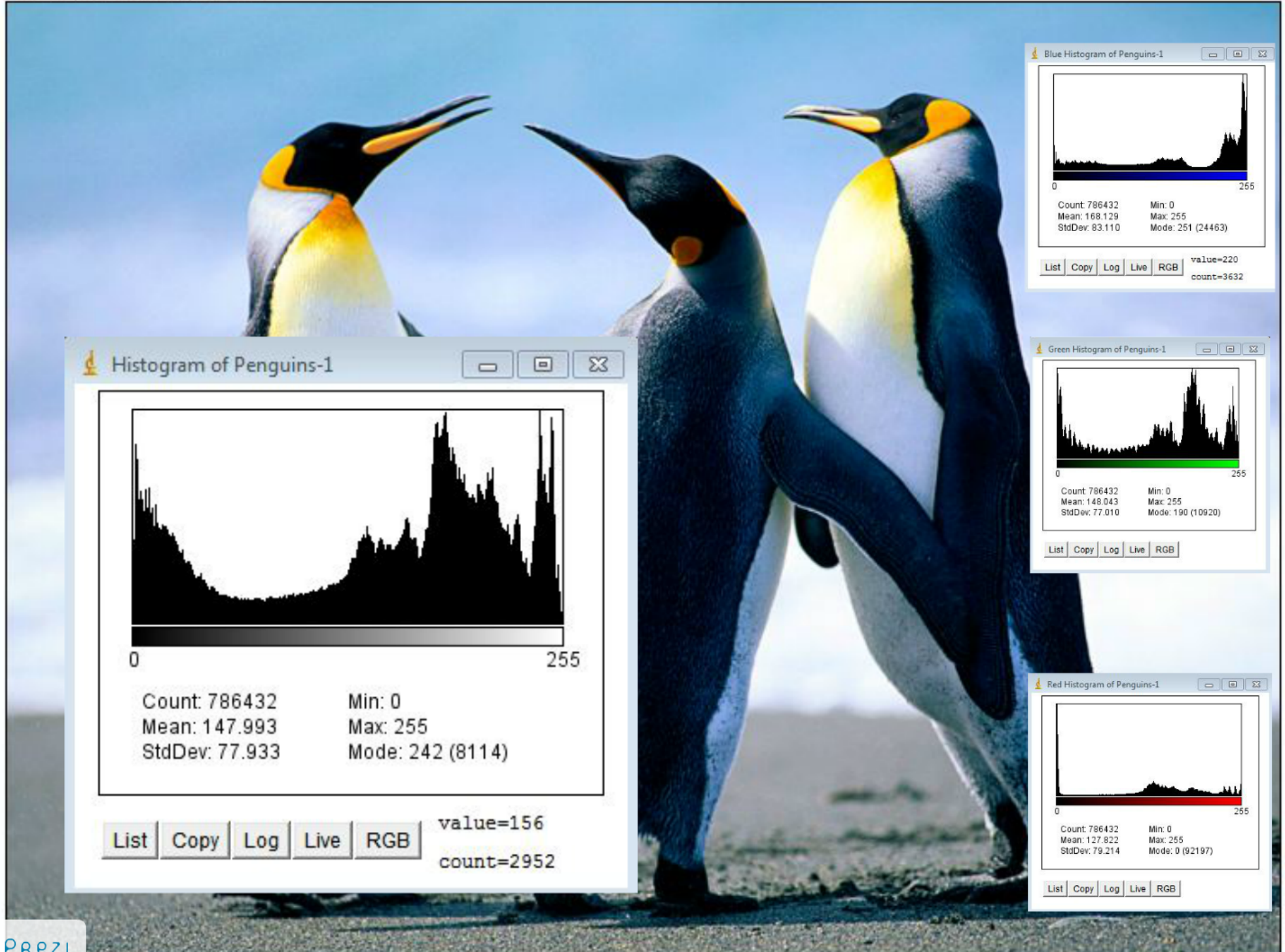






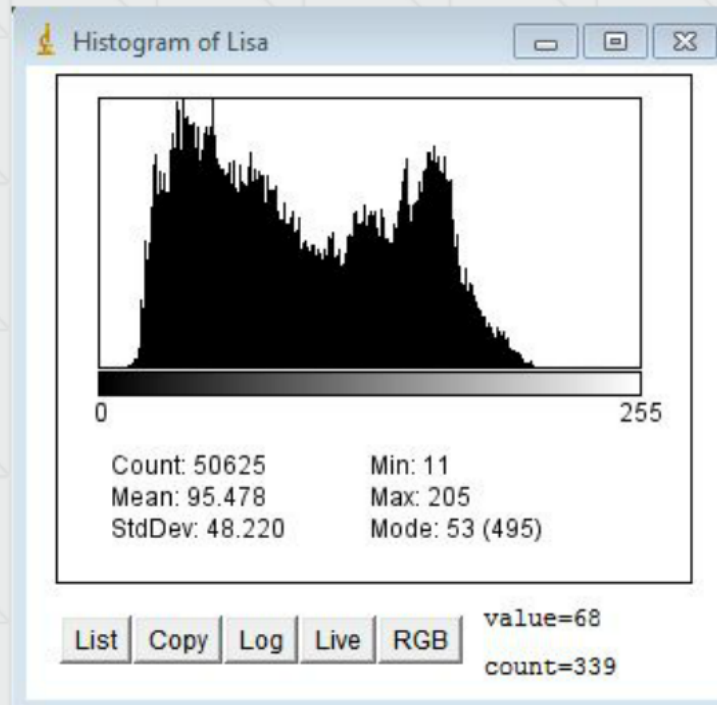
Plot Values		
File	Edit	Font
X	Y	
0	44.8889	
1	46.4344	
2	44.3400	
3	44.1806	
4	44.3027	
5	44.4477	
6	44.7742	
7	44.6644	
8	45.0678	
9	45.3337	
10	43.5291	





# Les propriétés de l'image

## La Dynamique



La Luminosité

Le Contraste

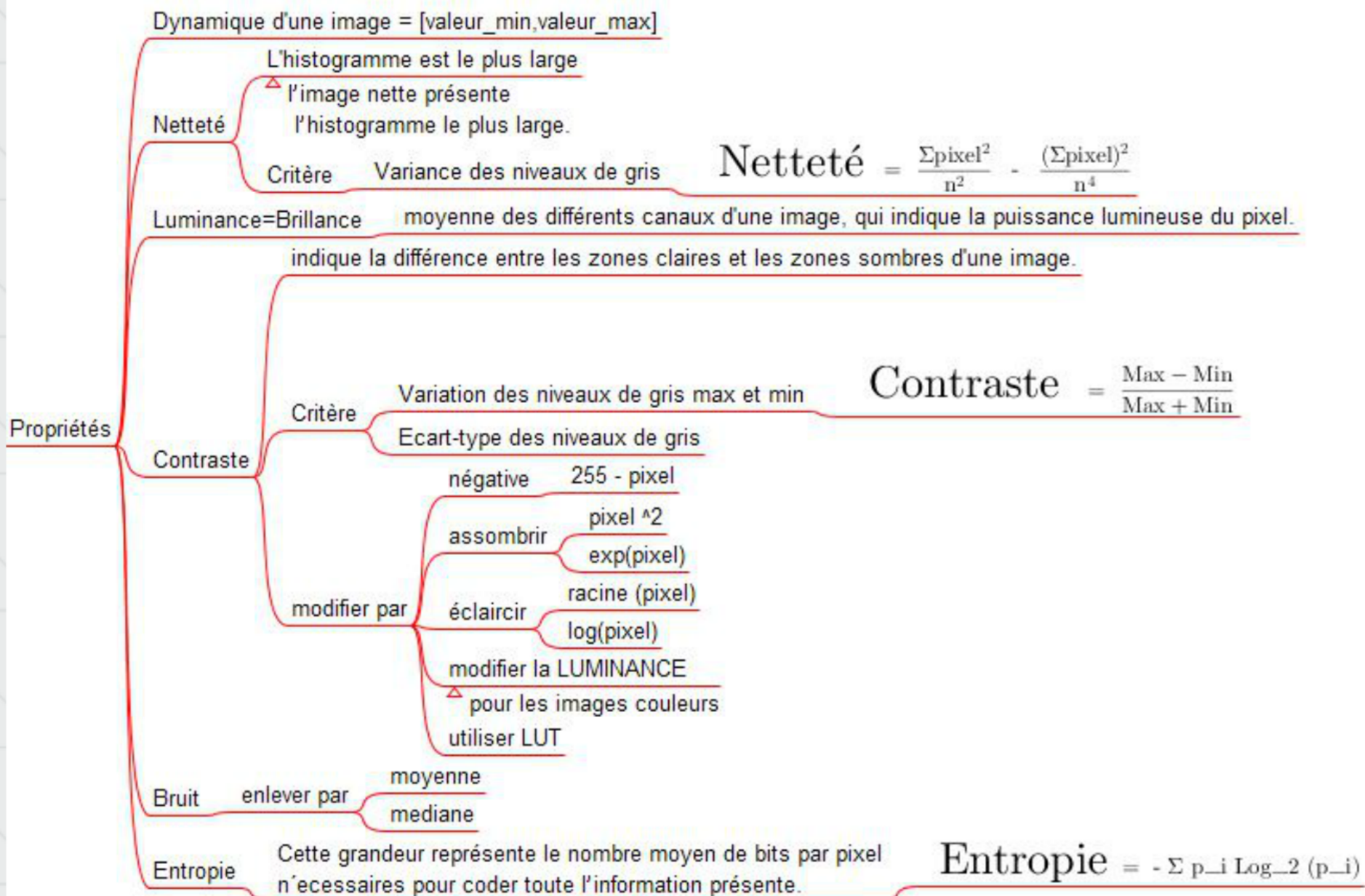
## La Netteté

Le bruit



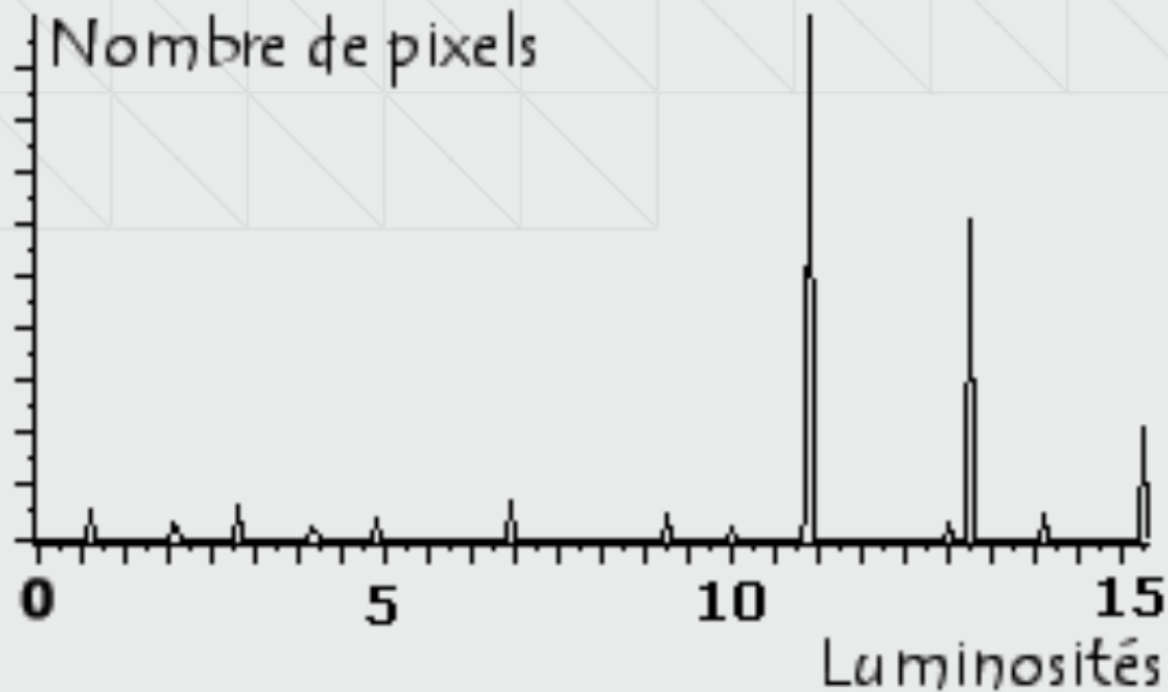
L'Entropie





# La modification de l'image

L'Histogramme



La courbe tonale

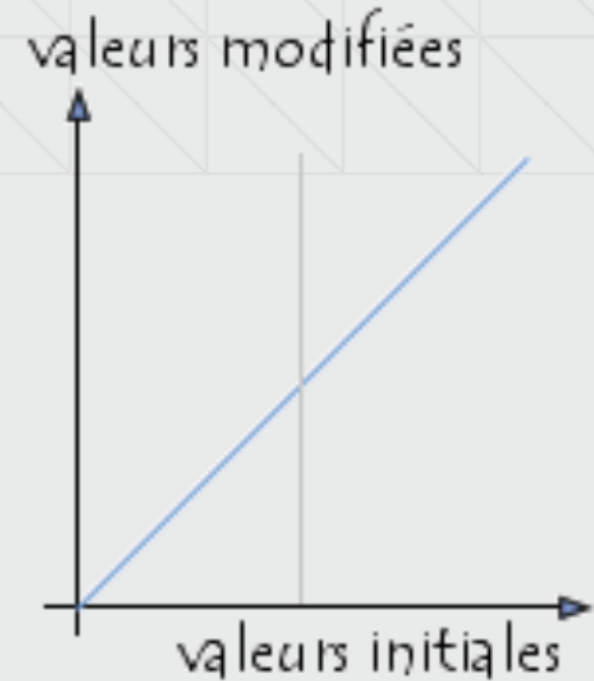


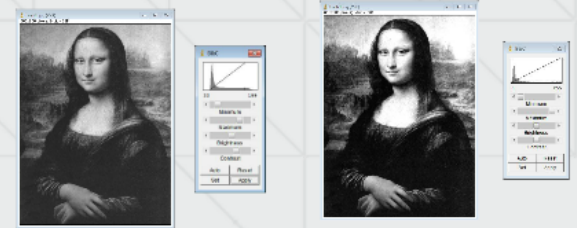
Image 1 ----- T -----> Image2

# Amélioration de l'image

(Dynamique, Luminosité et Contraste)

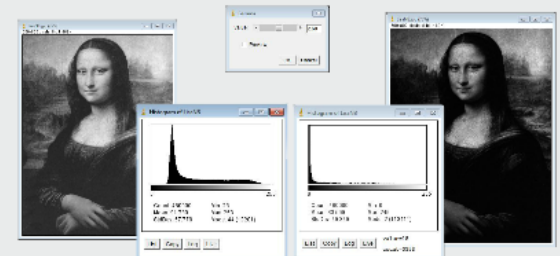
Transformations linéaires

Modification de la dynamique



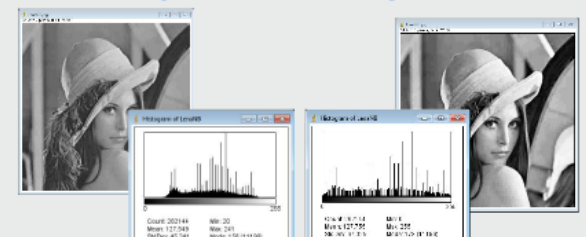
Transformations non linéaires

Modification du Contraste



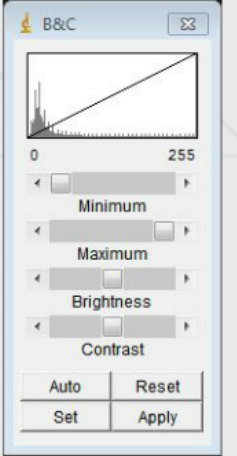
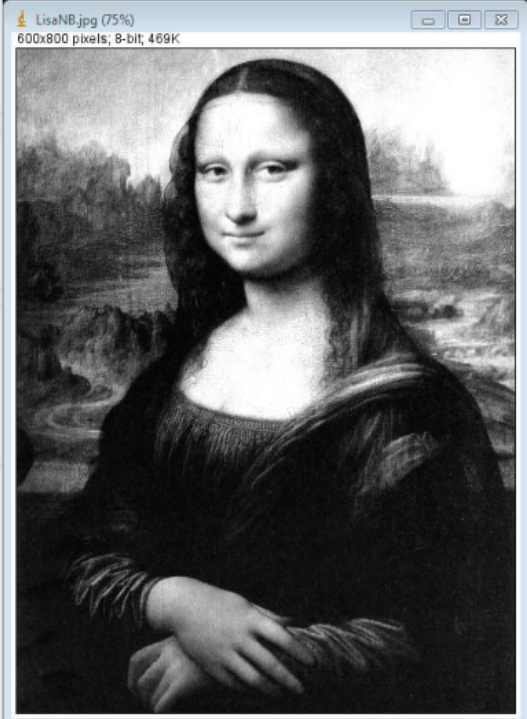
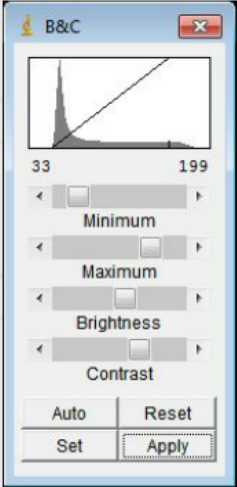
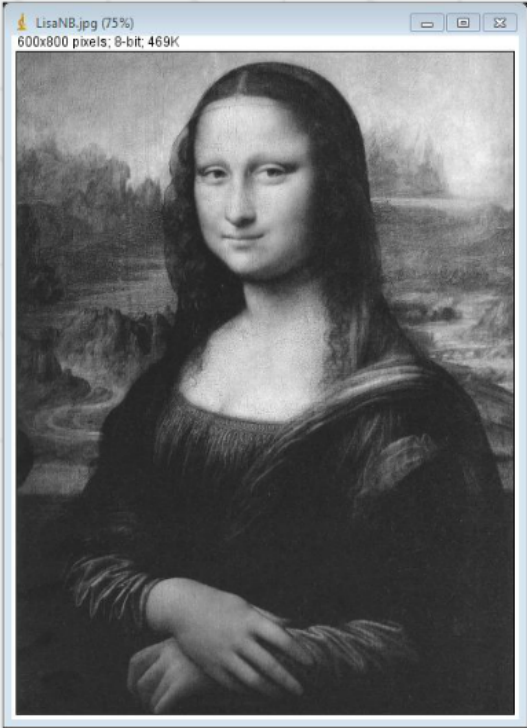
Égalisation de l'histogramme

Égalisation de l'Histogramme

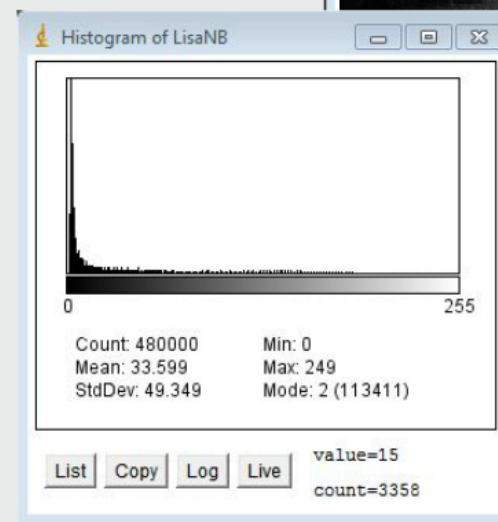
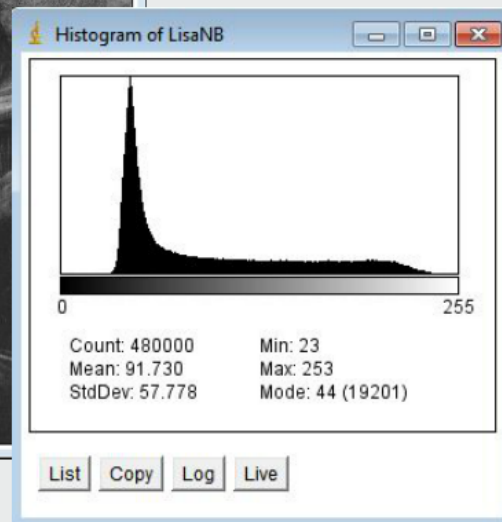
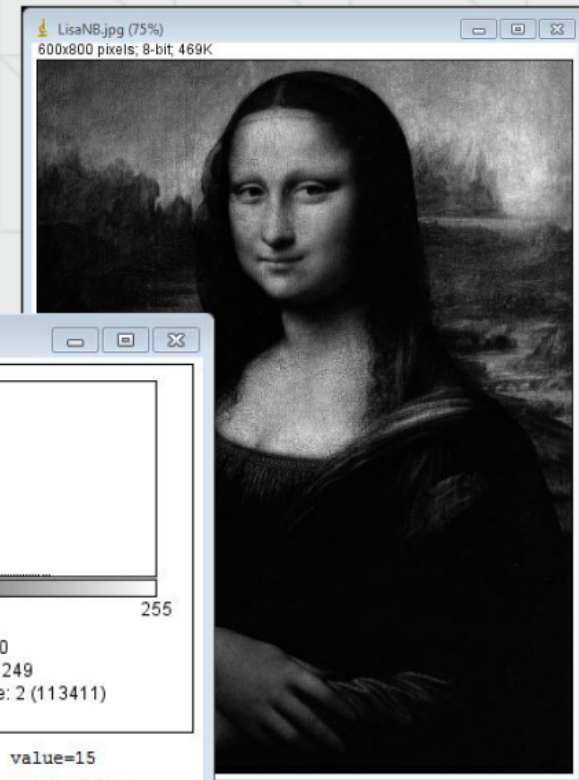
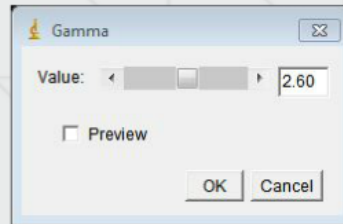
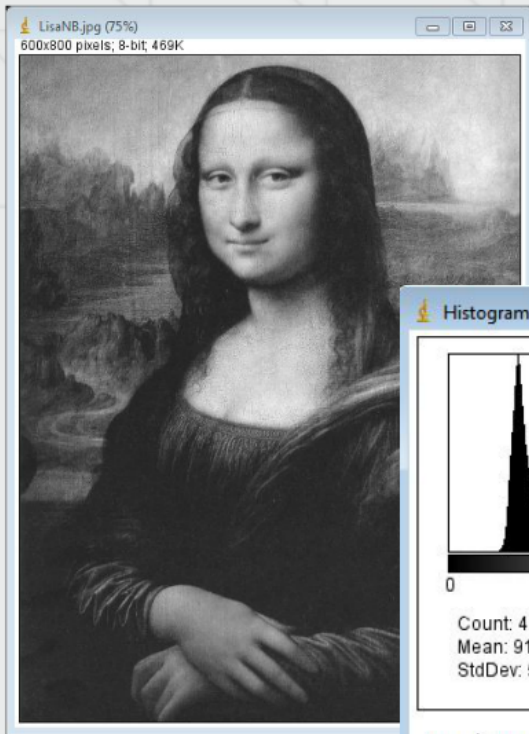




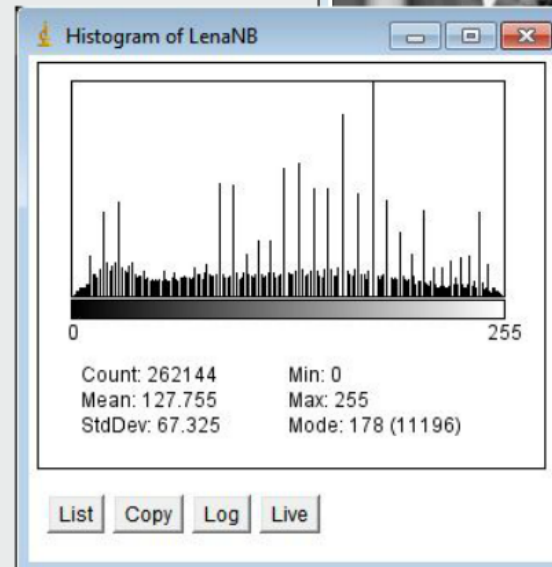
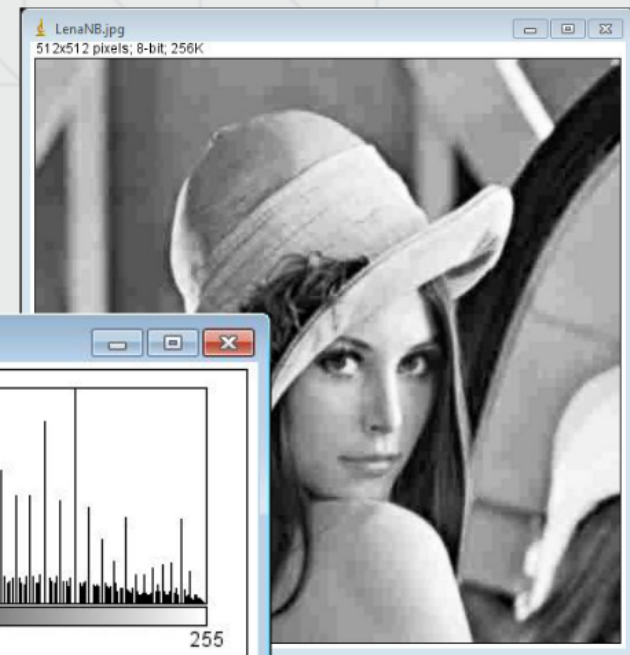
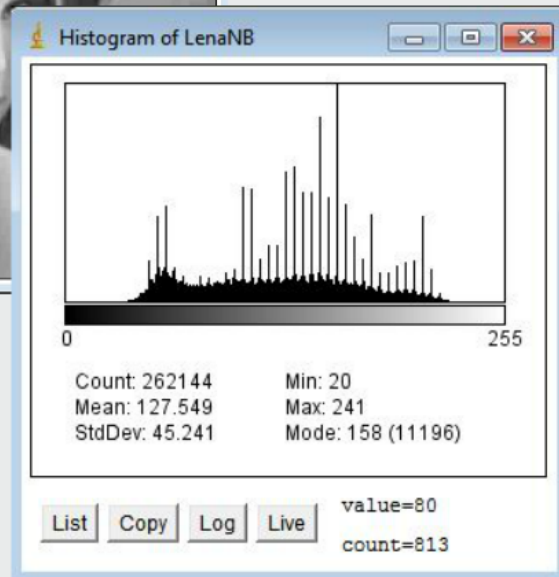
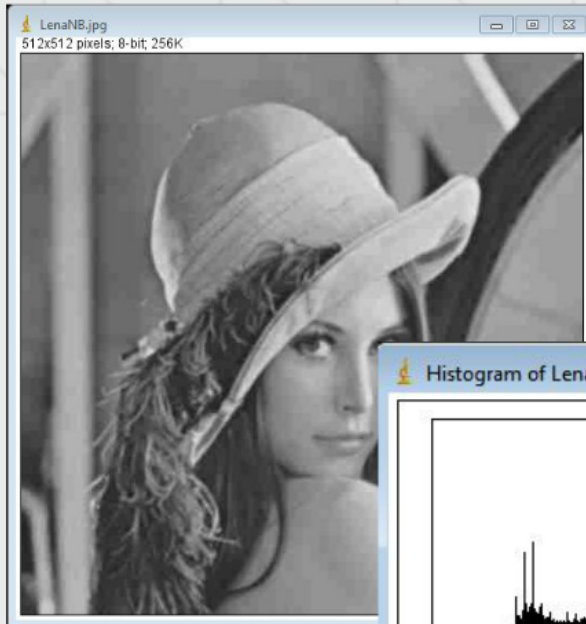
# Modification de la dynamique



# Modification du Contraste



# Égalisation de l'Histogramme





# Les outils mathématiques

Les opérateurs arithmétiques, logiques et morphologiques

Les opérateurs pixel à pixel

Les opérateurs locaux

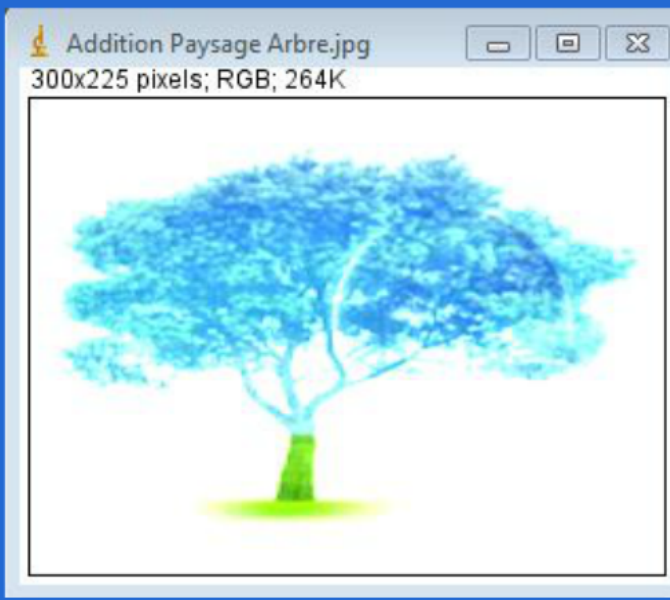
# Addition d'images

Si Image1 et Image2 sont deux images, on peut définir l'addition **T pixel à pixel** de ces deux images par :

$$T(i,j) = \text{Min}( \text{image1}(i,j) + \text{image2}(i,j) ; 255 )$$

L'addition d'images peut permettre

- De diminuer le bruit d'une vue dans une série d'images
- D'augmenter la luminance en additionnant une image avec elle-même





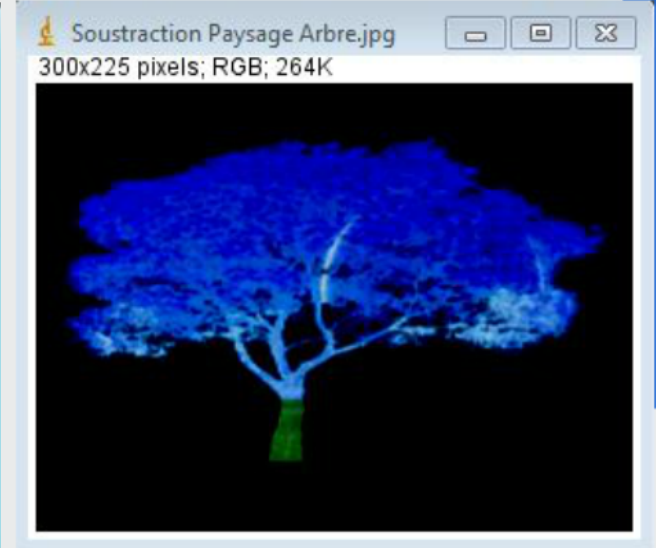
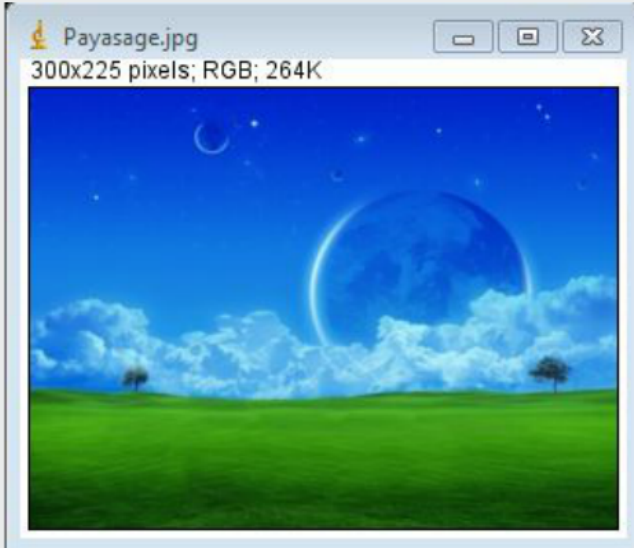
# Soustraction d'images

On peut définir la soustraction **S pixel à pixel** de deux images Image1 et Image2 par :

$$S(i,j) = \text{Max}( \text{Image1}(i,j) - \text{Image2}(i,j) ; 0 )$$

La soustraction d'images peut permettre

- Détection de défauts
- Détection de mouvements



# Multiplication d'images

La multiplication **M** d'une image par un facteur peut se définir par :

$$M(x,y) = \text{Max}( \text{Image}(x,y) * \text{facteur} ; 255)$$

La multiplication d'images peut permettre d'améliorer le contraste ou la luminosité







# Le fondu et le morphing d'images

Fondu =  $a \text{ Image1} + b \text{ Image2}$

**Morphing =  $(1-t) \text{ Image1} + t \text{ Image2}$**

**$0 < t < 1$**

**T : Pixel --> Pixel**

Carré : Pixel ---> Sqr(Pixel)

Racine carré : Pixel ---> Sqrt(Pixel)

log : Pixel --->log(Pixel)

Exponentielle : Pixel ---exp(Pixel)

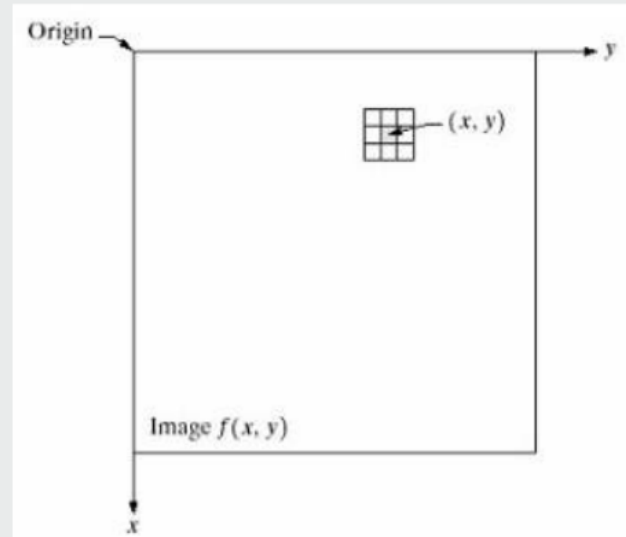
**LUT : Pixel ---> LUT[Pixel]**



**LUT : Pixel ---> LUT[Pixel]**

# La Convolution

**T** : Voisinage du Pixel ---> Pixel



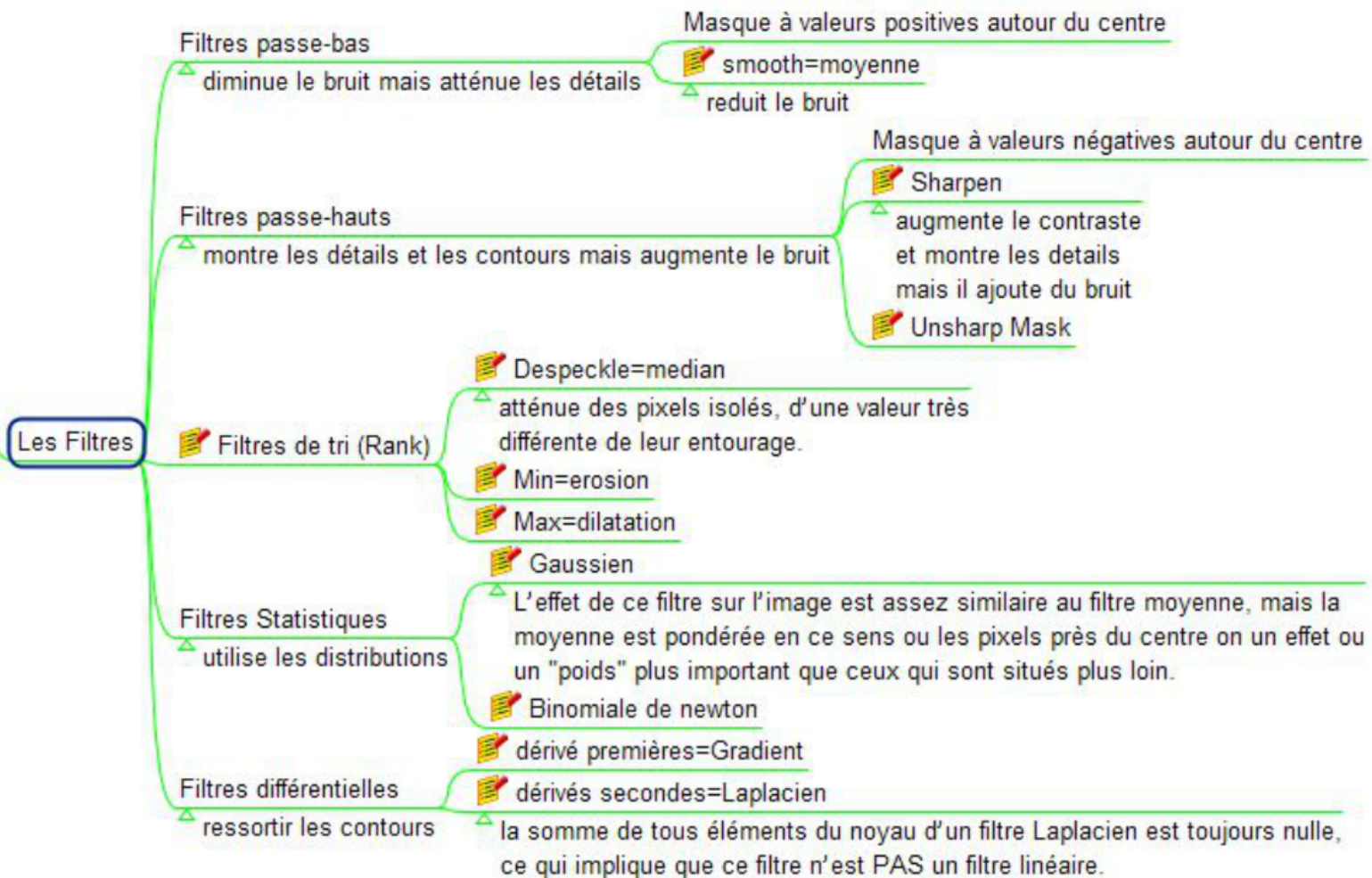
$f(x-1, y-1)$	$f(x-1, y)$	$f(x-1, y+1)$
$f(x, y-1)$	$f(x, y)$	$f(x, y+1)$
$f(x+1, y-1)$	$f(x+1, y)$	$f(x+1, y+1)$

Région de  $f(x, y)$

$w(-1, -1)$	$w(-1, 0)$	$w(-1, 1)$
$w(0, -1)$	$w(0, 0)$	$w(0, 1)$
$w(1, -1)$	$w(1, 0)$	$w(1, 1)$

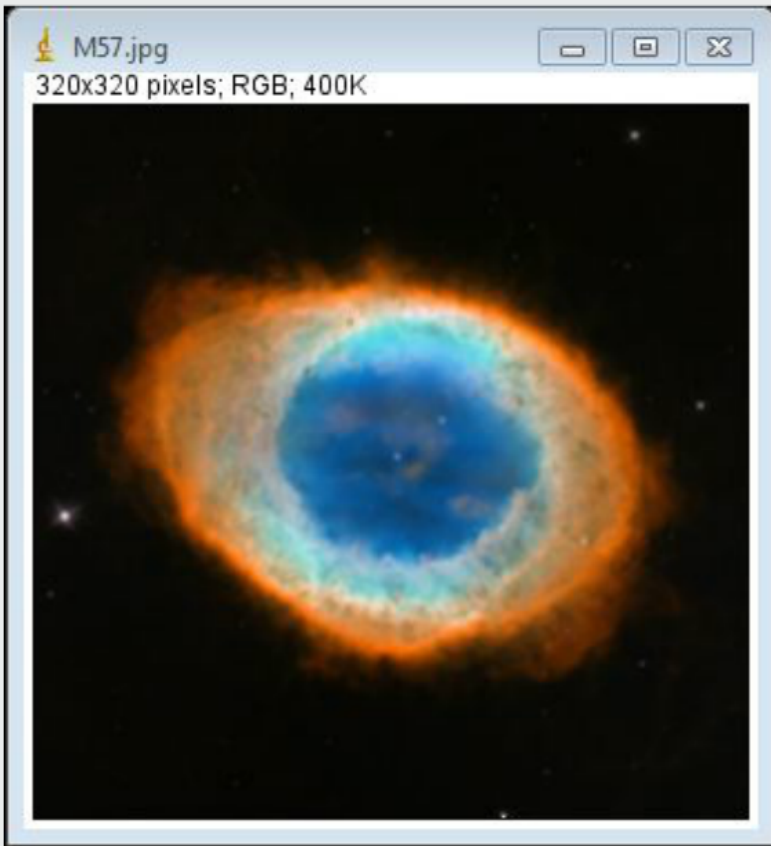
Masque  $w(s, t)$

# Les Filtres

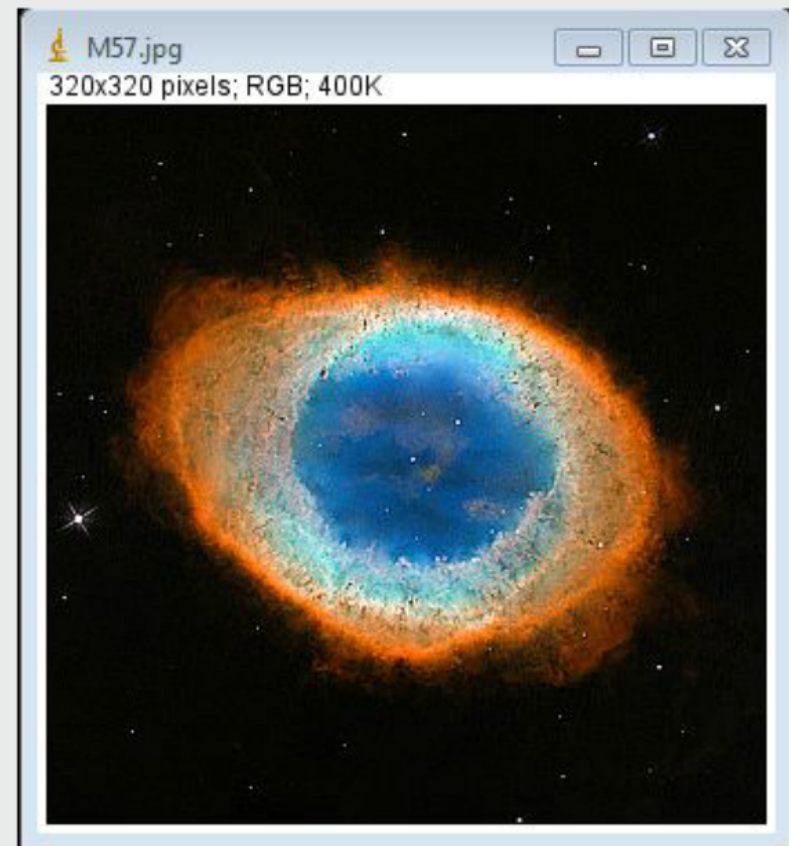
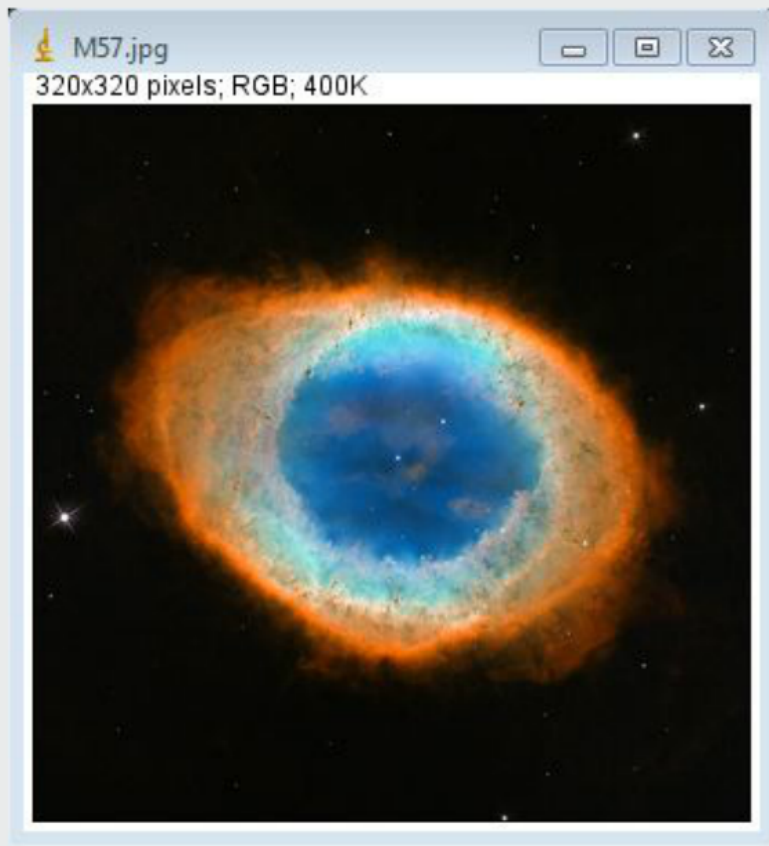




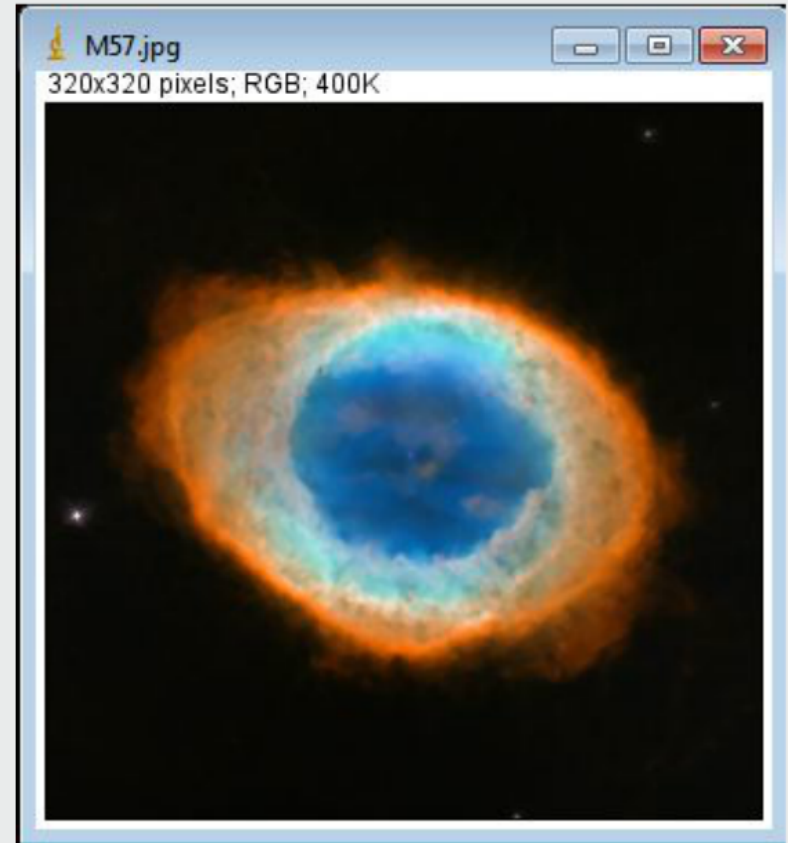
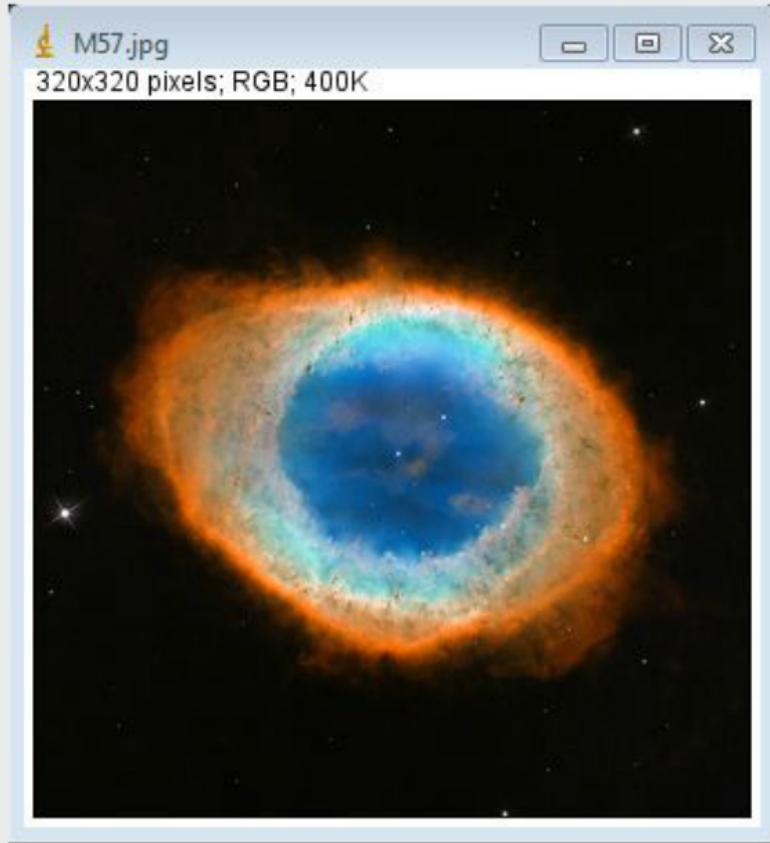
# Smooth



# Sharpen

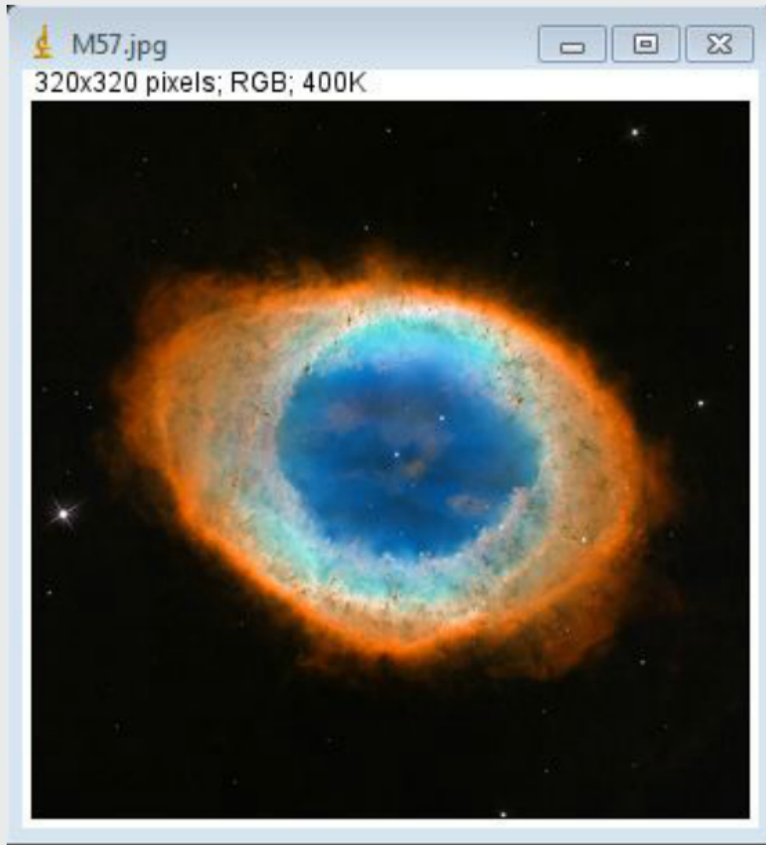


# Despeckel

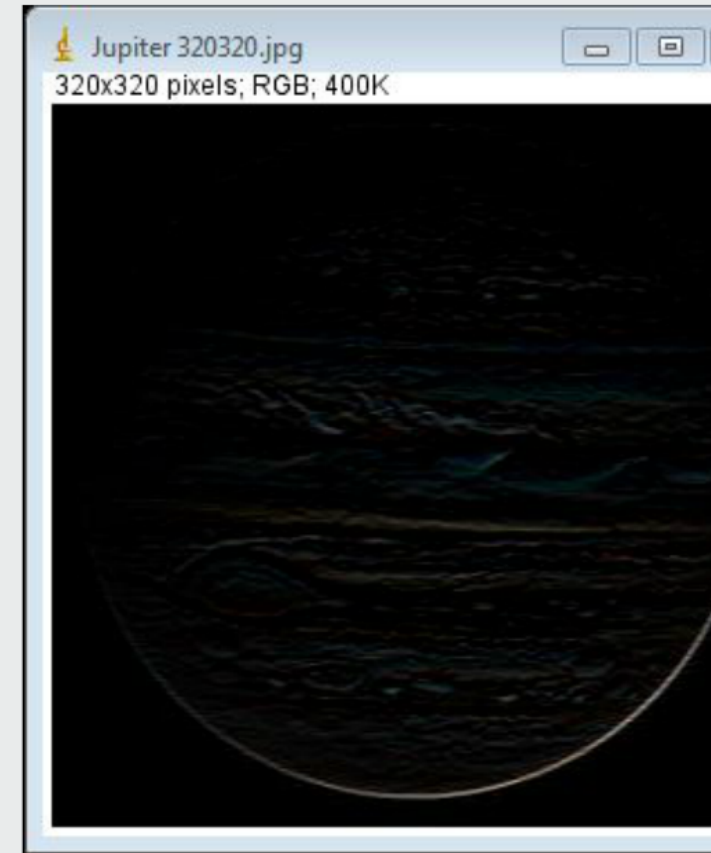
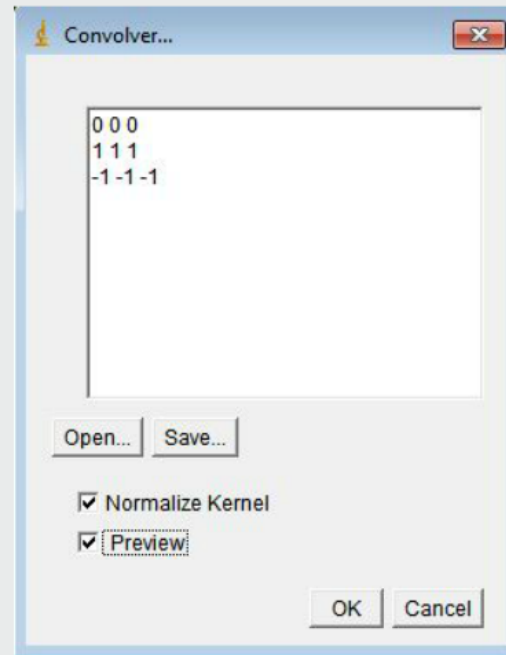
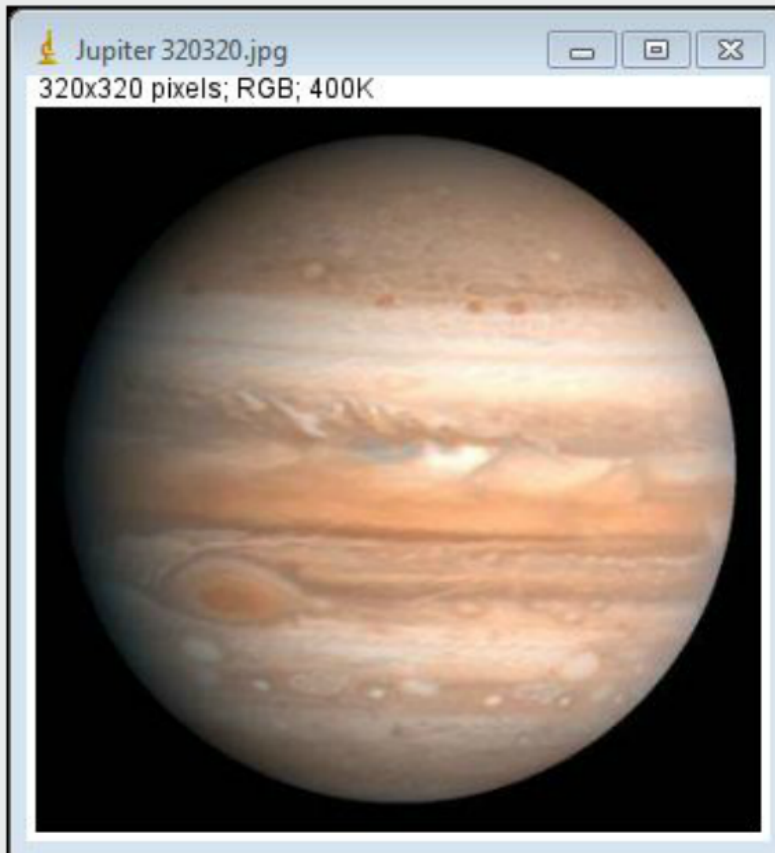




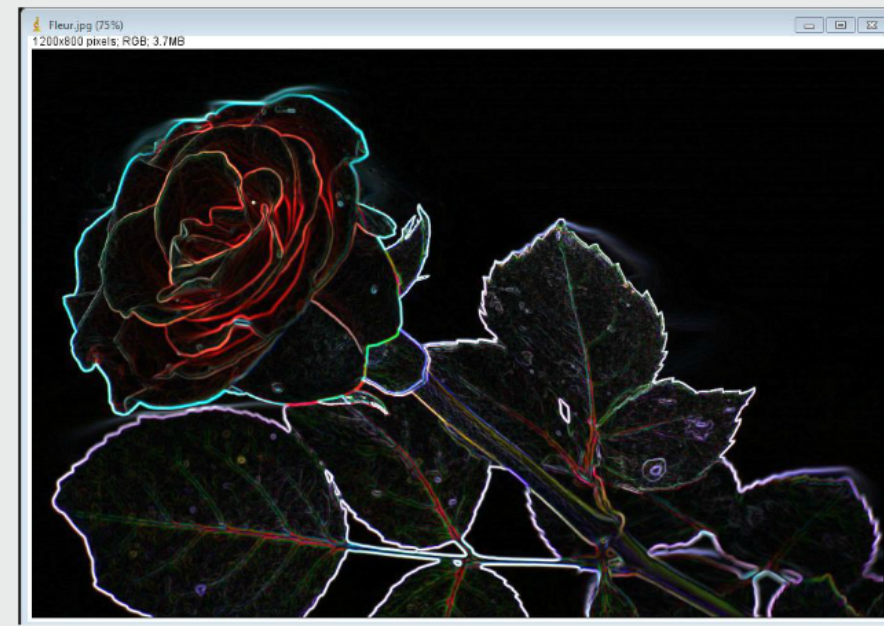
# Gauss



# Gradient



# Laplacien

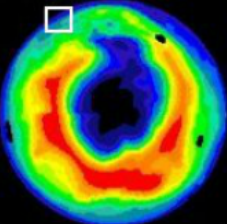




# Pratiquez le traitement d'images numériques

TITUS [ OCTOBRE ] - [81. - EQUIPOP 16]

Image Affichage Analyse Spectrométrie Classification Etoiles Masques Aide



Valeurs numériques

	: 35	36	37	38	39	40	41
11 :	0	0	0	0	0	0	0
12 :	0	0	0	0	0	0	0
13 :	0	0	0	0	0	0	0
14 :	0	0	0	0	0	0	60
15 :	0	0	0	0	60	70	70
16 :	0	0	60	69	70	70	72
17 :	0	60	70	70	71	72	73
18 :	60	70	70	72	72	75	77
19 :	71	72	72	74	76	79	80
20 :	73	75	77	78	80	83	84
21 :	76	79	80	82	83	84	84
22 :	79	82	83	84	84	84	84

Le tableau de valeurs numériques présenté ci-contre correspond à l'extrait d'image entouré d'un cadre blanc (ci-dessus).


ImageJ

File Edit Image Process Analyze Plugins Window Help

Location = (144,85), value=0,66,200

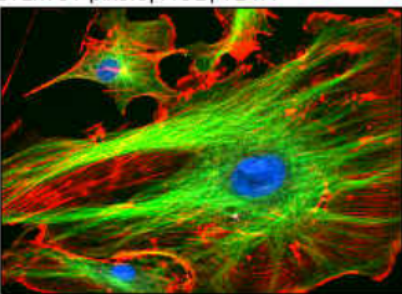
mri.gif (2:1)

167x158 pixels; 8-bit grayscale;



FluorescentCells.jpg

212x151 pixels; RGB; 124K



1D

102x194 pixels

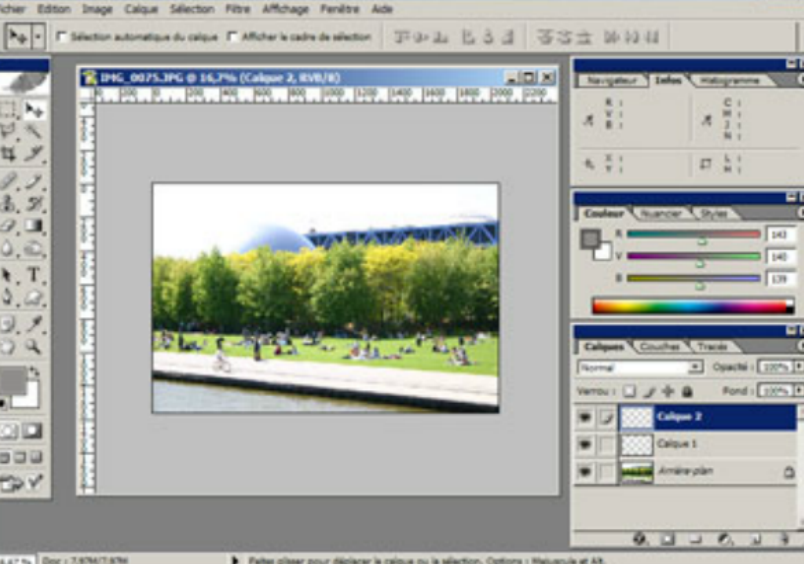


is - Version 5.20 - c:\iris\m51.pic

View Geometry Preprocessing Process

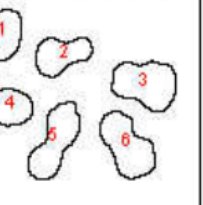
Adobe Photoshop

EPIC\_0075.JPG @ 16,7% (Calque 2, RVB/8)



Drawing...

1x18 pixels; 8-bit grayscale



Results

File	Area	Mean	Major	Minor	Ang
1	425	195.95	28.02	19.31	71.2
2	426	201.84	31.33	17.31	17.5
3	676	198.99	35.72	24.10	166
4	361	197.21	23.70	19.39	172
5	610	189.72	46.20	16.81	64.3
6	641	192.62	39.75	20.53	122



# Merci pour votre attention et rendez-vous sur

## Riadh Ben Nessib

*Blog de Culture Scientifique et Technique.*



A Propos

### A Propos



Je m'appelle Riadh Ben Nessib, je suis médiateur scientifique à la [Cité des Sciences à Tunis](#). Je suis passionné d'astronomie d'informatique et des sciences cognitives. J'écris des articles et des notes que vous pouvez les consulter, les commenter et les critiquer. Soyez les bienvenues chez moi!

Riadh ;)

Share this:

Facebook

Twitter

WordPress:

J'aime chargement...

### Calendrier

novembre 2013

L	Ma	Me	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

[« fév](#)

### Suivre par e-mail

Suivez mon blog par e-mail.

# www.riadhbennessib.wordpress.com