Couleur

G.-P. Bonneau

POLYTECH GRENOBLE

Motivation

Calibration (moniteurs, projecteurs, imprimantes, scanners)

Codage (RGB, HSV, xyY, Lab…)

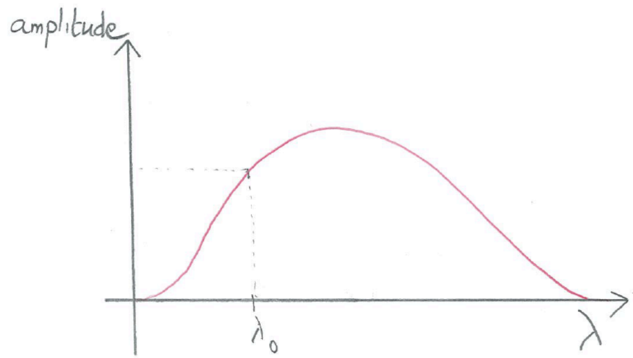
Comment définir les couleurs?

Comment l'humain les perçoit?

Comment les coder?

Lumière

- Signal lumineux
  - Somme de signaux à une longueur d'onde donnée
- Spectre lumineux
  - Amplitude pour chaque longueur d'onde



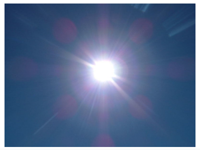
Spectre lumineux

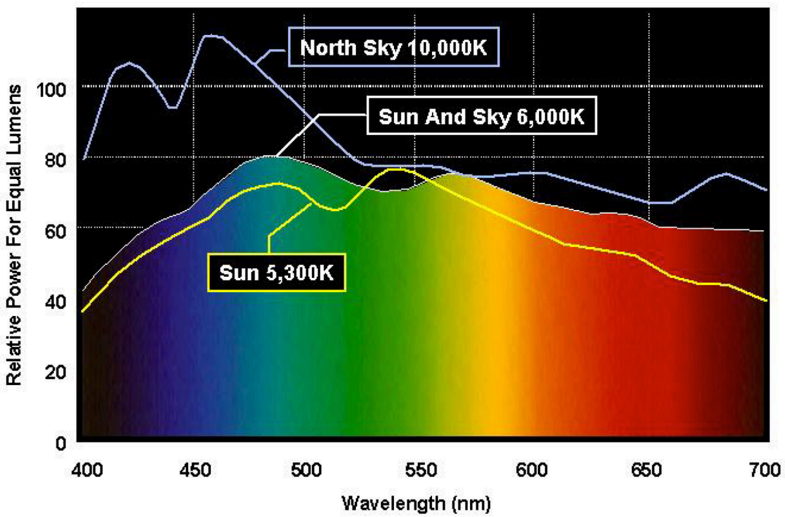
G.-P. Bonneau

- Lumière visible
  - De 400 nm à 700 nm
  - Au dessus: infrarouge, micro-onde, radio
  - En dessous: ultra-violet, rayon X, nucléaire

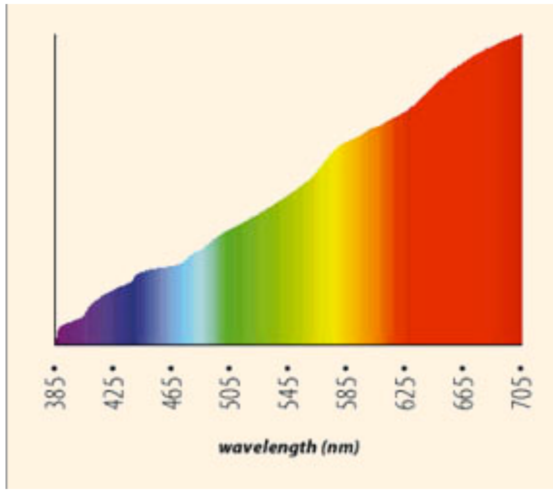
Exemples de spectre dans lumière visible

Démo

Lumière naturelle 

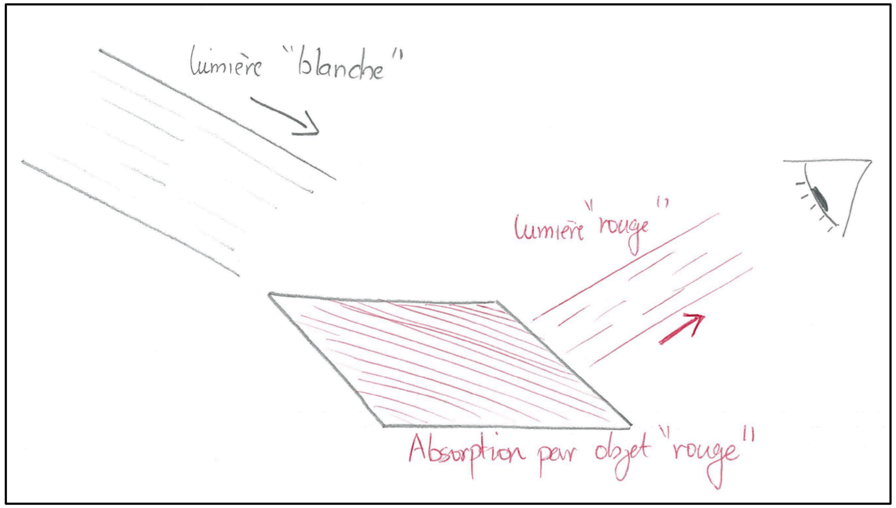


Lampe à incandescence 



Lumière - Interactions

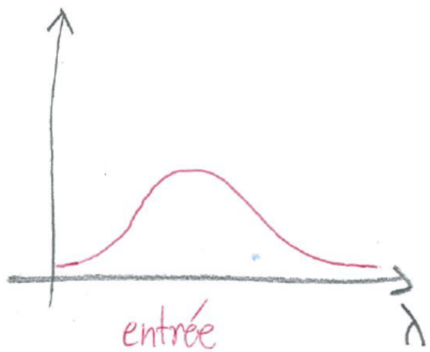
- Emission
- Réflection
- Transmission (réfraction)
- Absorption

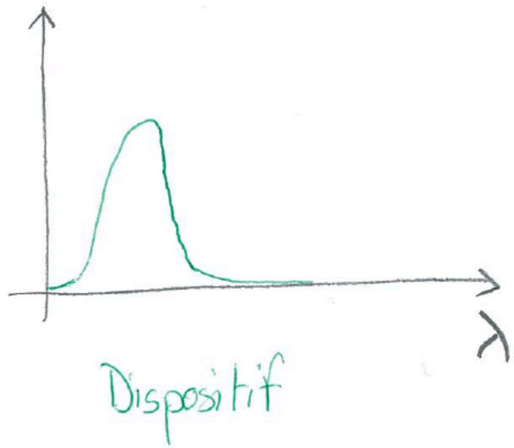


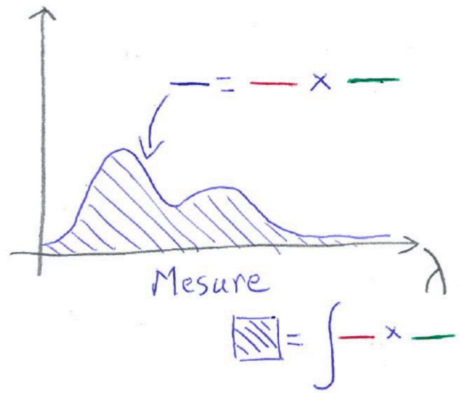
Lumière - Mesure

Abstraction:

Spectre lumineux (fonction) -> Dispositif (fonction) -> Un nombre (Intégrale)



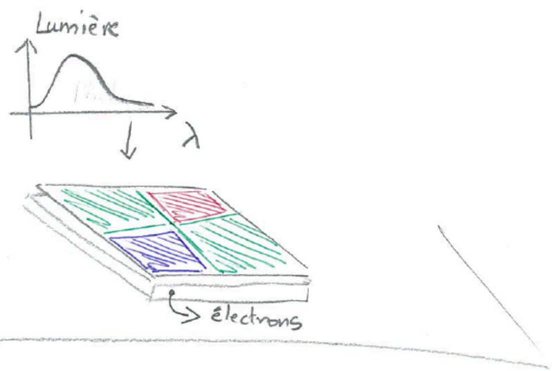




Mesure = Calcul d'Intégrale!!!

Deux dispositifs de mesure

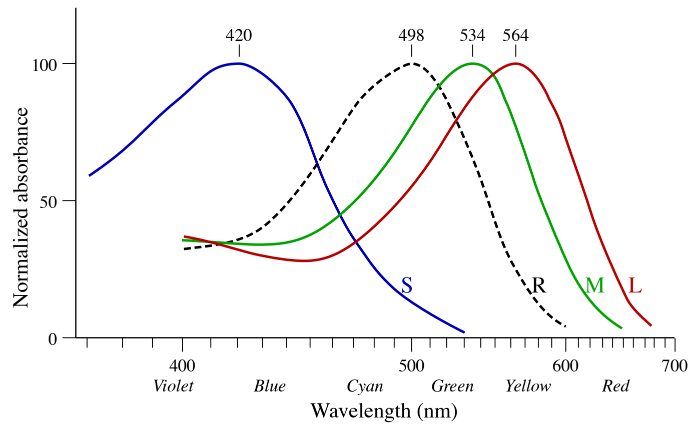
- Capteur CCD
  - Photoélectrique
  - Filtre de Bayer



- Signal électrique numérisé

- Œil
  - Biochimique (Phototransduction)
  - Cônes S, M, L

    (+ bâtonnets R)

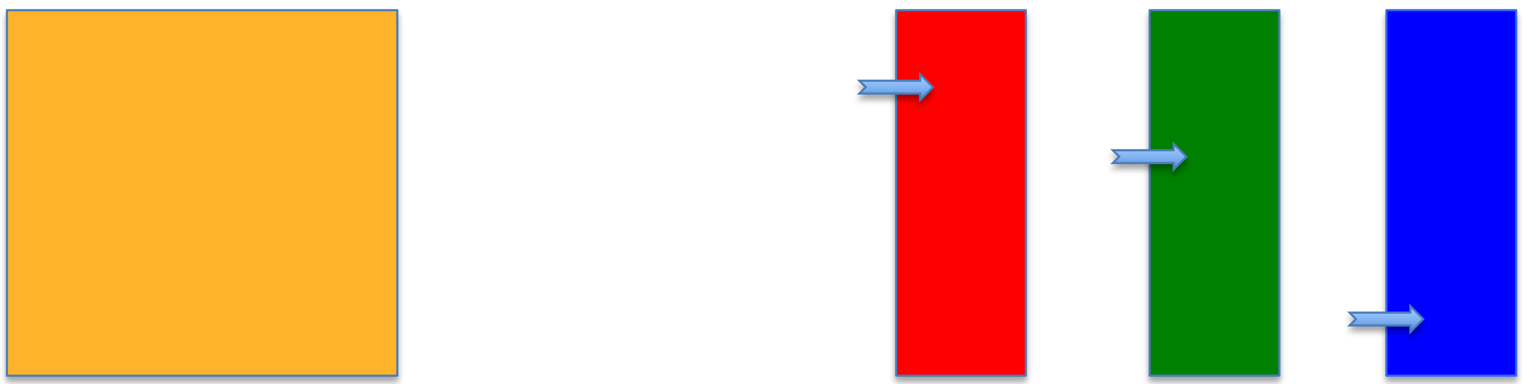


- Signal électrique transmis au système nerveux

Espace de couleur par expérimentation (1929-1931)

- Trois couleurs monochromatiques « Primaires »
  - Lasers R = 700 nm, G = 546 nm, B = 435 nm

- Ajustement de la luminosité des primaires jusqu’à identification



Lois de Grassmann

- Expérimentations

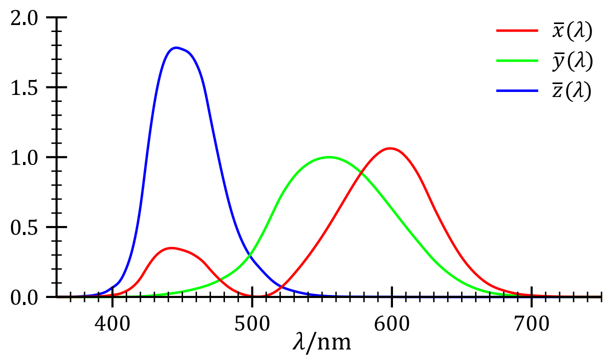
$$\begin{array}{l} C_1 = (R_1, G_1, B_1) \\ C_2 = (R_2, G_2, B_2) \end{array} \Longrightarrow C_1 + C_2 = (R_1 + R_2, G_1 + G_2, B_1 + B_2)$$

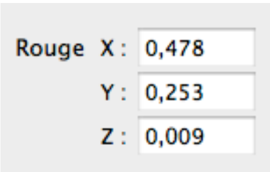
$$C = (R, G, B) \Longrightarrow \alpha C = (\alpha R, \alpha G, \alpha B)$$

Nécessité d'une mesure standard: espace X, Y, Z

- S, M, L: dépend de l'observateur!!!
- Commission Internationale de l'Eclairage
  - Définition d'un « Observateur Standard »
  - 3 mesures X, Y, Z : données par 3 spectres

$$\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$$





Utilitaire de calibration Mac OS X

Espace x, y, Y
Chrominance, Luminance

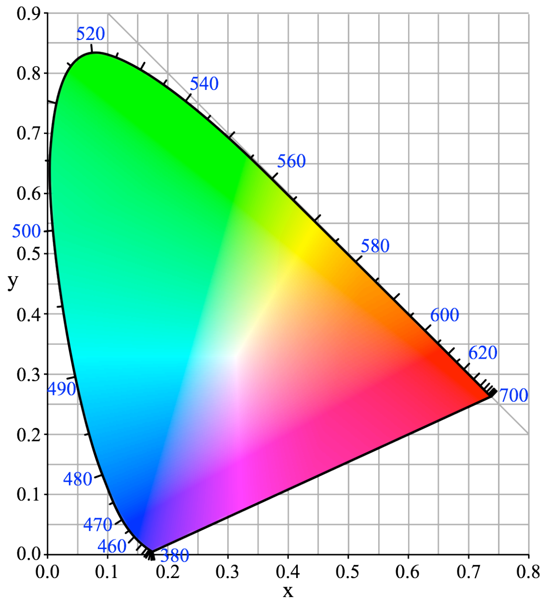
On conserve Y, la luminance
On normalise X, Y, Z en x, y, z

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$
$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$
$$z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

x, y: Chrominance
Y: Luminance

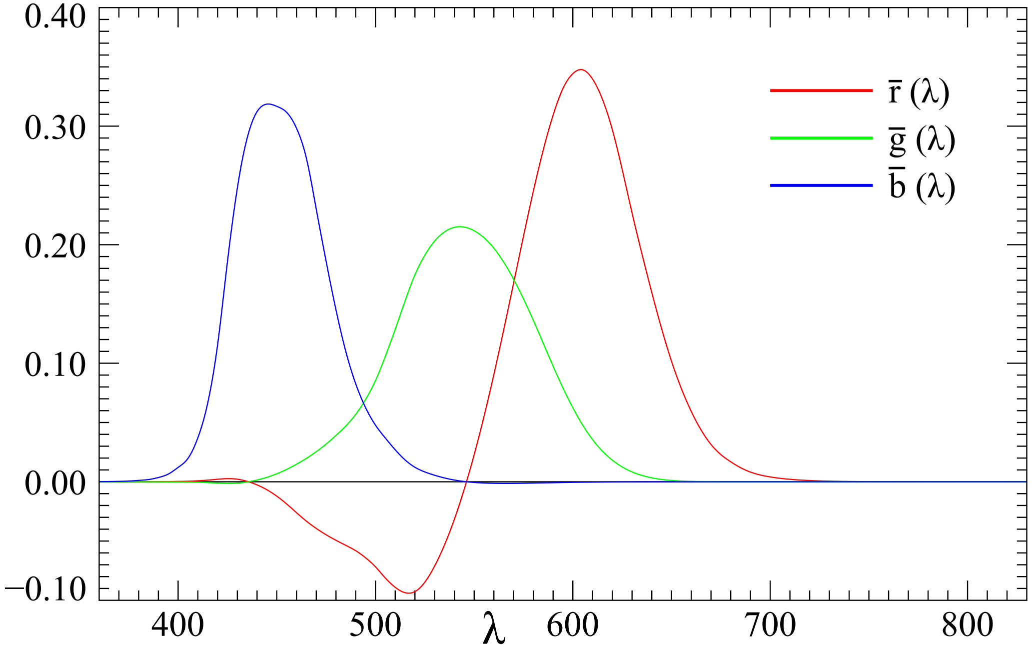
Diagramme de Chrominance

Blanc : (1/3, 1/3)



G.-P. Bonneau

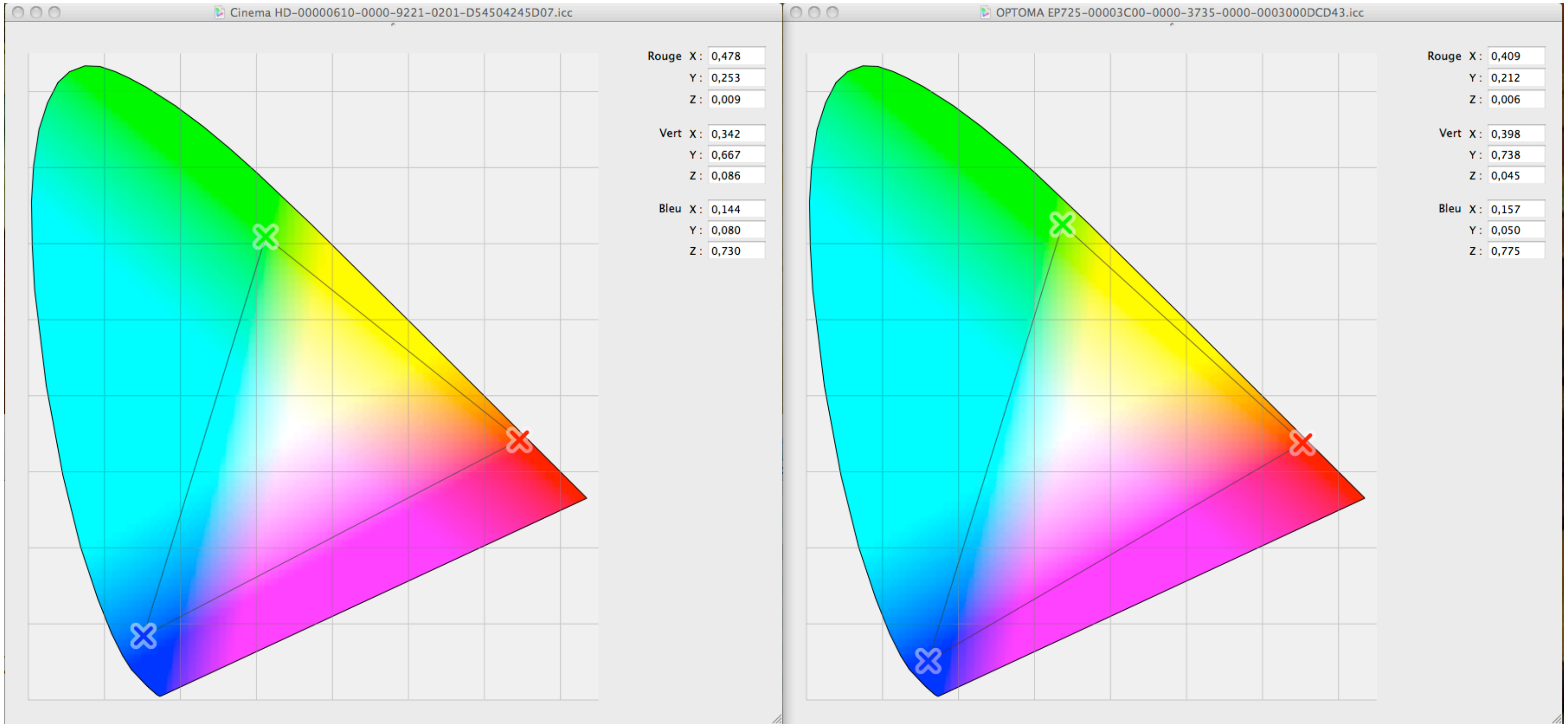
Espace de couleur par Expérimentation



- 3 couleurs « primaires » non monochromatiques
- Une couleur monochromatique
- On règle l'intensité des primaires pour retrouver la couleur monochromatique
    - Quantité négatives!!!

Espace RGB

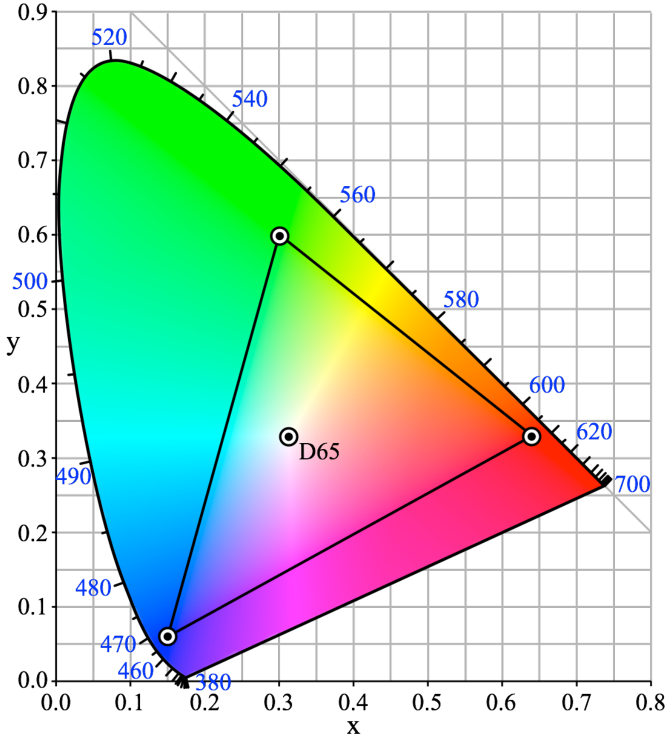
- (X, Y, Z) pour les pixels rouge, vert, bleu du moniteur => coordonnées R, G, B



Outil de calibration Mac OS X

Gamut

- Ensemble des couleurs pouvant être rendus par un dispositif

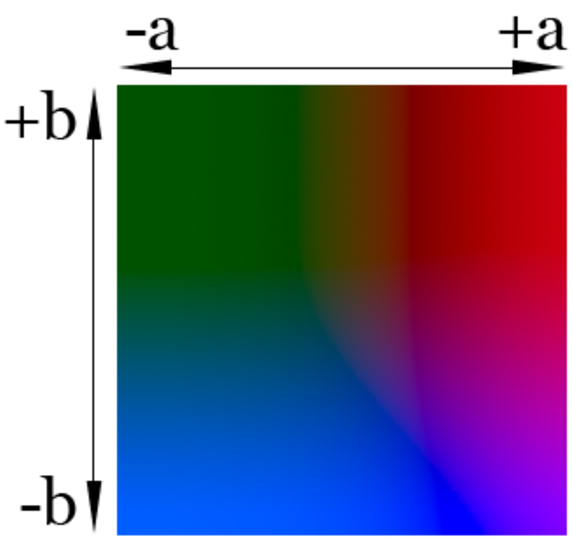


Rec. 709
sRGB, standard pour la HDTV

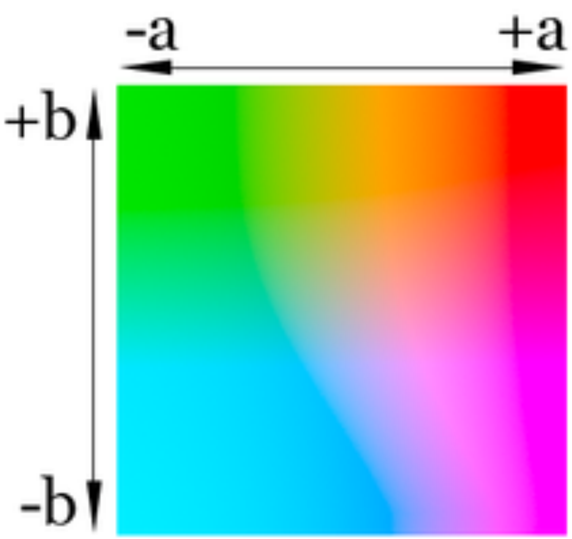
G.-P. Bonneau

Espace lié à la perception

- CIE L,a,b
  - différence *perçue* $\simeq$ distance dans le diagramme
  - 2 composantes chromatiques a et b
- Non linéaire



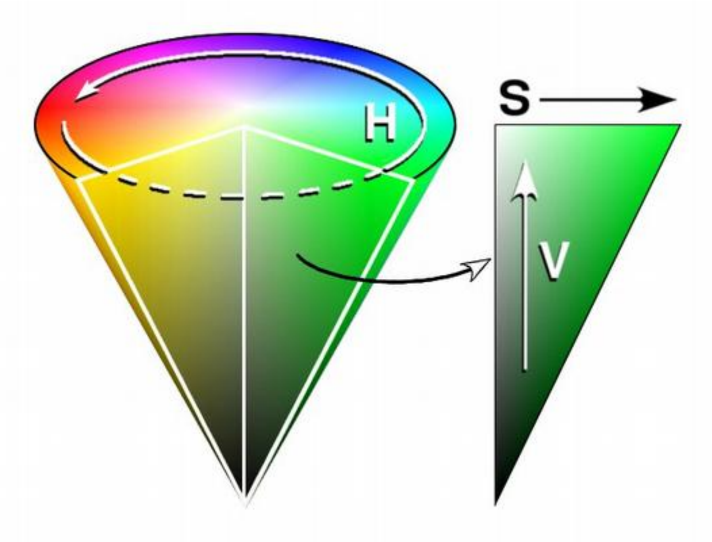
Luminosité à 25%

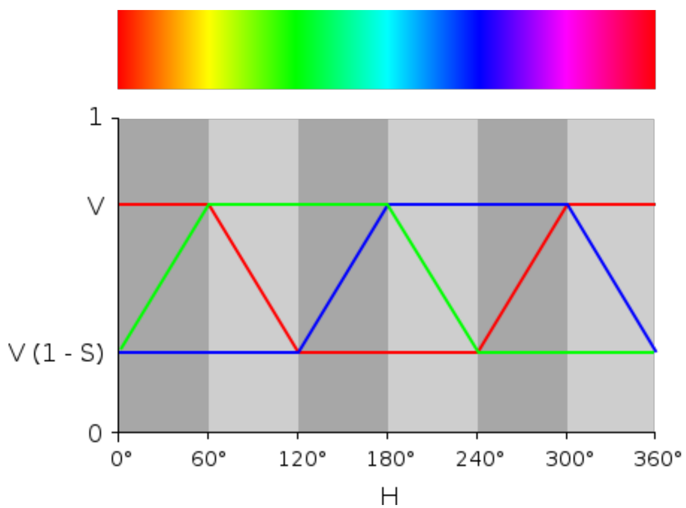


Luminosité à 75%

Espace lié à la perception

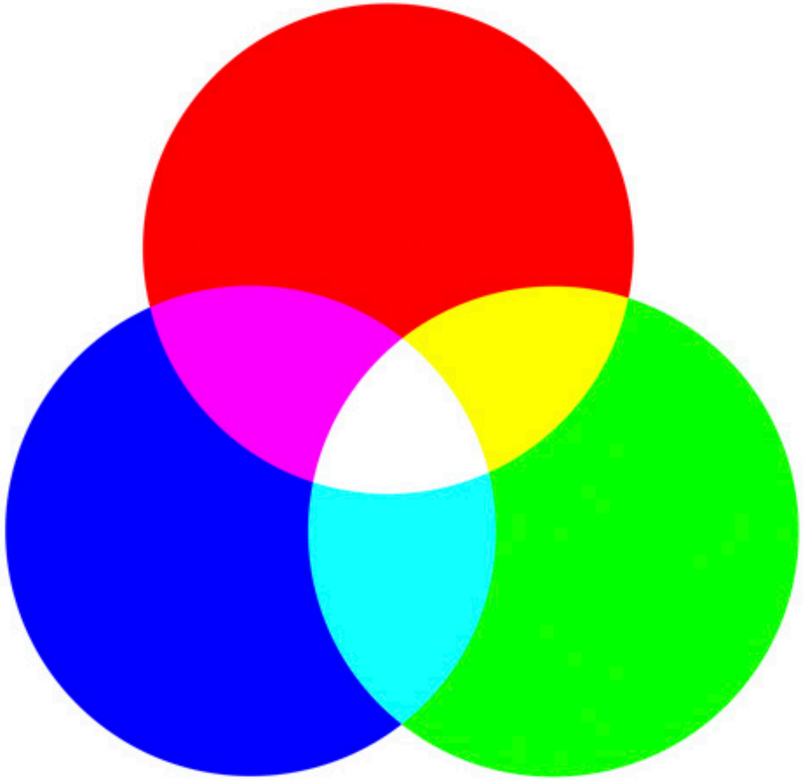
- HSV
  - Séparation de la Chrominance, Saturation et Luminosité
  - Modèle périodique pour la teinte





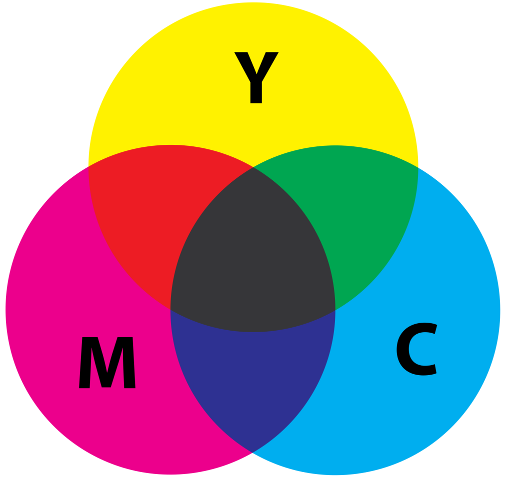
Synthèse Additive

- Moniteurs

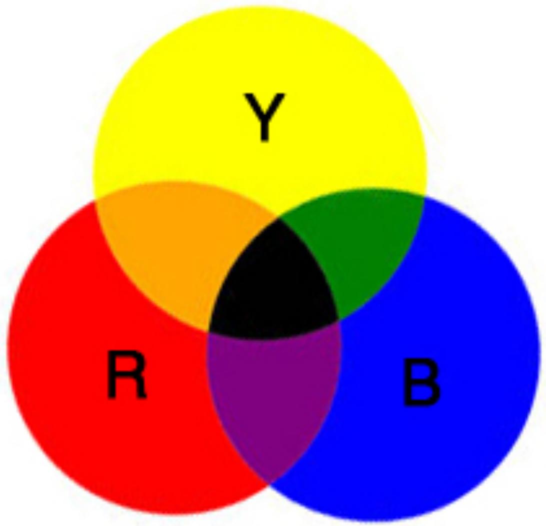


Synthèse Soustractive

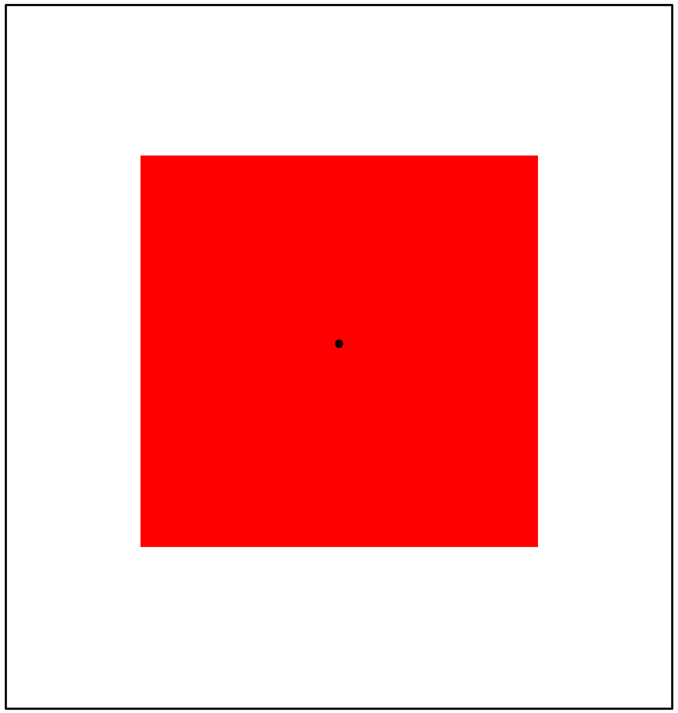
- Imprimante: CMYK



- Peinture: RYB



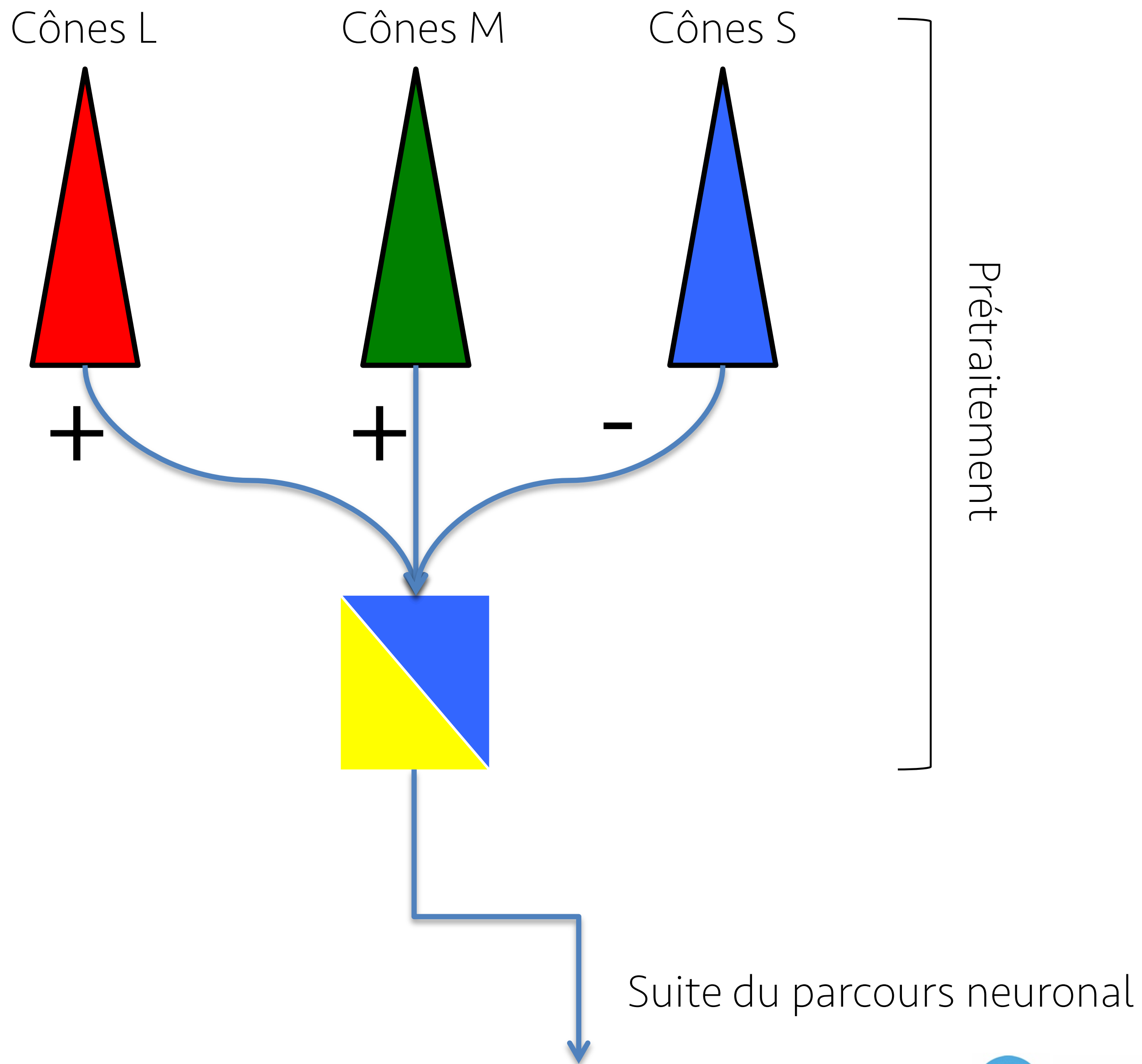
Couleurs Opposées



Couleurs Opposées


note:
black & white

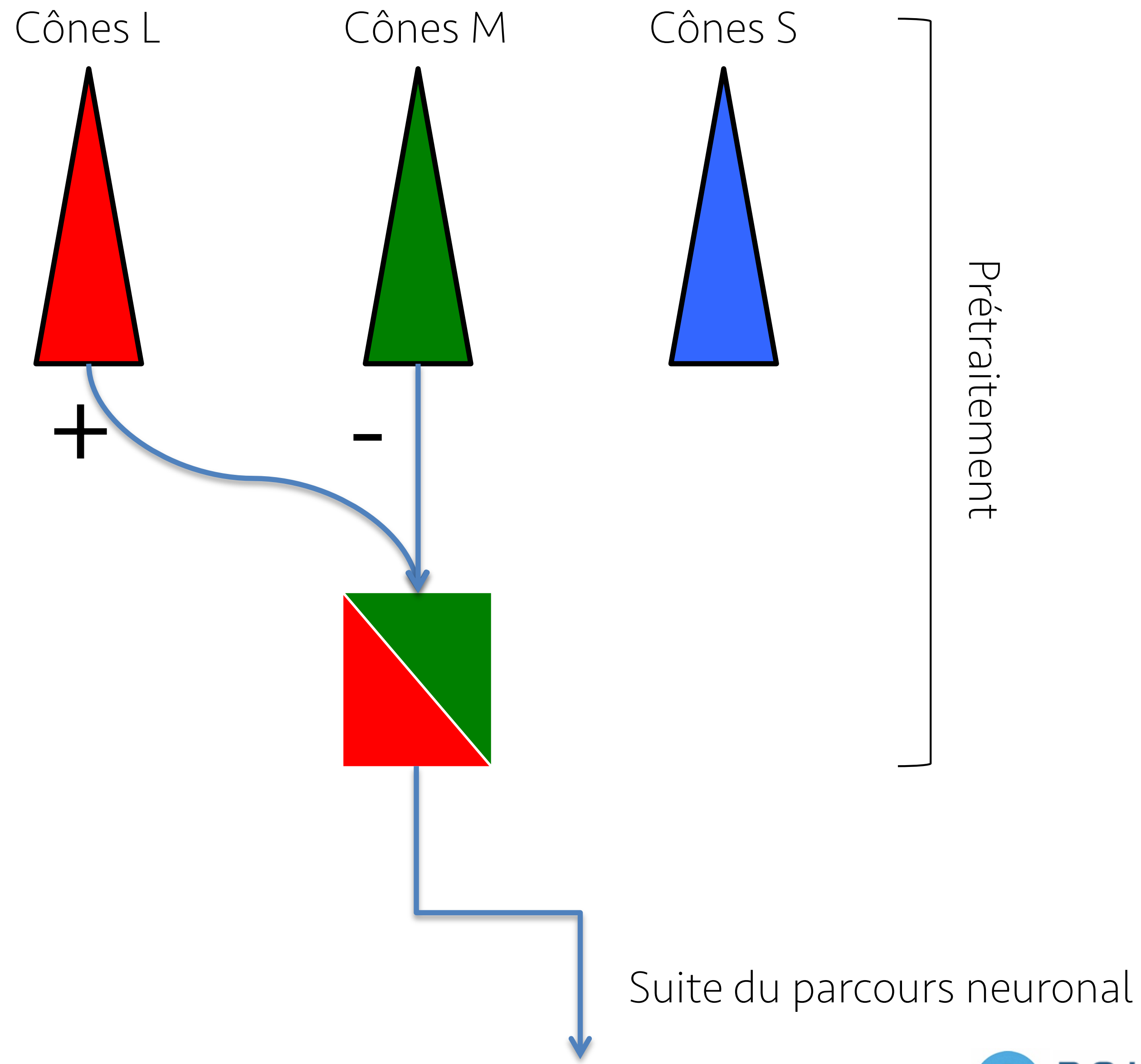
Couleurs Opposées: Bleu/Jaune



+ excitation
- inhibition

G.-P. Bonneau

Couleurs Opposées: Rouge/Vert

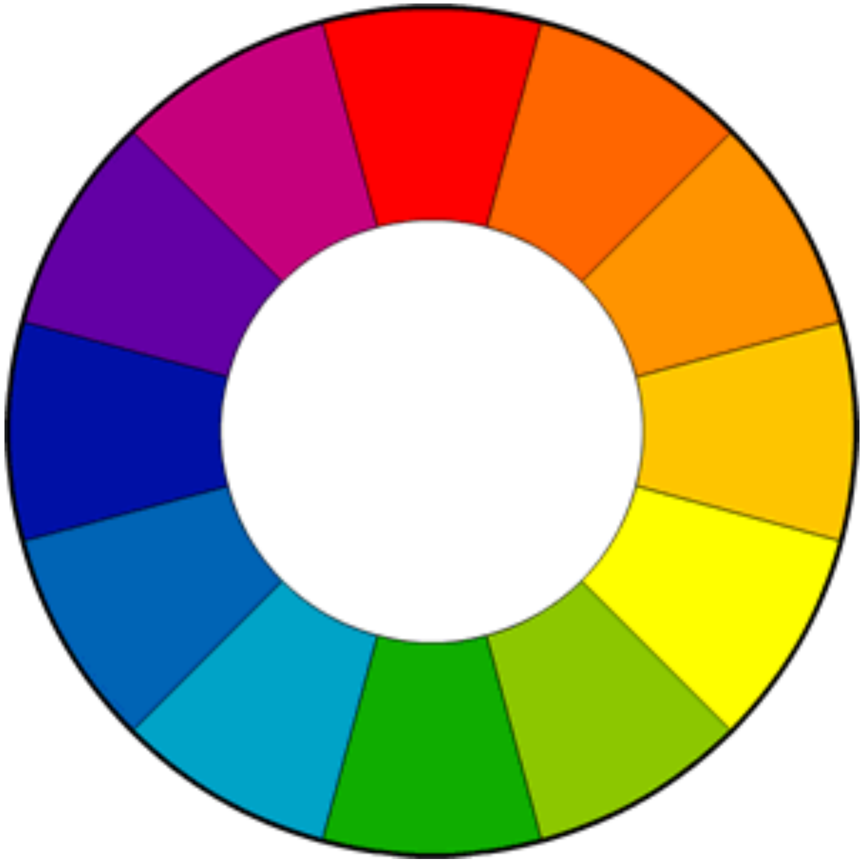


+ excitation
- inhibition

G.-P. Bonneau

POLYTECH GRENOBLE

Color Wheel



G.-P. Bonneau

POLYTECH GRENOBLE