



Université Constantine 2 -Abdelhamid Mehri
Faculté des **Nouvelles Technologies** de l'Information et de la **Communication**
Département **Informatique Fondamentale** et ses **Applications**



Master Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication STIC

Matière : **Imagerie et Vision Artificielle**
ImVA

Responsable de la matière : Dr LABED Said
Email : said.labeled@univ-constantine2.dz

Contenu

- Système de vision
- Filtrage des images
- Transformation géométriques
- Analyse et traitement par transformation
- Segmentation des images
- Extraction des paramètres
- Classification des images
- Suivi de mouvement
- Reconnaissance et détection d'objet
- Deep Learning pour la vision

Matière : **I**magerie et **V**ision **A**rtificielle

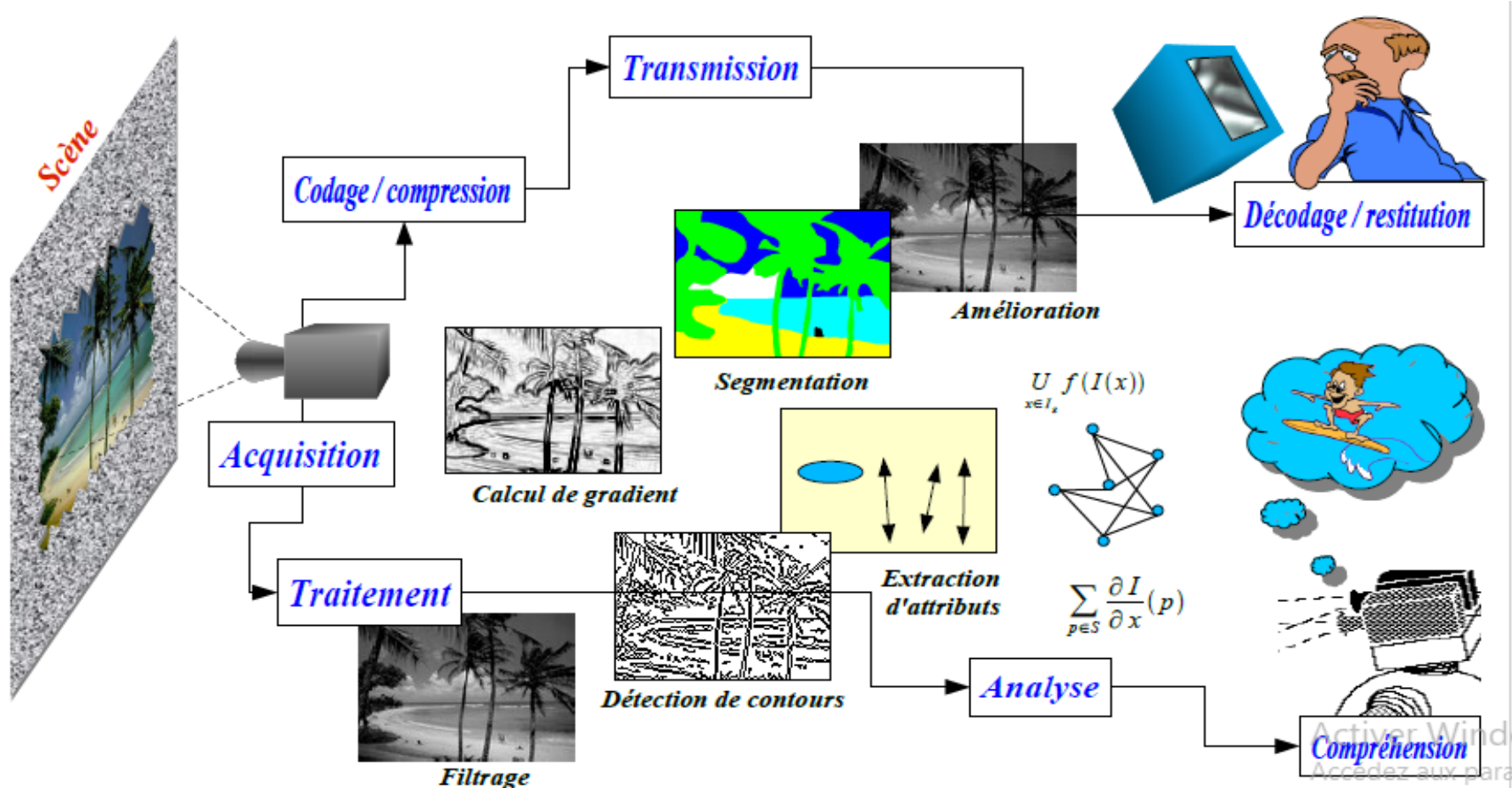
- Mode d'évaluation :

Moyenne Matière = Note contrôle*60%+Note de travaux*40%

- Connaissances préalables recommandées

Langage Matlab/Python

Systèmes à base de traitement d'image



Chapitre 1 : Rappels sur le traitement d'images

1- Image numérique

Définition 1 : on appelle image numérique toute image traitée ou entièrement conçue par ordinateur.

Définition 2 : toute image (dessin, icône, photographie...) **acquise, créée, traitée et stockée** sous forme binaire.

- **acquise** par des convertisseurs **analogique-numérique** situés dans des dispositifs comme les scanners, les appareils photo ou les caméscopes numériques et cartes d'acquisition vidéo.
- **créée** directement par des programmes informatiques, grâce à une souris, des tablettes graphiques ou par de la modélisation 3D « images de synthèse »
- **traitée** grâce à des outils graphiques, de façon à la transformer, à en modifier la taille, les couleurs, d'y ajouter ou d'en supprimer des éléments, d'y appliquer des filtres variés, etc.
- **stockée** sur un support informatique (clé USB, disque dur, CD-ROM...)

2- Types d'images

On distingue 2 types :

1. Les images vectorielles
2. Les images bitmap



Image matricielle

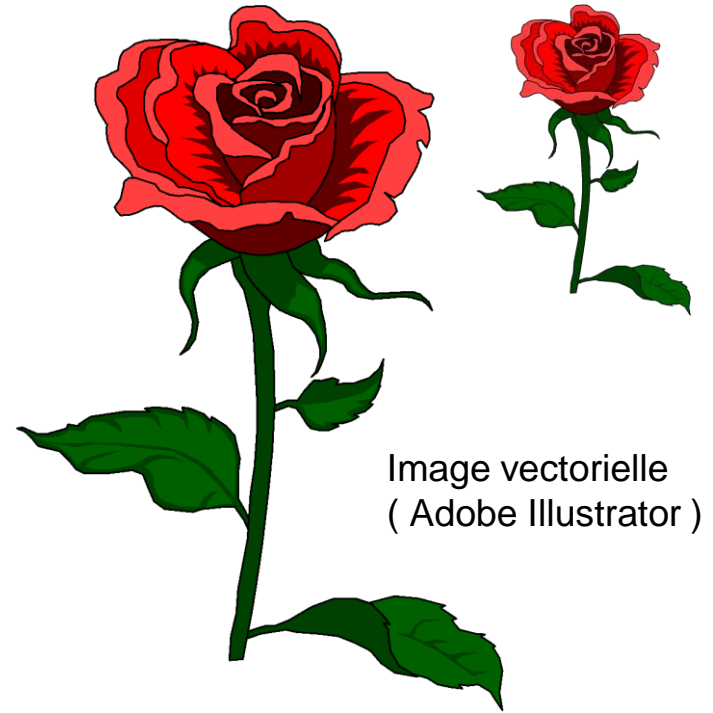


Image vectorielle
(Adobe Illustrator)

2.1- Image vectorielle :

- Créé à partir d'une définition géométrique des formes (lignes, cercles,...), auxquelles sont associées des attributs tels que : couleur, épaisseur de trait,...
- Chaque objet est stocké non sous forme de points, mais sous forme de primitives géométriques,
- Donc on conserve que les points significatifs tels que le centre et le rayon d'un cercle.
- Logiciels utilisés : **Illustrator, InDesign, Autocad, Maya, 3D3Max**



AUTODESK
AutoCAD



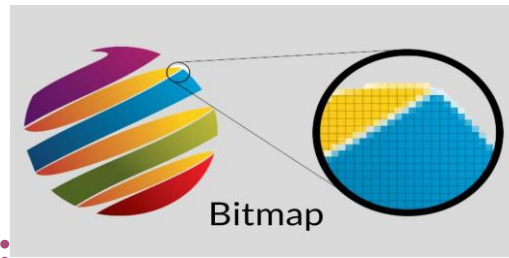
Avantages :

- Souplesse pour les modifications "spatiales" de l'image
- Intégration aux travaux de schématique : DAO, CAO.
- Moins gourmand en espace mémoire que le bitmap.

Inconvénients :

- Complexité de l'outil de manipulation.
- Ressources de traitement importante.
- Mal adapté au rendu d'une image réaliste
- La taille du modèle dépend de la complexité de l'image

Le **rendu** est un processus informatique calculant l'image [2D](#) (équivalent d'une photographie) d'une scène créée dans un [logiciel de modélisation 3D](#) comportant à la fois des objets et des sources de lumière et vue d'un point de vue précis



2,2 Image matricielle) (bitmap) :

- Une image bitmap est une image numérique composée de pixels, chacun ayant sa propre valeur de couleur.
- Les pixels sont disposés dans une structure en forme de grille pour former l'image,
- une image est décomposée en une matrice (finie) de points élémentaires (pixels) caractérisés par leur coordonnées spatiales et leur couleur.

- Logiciel utilisés : Adobe Photoshop



Gimp



Paint



Avantages :

- Adéquation aux images complexes
- Adéquation au traitement d'image
- Compatibilité aisée entre les différents formats
- Intégrité des données dans un fichier
- La taille du modèle est indépendante de la complexité de l'image.

Inconvénients :

- Résolution fixe
- Modifications spatiales difficiles

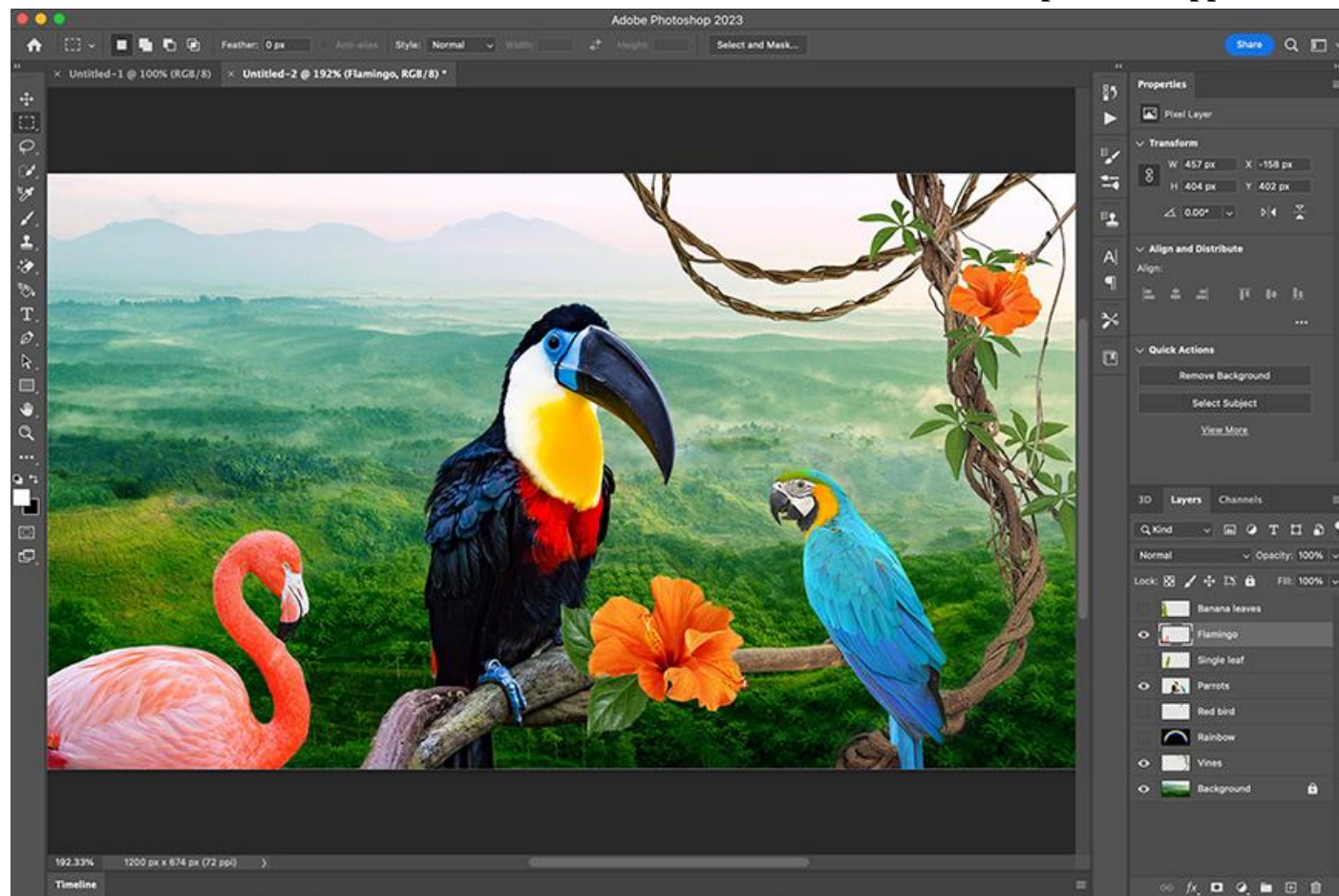


Image bitmap vs image vectorielle

Image Matricielle

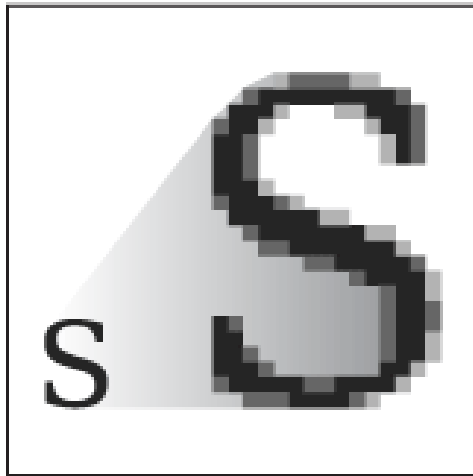


Image Vectorielle

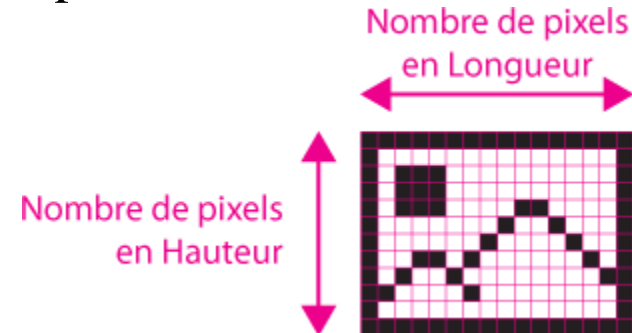


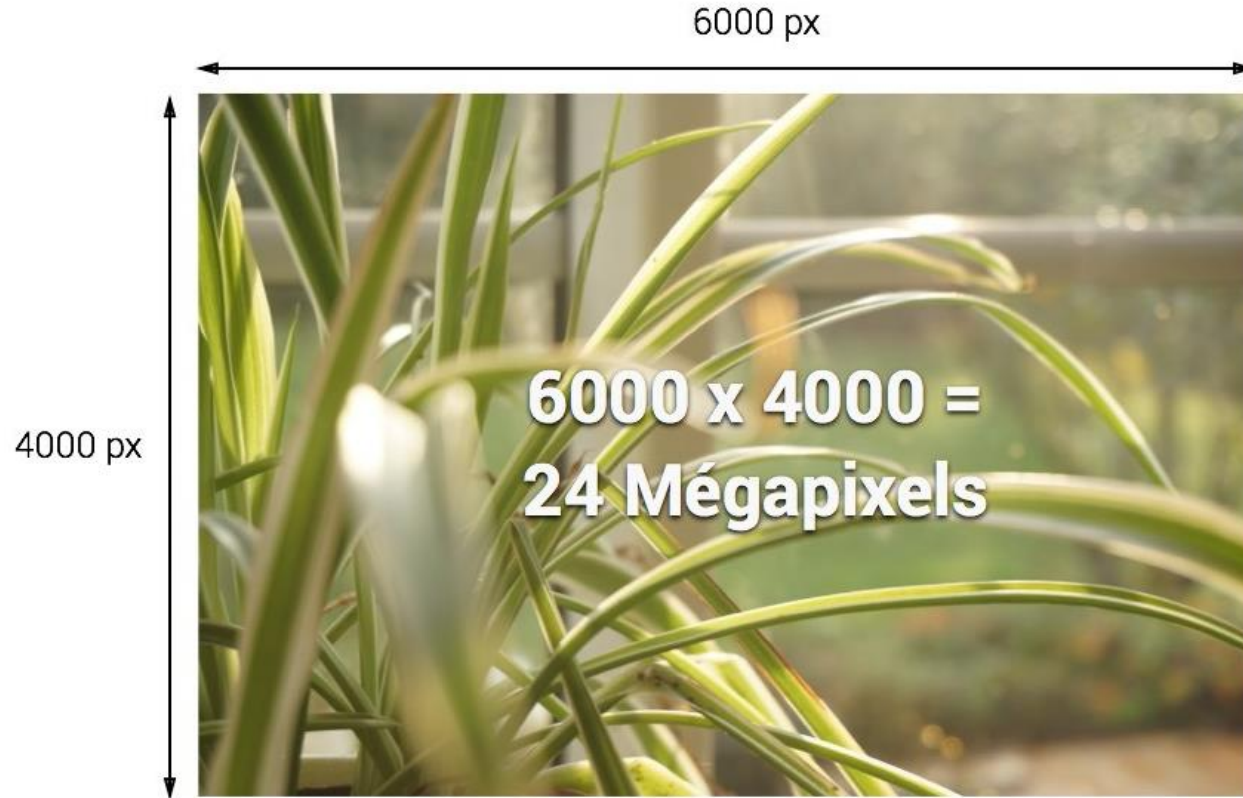
3.Pixel

- Pixel est une abréviation de Picture Element
- C'est le plus petit élément constitutif d'une image numérique
- L'ensemble des pixels contenus dans un tableau à deux dimensions constituent l'image.

4.Définition d'une image

- Est le nombre de pixels composant une image.
- Pour calculer la définition d'une image numérique, il suffit de multiplier le nombre de pixels sur la hauteur par le nombre de pixels sur la largeur de l'image.
- une image possédant 320 pixels en largeur et 200 pixels en hauteur aura une définition de 320 pixels par 200, notée : 320x200.





Par exemple, une image de 6000 x 4000 px a une définition de 24 millions de pixels, ou 24 mégapixels



Image en pleine taille 256 x 256



Image en taille 128 x 128



Image en taille 64 x 64



Image en taille 32 x 32

5. Résolution d'une image

- C'est le nombre de pixels par unité de surface exprimée en point par pouce (ppp), en anglais DPI (Dot Per Inch)
- 1 pouce = 2,54 cm
- La résolution permet d'établir le rapport entre le nombre de pixels d'une image et la taille réelle de sa représentation sur support physique.

300 DPI → 90000 Pixels sur 1 pouce carré

72 DPI → taille

8 dpi



1 pouce = 2,54 cm

16 dpi



1 pouce = 2,54 cm

Les images suivantes illustrent l'influence de la résolution sur la qualité de l'image (par commodité, elles sont affichées à la même dimension)



Image en pleine résolution



Image en 1/2 résolution



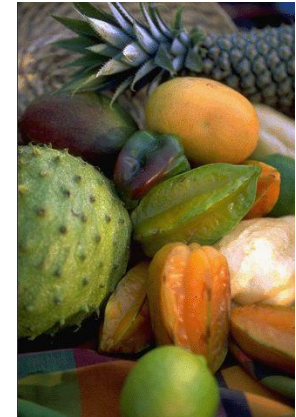
Image en 1/4 résolution



Image en 1/8 résolution

6. Codage de la couleur :

- L'image est représentée par un tableau à deux dimensions dont chaque case est un pixel.
- La valeur stockée dans une case est codée sur certains nombre de bits déterminant la couleur du pixel, on l'appelle profondeur de codage.
- Il existe plusieurs standard de codage :
 - 1) Bitmap noir & blanc : chaque case est composée d'un bit (noir / blanc) (0/1)
 - 2) Bitmap 256 couleur : chaque case est composée de 8 bits
 - 3) Couleurs vraies (True Color) : Cette représentation permet de représenter une image en définissant chacune des composantes de la couleur (RGB : Rouge, Vert, Bleu). Chaque pixel est représenté par un entier comportant les 3 composantes, chacune codée sur un octet (24 bits) : 16 777 216 couleurs possibles.



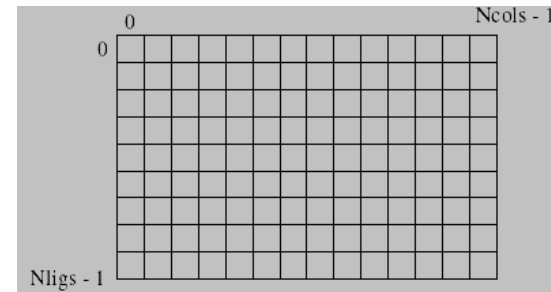
7. Taille d'une image :

Pour connaître la taille (en octets) d'une image, il suffit de compter le nombre de pixels que contient l'image. La taille de l'image est alors le nombre d'éléments que multiplie la taille (en octets) de chaque élément.

Dimensions de l'image	Image en noir et blanc	Image en 256 niveaux de gris	Image en true color
320x200	7.8Ko	62.5Ko	187.5 Ko
640x480	37.5Ko	300Ko	900Ko
800x600	58.6Ko	468.7Ko	1.4Mo
1024*768	96Ko	768Ko	2.3Mo

8. Fichier image :

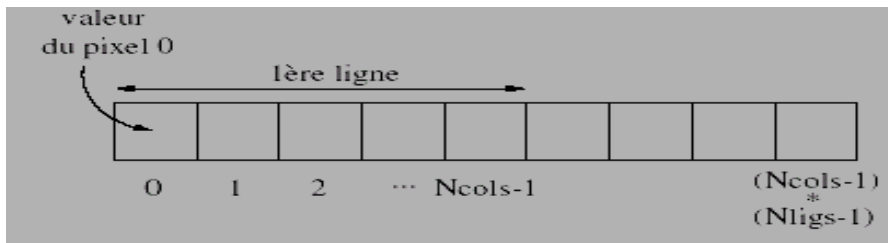
- Une image est un tableau de pixels



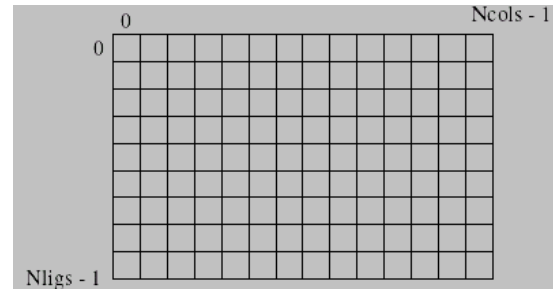
8. Fichier image :

- Une image est un tableau de pixels

- Une image est stockée soit dans un fichier sous la forme de texte, soit dans la mémoire de l'ordinateur sous la forme d'un vecteur :



- Les opérations de bases concernant une image sont la lecture (fichier \rightarrow mémoire) et l'écriture (mémoire \rightarrow fichier).



En Matlab

```
A=imread('image.jpg');  
imshow(A);  
[N,M,K]=size(A);  
disp(N);disp(M);disp(K);  
imwrite(A,'image.tif');
```

- **Les informations nécessaires à la manipulation d'une image**

sont :

- nombre de lignes,
- nombre de colonnes,
- format des pixels (bit, niveaux de gris, niveaux de couleurs),
- compression éventuelle.

- **Il existe une multitude de formats de fichiers permettant de stocker ces informations :**

1) Les formats simples : c'est un fichier texte comportant un entête contenant les dimensions de l'image et le format des pixels. Par exemple, les formats :

PBM (portable bitmap),

PGM (portable grayscale map)

PPM (portable pixmap).

Les fichiers correspondants sont constitués des éléments suivants :

1. Un "nombre magique" pour identifier les type du fichier : P1 ou P4 pour PBM, P2 ou P5 pour PGM et P3 ou P6 pour PPM.
2. Un caractère d'espacement (blanc, TABs).
3. La largeur de l'image (valeur décimale, codée en ASCII) suivie d'un caractère d'espacement, la longueur de l'image suivie d'un caractère d'espacement.
4. Uniquement pour PGM et PPM : l'intensité maximum (valeur décimale comprise entre 0 et 255, codée en ASCII) suivie d'un caractère d'espacement.

```
P1
# feep.pbm
24 7

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0
0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0
0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0
0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

Fichier PBM d'une image 24×7 dont les valeurs sont codées en ASCII

```
P2
# feep.pgm
24 7
15

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 3 3 3 3 0 0 7 7 7 7 0 0 11 11 11 11 0 0 15 15 15 15 0
0 3 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 11 0 0 0 0 0 15 0 0 15 0
0 3 3 3 0 0 0 7 7 7 0 0 0 11 11 11 0 0 0 15 15 15 15 0
0 3 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 11 0 0 0 0 0 15 0 0 0 0
0 3 0 0 0 0 0 7 7 7 7 0 0 11 11 11 11 0 0 15 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

Fichier PGM d'une image 24×7. Les valeurs d'intensité codées en ASCII sont au maximum de 15

```
P3
# feep.ppm
4 4
15
0 0 0 0 0 0 0 0 15 0 15
0 0 0 0 15 7 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 15 7 0 0 0
15 0 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

Fichier PPM d'une image 4×4. Les valeurs d'intensité codées en ASCII sont au maximum de 15

2- Les formats compressés : l'information est compressée de manière à réduire la taille des fichiers images, par exemples :

le format **Joint Photographic Experts Group** (.jpeg ou .jpg)

- Il peut être lu par n'importe quel outil informatique (tablette, ordinateur, téléphone portable)
- Il est aussi léger. Il s'agit d'un format compressé, il prend donc très peu de place sur la carte mémoire ou le disque dur. Il est rapidement téléchargeable même en bas débit grâce à sa compression maximale.
- En revanche, ce format d'image est connu pour sa compression « avec perte », ce qui signifie que la qualité de l'image diminue à mesure que la taille du fichier diminue. Cette baisse de qualité est irréversible.



le format **Portable Network Graphics** (.png)

idéal pour les documents interactifs comme les pages web

- un format d'image de faible résolution.
- En revanche, ce format d'image est connu pour sa compression « avec perte » ce qui signifie que la qualité de l'image diminue à mesure que la taille diminue. Cette baisse de qualité est irréversible.
- En raison de leur méthode de compression, les fichiers JPEG contiennent moins de données que les fichiers PNG et sont donc plus légers. Contrairement au format JPEG, le format PNG prend en charge les arrière-plans transparents et s'impose ainsi pour le design graphique



le format **Graphics Interchange Format** (.gif)

- Il permet la création d'animations avec plusieurs séquences d'image, un format d'image de faible résolution.
- 256 couleur
- ne permet pas la restitution des nuances (lumières, ombres, dégradés).



le format **Tagged Image File** (.tif)

- Un **.tif** est un fichier matriciel de grande taille qui peut être compressé ou non et qui ne perd pas en qualité.
- Utilisez le format TIF si vous souhaitez travailler avec des images haute qualité
- offrent une compression sans perte, ce qui signifie qu'ils sont plus volumineux que la plupart des fichiers, mais préservent la qualité de l'image
- **- 16,7 millions de couleurs**



La compression sans perte du fichier TIFF conserve les détails et la profondeur des couleurs.



le format **BitMaP**(.bmp)

- BMP est un format standard utilisé par Windows pour stocker des images indépendantes de l'appareil et indépendantes des applications. Le nombre de bits par pixel (1, 4, 8, 15, 24, 32 ou 64) pour un fichier BMP donné est spécifié dans un en-tête de fichier. Les fichiers BMP avec 24 bits par pixel sont courants.
- format d'image matricielle ouvert qui permet d'afficher les images avec précision sur l'ensemble des appareils.
- Un fichier BMP contient des **données non compressées**, ce qui est idéal pour stocker et afficher des images digitales d'une excellente qualité

9. La compression d'image :

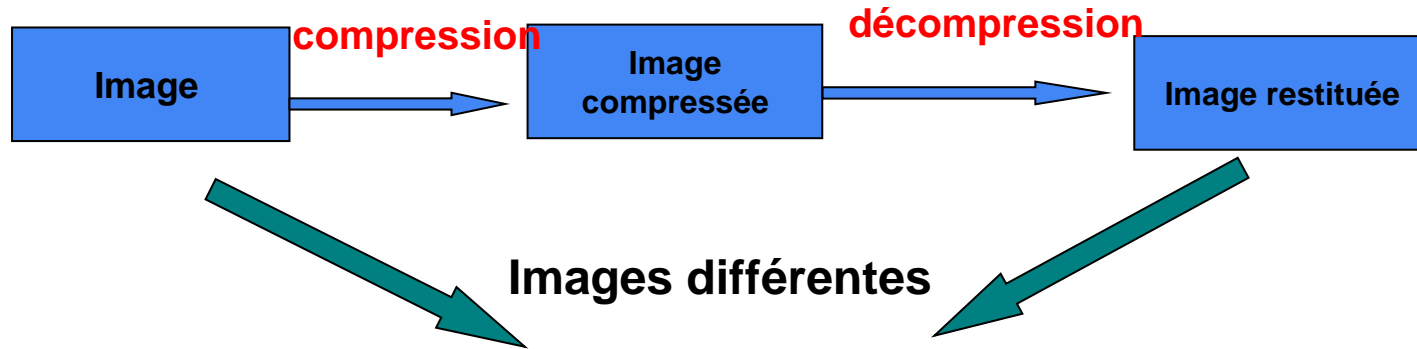
- La compression d'une image consiste à représenter une image par un nombre total de bits moins grand que pour l'image originale

9.1 Types de compression :

- 1) compression sans perte : possibilité de reconstruire l'image originale à partir de l'image compressée (par décomposition)



2) compression avec perte : l'image reconstituée n'est pas identique à l'image originale.



9.2 les atouts :

✓ Gain en espace de stockage

- Sur disque
- En mémoire

✓ Gain en temps sur les lectures/écritures

- Moins de données à lire/écrire physiquement sur disque
- Compression + écriture plus rapide qu'une écriture des données brutes.
- Lecture + décompression plus rapide qu'une lecture des données brutes

✓ Gain sur les temps de transmission

- Moins de données à transmettre
- compression + envoi/réception + décompression plus rapide.

Exemples :

Gain en espace de stockage

Une image JPEG se compresse facilement à 90%

Un fichier HTML compressé en GZIP se comprime facilement à 50% de sa taille originale

Gain en temps sur les lectures/écritures

- Gain en temps sur les lectures/écritures
 - Temps pour écrire une image de 14Mo: 5s (soit 2,8Mo/s)
 - Temps pour compresser une image de 14Mo en JPEG: 3,4s, soit 6,5Mo/s, résultat: 503Ko (soit 4% de l'original)
 - Temps pour écrire une image JPEG de 503Ko: 0,2s
 - Temps total compression + écriture: 3,6s, soit 1,4s de moins (gain de 24% en temps et 96% en volume stocké sur disque).

Gain sur les temps de transmission

- Temps de transmission à 56Kbps/s d'un fichier HTML de 30Ko: 5,4s
- Temps de compression du fichier HTML au format « GZIP »: 0,05s (soit 600Ko/s), taille compressée: 15Ko (gain de 50% en volume)
- Temps de transmission de l'HTML compressé: 2,7s
- Temps total compression/transmission/décompression: 2,8s, au lieu de 5,4s, soit un gain de près de 50% en temps

10- domaines d'application du TI

Robotique



Conduite autonome

- Evitement d'obstacle
- Reconstruction 3D
- Environnement non structuré

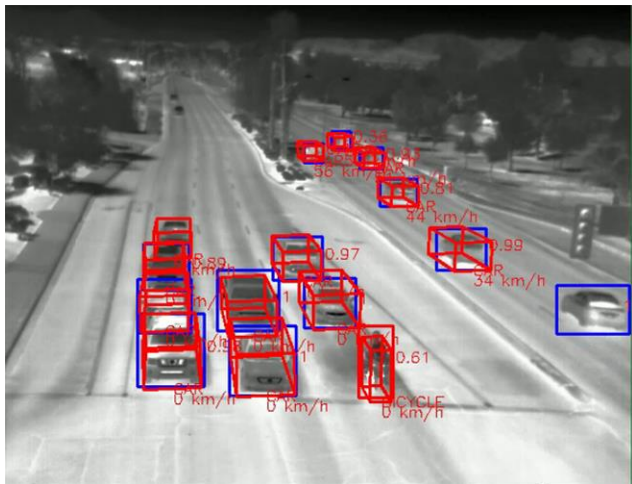
Chapitre 1 : Rappels sur le traitement d'images



un robot de cueillette

10- domaines d'application du TI

Télédétection



Surveillance du trafic routier



Environnement

MULTIMEDIA

Reconnaissance d'action dans un match de tennis pour l'indexation video (INRIA)



Reconnaissance et resynthèse de geste pour le codage et la transmission du langage signé (INT Évry)



codage et compression

peinture du XVe siècle ternie et écaillée restaurée par filtrage médian et ajustement des couleurs (Univ. Québec)

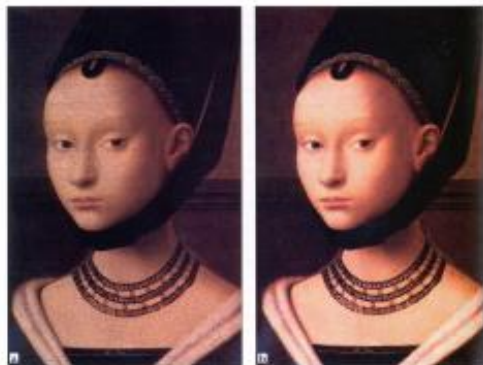
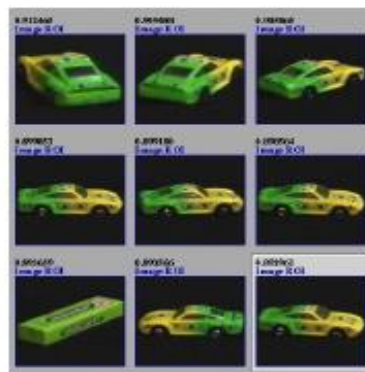


Figure 4.2. Portrait of a Lady, painted in 1470 by Petrus Christus

(a) present appearance, showing cracks and fading of the colors
(b) application of a median filter in AI in the dark cracks, and color compensation to adjust the colors

restauration d'images

recherche d'images dans une base de données à partir d'une requête visuelle (ENSEA Cergy-Pontoise)



indexation d'images

MÉDECINE

modèle 3D de cerveau reconstitué à partir de coupes d'images acquises par résonance magnétique (Univ. Québec)



téléchirurgie et ChAO

estimation de mouvement sur séquence d'images échocardiographiques (INRIA)



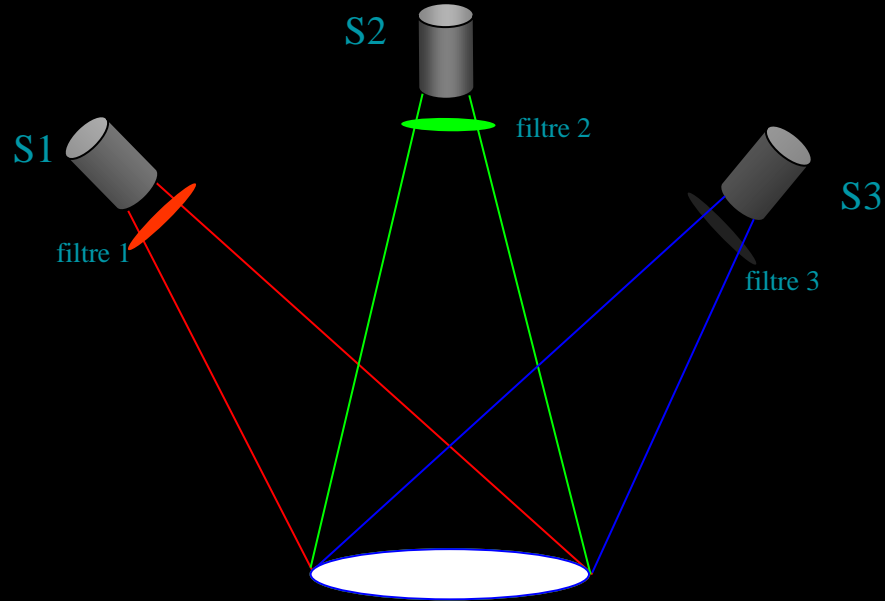
Aide au diagnostic

Activer Winc
Accédez aux par

11- **Système des Couleurs**

- Toute couleur visible peut être décomposée en trois couleurs de base, dites couleurs primaires. A partir de ces trois couleurs primaires, et en faisant varier leur intensité, il est possible de produire l'ensemble des couleurs visibles.
- Si les couleurs désirées sont composées à l'aide de trois faisceaux lumineux fournis par des lampes équipées de filtres colorés, on parle de **synthèse additive**. Dans ce cas, les trois couleurs fondamentales sont **le rouge, le vert et le bleu**.

Synthèse additive



11- **Système des Couleurs**



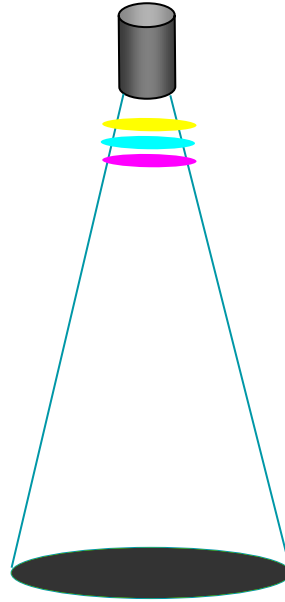
Si les couleurs sont obtenues par superposition de trois filtre colorés à partir d'une source unique de lumière blanche, on se situe dans le cas de la **synthèse soustractive**. Les trois couleurs choisies comme couleurs primaires sont alors **le jaune, le magenta et le cyan**.



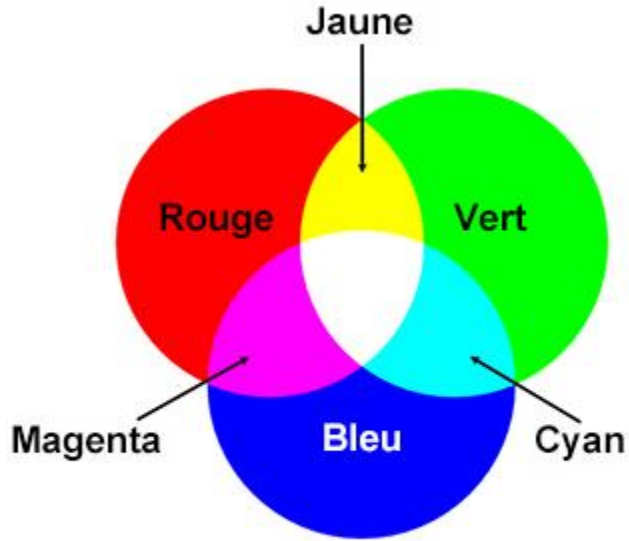
Cette distinction entre primitives additives et soustractives est importante dans la pratique de l'imagerie numérique. En effet, les couleurs sur un écran à balayage s'obtiennent par synthèse additive. Par contre, pour la reproduction d'écran par une imprimante couleur, une couleur déjà imprimée joue le rôle d'un filtre absorbant la couleur complémentaire de celle du filtre.

Couleurs

Synthèse soustractive

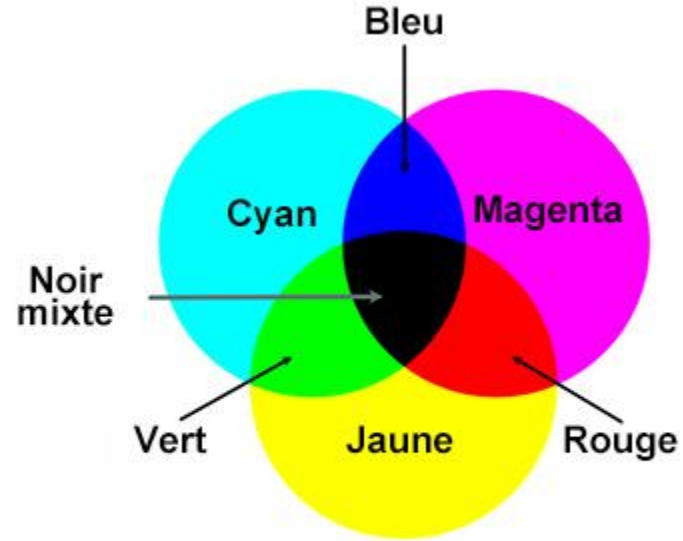


Couleurs



Couleurs additives

Télévision
Ecran d 'ordinateur



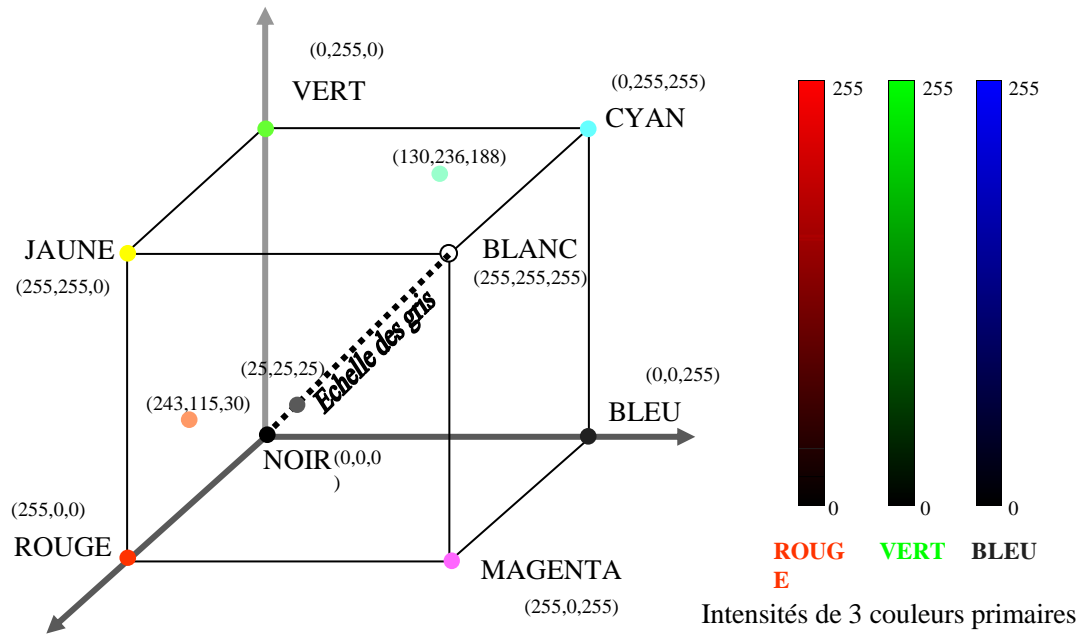
Couleurs soustractives

Imprimante
Peinture

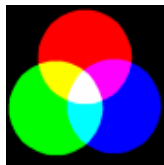
11.2- Système des couleurs

Couleurs

Système RVB (RGB)



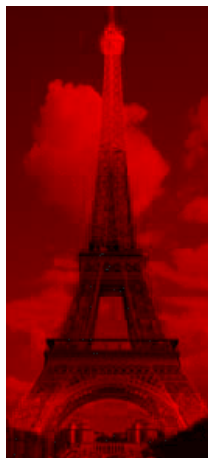
En total, vous avez $256 \times 256 \times 256 = 256^3 = 16.777.216$ couleurs !!!



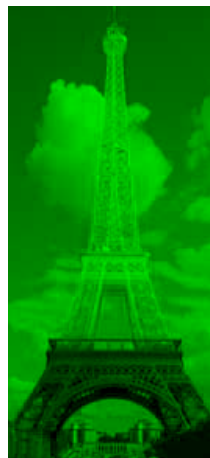
Couleurs



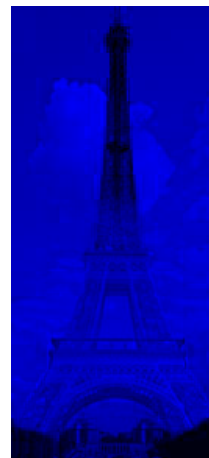
=



+



+

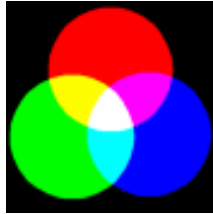


ROUGE

VERT

BLEU

Système CMJ Cyan, Magenta et Jaune

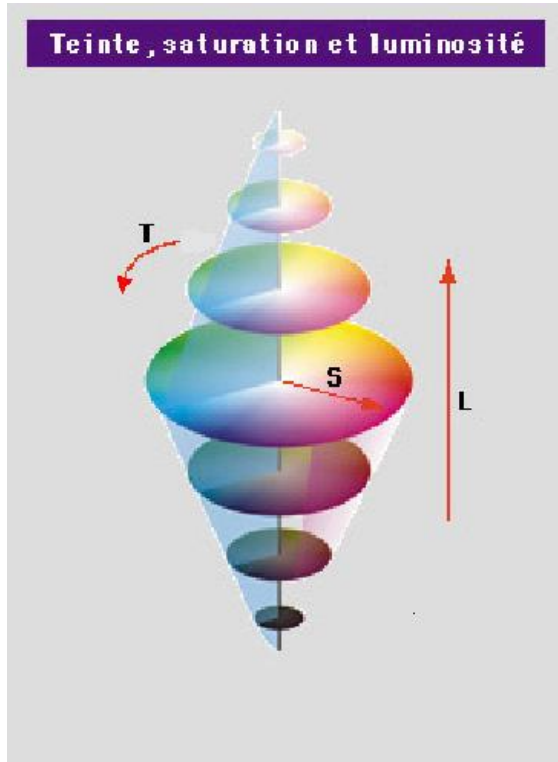


**Négatif - Couleurs
Complémentaires**

$$\begin{bmatrix} R \\ V \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 255 \\ 255 \\ 255 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ J \end{bmatrix}$$



Système TSL (HSL)



TEINTE (Hue):

Définir la couleur souhaitée par une valeur angulaire (0° - 360°):

ROUGE	0°	JAUNE	60°
VERT	120°	CYAN	180°
BLEU	240°	MAGENTA	300°

SATURATION (Saturation):

Mesure la pureté des couleurs. Le pourcentage de couleur pure par rapport au blanc.

Couleur la plus délavée 0%

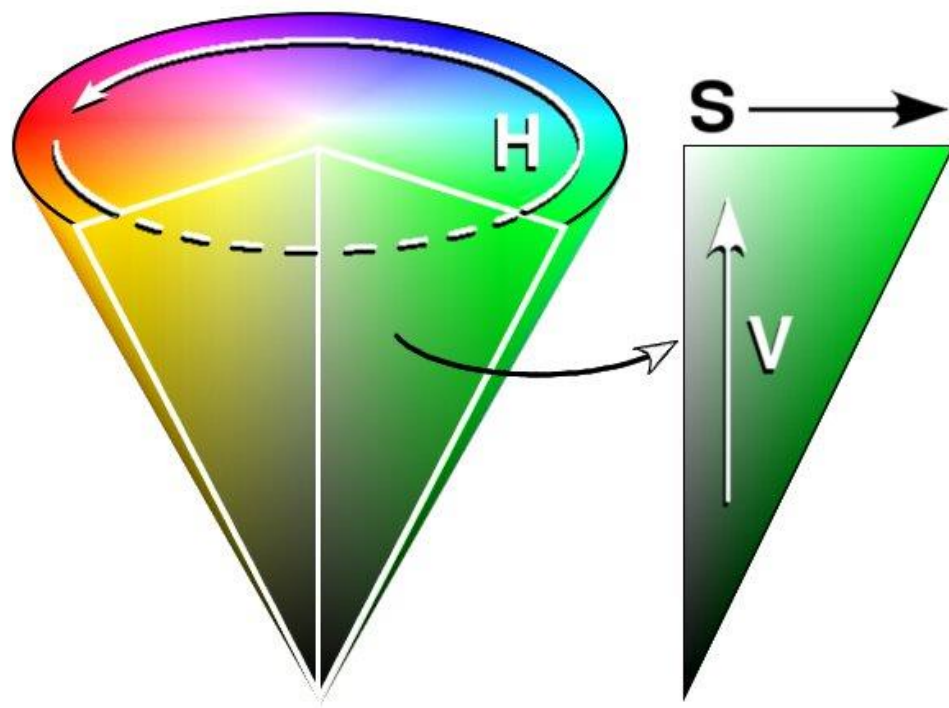
Couleur la plus vive 100%

LUMINANCE (Luminance):

Définir la part du noir ou du blanc dans la couleur sélectionnée par une valeur de pourcentage.

Couleur la plus sombre 0%

Couleur la plus claire 100%



Effet de la modification de la teinte sur toute une image



Original



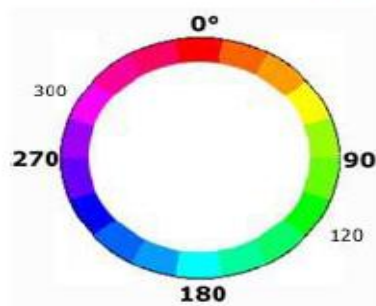
Teinte + 90°



Teinte + 180°



Teinte + 270°



Effet de la modification de la saturation sur toute une image



Saturation
– 100%



Saturation
– 50%



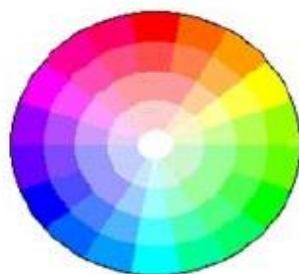
Original



Saturation
+ 50%



Saturation
+ 100%



Effet de la modification de la luminance sur toute une image



Luminance
– 100%



Luminance
– 50%



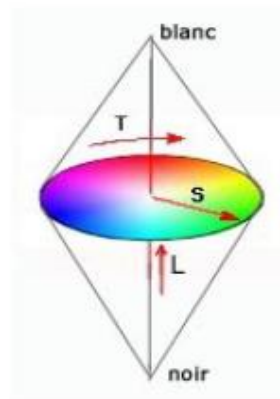
Original

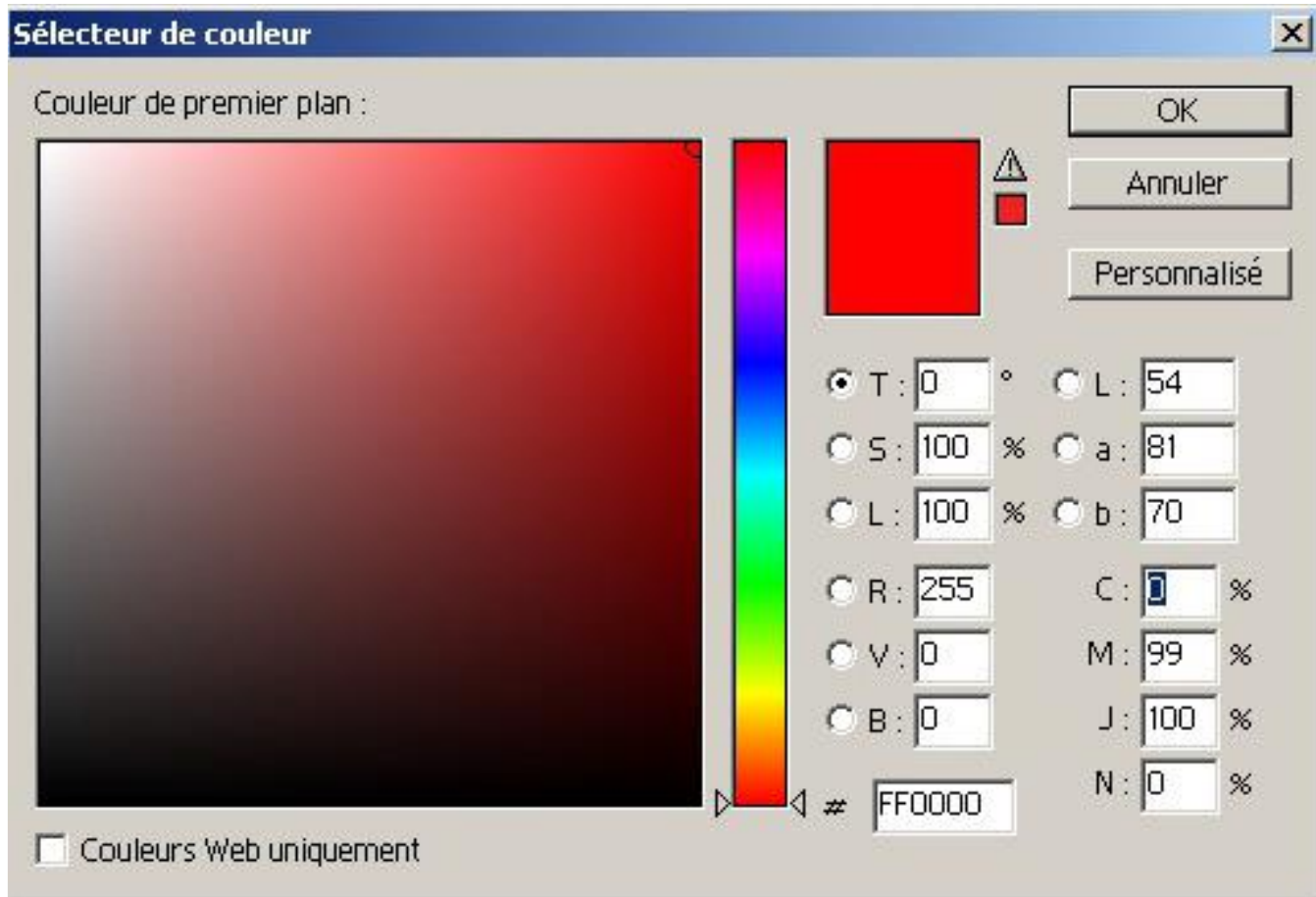


Luminance
+ 50%



Luminance
+ 100%

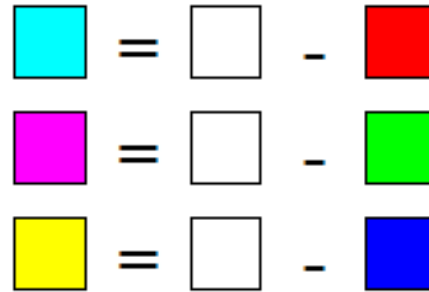




Sélecteur de couleur sous Photoshop

Conversion RGB → CMY



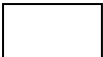




$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 255 \\ 255 \\ 255 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



Conversion RGB → TSL

1. Ramener R,G,B à l'intervalle [0,1]
(ex: $R=83\%$, $G=7\%$, $B=7\%$ → $R=0.83$, $G=0.07$, $B=0.07$)
2. Trouver le min et le max parmi R,G,B
($min=0.07$, $max=0.83$)
3. Si $min=max$ (donc couleur=gris) → $S=0$, $H=0$
4. Sinon, $L=(min+max)/2$
($L=(0.07+0.83)/2=0.45$)
5. Si $L<0.5$ → $S=(max-min)/(max+min)$
Si $L\geq 0.5$ → $S=(max-min)/(2.0-max-min)$
($L=0.45$ → $S=(0.83-0.07)/(0.83+0.07)=0.84$)
6. Si $R=max$ → $H=(G-B)/(max-min)$
Si $G=max$ → $H=2.0+(B-R)/(max-min)$
Si $B=max$ → $H=4.0+(R-G)/(max-min)$
($R=max$ → $H=(0.07-0.07)/(0.83-0.07)=0$)

Conversion des composantes entre deux modèles

	R	V	B	T	S	L
	255	0	0	0°	100%	100%
	255	255	0	60°	100%	100%
	255	255	255	0°	0%	100%
	128	128	128	0°	0%	50%
	128	56	180	275°	69%	71%
	128	200	5	82°	98%	78%
	0	0	0	0°	0%	0%