



DIRO
IFT 6150

TRAITEMENT D'IMAGES TEXTURES ET TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

Max Mignotte

Département d'Informatique et de Recherche Opérationnelle.

Http : [//www.iro.umontreal.ca/~mignotte/ift6150](http://www.iro.umontreal.ca/~mignotte/ift6150)

E-mail : mignotte@iro.umontreal.ca

TEXTURES ET TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

SOMMAIRE

Textures

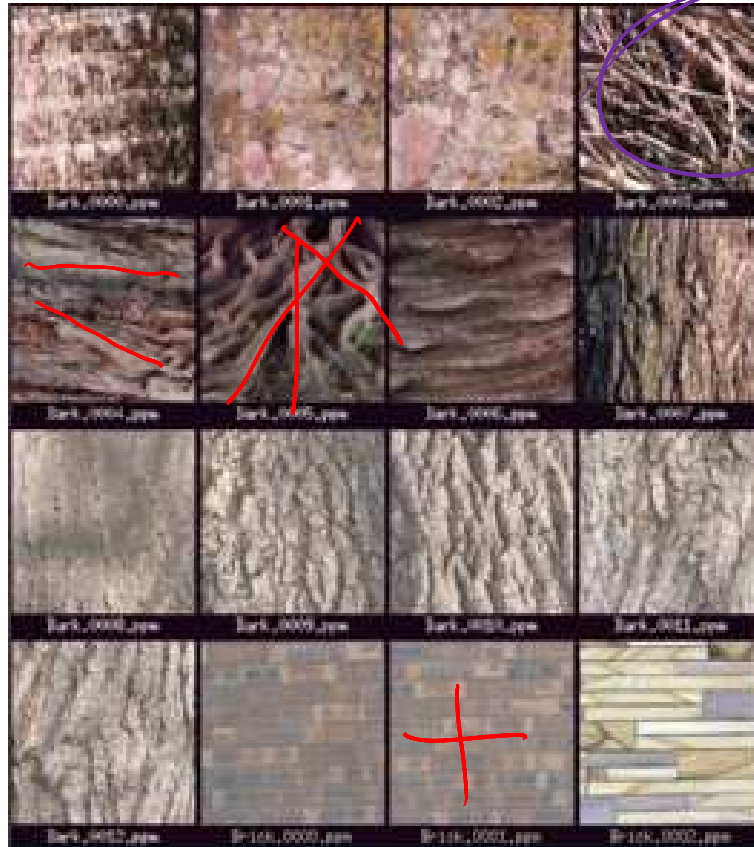
Exemples	2
Caractérisation de Texture	3

Traitement d'Images Couleurs

Représentation de la Couleur	7
Expérience de la CIE	9
Système de Référence de la CIE	10
Diagramme de Chromacité	11
Cube RGB	13
Espace des Couleurs CMY(K)	14
Espace des Couleurs HLS - HSV	16
Image RGB ► NG	17
Détection de Contours	18
Égalisation d'histogramme	19
Pseudo-Couleurs	20
Compression des Couleurs	21

TEXTURES

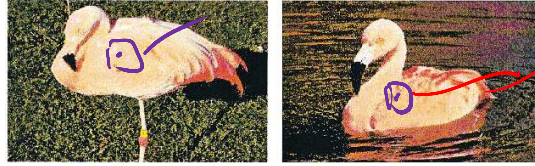
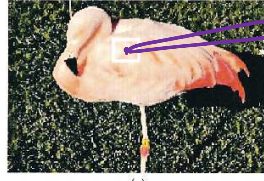
EXEMPLES



Exemples de Textures

TEXTURES

CARACTÉRISATION DE TEXTURE



► Détection, Segmentation, Recherche et Reconnaissance de texture, Indexation d'Images, etc.

Statistiques du Premier Ordre

$$\mu_1 = \sum_{k=0}^{255} k p_k$$

Moyenne

$$\mu_2 = \sigma^2 = \sum_{k=0}^{255} (k - \mu_1)^2 p_k$$

Variance

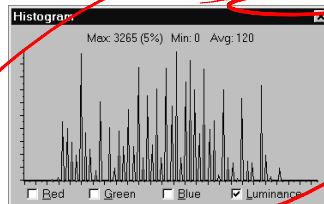
$$\mu_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum_{k=0}^{255} (k - \mu_1)^3 p_k$$

Moment d'ordre 3

$$\mu_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_{k=0}^{255} (k - \mu_1)^4 p_k - 3$$

Moment d'ordre 4 (Kurtosis)

p_k : Probabilité d'avoir un niveau de gris égale à k (cf. Histogramme)



TEXTURES

CARACTÉRISATION DE TEXTURE

Longueurs des plages de luminance constante

	k	1	2	3	4
0	2	1	0	0	0
1	1	0	1	0	0
2	3	0	0	0	0
3	1	2	0	0	0

$\theta = 0^\circ$

$$\text{Longueur Moyenne} = \frac{1}{T} \sum_k \sum_l k q(k, l)$$

$$\text{Richesse en plages longues} = \frac{1}{T} \sum_k \sum_l k^2 q(k, l)$$

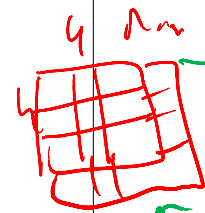
$$\text{Richesse en plages courtes} = \frac{1}{T} \sum_k \sum_l \frac{1}{k^2} q(k, l)$$

$$\text{Non-uniformité de luminance} = \frac{1}{T} \sum_k \left[\sum_l q(k, l) \right]^2$$

$$\text{Non-uniformité de longueur} = \frac{1}{T} \sum_l \left[\sum_k q(k, l) \right]^2$$

$$\text{Taux de plage} = \frac{1}{MN} \sum_k \sum_l q(k, l)$$

$$\text{Avec } T = \sum_k \sum_l q(k, l)$$



0-64 → 0

64-128 → 1

128-196 → 2

196-256 → 3

mor de briques

uniformité de l'uniformité de longueur

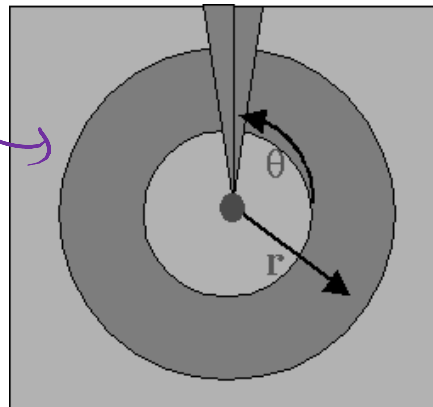
brins d'herbe grande non uniformité de l'uniformité (brins, orage, vent etc.)
grande non uniformité de l'uniformité

8
8
FFT
TFD
2
S_{rad}

TEXTURES

CARACTÉRISATION DE TEXTURE



Caractéristiques Spectrales

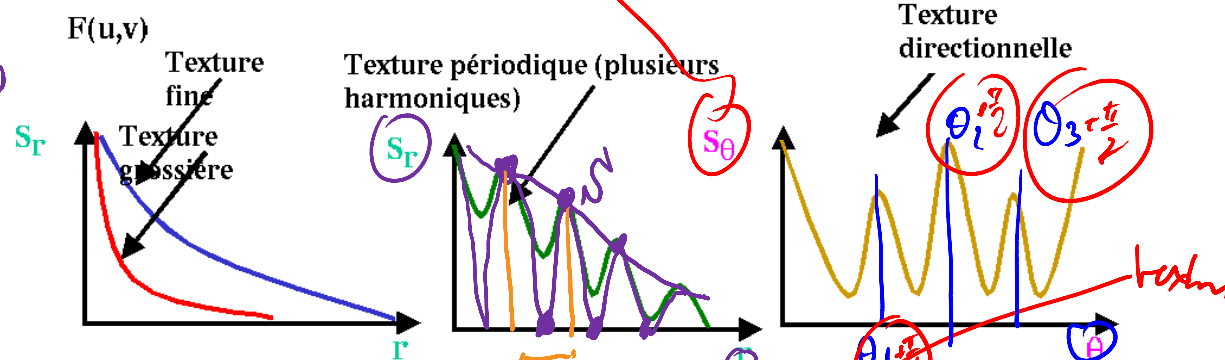


$$F(u, \nu)$$

$$S_r(r) = \int_0^\pi |F(r, \theta)| d\theta$$

$$S_\theta(\theta) = \int_0^R |F(r, \theta)| dr$$

 $\hat{=}$ 
S_{rad} FFT Freque

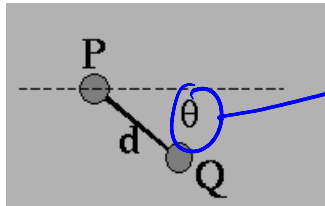
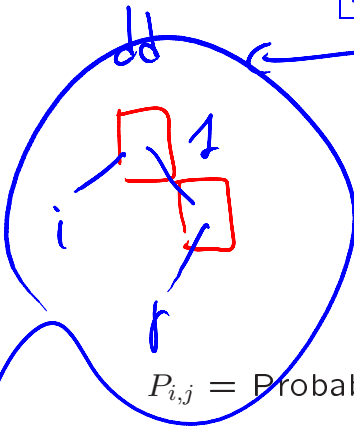


$\sim \rightarrow \rho \cdot \omega_T(r) \hat{=} T(r)$
f_{min} spatial
 $s \times \frac{1}{5} \frac{1}{7} |x|$
qui se cercle tous les $\frac{1}{7}$

TEXTURES

CARACTÉRISATION DE TEXTURE

Statistiques du second ordre
(Matrice de co-occurrence)

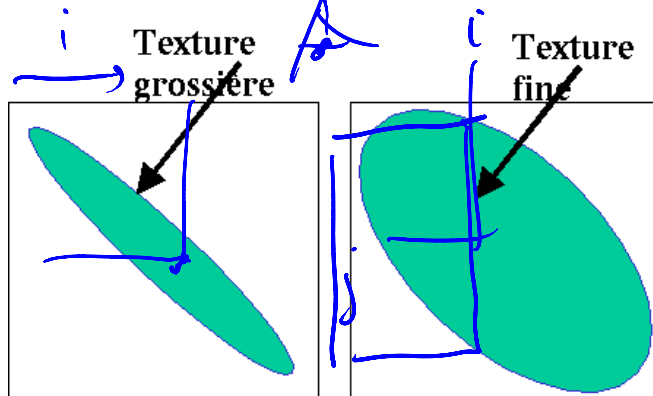


$$\theta = 45^\circ = \frac{\pi}{4}$$

$$d = 1$$

$$M(d, \theta) = [P_{i,j}]$$

$P_{i,j}$ = Probabilité[Luminance $P = i$, luminance $Q = j$]



$$\text{Énergie} = \sum_i \sum_j P_{i,j}^2$$

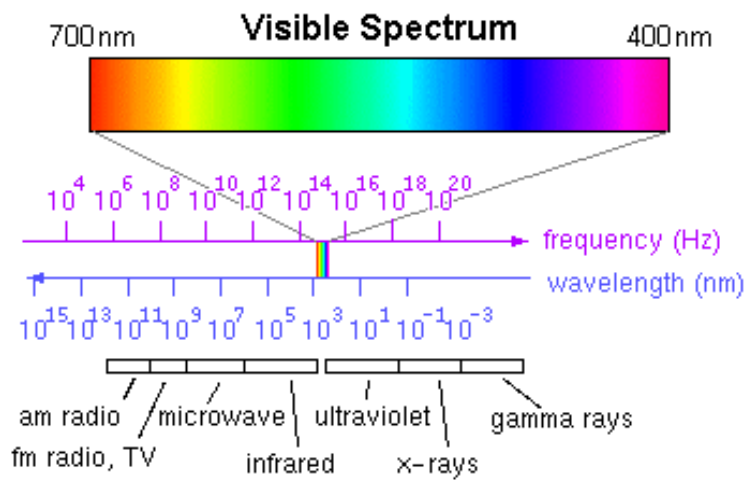
$$\text{Entropie} = H = - \sum_i \sum_j P_{i,j} \log P_{i,j}$$

$$\text{Probabilité max} = \max[P_{i,j}]$$

$$\text{Contraste} = C = \sum_i \sum_j |i - j|^2 P_{i,j}$$

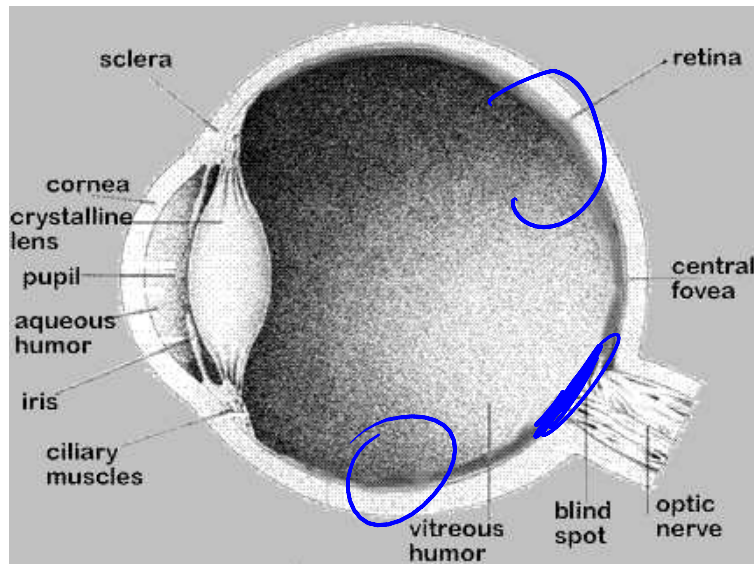
TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

REPRÉSENTATION DE LA COULEUR



la couleur correspond à une énergie électromagnétique comprise entre 380 et 780 nm

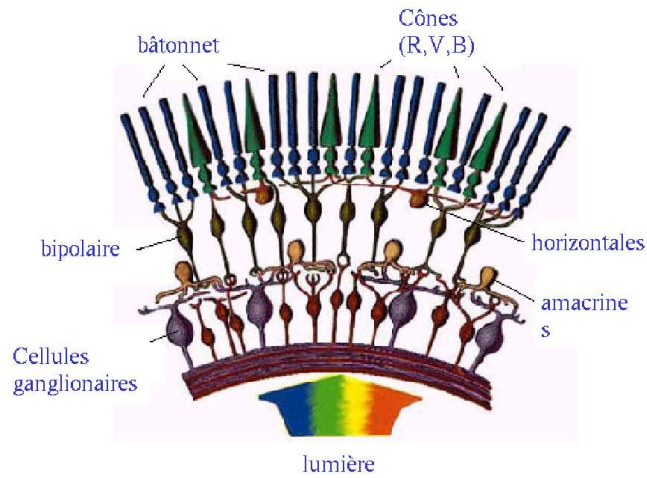
L'oeil



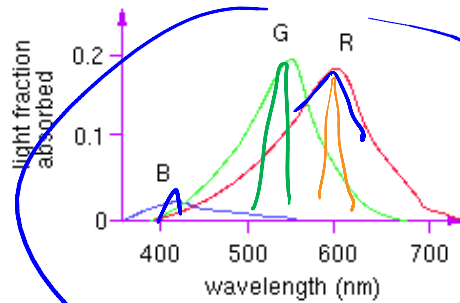
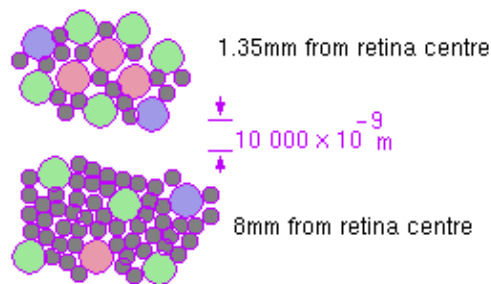
TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

REPRÉSENTATION DE LA COULEUR

La rétine

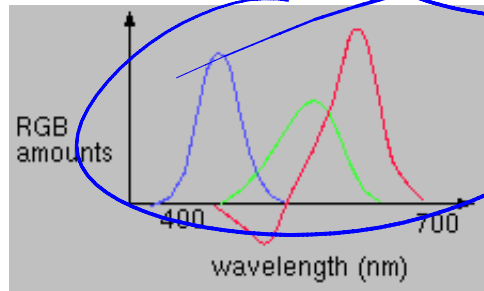
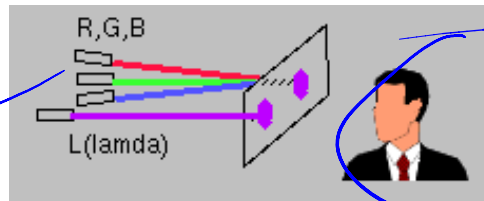


- Seulement les cônes sont responsables de la perception de la couleur

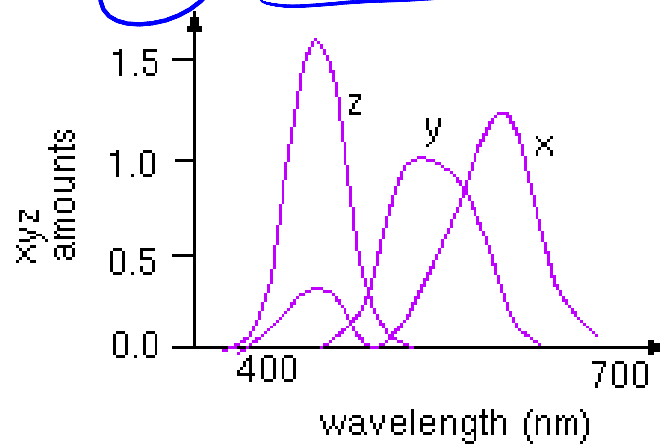


CIE
1949

TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS EXPÉRIENCE DE LA CIE



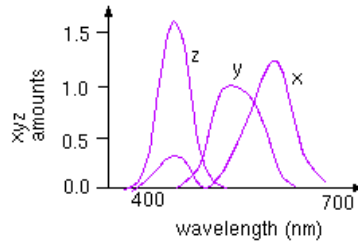
On peut obtenir pratiquement toutes les couleurs à partir de 3 couleurs primaires monochromatiques [435.8 (bleu), 546.1 (vert), et 700 (rouge) nm] MAIS réponse négative possible pour le rouge!



Afin d'avoir une représentation utilisant des coefficients de mélange positif, la CIE a définie trois source hypothétiques x, y, z (couleurs primaires virtuelles) ayant les spectres $R(\lambda), V(\lambda), B(\lambda)$.

TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

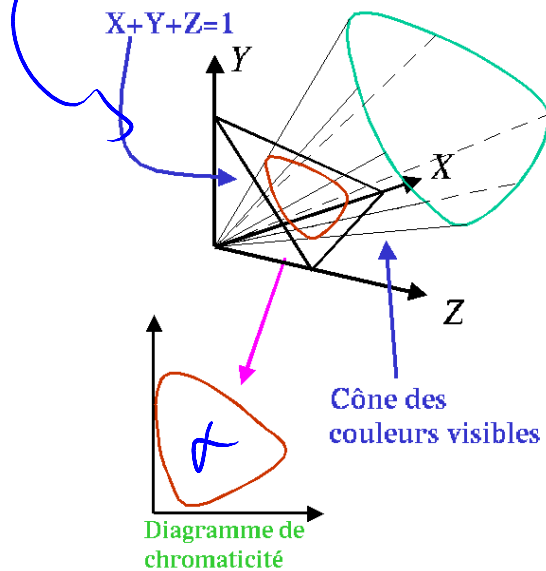
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE DE LA CIE



► Soit un spectre $E(\lambda)$,
les coefficients de mélange X , Y , Z sont données par

$$\begin{aligned} X &= \int R(\lambda) E(\lambda) d\lambda \\ Y &= \int V(\lambda) E(\lambda) d\lambda \\ Z &= \int B(\lambda) E(\lambda) d\lambda \end{aligned}$$

► Les poids X , Y , Z forment l'espace 3D de la CIE



TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

DIAGRAMME DE CHROMACITÉ

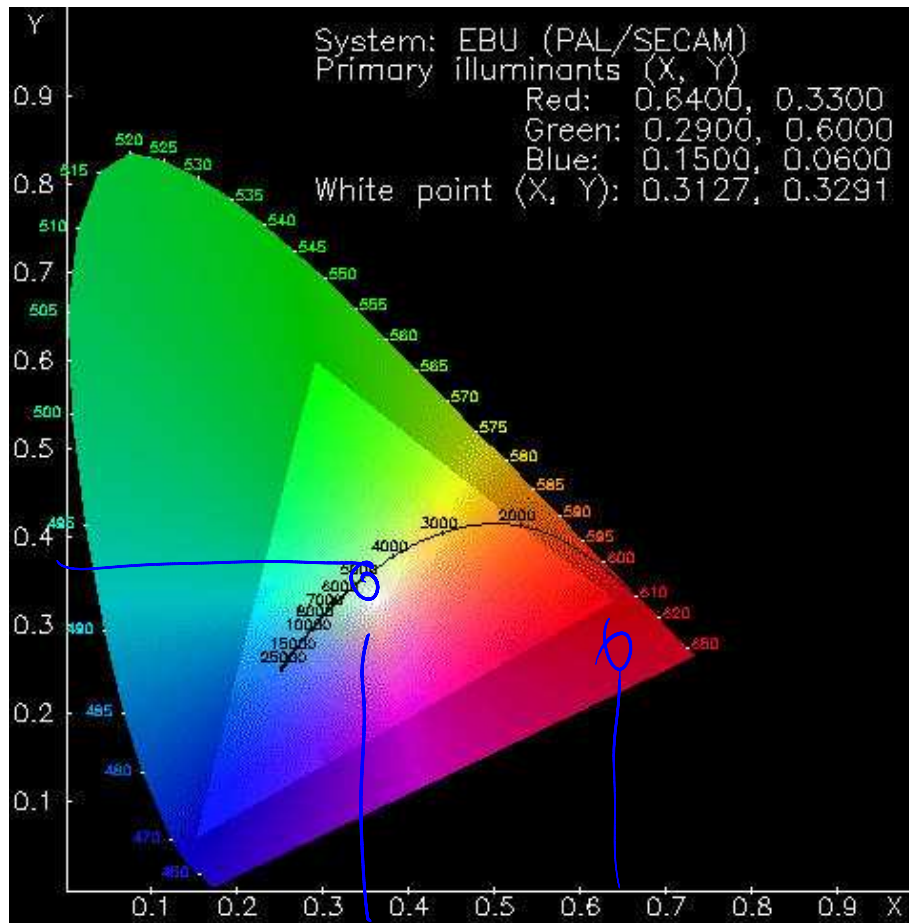
► Plus efficace de travailler
dans un espace des couleurs 2D (x, y)

$$\text{Luminance} = X + Y + Z$$

$$x = X/(X + Y + Z)$$

$$y = Y/(X + Y + Z)$$

$$z = Z/(X + Y + Z) = 1 - x - y$$



TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

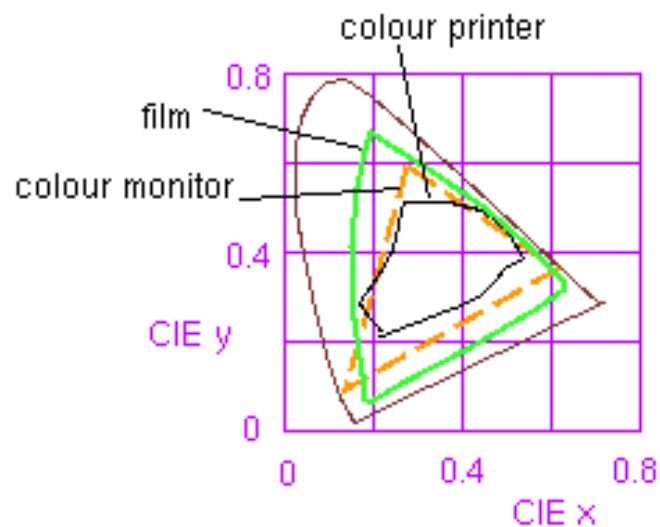
DIAGRAMME DE CHROMACITÉ

Exemples

Source	x	y
Lampe fluorescente ..	0.35	0.37
Soleil	0.32	0.33
Phosphore rouge	0.68	0.32

Gamut de Couleur

- Le diagramme de chromacité peut être utilisé pour comparer le "Gamut" de différents médiums (i.e., imprimante, moniteurs, etc.)

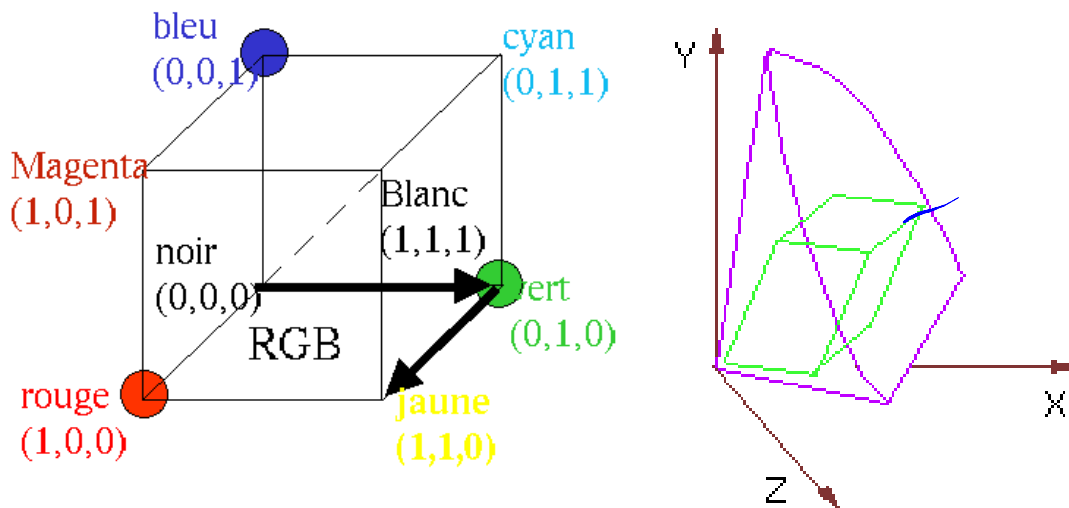


Remarque

Une imprimante ne peut reproduire toutes les couleurs visibles d'un moniteur

TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

CUBE RGB



Le model de couleur additive est représenté par le cube RGB
Ce cube est compris dans l'espace des couleurs de la CIE

Affichage de Couleur

Un papier vert est vert car celui-ci reflète le vert et absorbe les autres couleurs

Couleur	absorbe	réfléchie
cyan	rouge	bleu et vert
magenta	vert	bleu et rouge
jaune	bleu	rouge et vert
noir	tous	aucun

blanc

aucun

Et ces couleurs

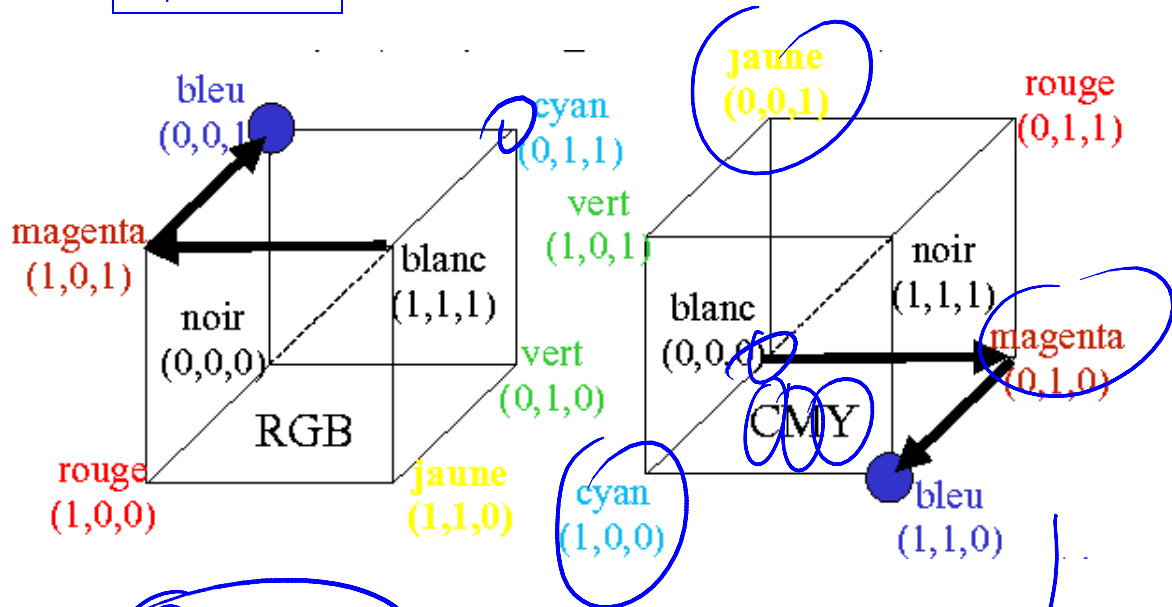


TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

ESPACE DE COULEUR CMY(K) (1)

- Utilisé par les imprimantes

Espace CMY



$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad \left(\underbrace{\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}}_{\text{bleu}_{CMY}} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}}_{\text{blanc}} - \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}}_{\text{bleu}_{RGB}} \right)$$

- Dans l'espace RGB, on commence avec le blanc et on soustrait la qte voulue de vert (avec ajout d'encre magenta) puis de rouge (avec encre cyan, etc.)

TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

ESPACE DE COULEUR CMY(K) (2)

Espace $C_k M_k Y_k K$

K désigne l'encre noire

1- Transformation RGB ► CMY

$$2 - K = \min(C, M, Y)$$

$$3 - \begin{bmatrix} C_k \\ M_k \\ Y_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} K \\ K \\ K \end{bmatrix}$$

Exemple

Réalisation un gris légèrement jaune, i.e.

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \\ 0.6 \end{bmatrix}$$

CMY

$$K = \min(C, M, Y) = \min(0.5, 0.5, 0.6) = 0.5$$

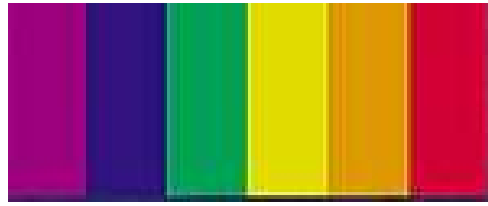
$$\begin{bmatrix} C_k \\ M_k \\ Y_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \\ 0.6 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.1 \end{bmatrix} \iff \begin{bmatrix} C_k \\ M_k \\ Y_k \\ K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.1 \\ 0.5 \end{bmatrix}$$

Si on veut générer un gris moyen légèrement jaune, on utilise la cartouche d'encre noire pour la composante grise (0.5) et un peu de jaune (0.1) au lieu d'utiliser les trois cartouches C, M, Y

RUP

TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

ESPACE DE COULEUR HLS HSV



Teinte (*Hue*)

- Déterminé par la longueur d'onde dominante
- Rouge, jaune, Pourpre



Saturation

- Distance du gris de même intensité
- De gris (blanc) à pure

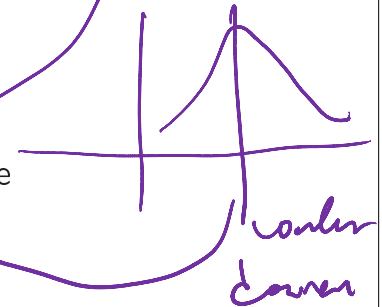


Luminance (*Lightness*)

- Intensité de lumière que la couleur réfléchit/transmet
- Brillance (*brightness*) pour émission

► Compréhension des différentes couleurs plus intuitive

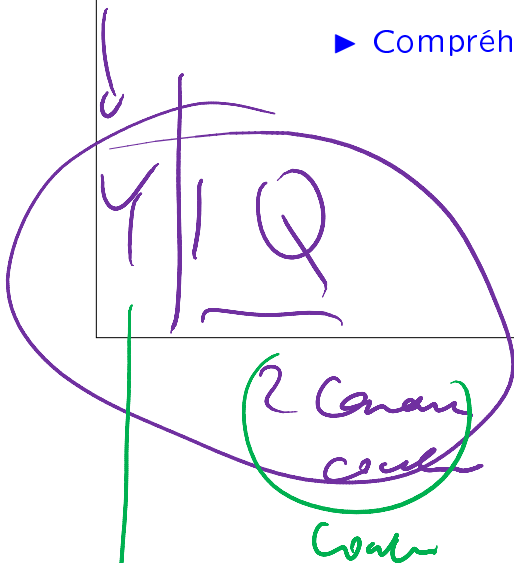
HSV



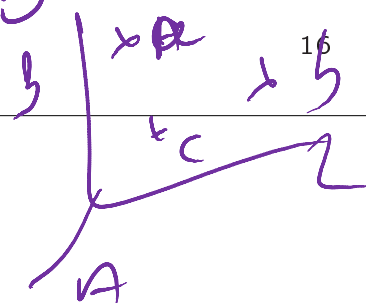
HSV

RUP
1 f

couleur



CAB



Y, Q
1 f

(0.251)

TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

P. 9 m

IMAGE RGB ► NG

(0.44)

+ ppm

(0.44)

				111	14	126	36	12	36
				36	11	36	12	17	111
		200	36	12	36	14	36	12	36
		200	11	14	126	17	111	14	36
10	128	126	200	12	111	14	36	17	111
17	36	36	14	36	72	17	111	12	36
12	17	126	17	111	200	12	126		
14	200	36	12	126	17	14	36		
126	200	11	14	36	72				
36	12	17	72	106	155				

10	128	126	200	12	111
111	14	126	36	12	36
17	36	36	14	36	72
12	17	126	17	111	200
14	200	36	12	126	17
126	200	11	14	36	72
36	12	17	72	106	155

$$256 \times 256 \times 256 = 16.7 \text{ M}$$

P6

#...

6 6

R₁ V₁ R₂ V₂ R₃

RGB



Conversion -> Ng

Color

G

(R+G+B)/3



17

image

not pixel

ppm

TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

DÉTECTION DE CONTOURS



Original

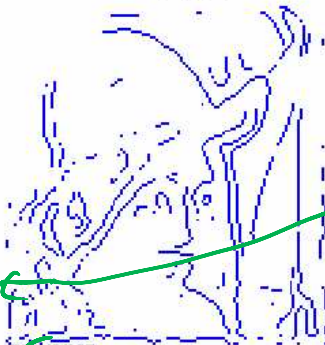
R - Edges



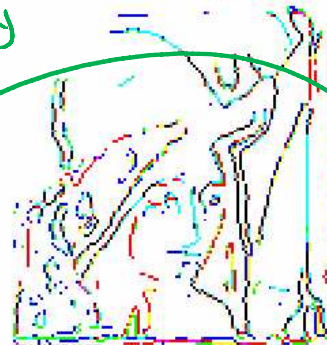
G - Edges



B - Edges



All - Edges



$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

Canny

$$G_x = I(x+1,y) - I(x,y)$$

$$G_y = \begin{pmatrix} R \\ U \\ D \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} R+ \\ V+ \\ b+ \end{pmatrix}$$

$$G_z = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$\begin{pmatrix} R \\ V \\ D \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} R+ \\ V+ \\ D+ \end{pmatrix}$$

1
2
 ∞

183

C_n

180

TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

ÉGALISATION D'HISTOGRAMME



Image originale



Sur R, V, B individuellement



À partir de $I = (R + V + B)/3$

TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS PSEUDO-COULEURS

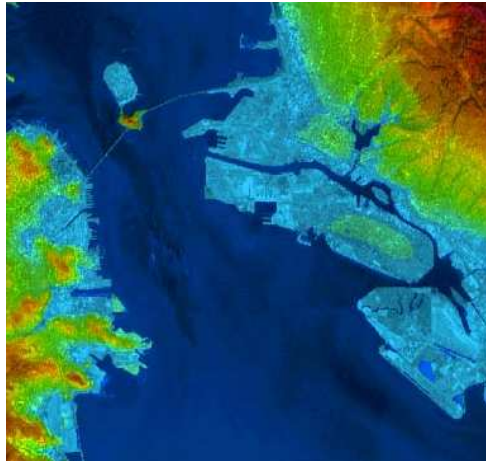
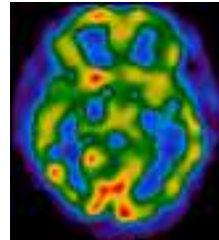
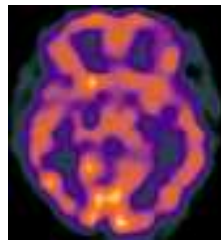
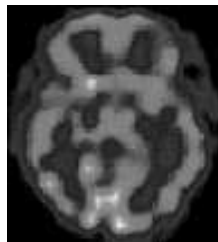
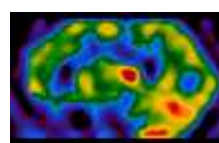
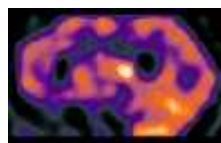


Image SPOT de la baie de San Francisco avec couleur = altitude

première
Ng
Fila
Tr.
de
contr

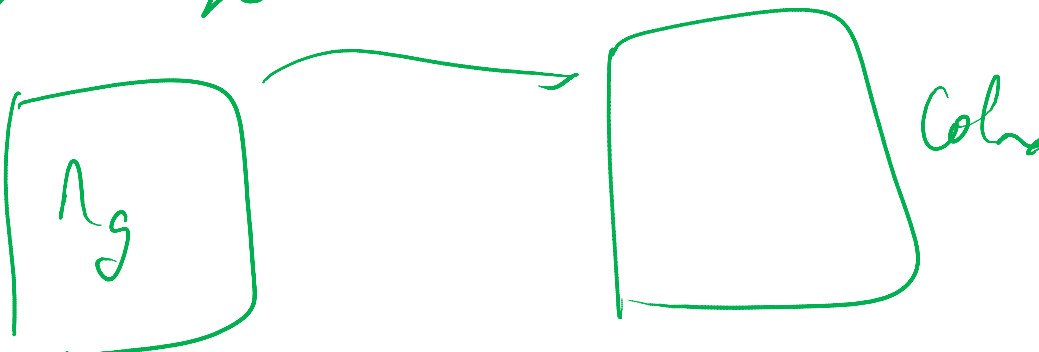


Transaxial



Coronal

Colorize.

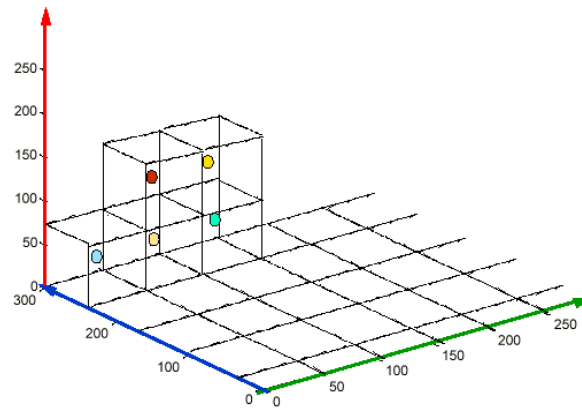


TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

COMPRESSION DES COULEURS (1)



Quantification indépendante de l'image



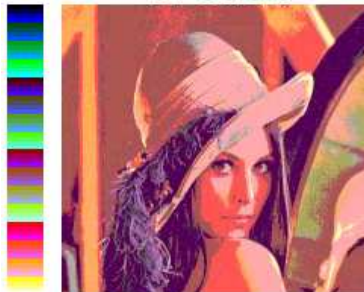
Original



125 Colors



64 Colors



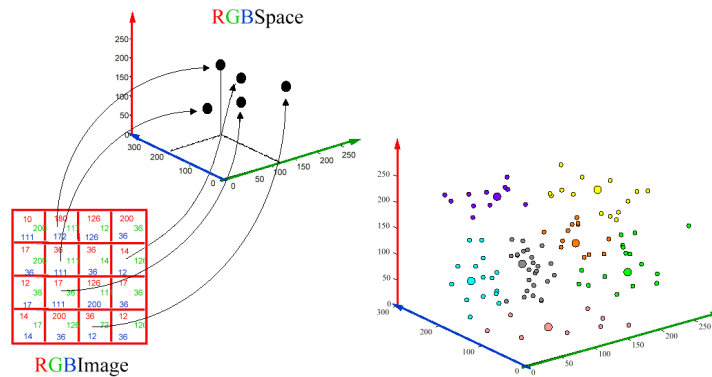
27 Colors



TRAITEMENT D'IMAGES COULEURS

COMPRESSION DES COULEURS (2)

Quantification dépendante de l'image



Principe On divise l'espace RGB en fonction de la distribution des pixels dans cette espace

- On élague les bords du cube RGB qui sont vides
- On partage l'espace restant en deux parties égales en nombre de points (partage médian)
- On répète les deux étapes récursivement
- On obtient 4, 8, ..., boîtes qui contiennent chacune à peu près le même nombre de pixels et dont la taille est inversement proportionnelle à leur densité
- On affiche pour tous les pixels de la boîte la couleur associée au centre de la boîte ou la moyenne des couleurs des pixels qu'elle contient

