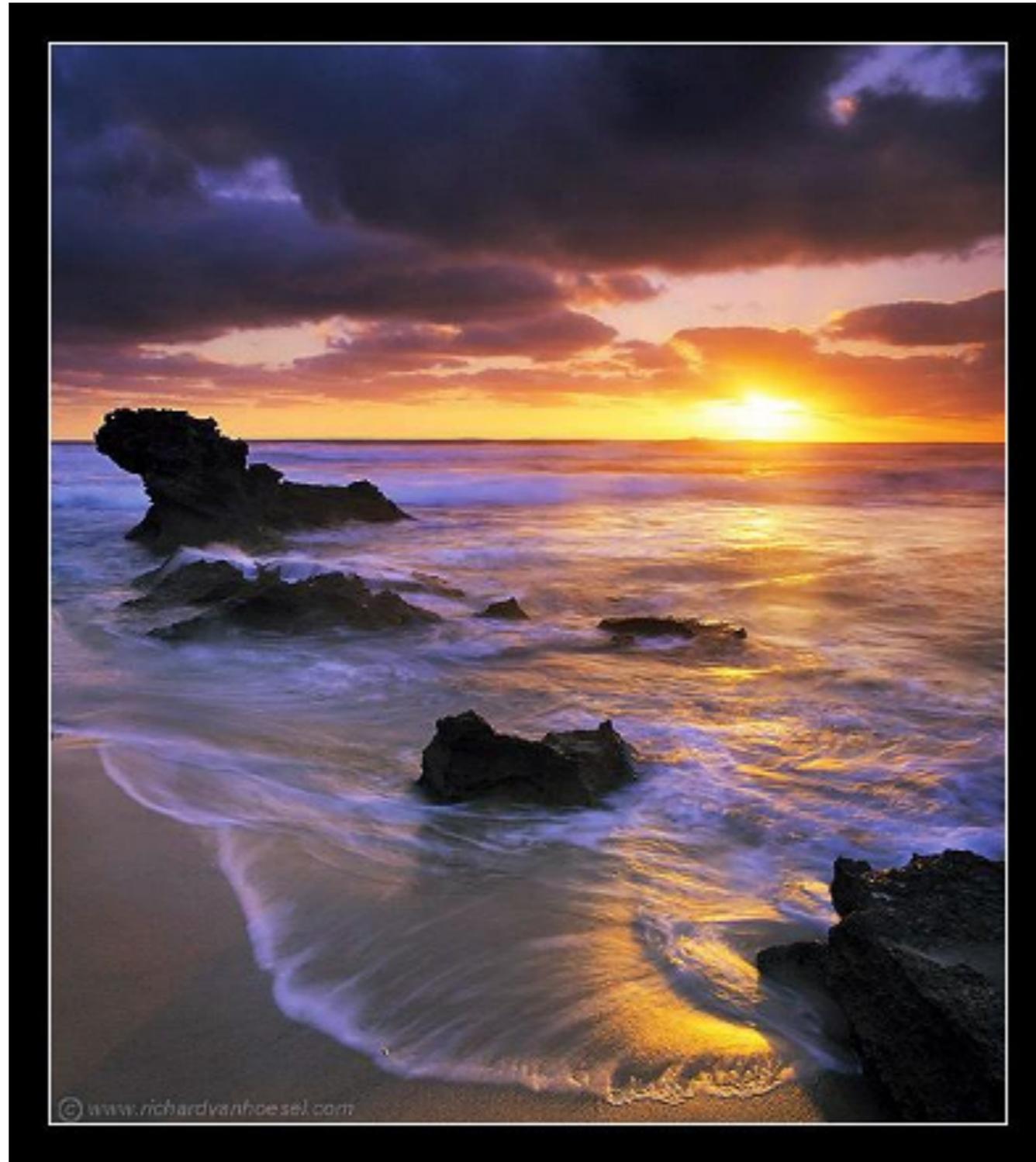


# Capturer la lumière



GIF-4105/7105

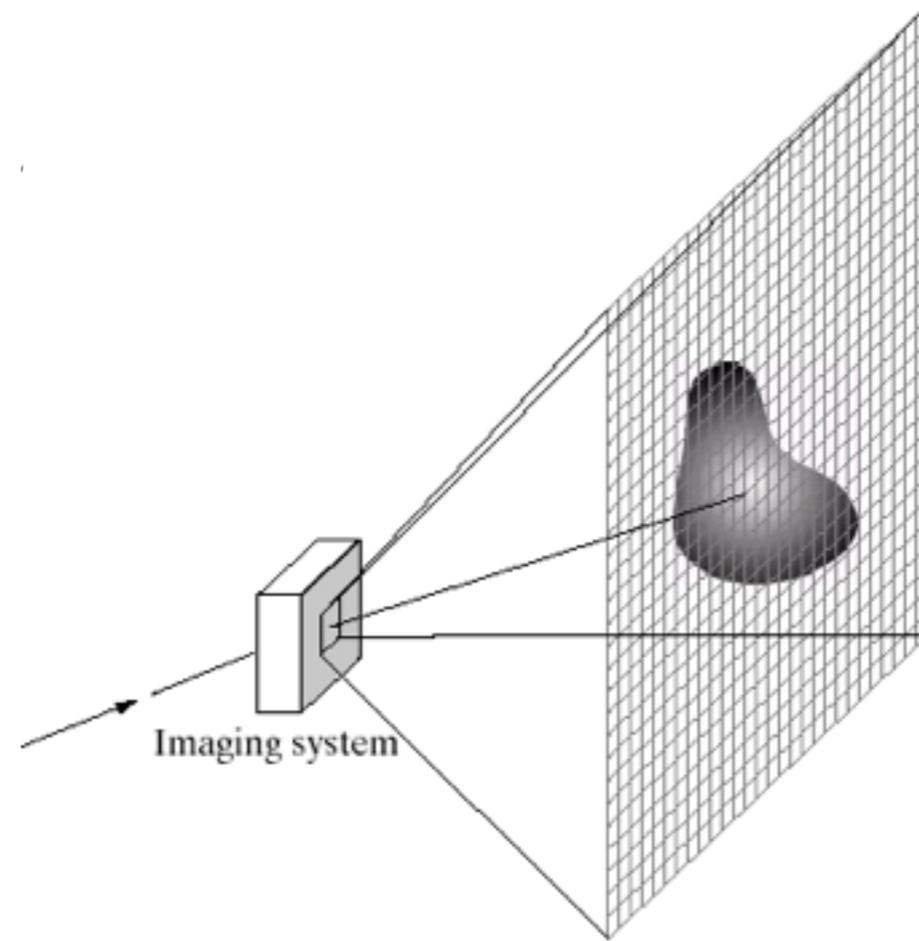
Jean-François Lalonde, Hiver 2014

# Aujourd'hui

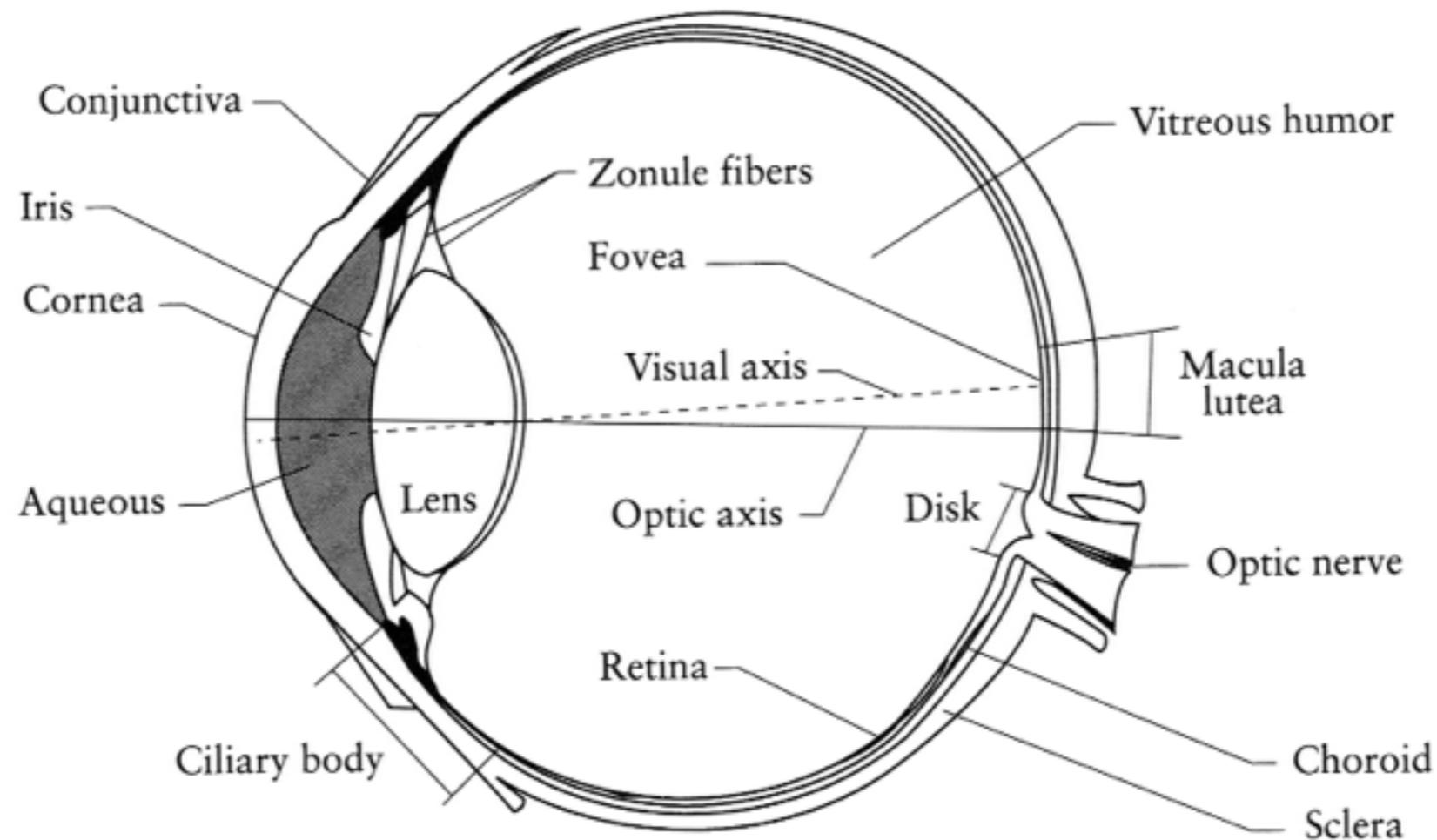
- Capturer la lumière
  - Avec l'oeil humain
  - Avec une caméra numérique
- Introduction au TP1

# Formation d'une image

Caméra numérique



# L'oeil humain



- L'oeil humain est une caméra!
  - Iris - anneau coloré avec muscles radiaux
  - Pupille - le petit trou (ouverture) dont la taille est contrôlée par l'iris
  - Où est le capteur?
    - cellules photo-réceptrices (cônes et bâtonnets) sur la rétine

# Capteur numérique

Image "continue"

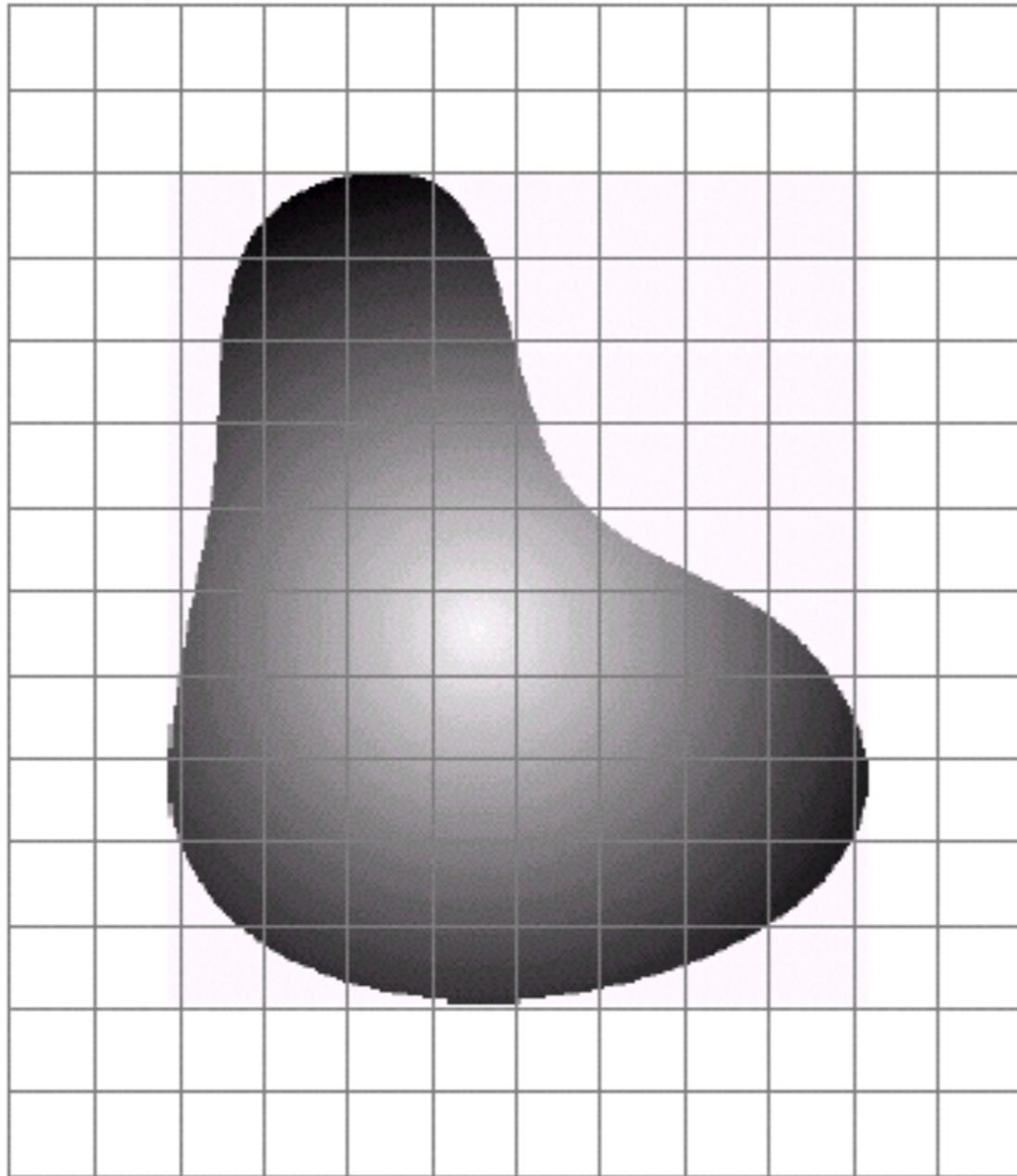
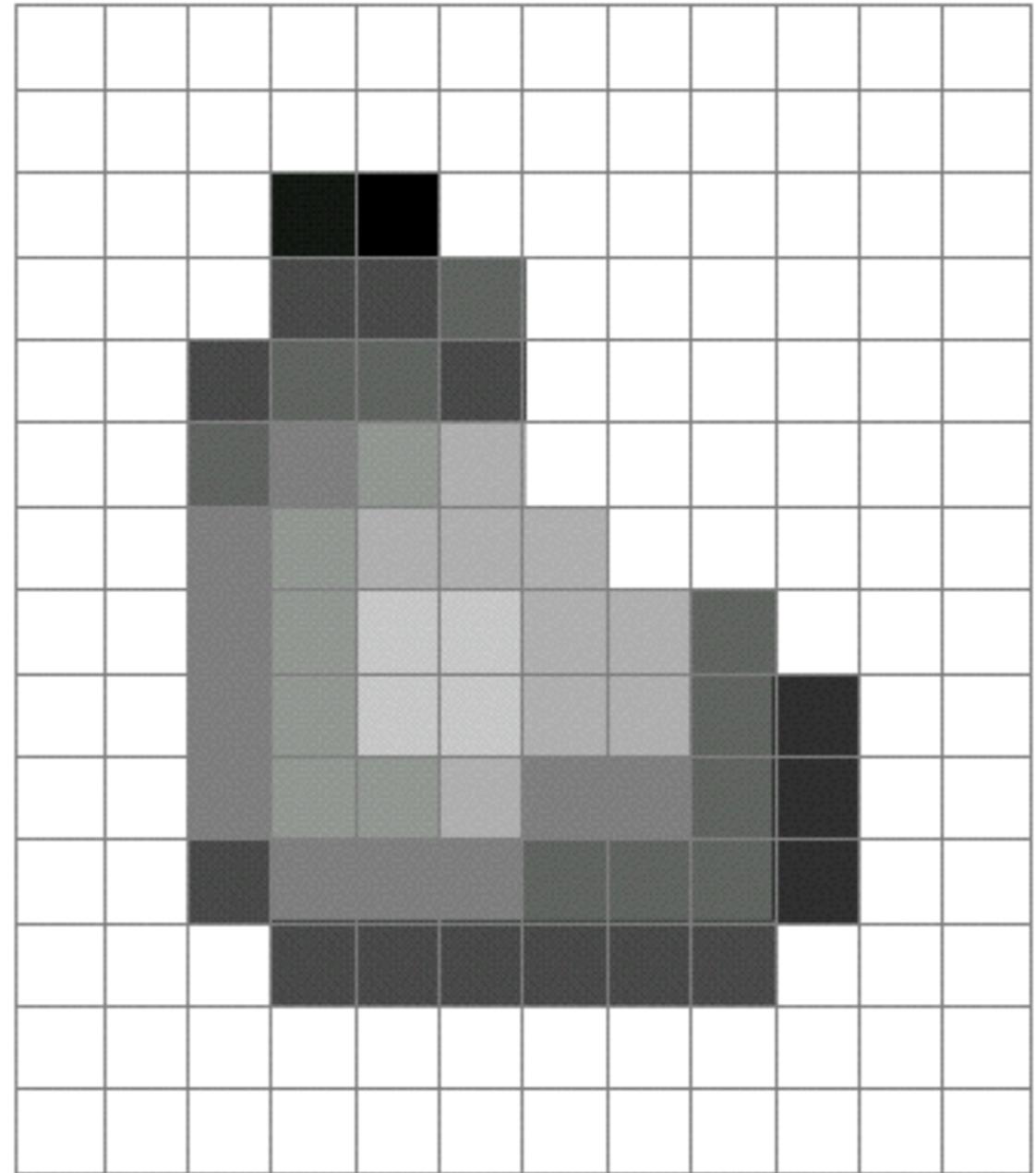
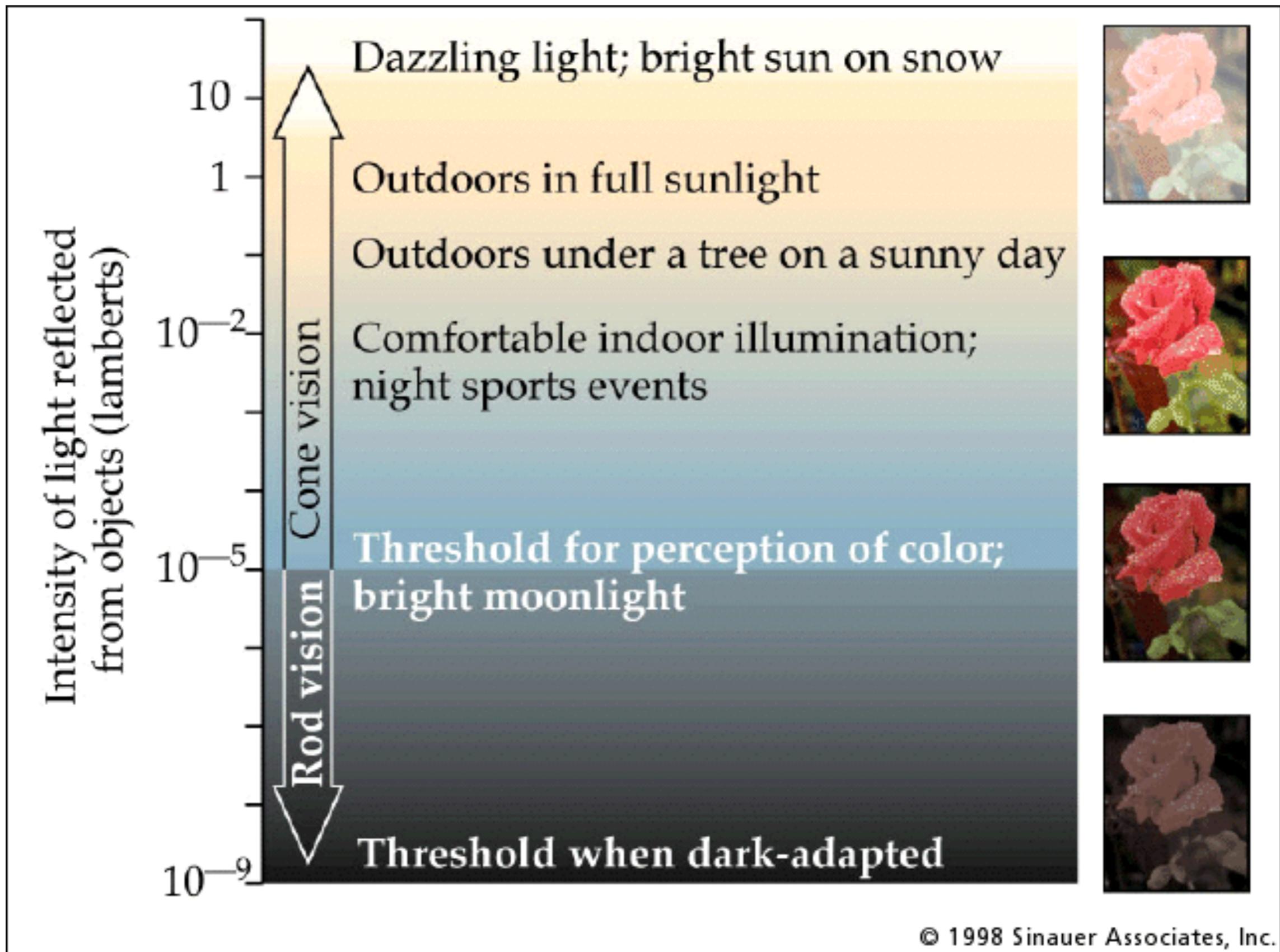


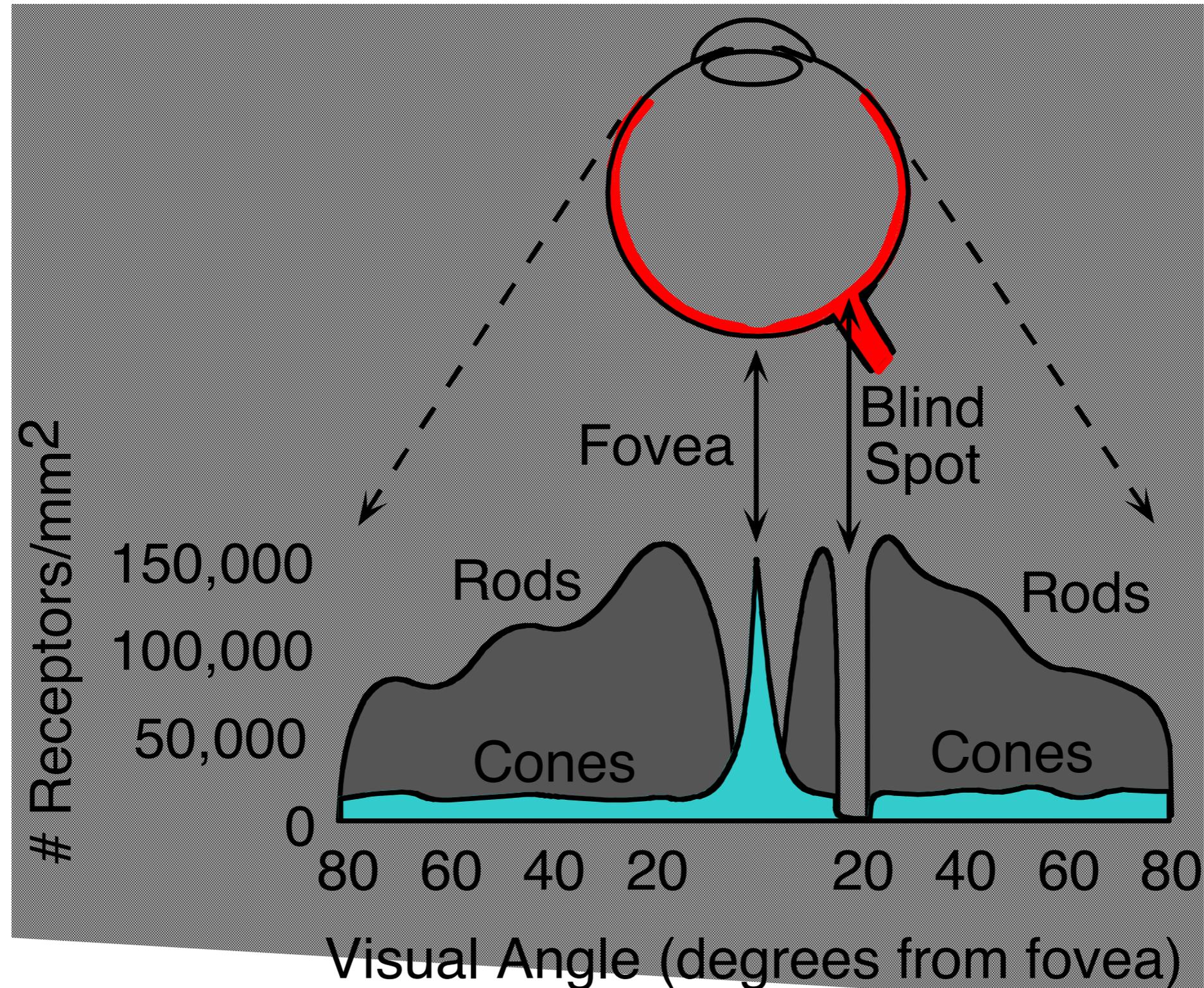
Image "captée"



# Sensibilité des cônes et bâtonnets



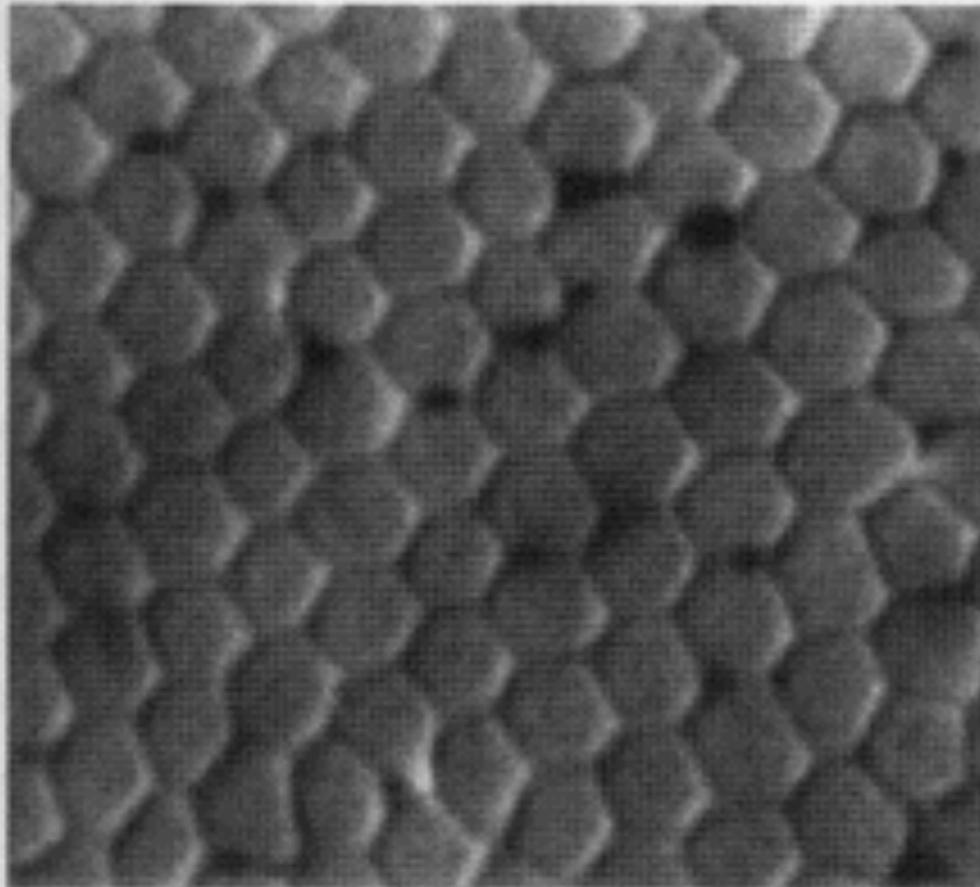
# Distribution des cônes et bâtonnets



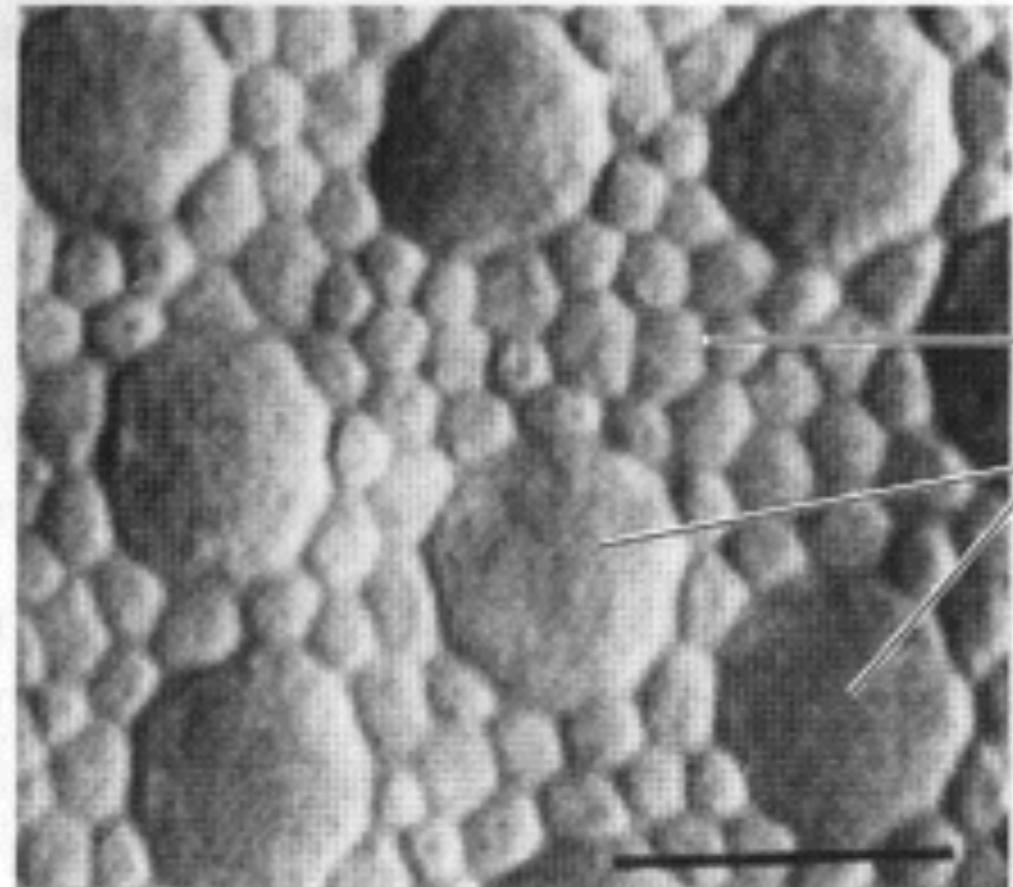
Fovée

Périphérie

(A)

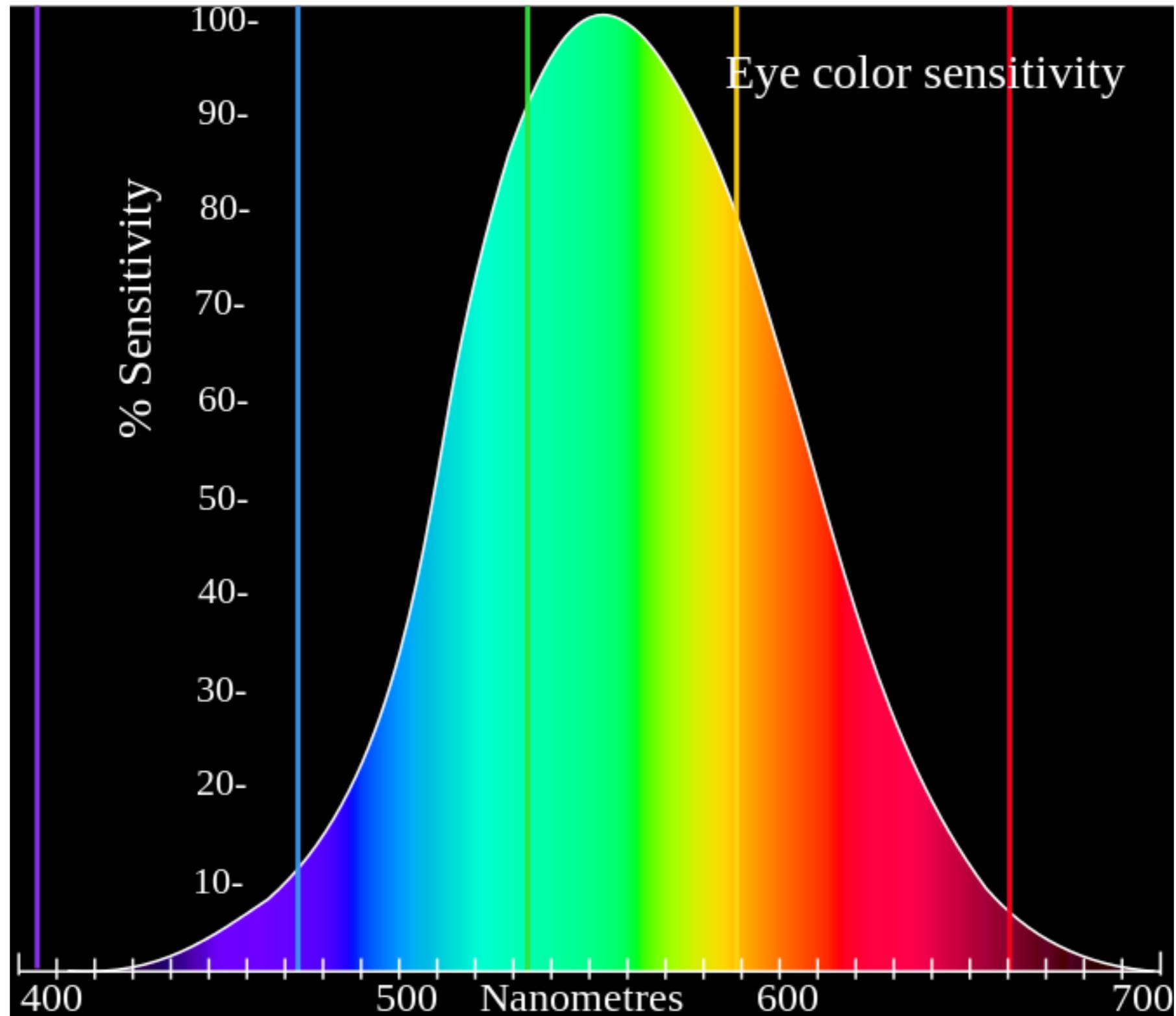


(B)

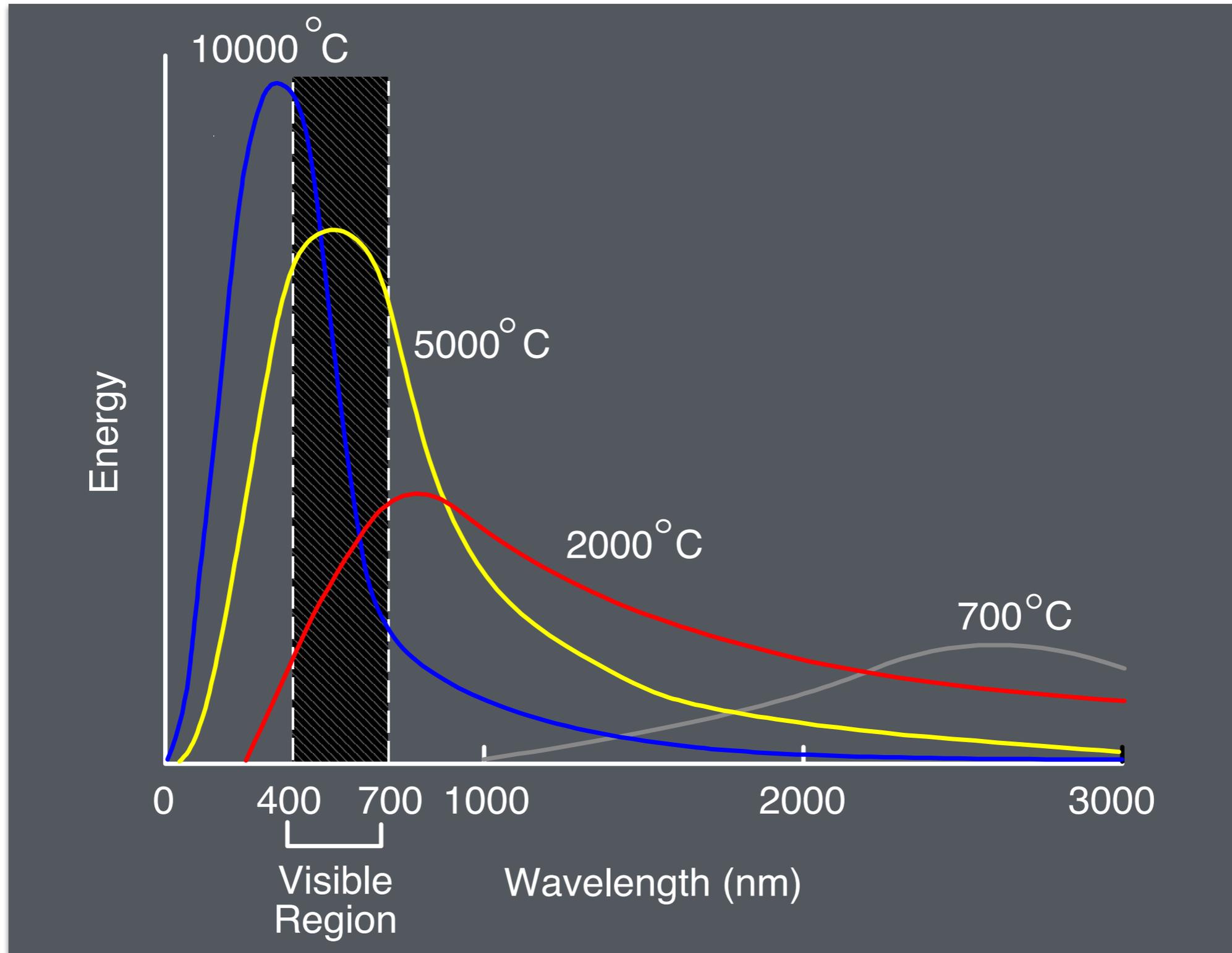


rods  
cones

# Spectre électro-magnétique

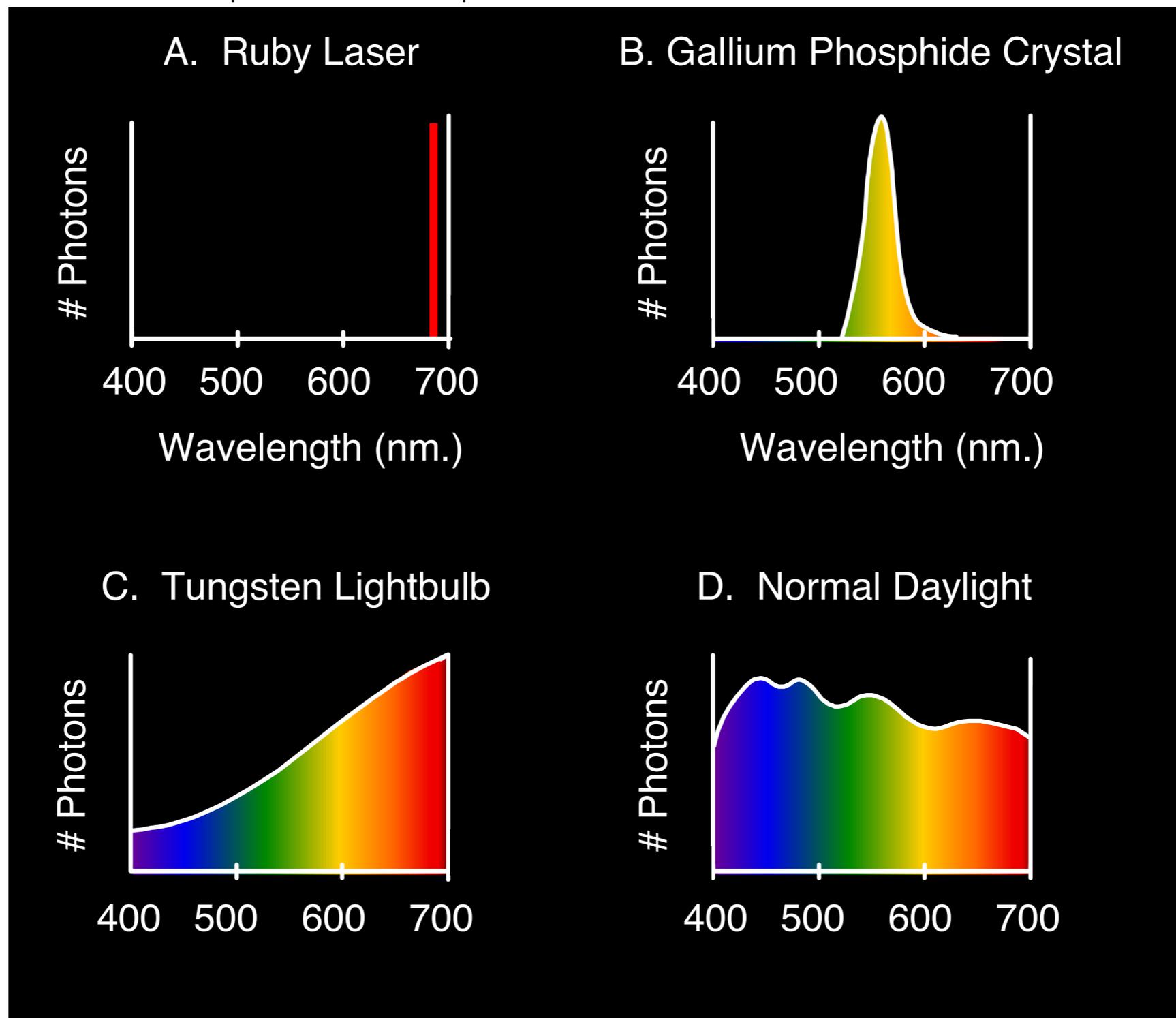


# Lumière visible



# La physique de la lumière

Quelques exemples de sources lumineuses



# La physique de la lumière

Quelques exemples de surfaces



Rouge



Jaune

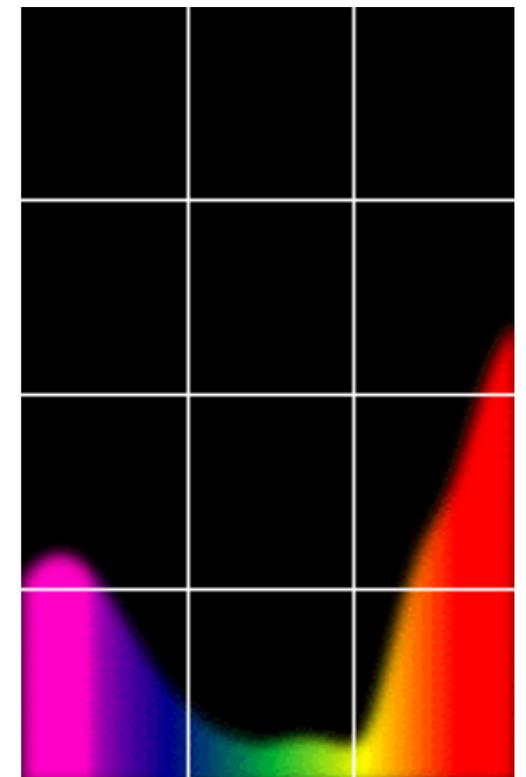
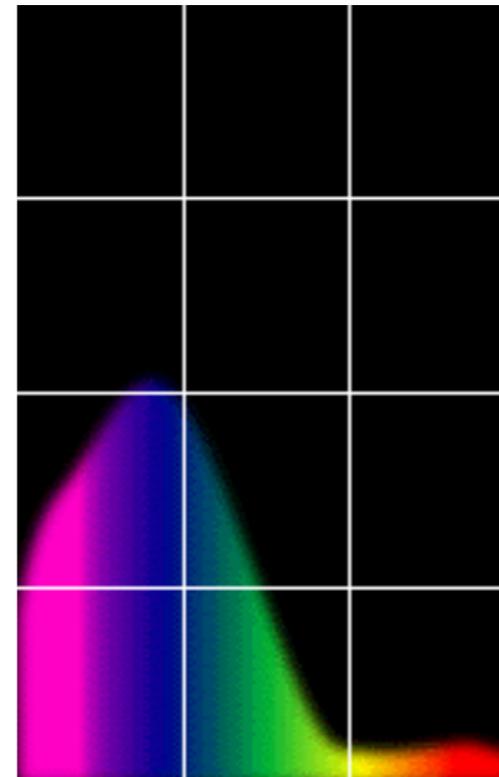
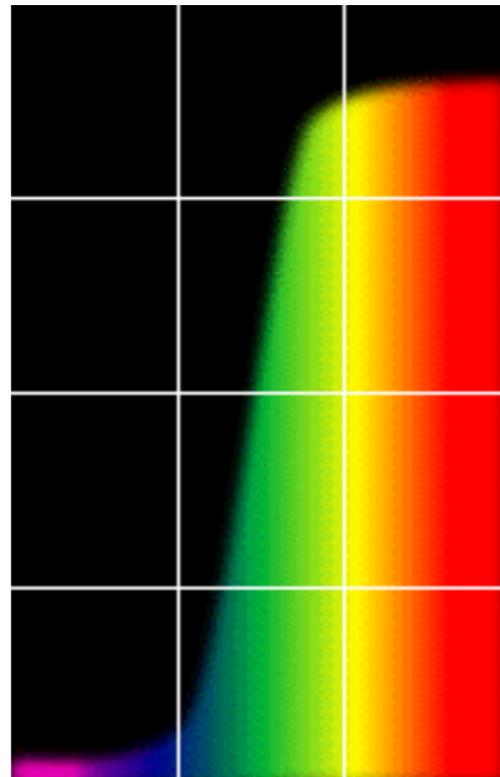
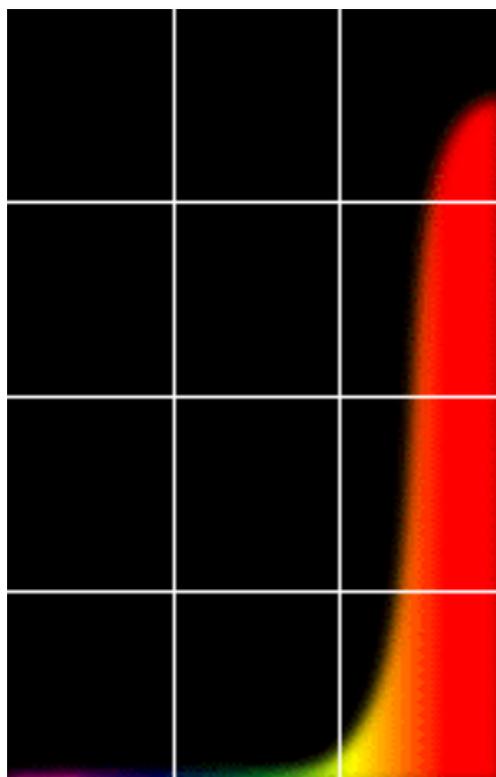


Bleu



Mauve

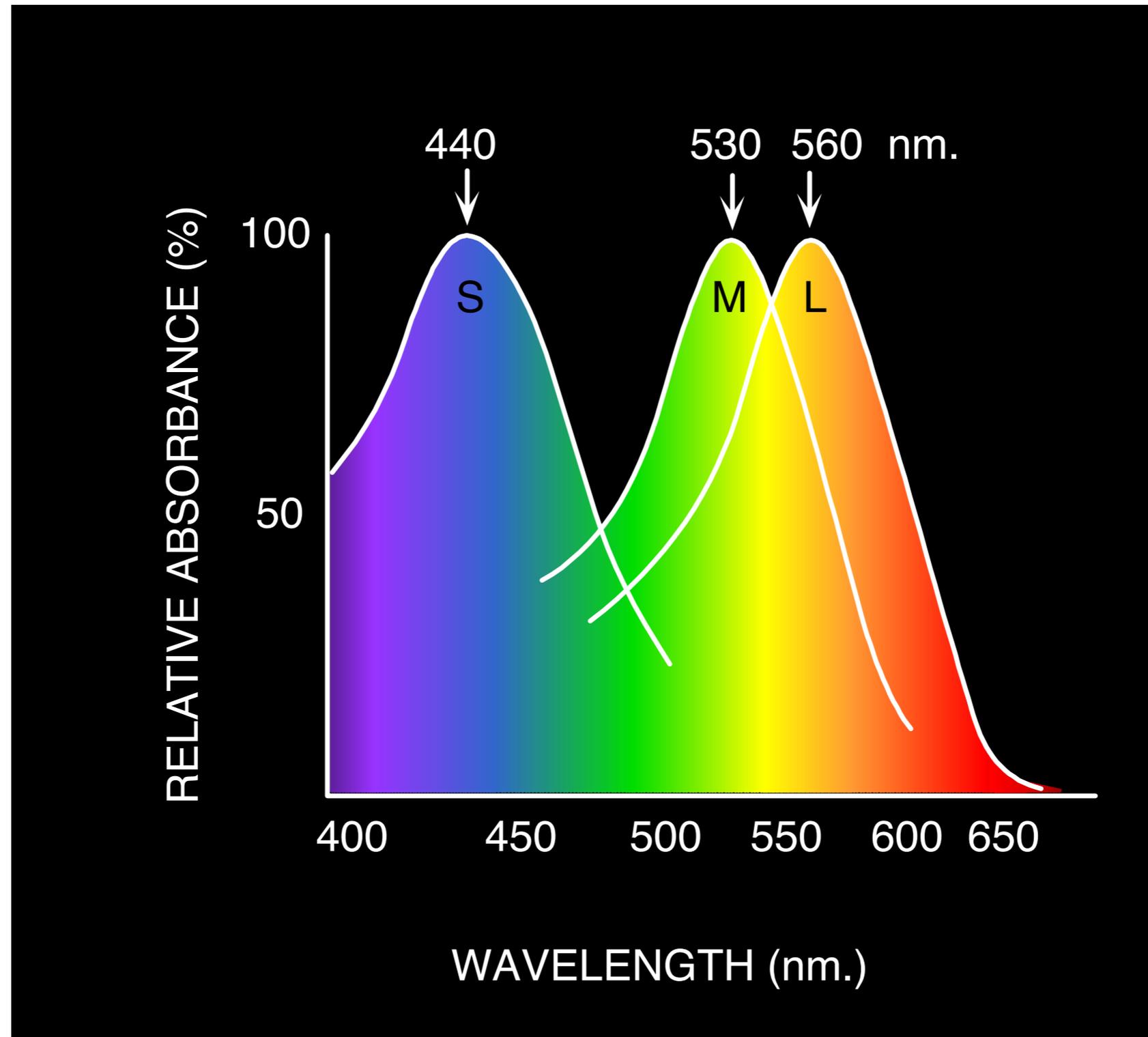
% de photons réfléchis



Longueur d'onde (nm)

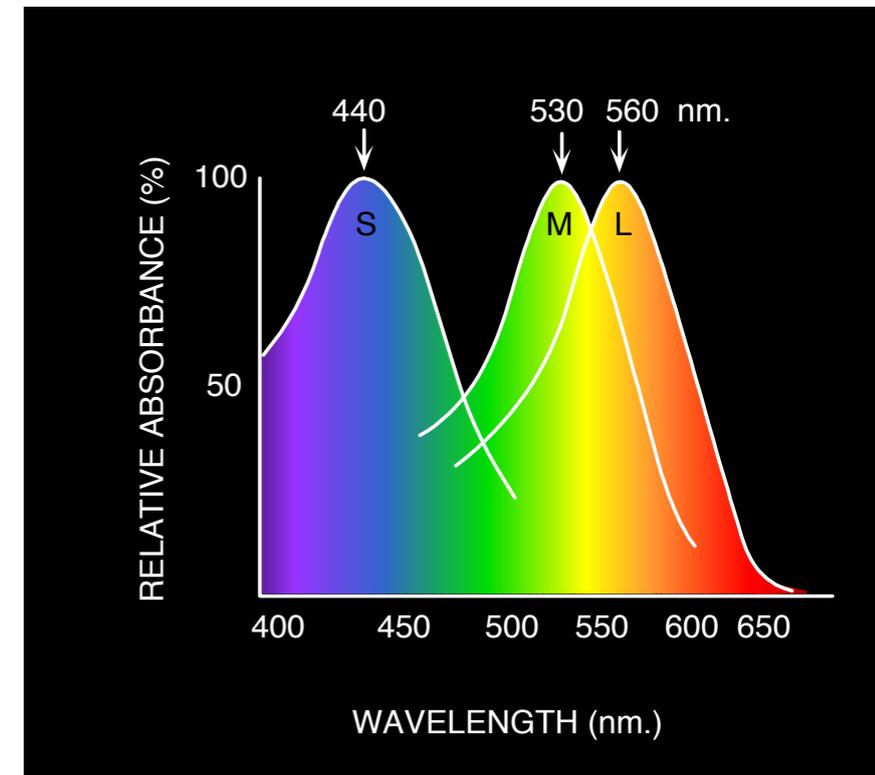
# Vision en couleur

Trois sortes de cônes



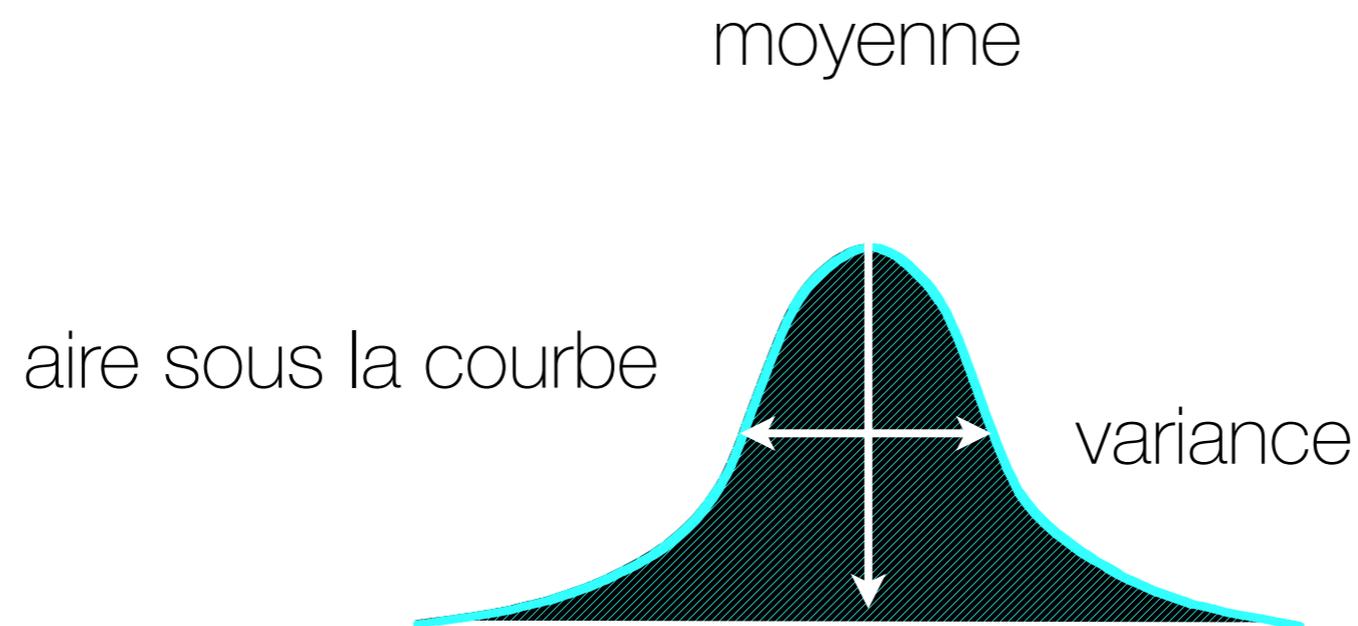
# Faits amusants

- “M” et “L” sur le chromosome “X”
  - Les hommes plus susceptibles d’être daltoniens
- “L” varie beaucoup, certaines femmes ont même 4 types!
- Animaux:
  - 1 (de nuit)
  - 2 (chiens)
  - 4 (poissons, oiseaux)
  - ... et même 12! (Squille multicolore)



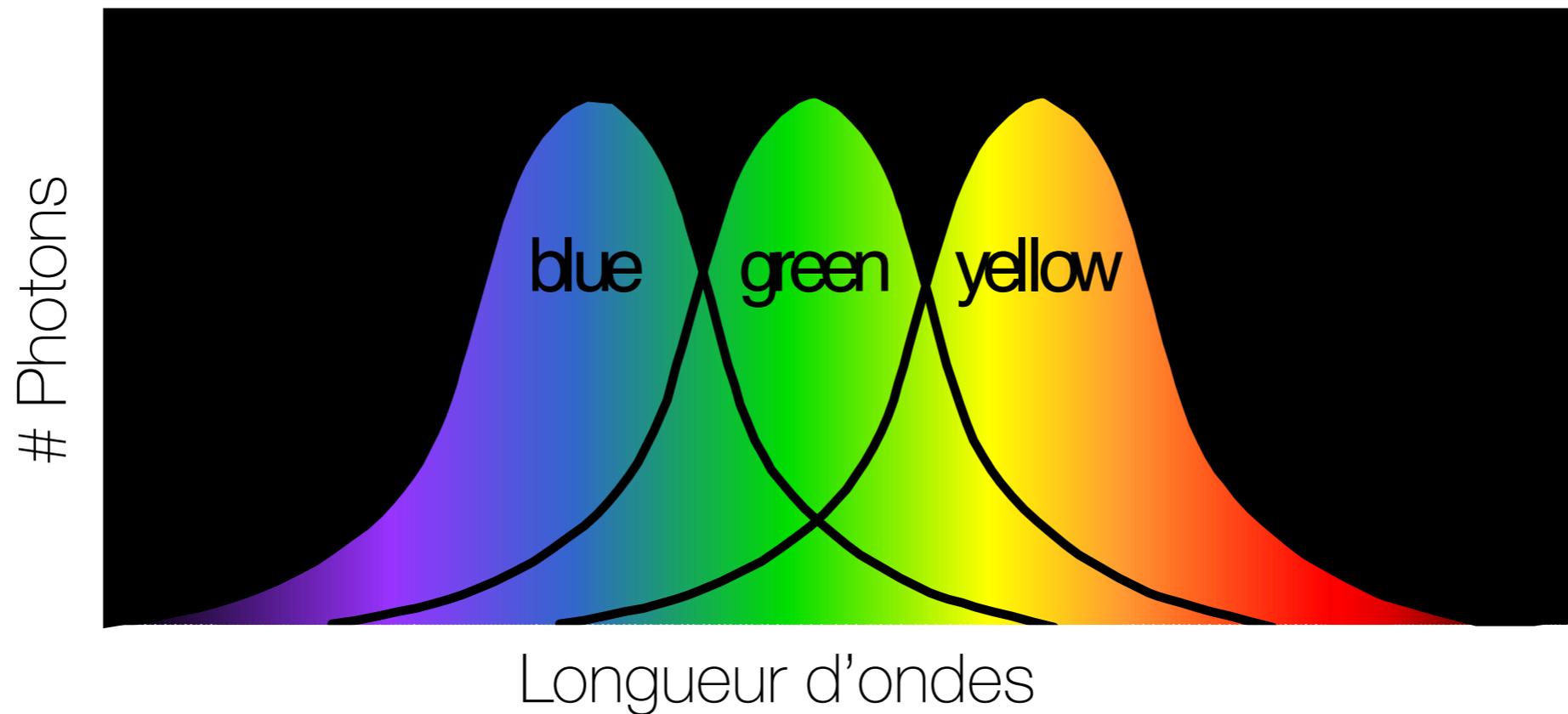
# De la physique à la perception

- On ne perçoit pas de spectre électromagnétique
- Pour fins d'illustrations, considérons un spectre qui a la forme d'une distribution normale:



# De la physique à la perception

Moyenne  $\longleftrightarrow$  Teinte

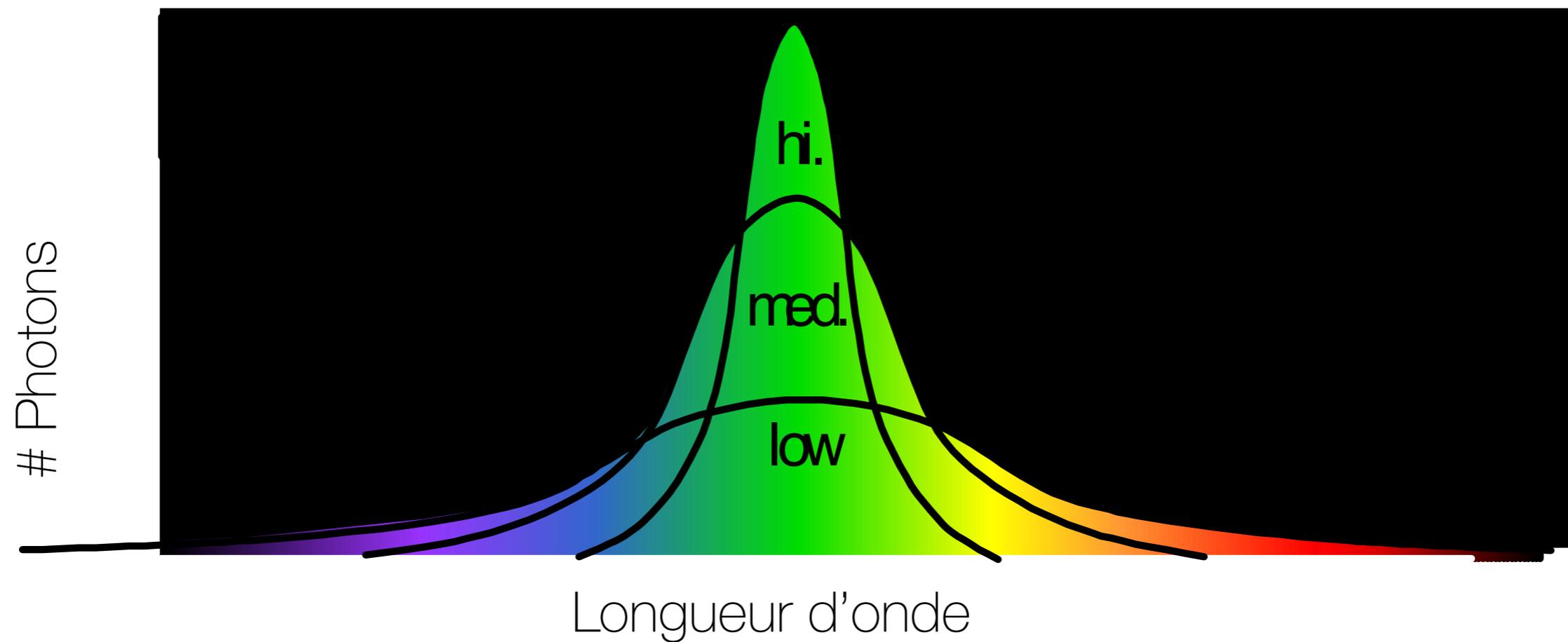


# De la physique à la perception

Variance

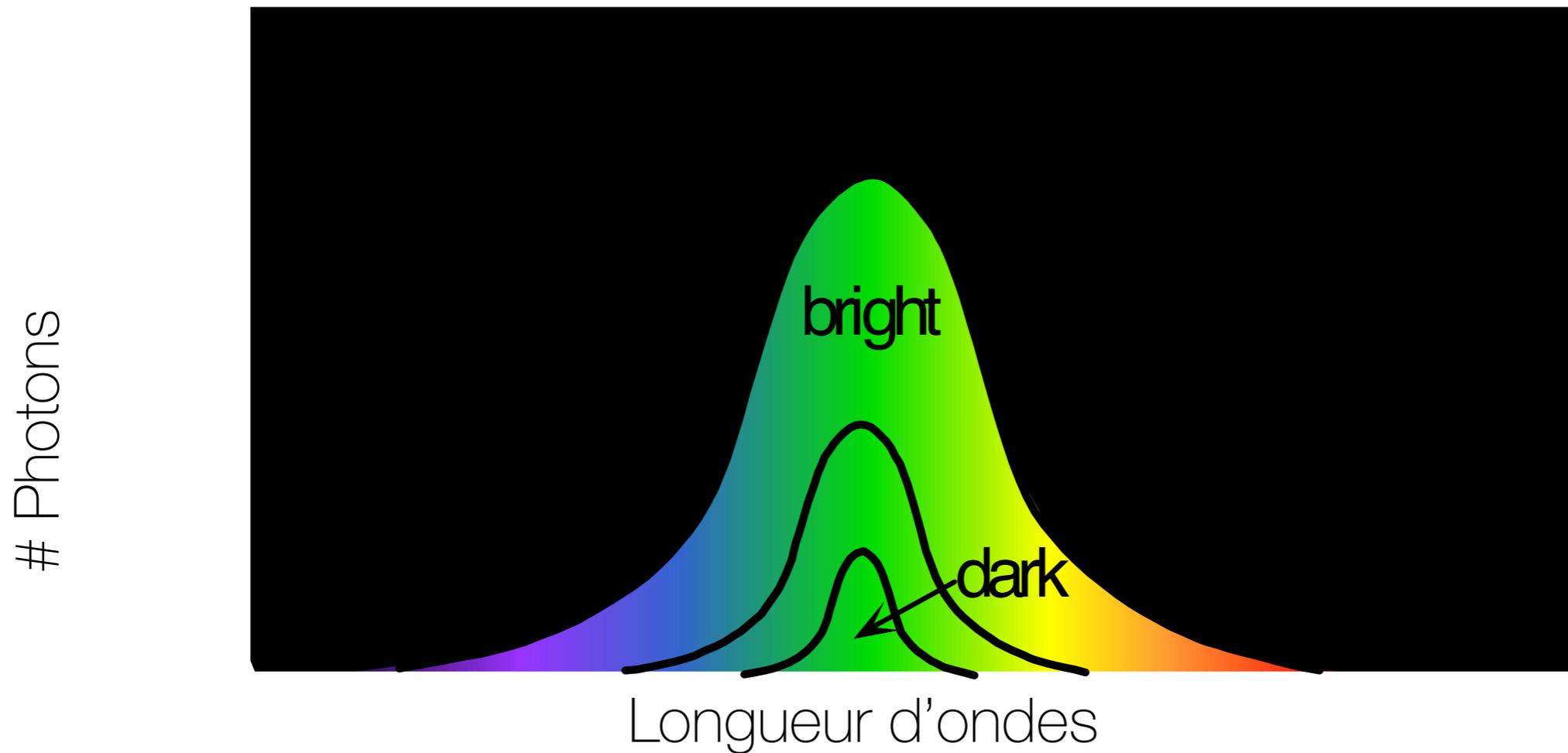


Saturation

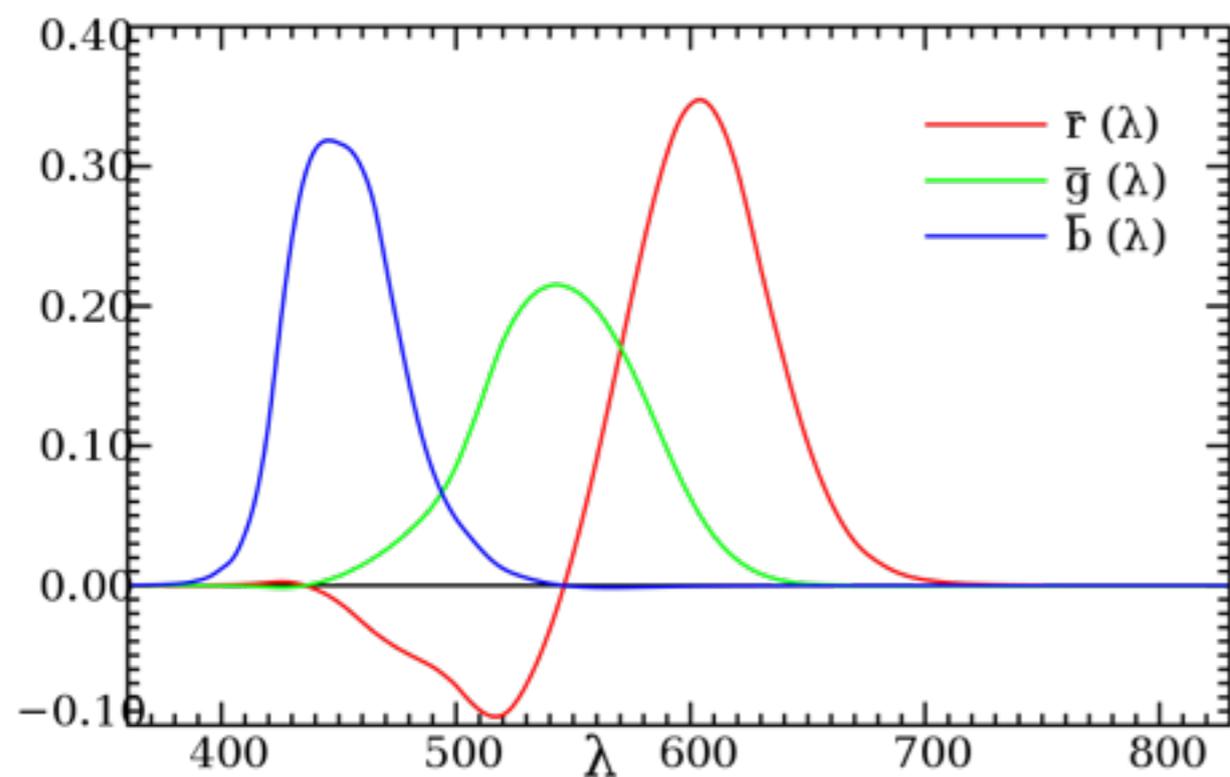


# De la physique à la perception

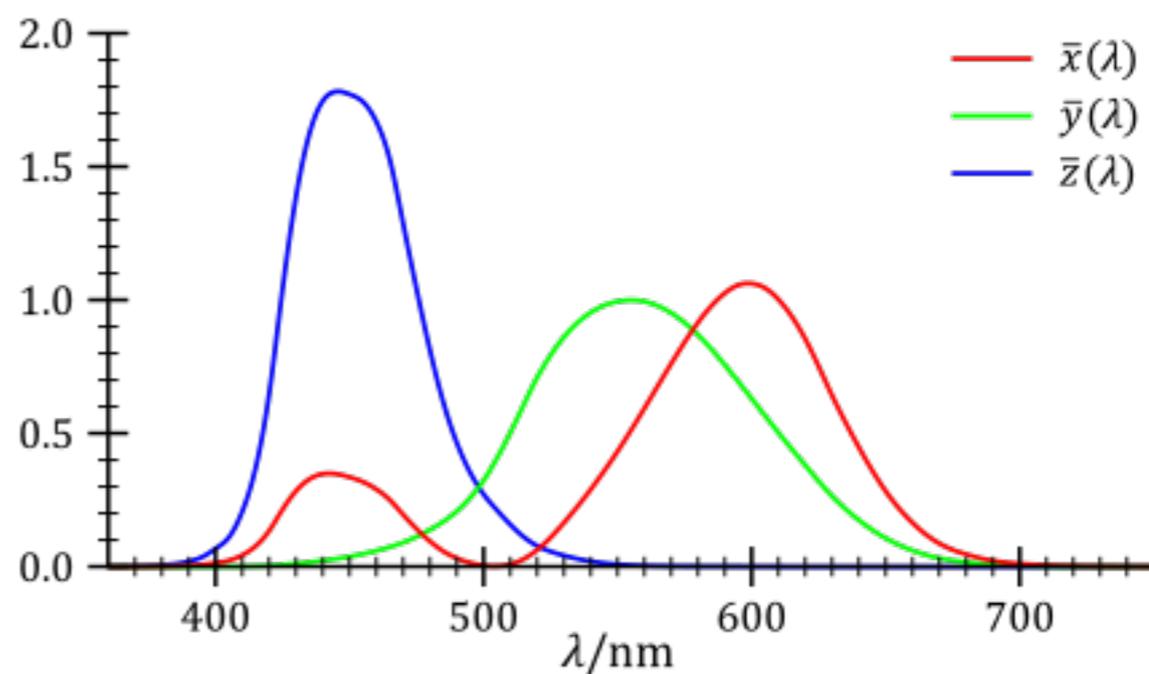
Aire sous la courbe  $\longleftrightarrow$  Intensité



# Représenter la couleur



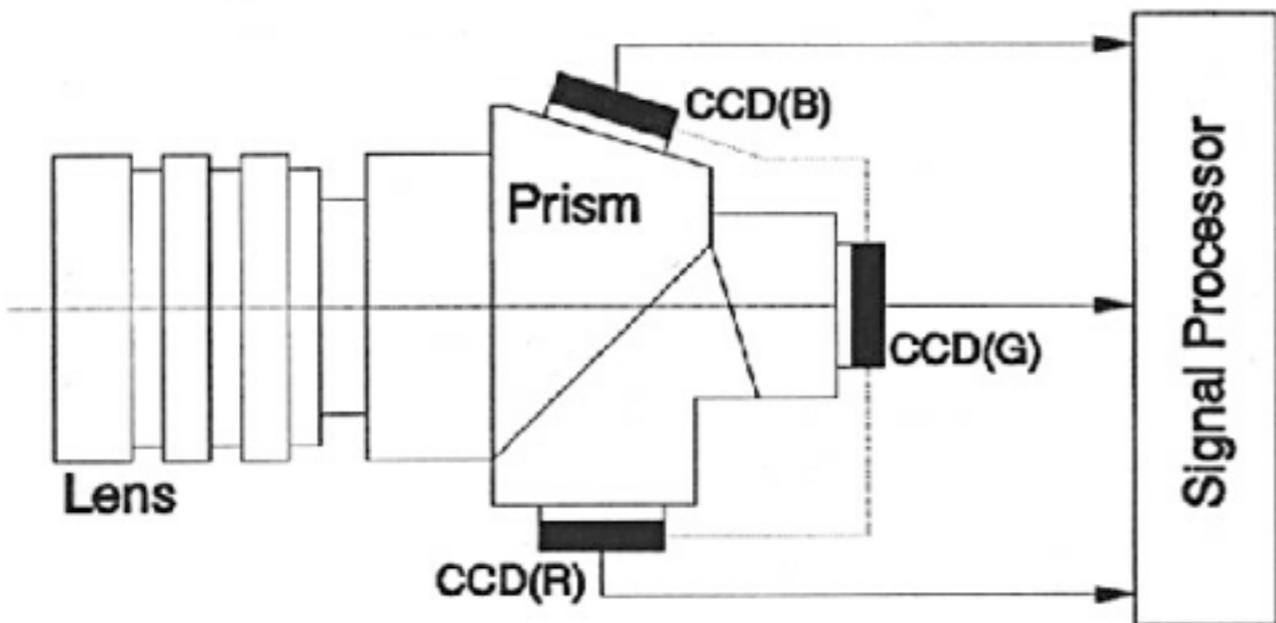
Équivalents perceptuels avec RGB



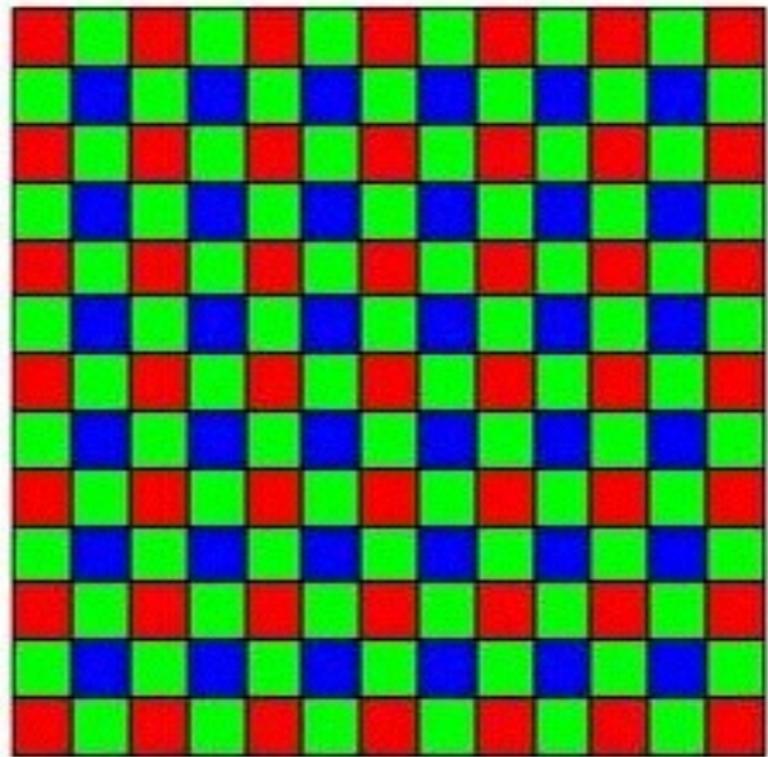
Équivalents perceptuels avec XYZ

# Couleur dans les caméras

3 capteurs (qualité)



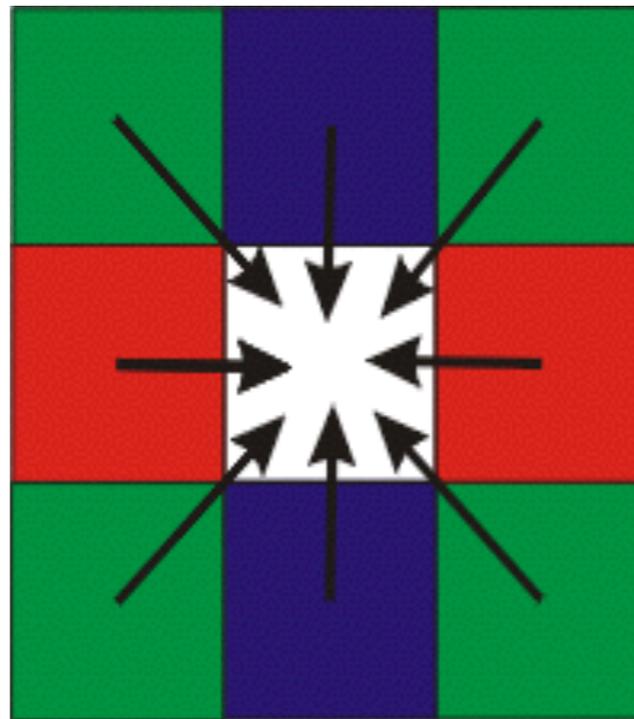
1 capteur (coût)



**Bayer filter**

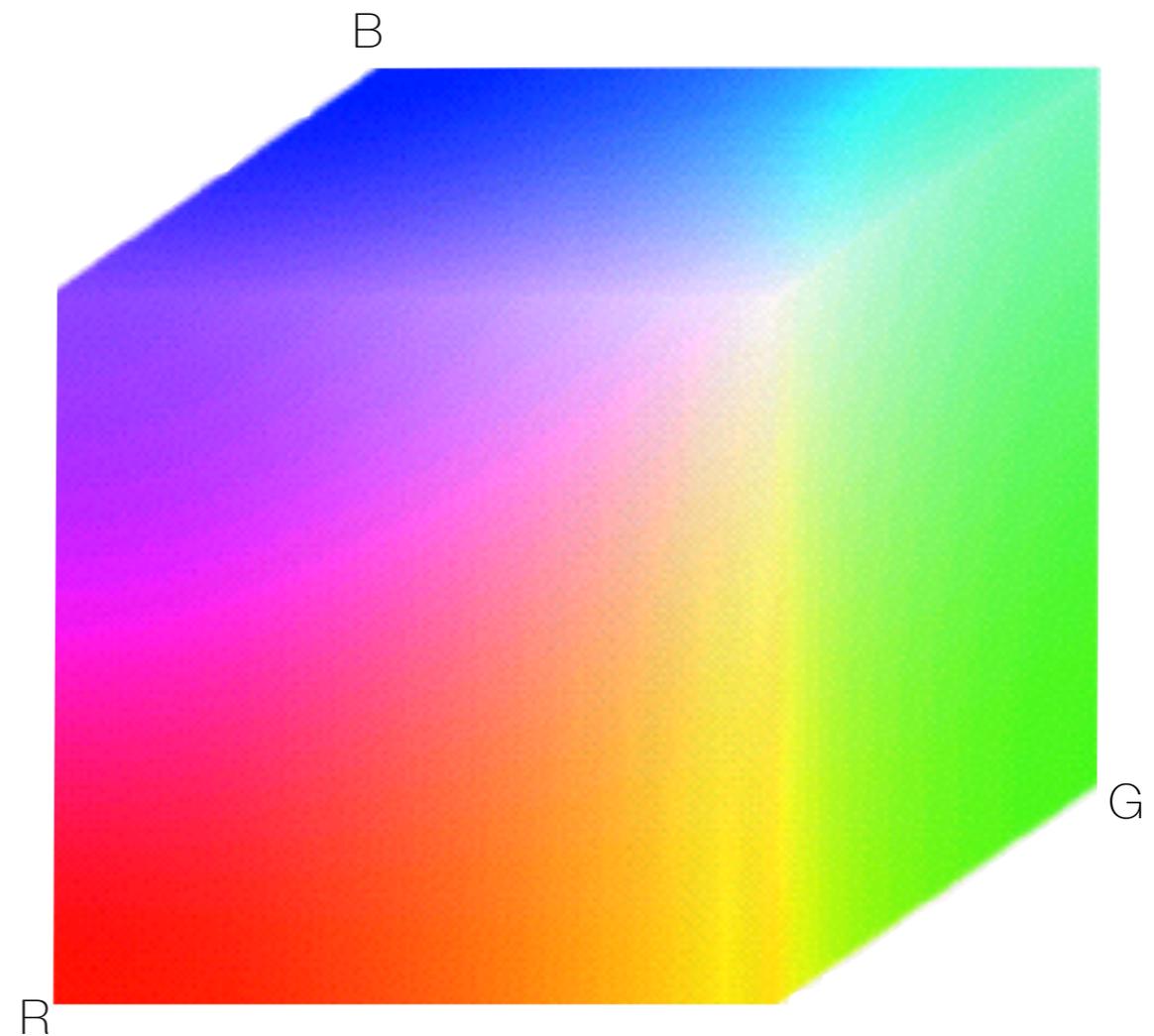
Ituff Works

# Le filtre de Bayer



# Espace de couleur: RGB

- Cube RGB
  - Pratique pour les appareils
  - Pas un modèle perceptuel
  - Où sont les gris?
  - Où sont la saturation et la teinte?



# Constance de couleur

La métaphore de la perception de couleur:

La façon dont nous percevons la couleur est déterminée  
entièrement par le spectre de lumière qui illumine chaque récepteur  
(comme un photomètre)



# Constance de couleur

La métaphore de la perception de couleur:

La façon dont nous percevons la couleur est déterminée  
entièrement par le spectre de lumière qui illumine chaque récepteur  
(comme un photomètre)



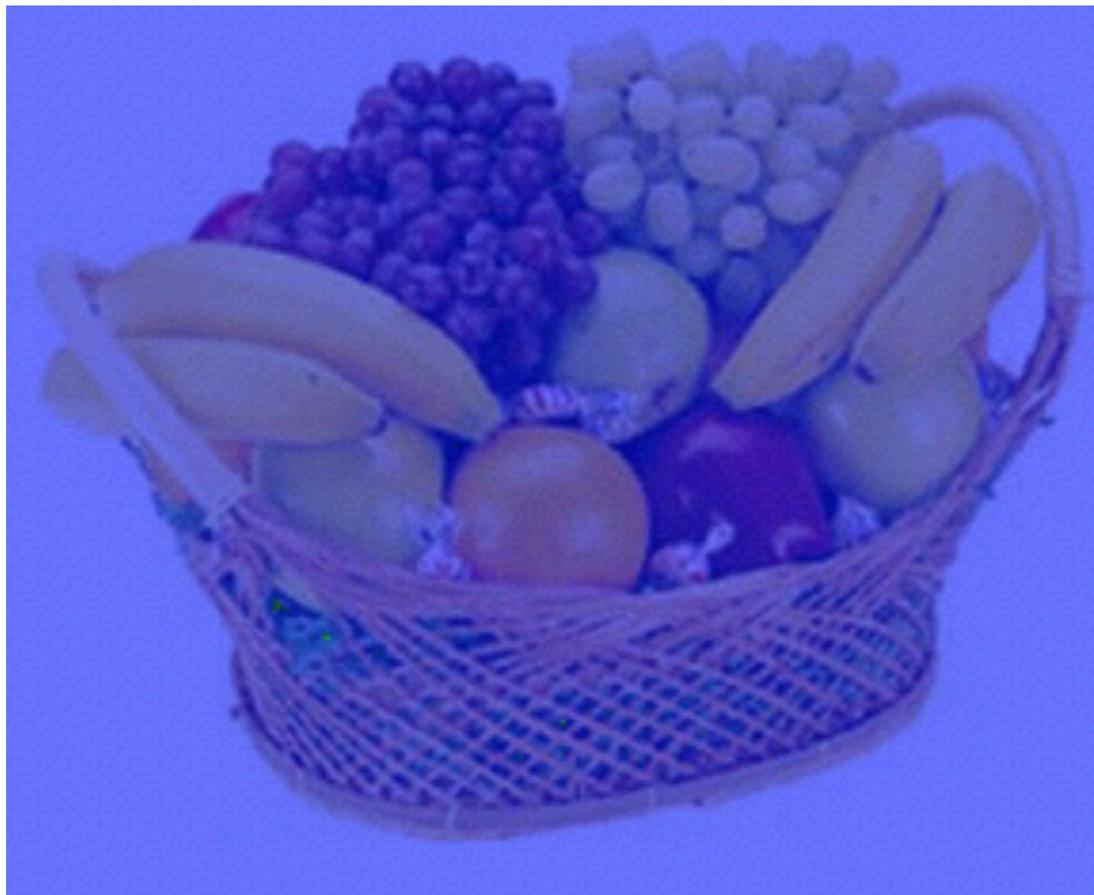
# Constance de couleur

~~La métaphore de la perception de couleur:  
La façon dont nous percevons la couleur est déterminée  
entièrement par le spectre de lumière qui illumine chaque récepteur  
(comme un photomètre)~~

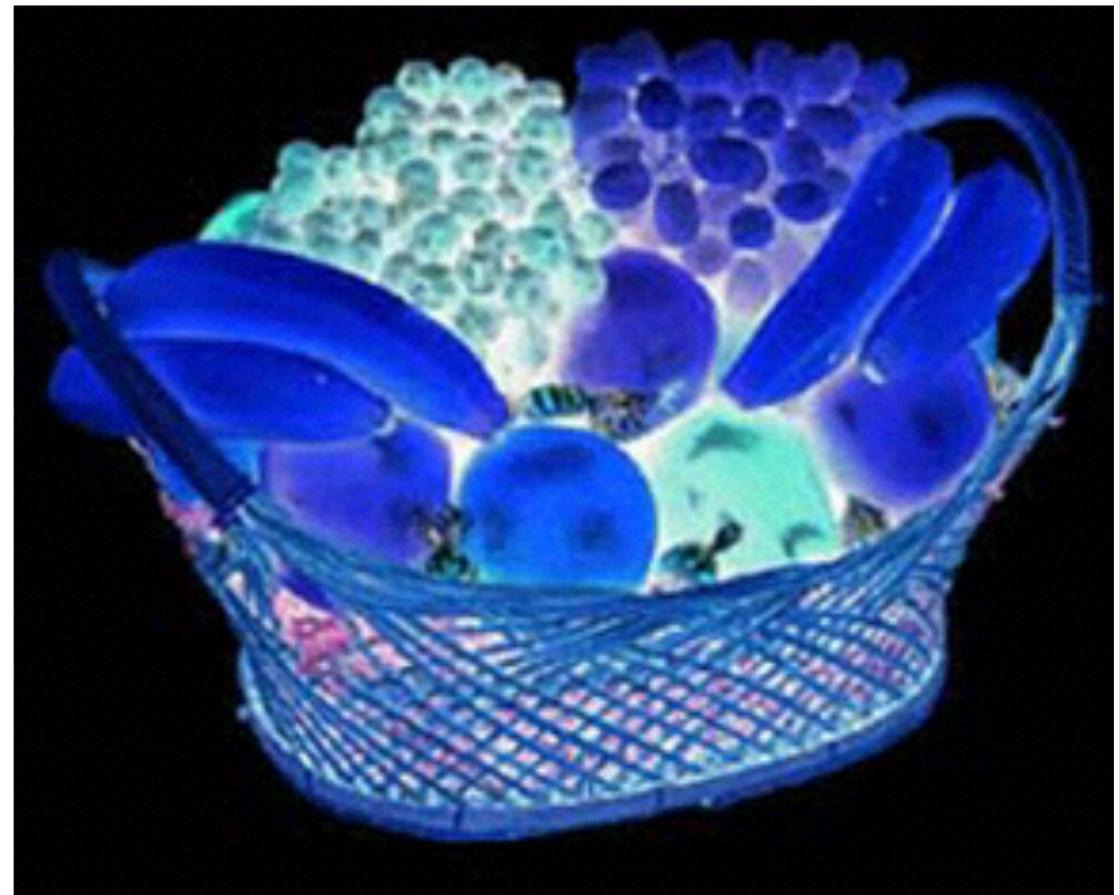


# Constance de couleur

Est-ce que ça s'applique à toutes les transformations?



Filtre bleu 60%



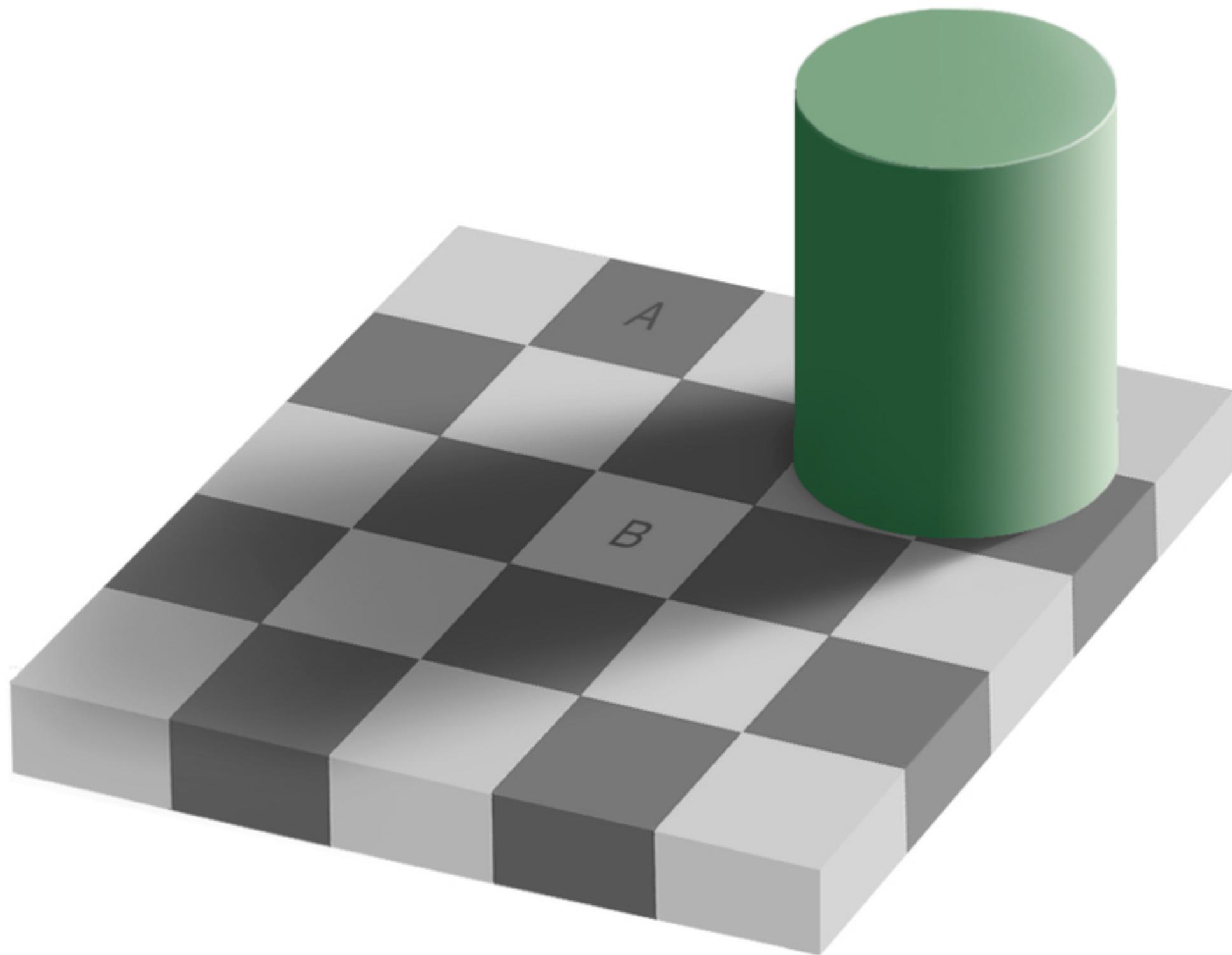
Inversion

# Constance de couleur

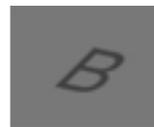
La capacité que notre système visuel a de percevoir la couleur des surfaces peu importe les variations dans les conditions d'éclairage



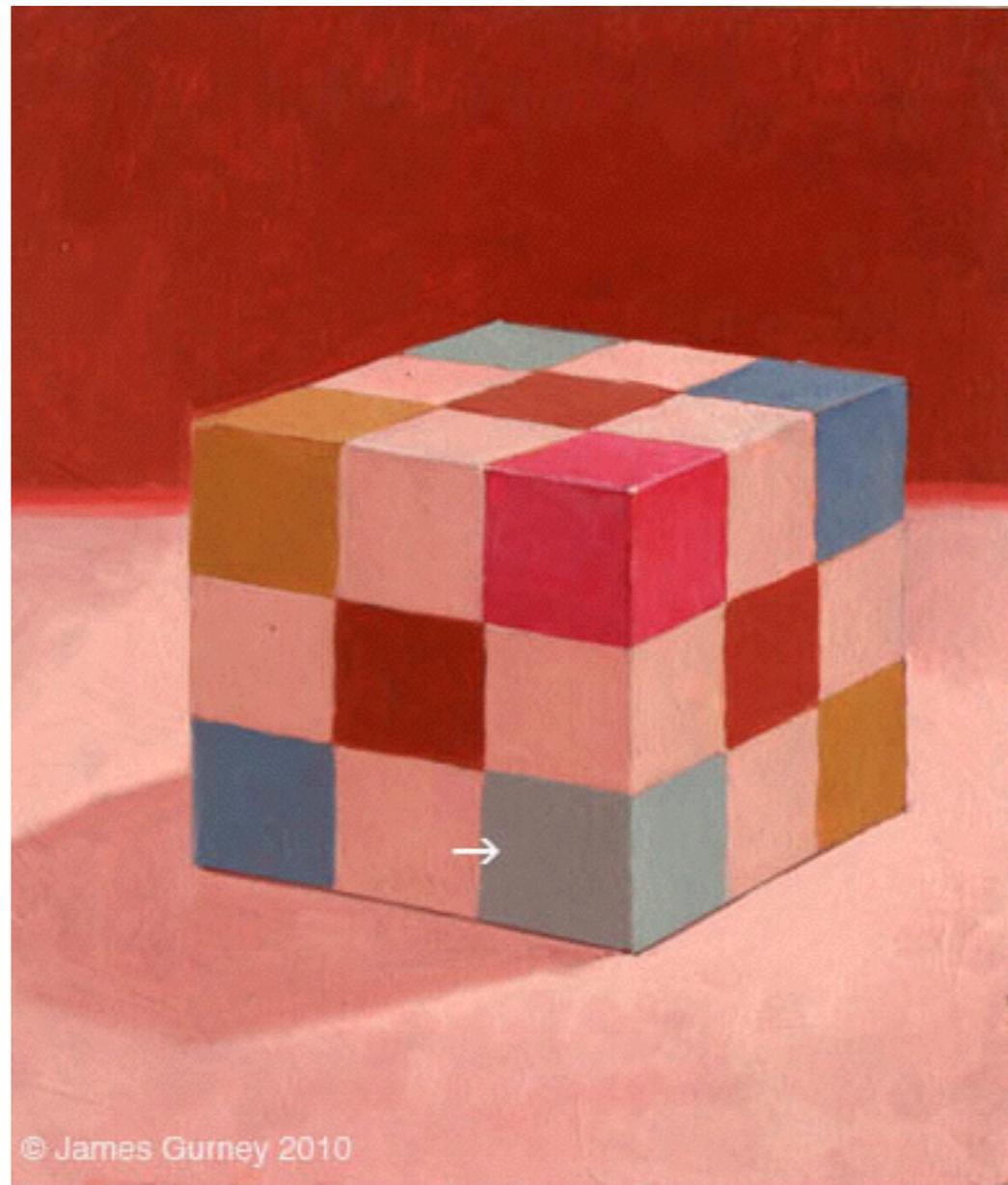
# Constance de couleur



# Constance de couleur



# Constance de couleur



# Constance de couleur



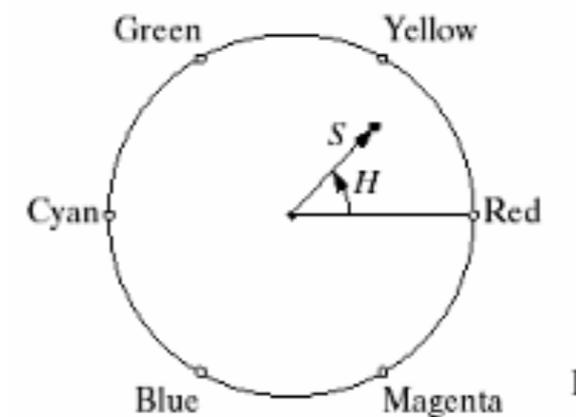
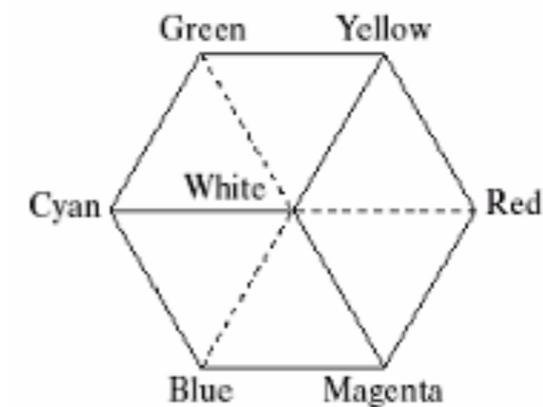
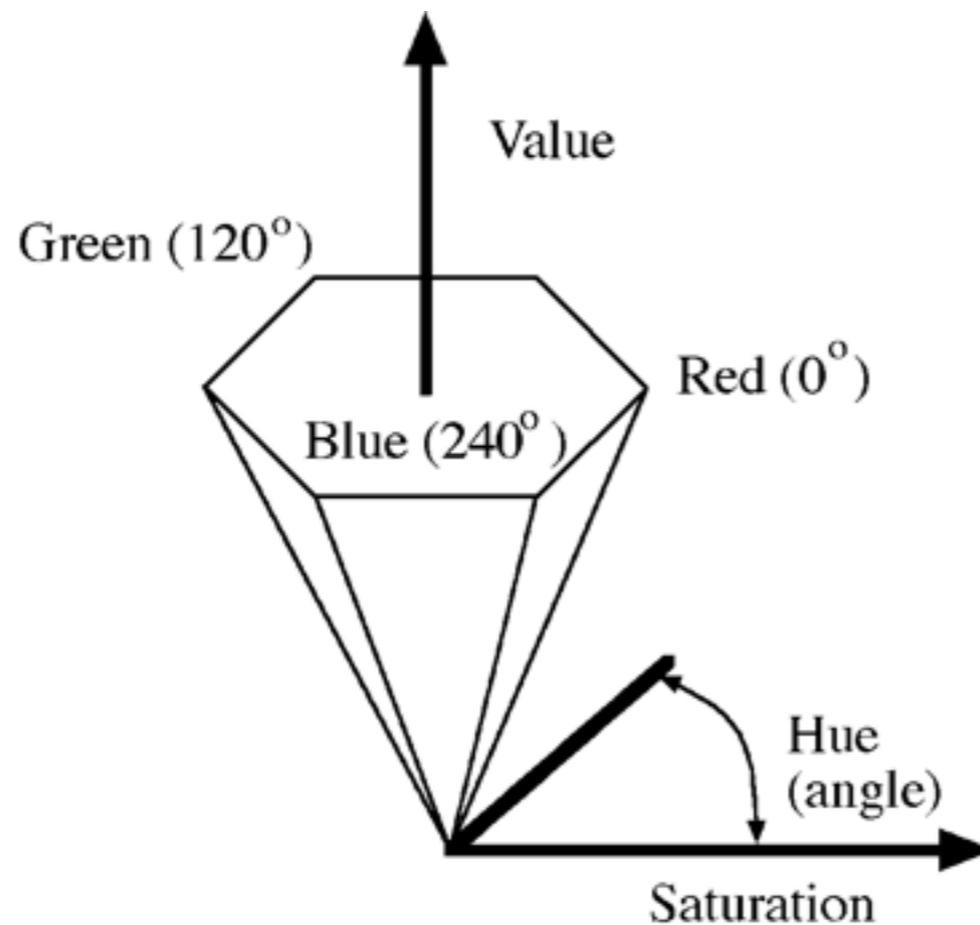
# Équilibre des blancs (white balance)



- Manuellement
  - Sélection d'un objet neutre dans la scène
- Automatique (AWB)
  - "Grey world": moyenne de la scène est grise
  - "White world": objet le plus brillant est blanc

# Espace de couleur: HSV

- Hue (teinte), Saturation, Value (intensité)
- Représentation plus intuitive?
- Dans Matlab:
  - `rgb2hsv()` et `hsv2rgb()`

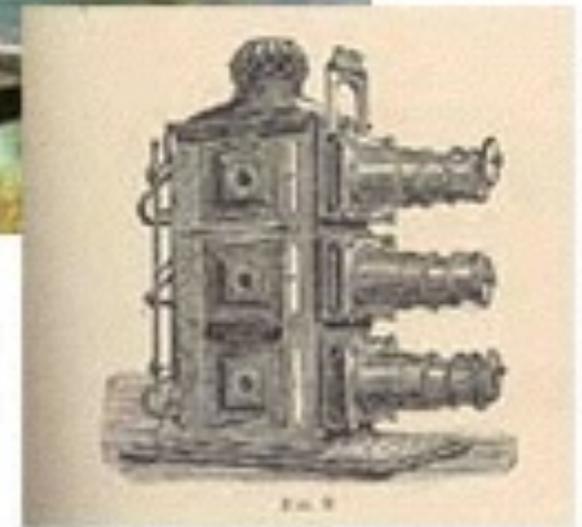
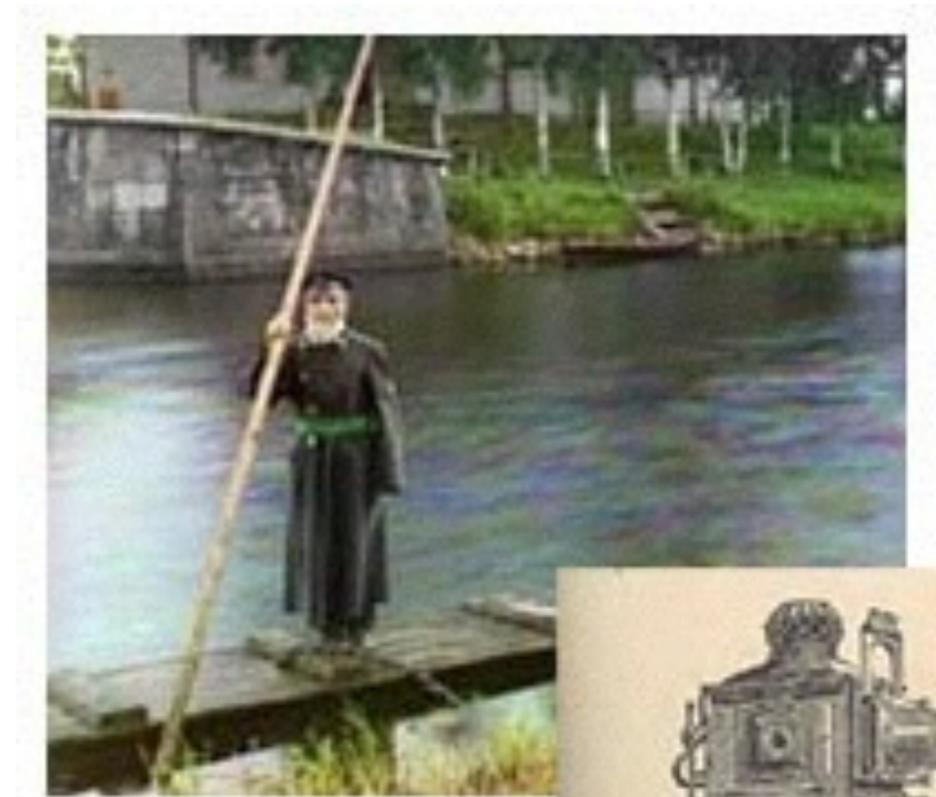
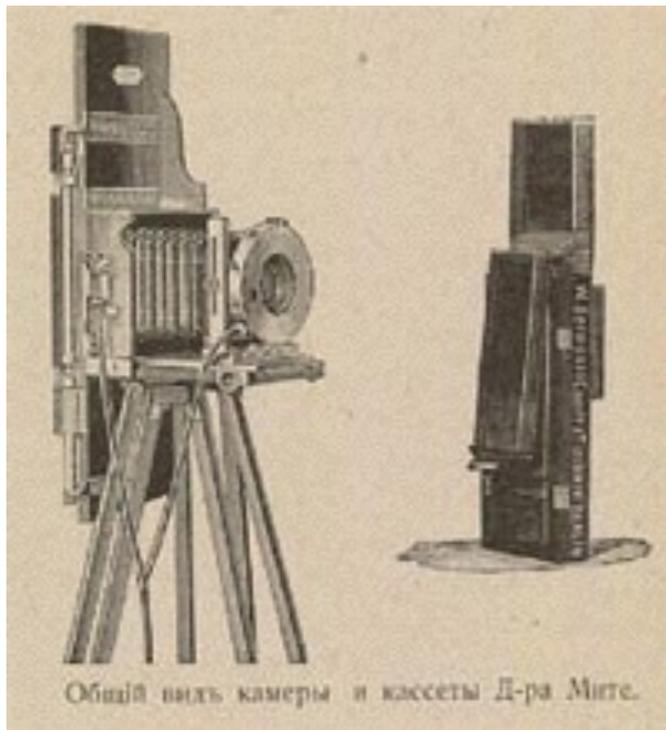


# Logistique

- Disponibilités
  - <http://doodle.com/vz354zpggh4ekfpte>
- Groupe Facebook
  - Tout le monde y est?

# TP1 : colorisation

Photo couleur par Prokudin-Gorskii (1907)



Problème: les 3 canaux ne sont pas alignés

# TP1

- Comment comparer les canaux R,G,B?
- Pas de “bonne réponse”
  - Somme des différences au carré (SSD):

$$ssd(u, v) = \sum_{(x,y) \in N} [I(u+x, v+y) - P(x, y)]^2$$

- Corrélation croisée normalisée (NCC):

$$ncc(u, v) = \frac{\sum_{(x,y) \in N} [I(u+x, v+y) - \bar{I}] [P(x, y) - \bar{P}]}{\sqrt{\sum_{(x,y) \in N} [I(u+x, v+y) - \bar{I}]^2 \sum_{(x,y) \in N} [P(x, y) - \bar{P}]^2}}$$



# TP1

- Disponible:
  - <http://vision.gel.ulaval.ca/~jflalonde/cours/pa14/tps/tp1/index.html>
- Date limite: 2 février 2014 @ 23h55
- Politique de retard
  - 3 jours “gratuits”
  - 10% de pénalité par jour pour 3 jours, 0 pour 4 jours et +

# La semaine prochaine

- Les pixels...
  - Transformations ponctuelles
  - Modèles de couleur
  - Contraste
  - Histogrammes
  - Équilibrage des blancs