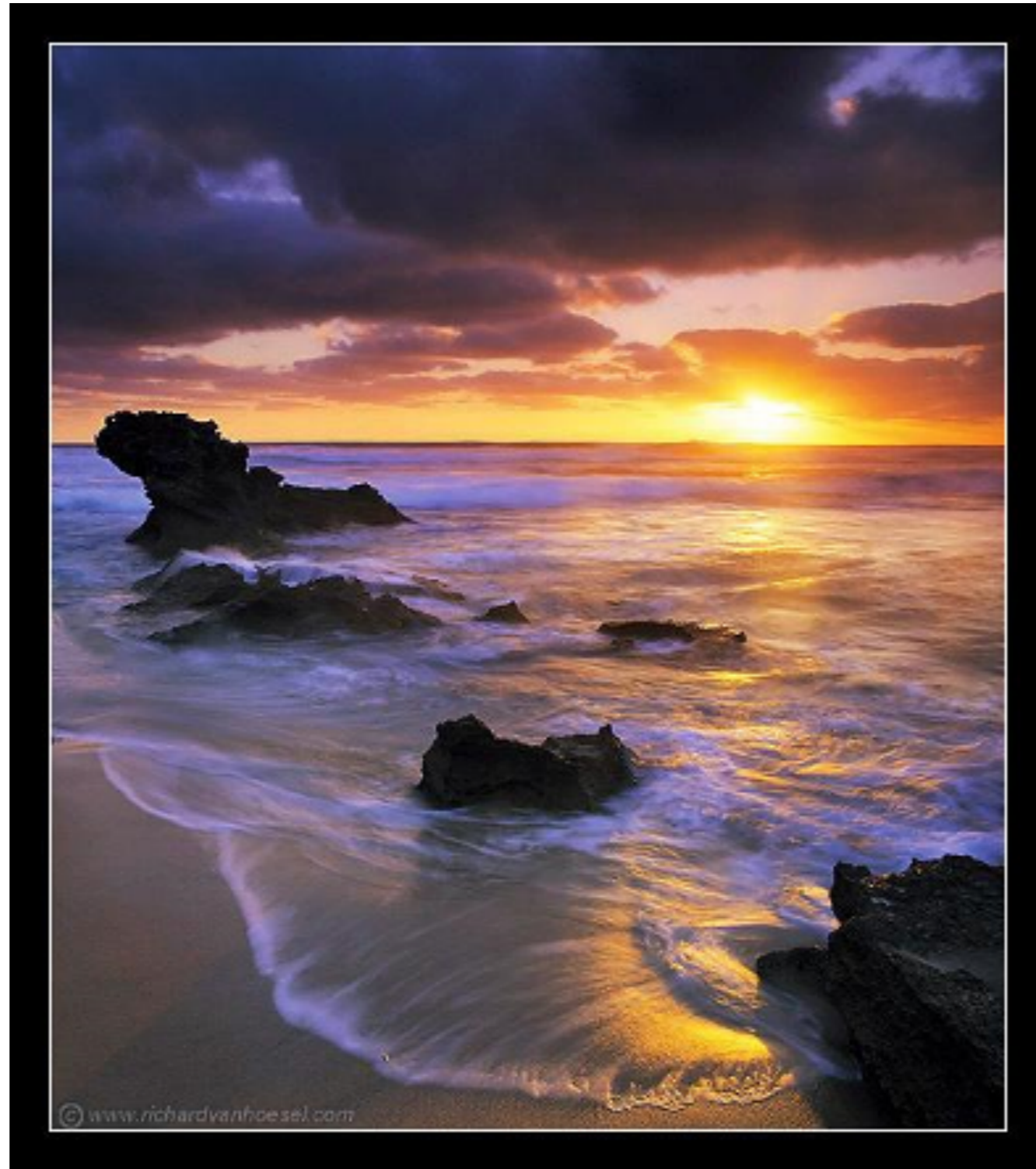


# Capturer la lumière

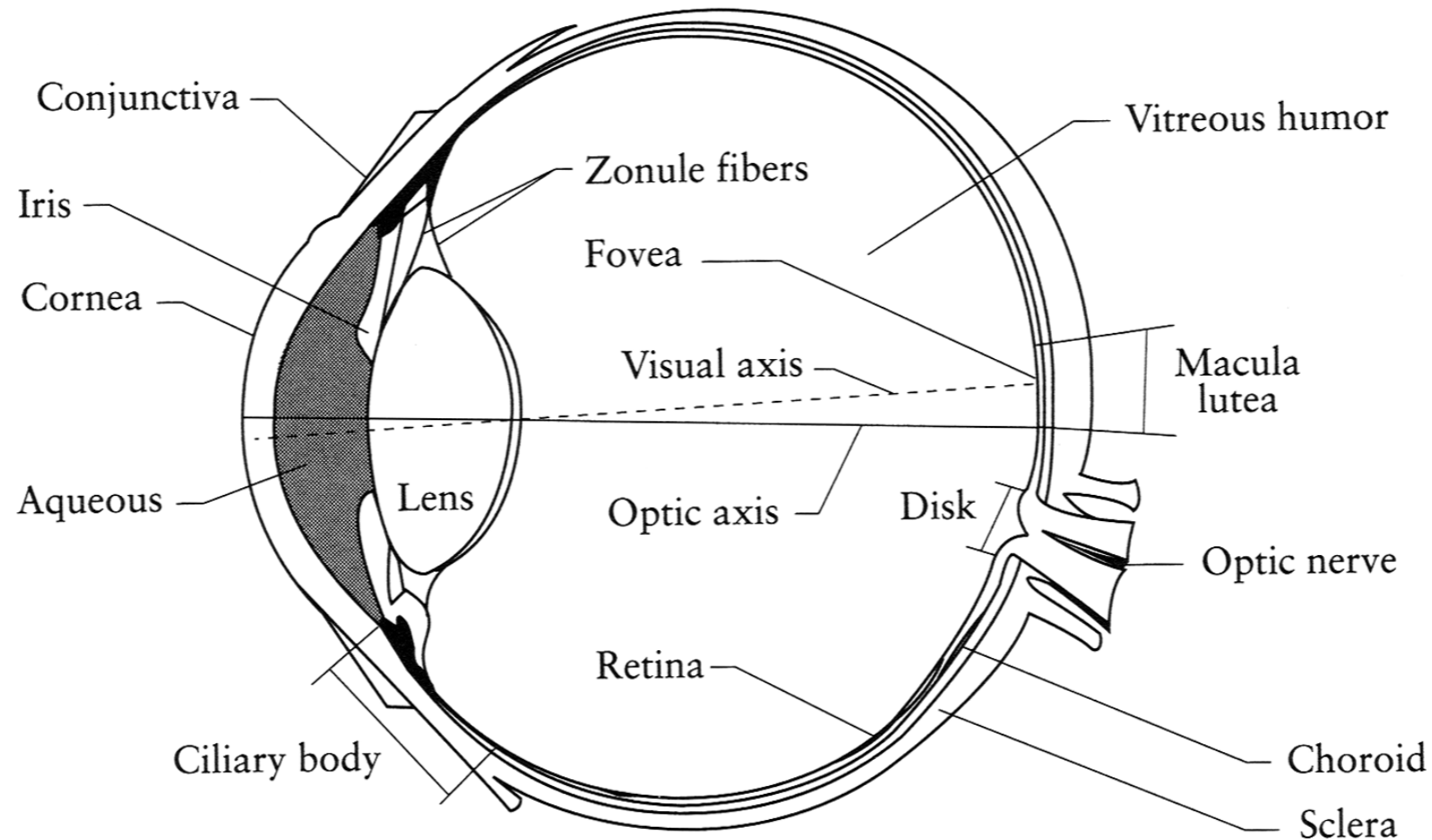


GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique  
Jean-François Lalonde

# Aujourd'hui

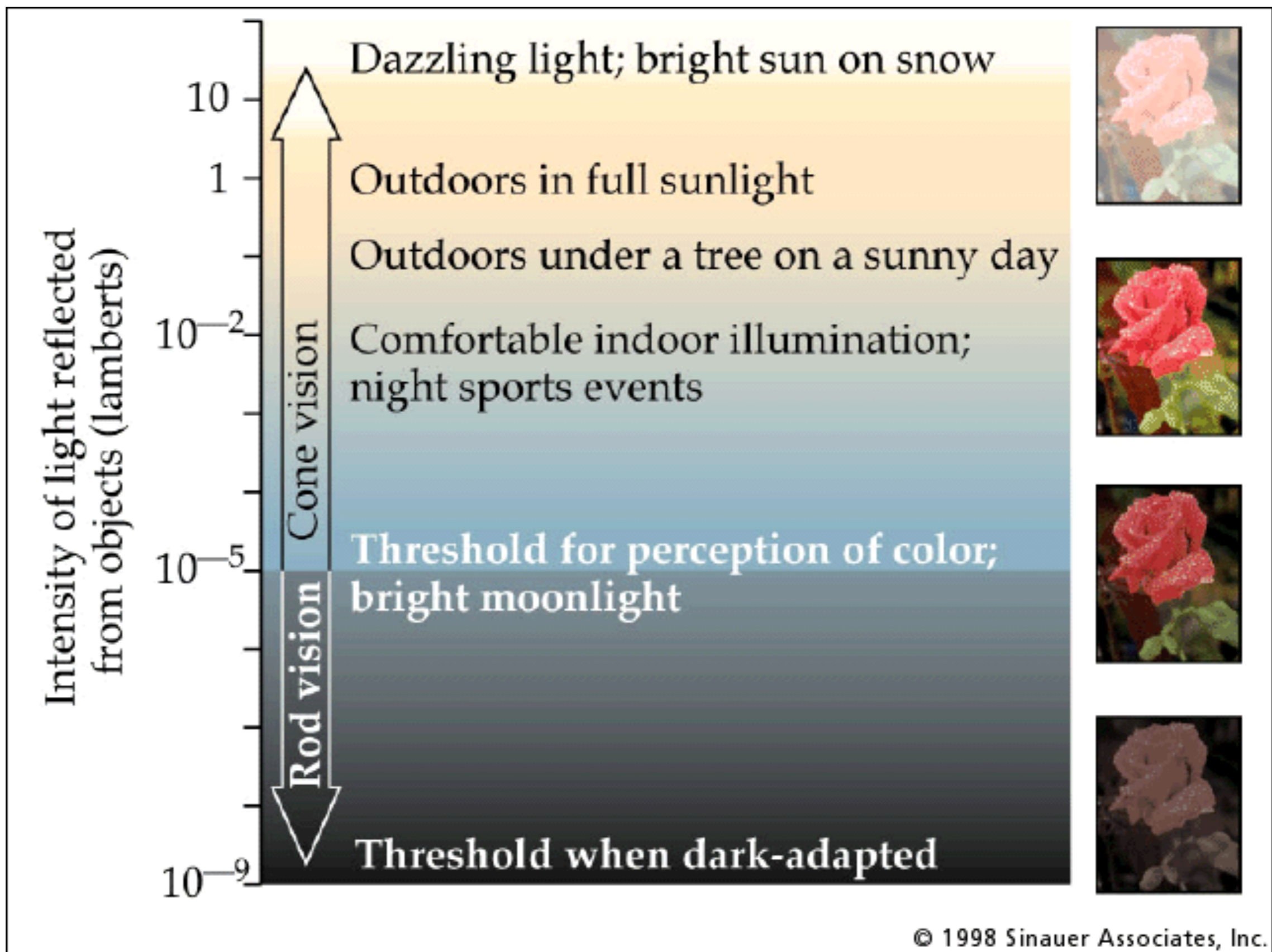
- Capturer la lumière
  - Avec l'oeil humain
  - Avec une caméra numérique
- Présentation du TP1

# L'oeil humain

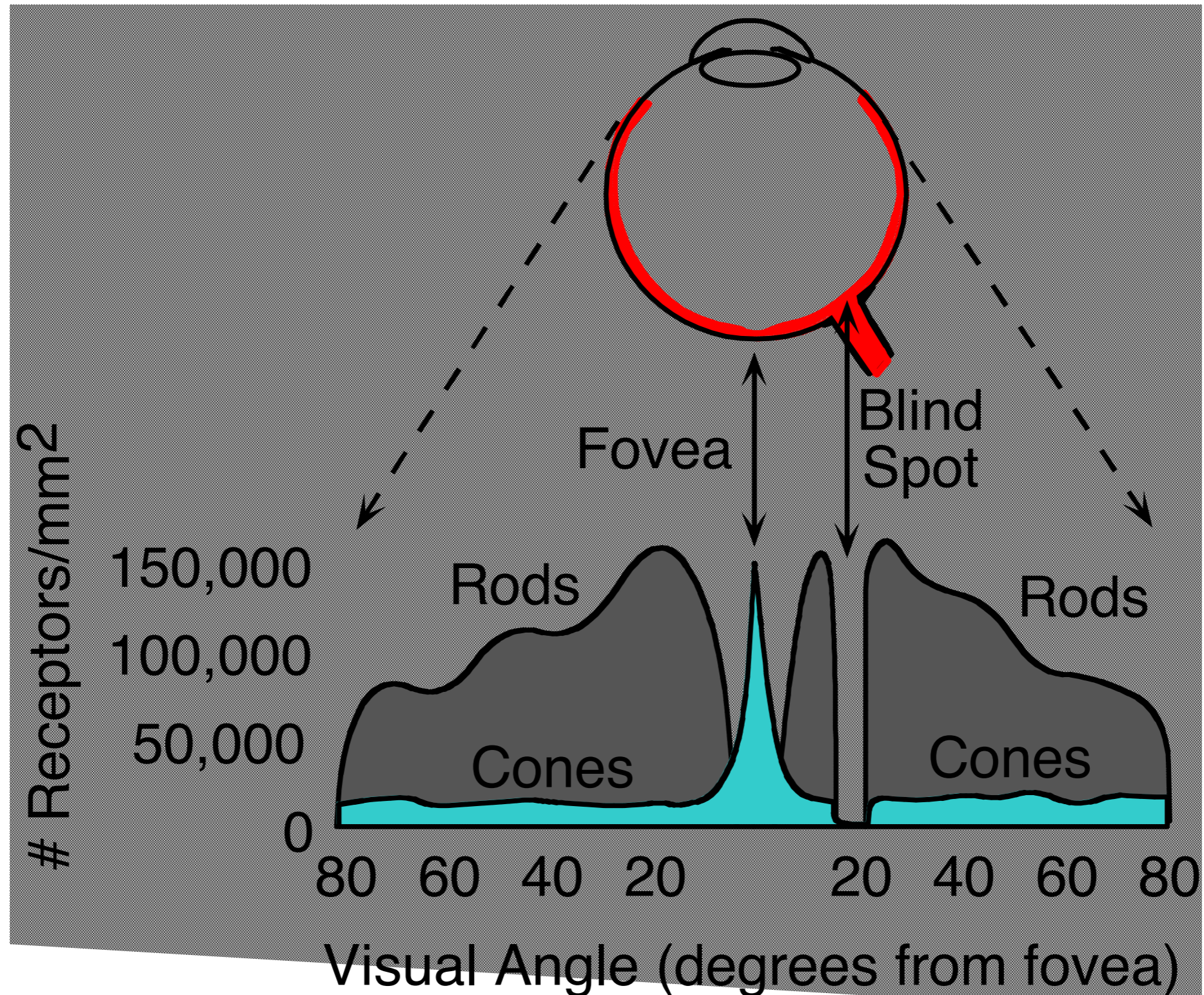


- L'oeil humain est une caméra!
  - Iris - anneau coloré avec muscles radiaux
  - Pupille - le petit trou (ouverture) dont la taille est contrôlée par l'iris
  - Où est le capteur?
    - cellules photo-réceptrices (cônes et bâtonnets) sur la rétine

# Sensibilité des cônes et bâtonnets

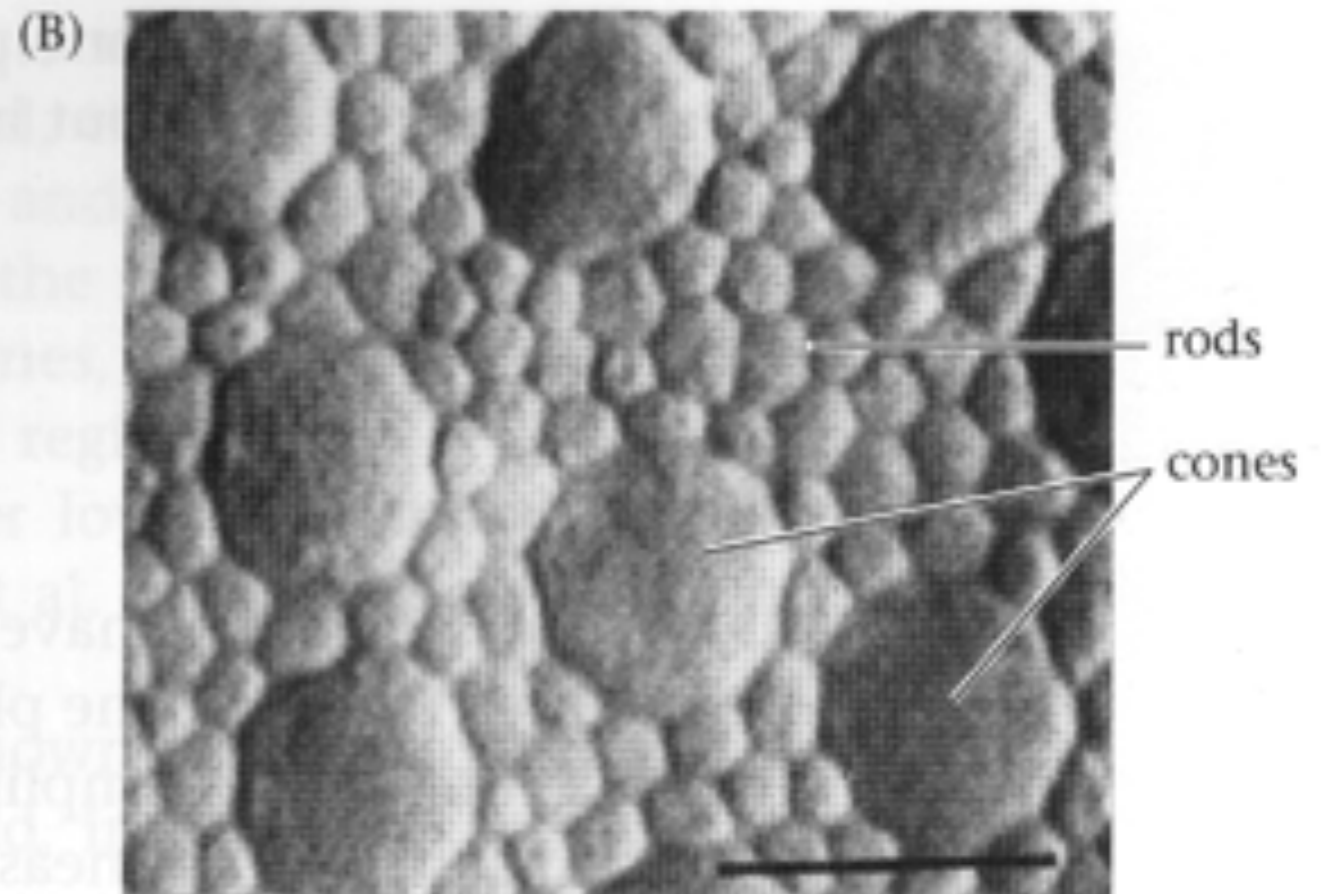
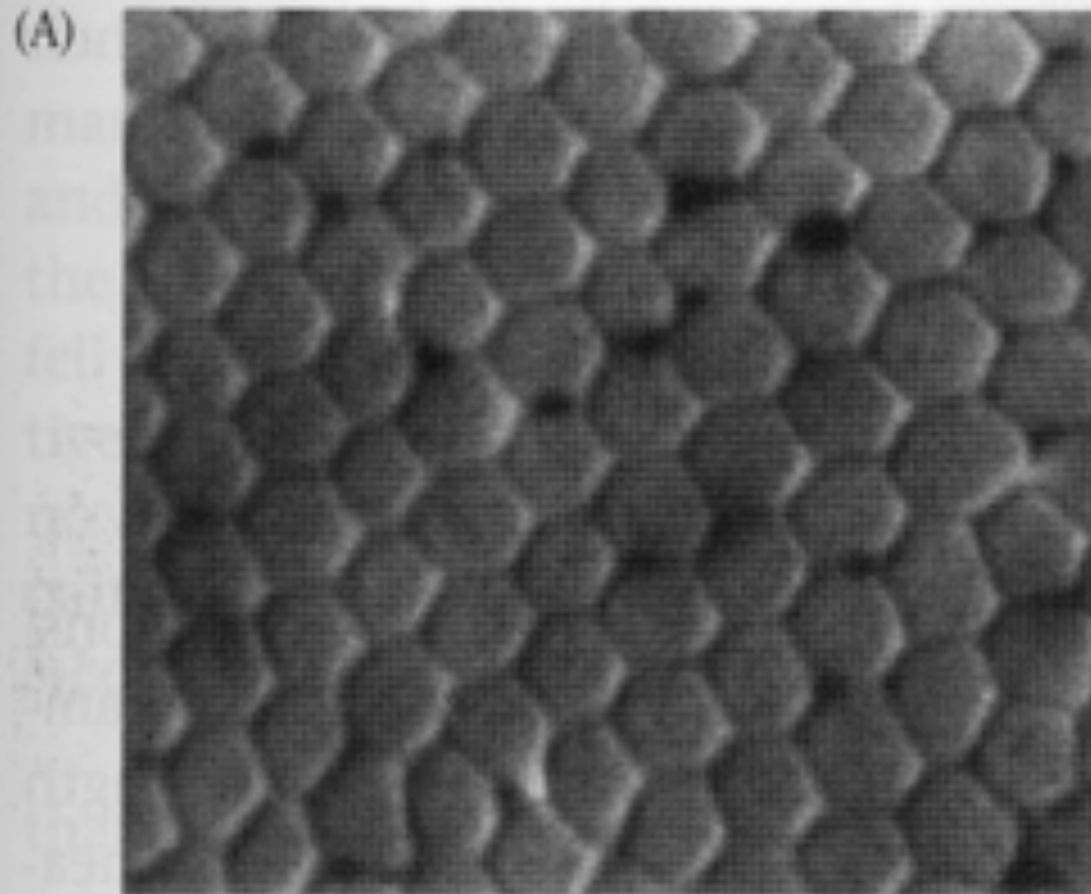


# Distribution des cônes et bâtonnets



Fovée

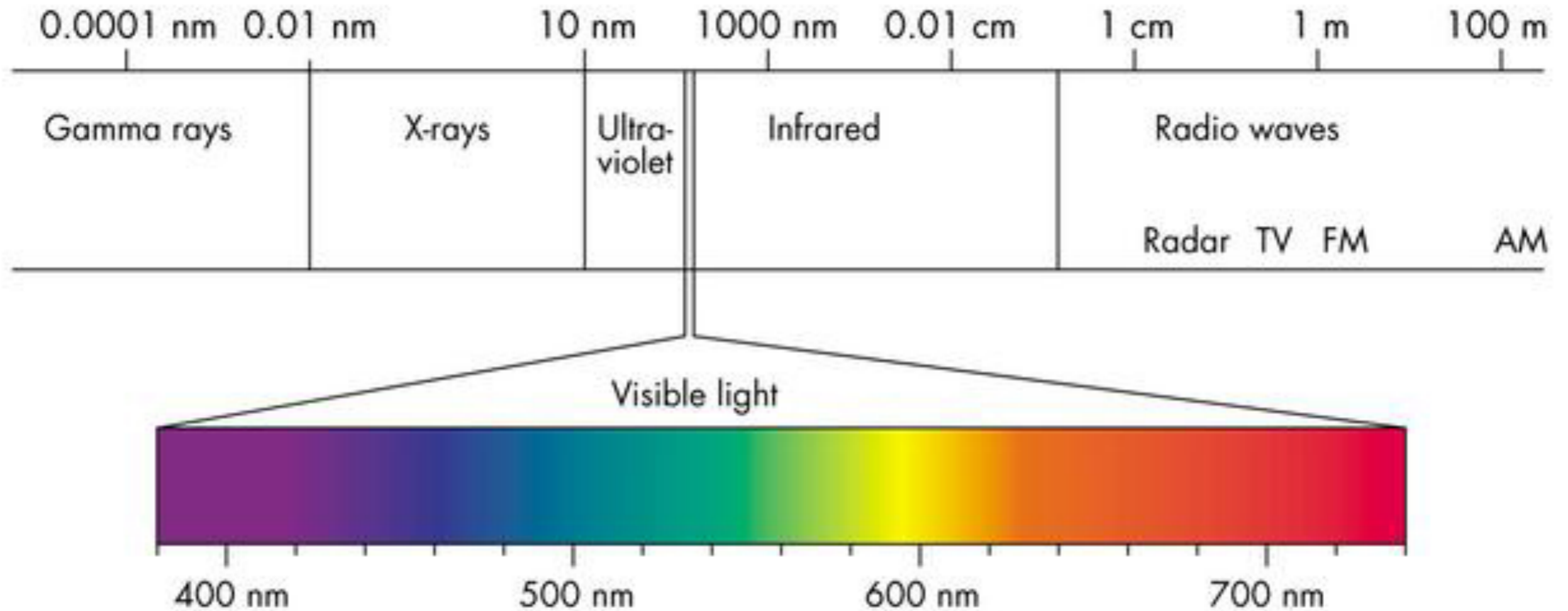
Périphérie



# Fovée

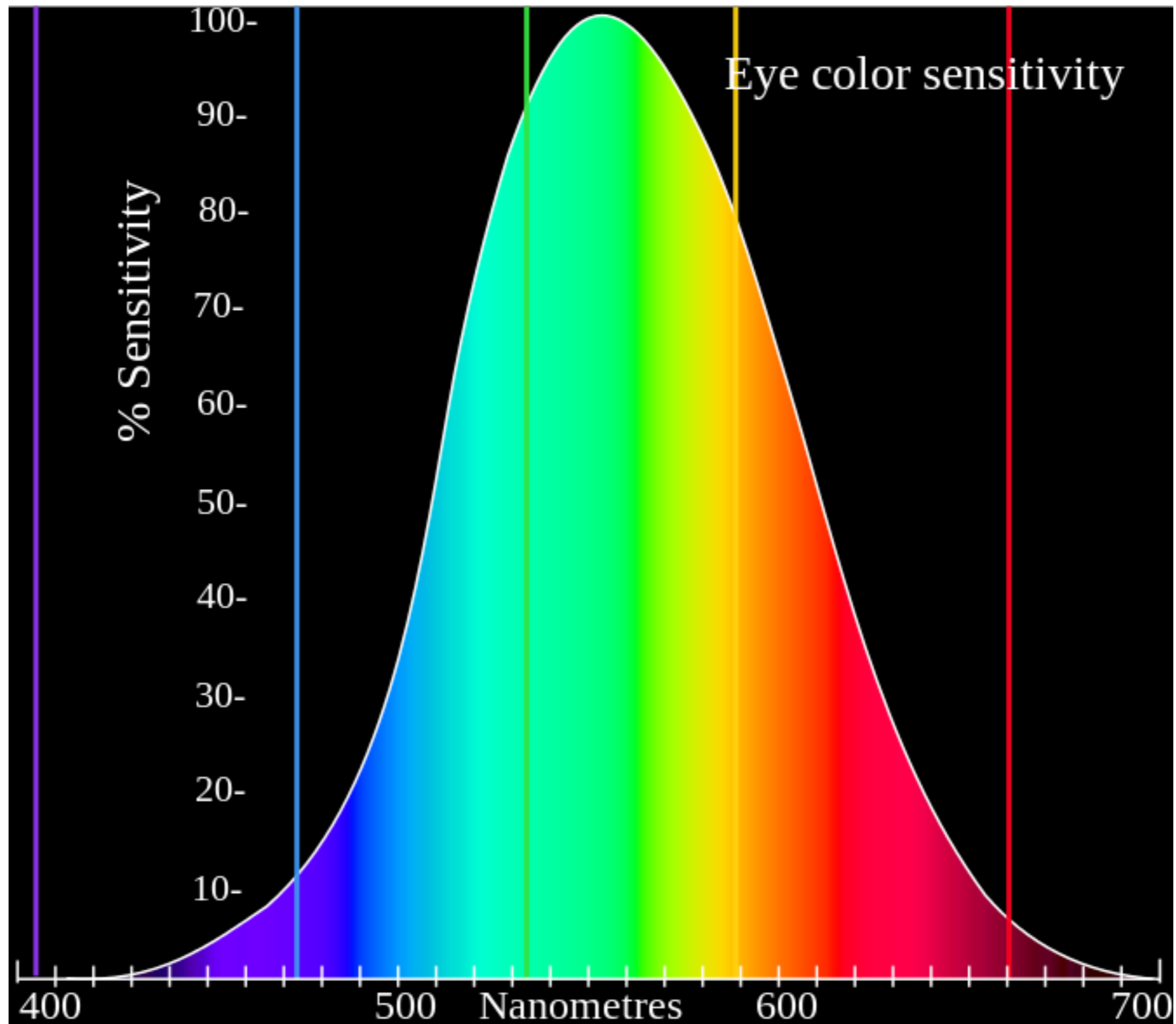
<https://www.shadertoy.com/view/4dsXzM>

# Spectre électro-magnétique

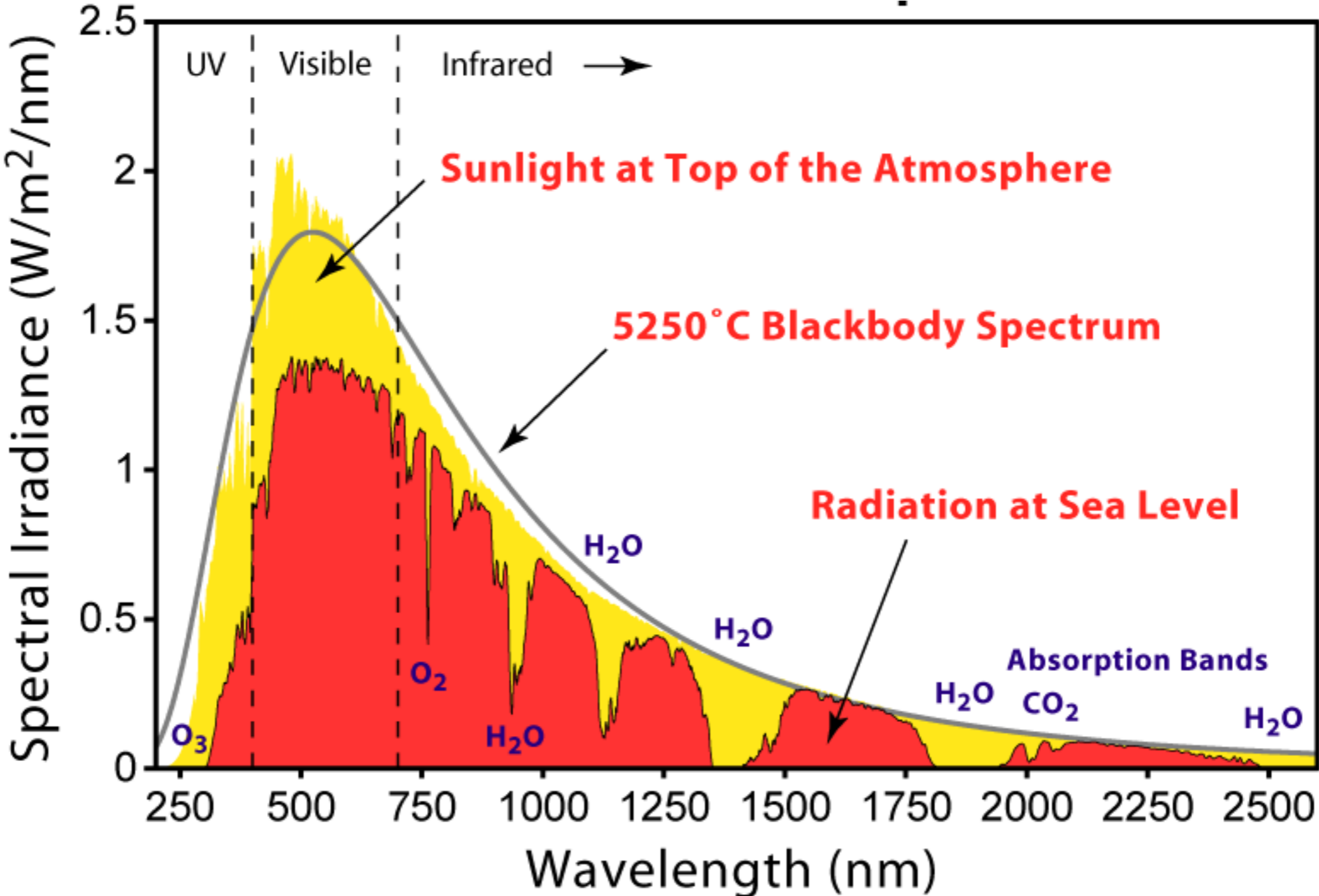




# Spectre électro-magnétique

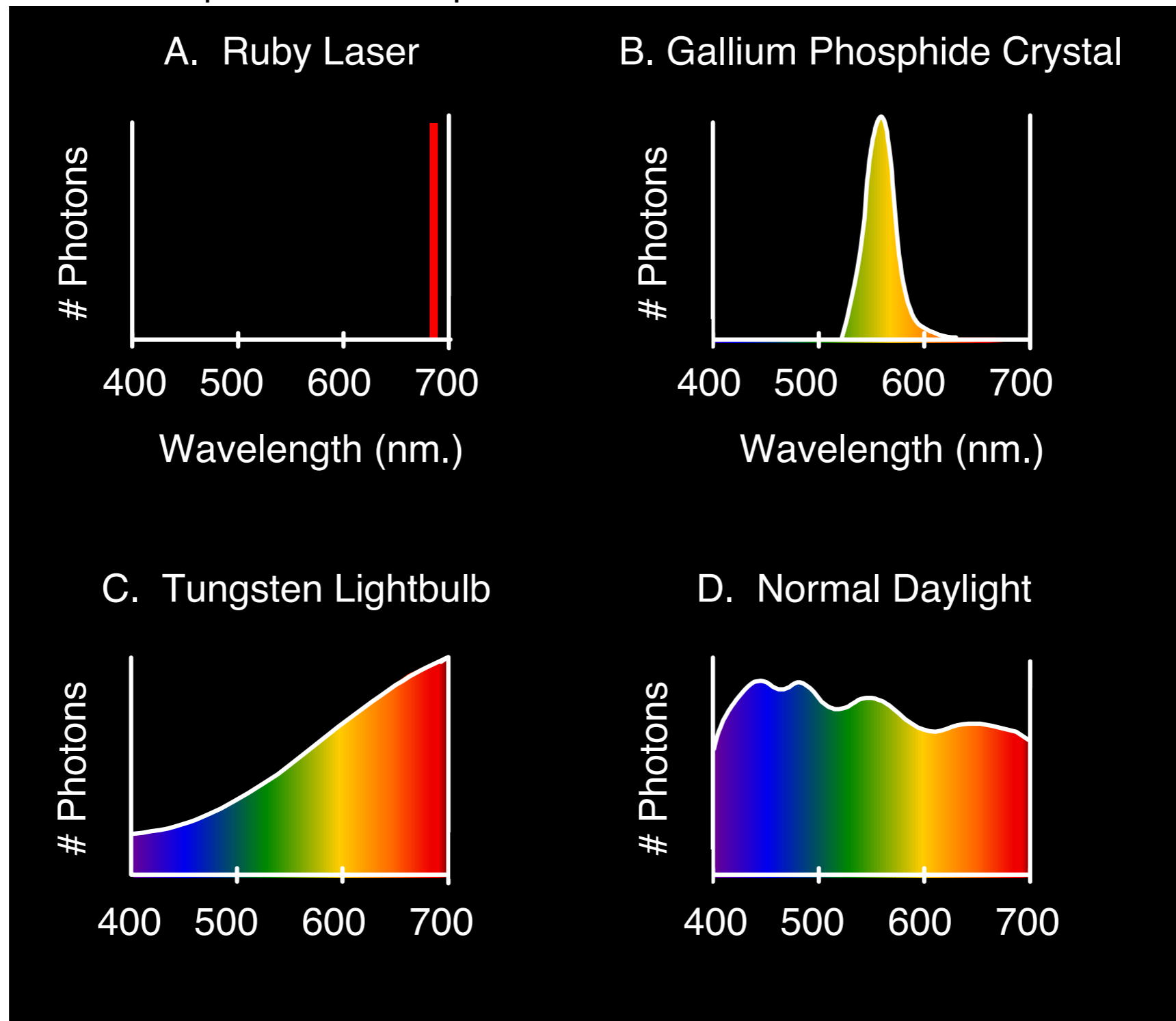


# Lumière visible



# La physique de la lumière

Quelques exemples de sources lumineuses



# La physique de la lumière

Quelques exemples de surfaces



Rouge



Jaune

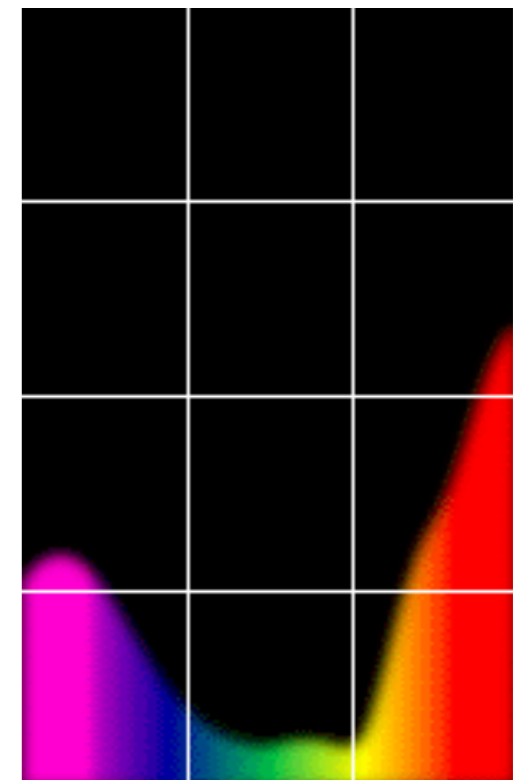
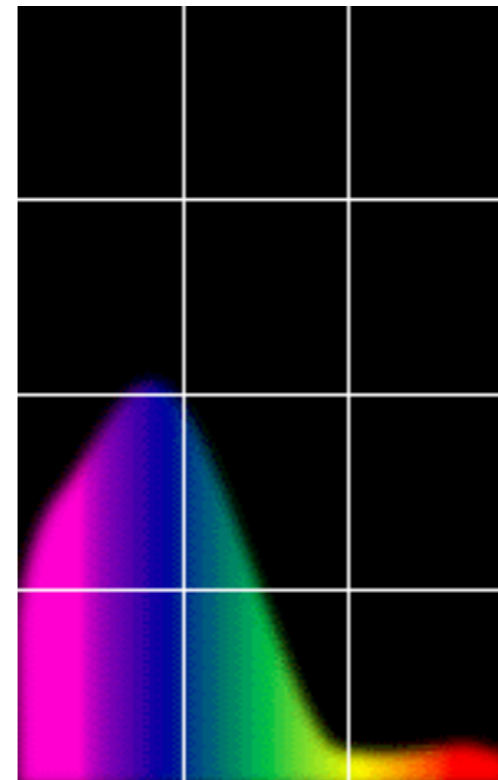
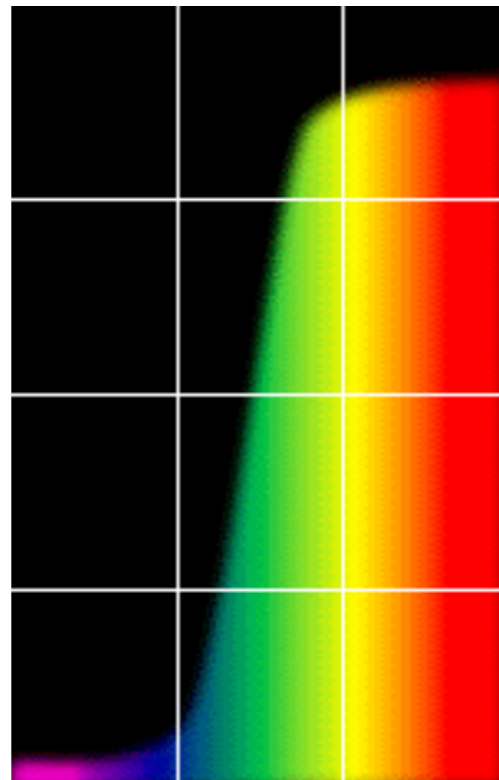
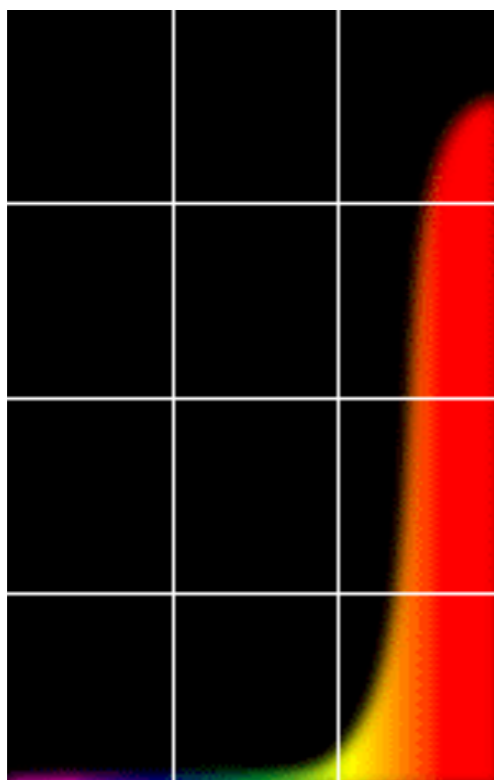


Bleu



Mauve

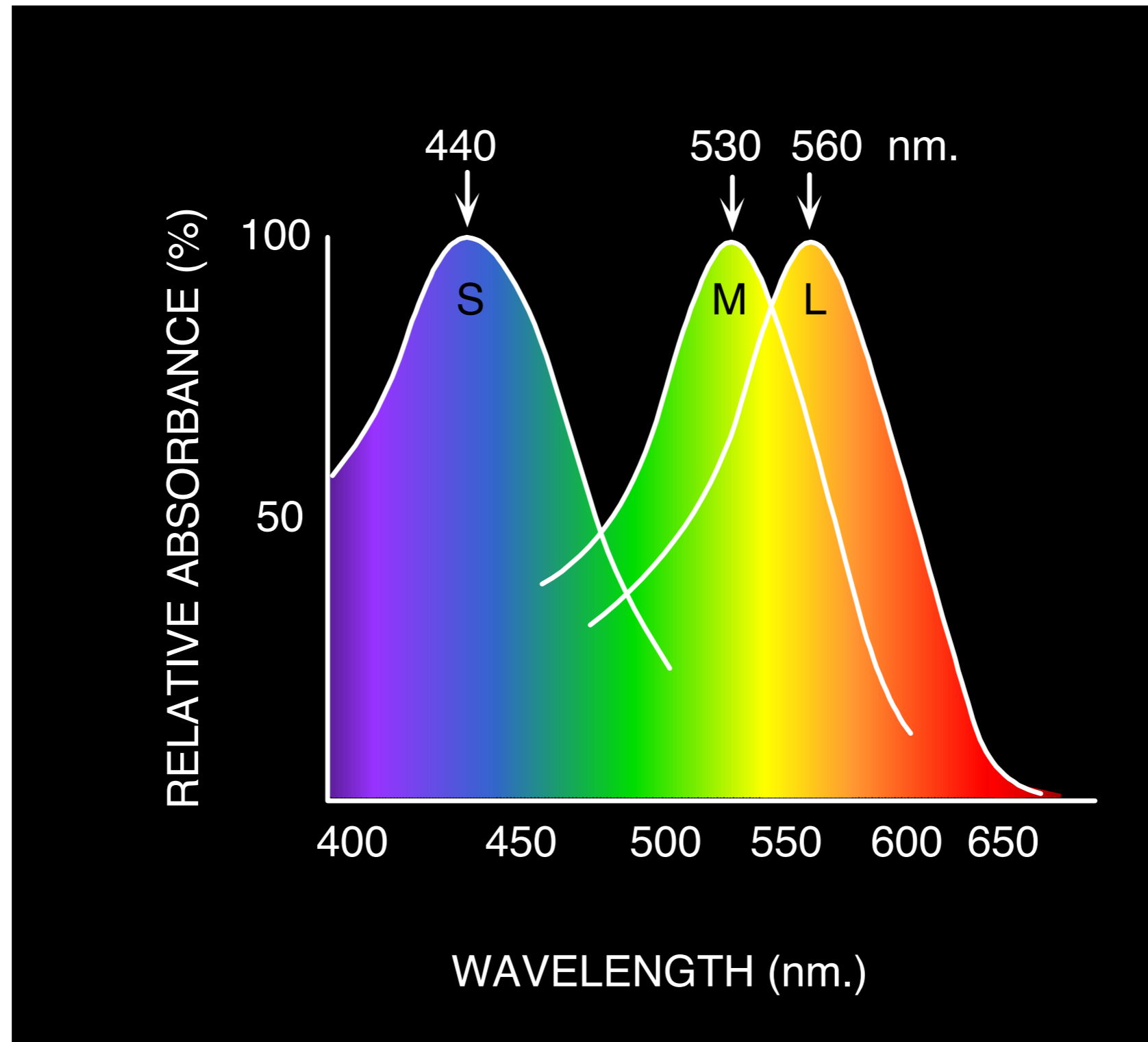
% de photons réfléchis



Longueur d'onde (nm)

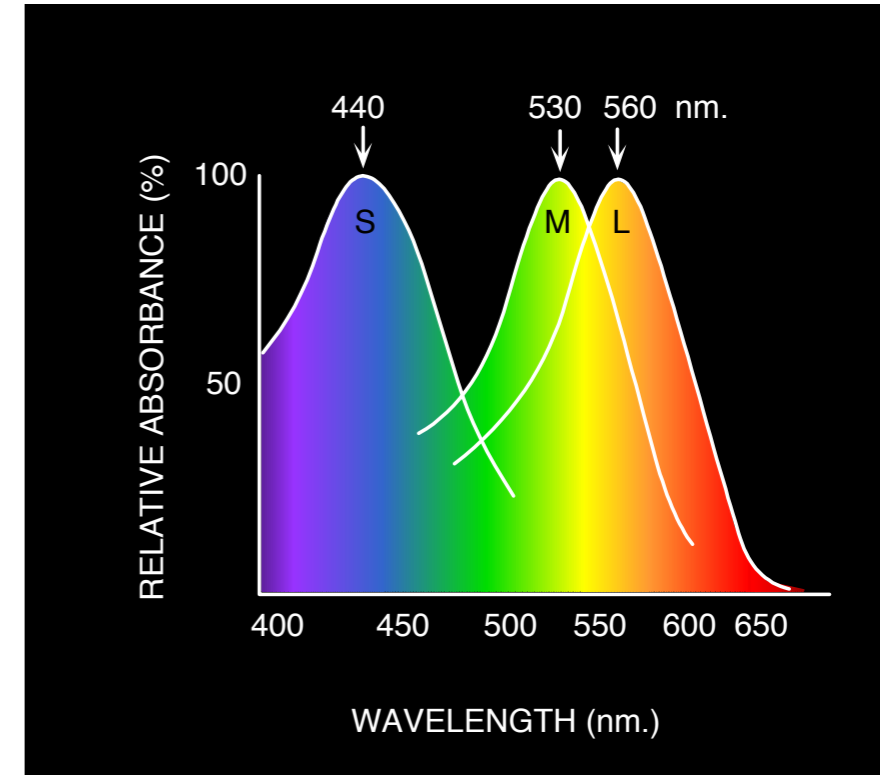
# Vision en couleur

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)

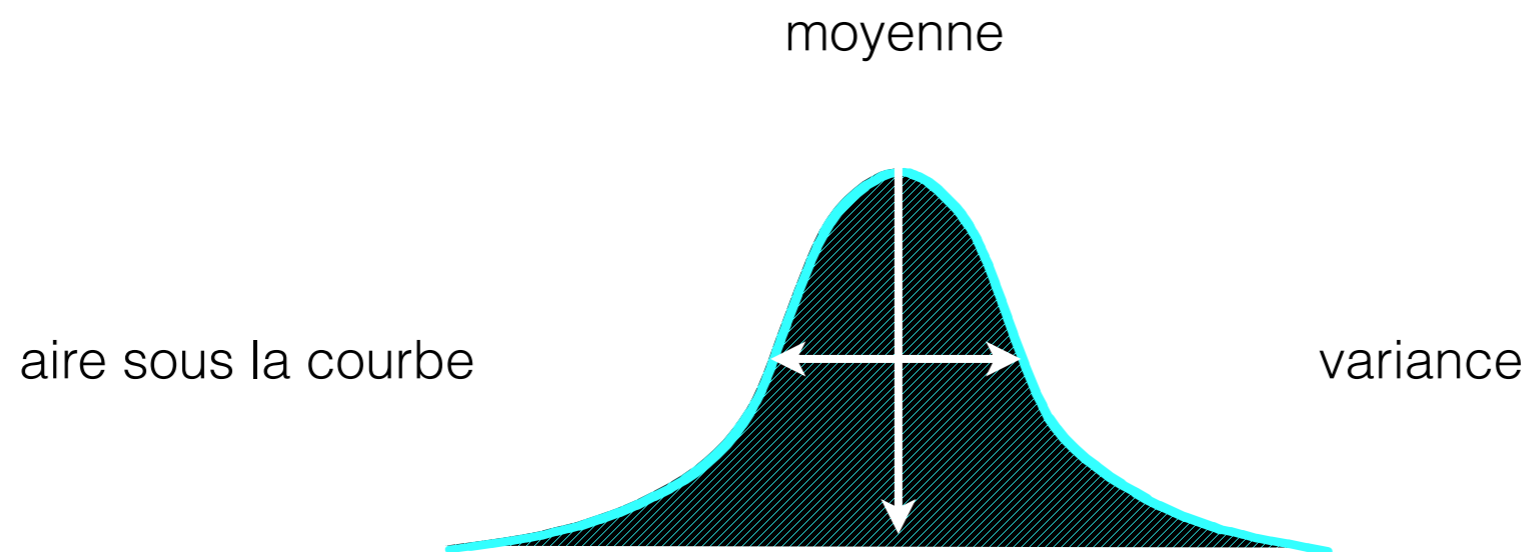


# Petite diversion

<https://www.youtube.com/watch?v=F5FEj9U-CJM>

# 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:



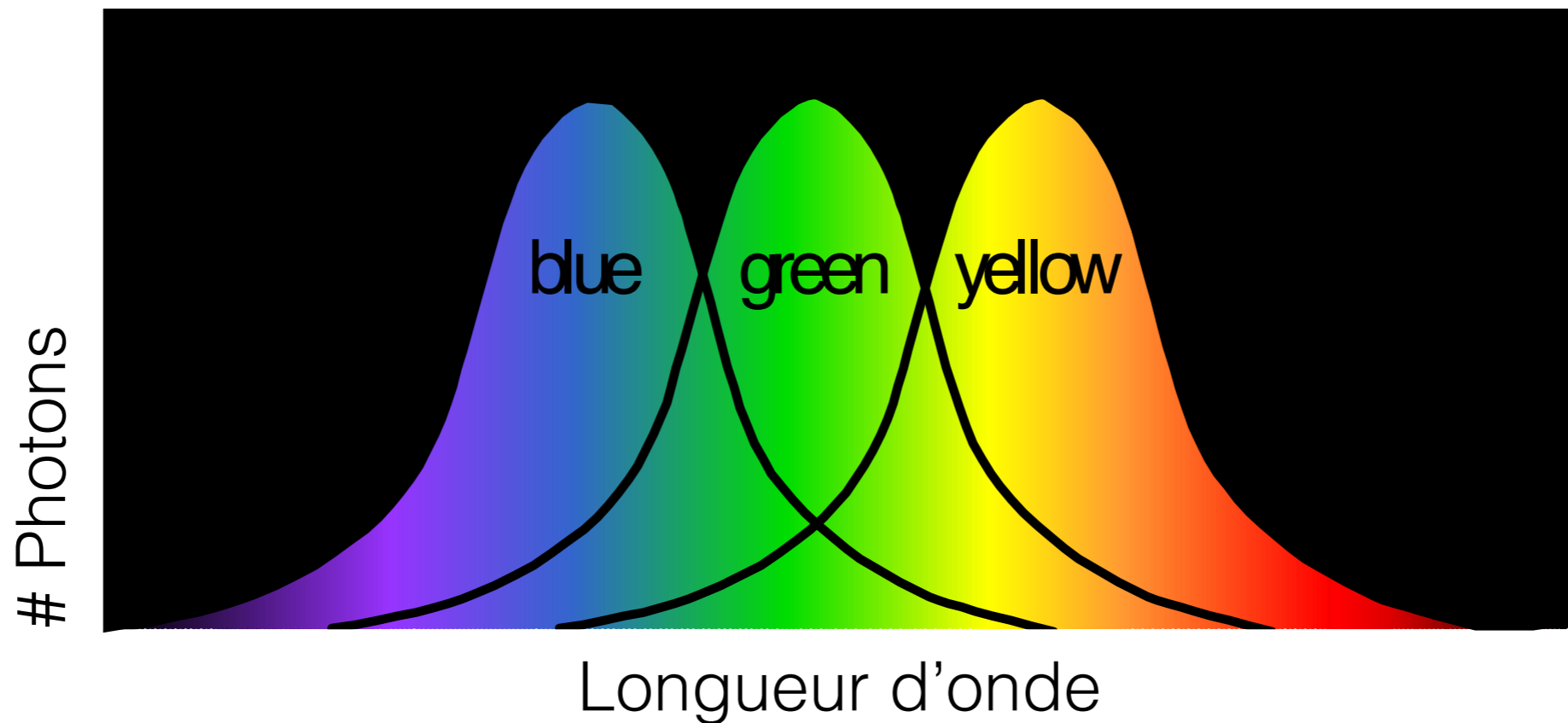


# De la physique à la perception

Moyenne



Teinte

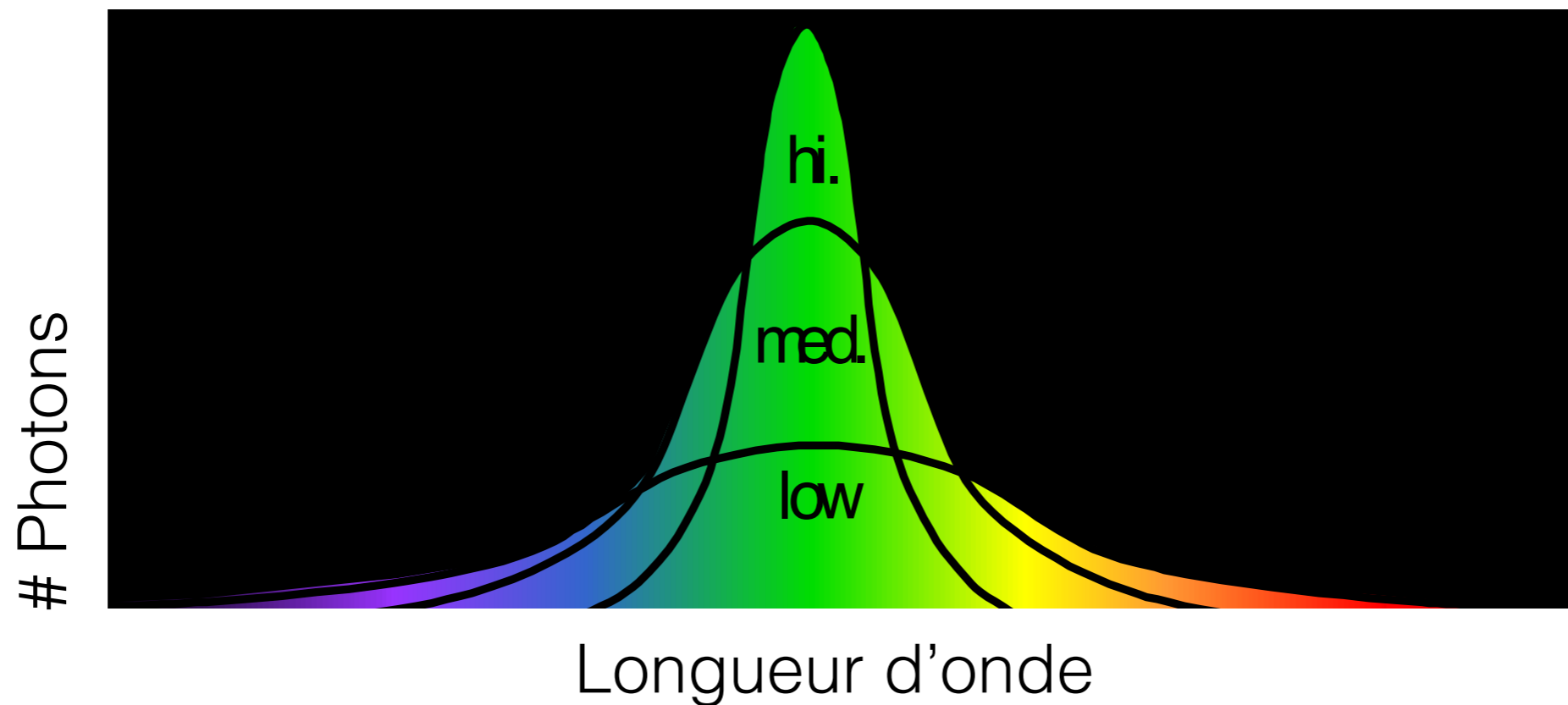


# De la physique à la perception

Variance



Saturation

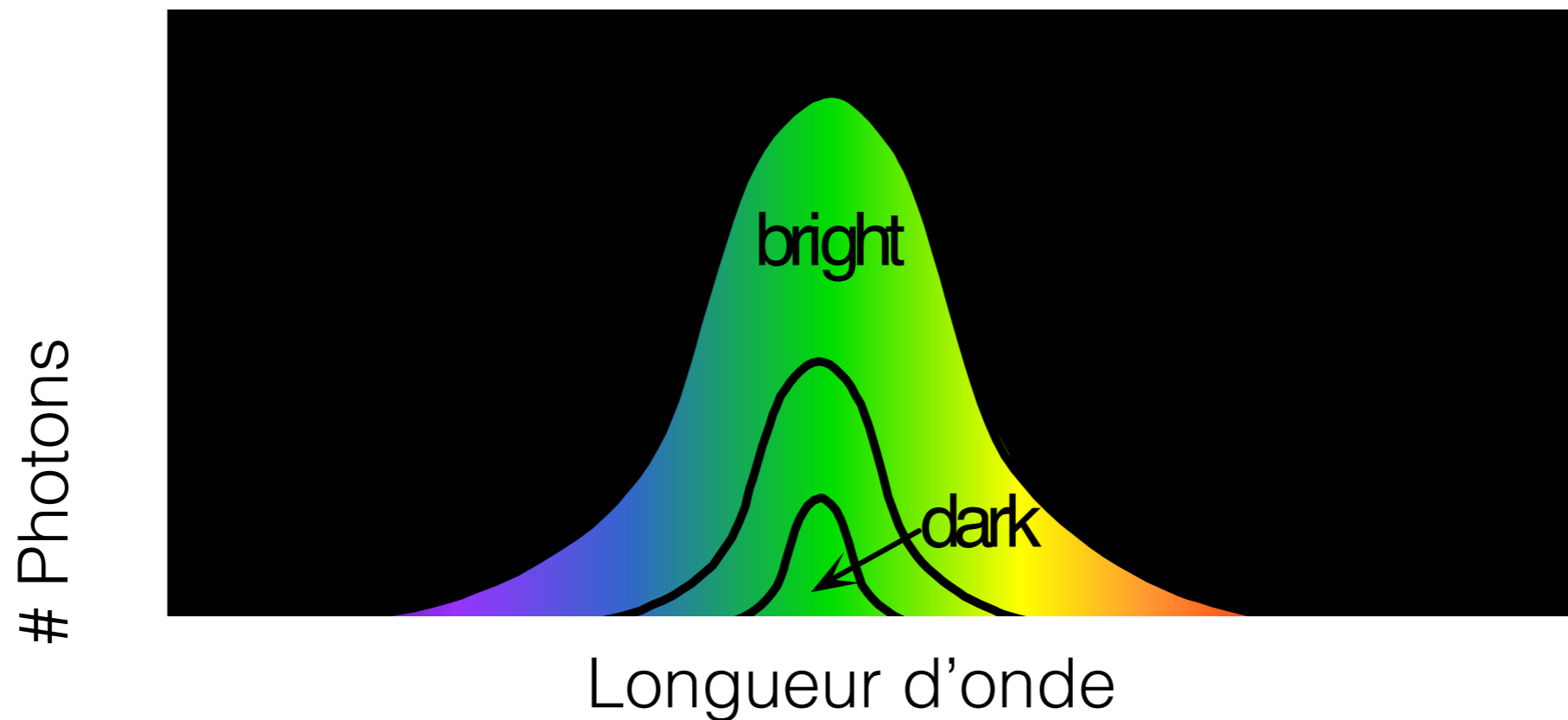


# De la physique à la perception

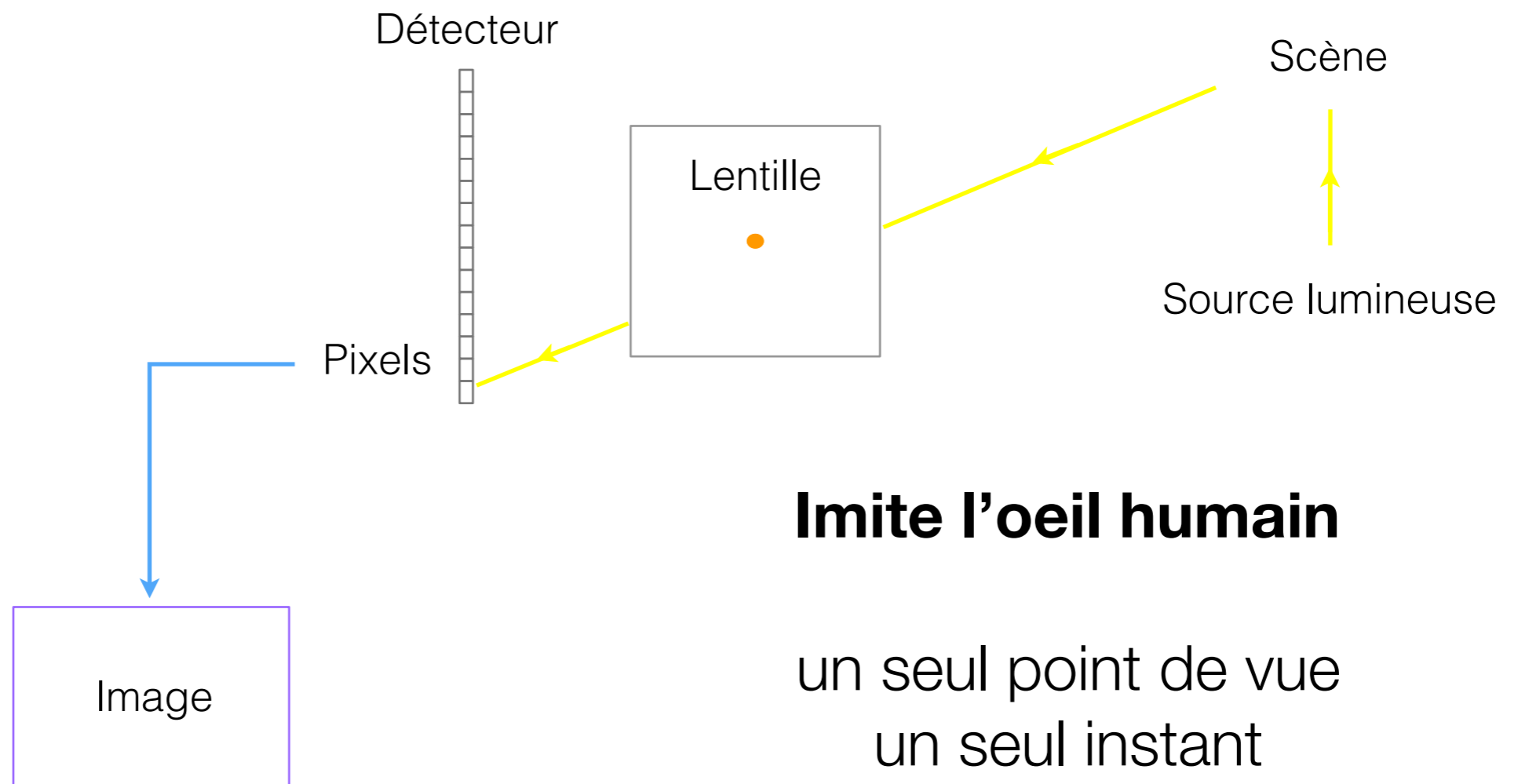
Aire sous  
la courbe



Intensité



# Formation d'une image

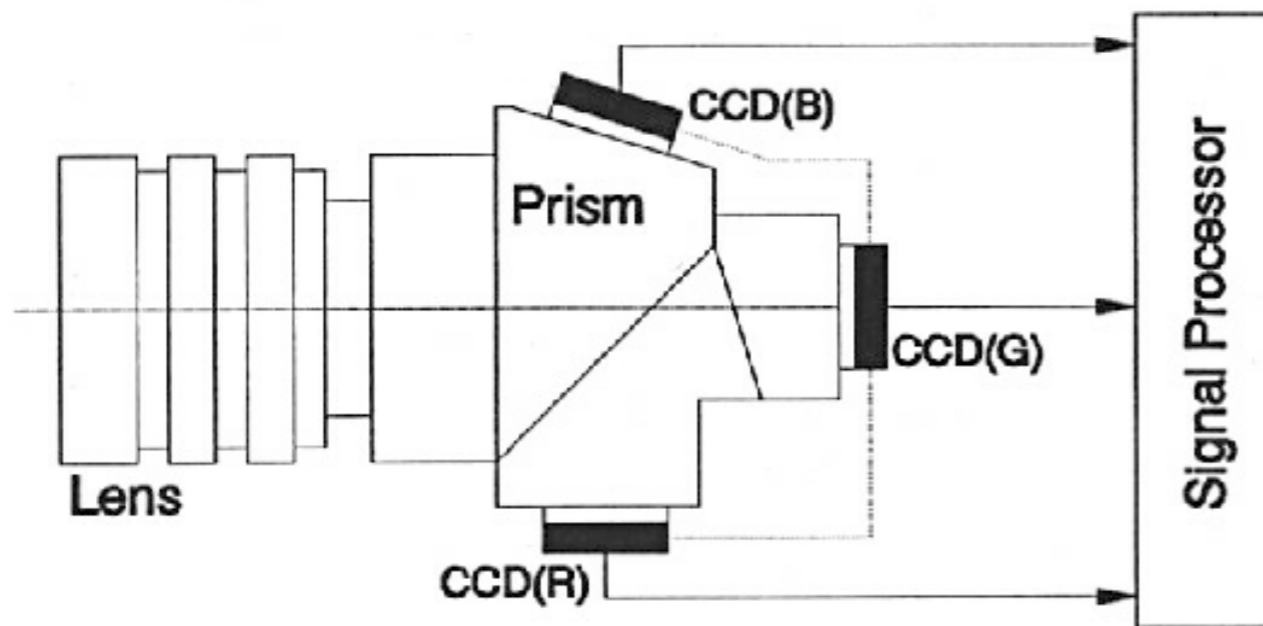


## Imite l'oeil humain

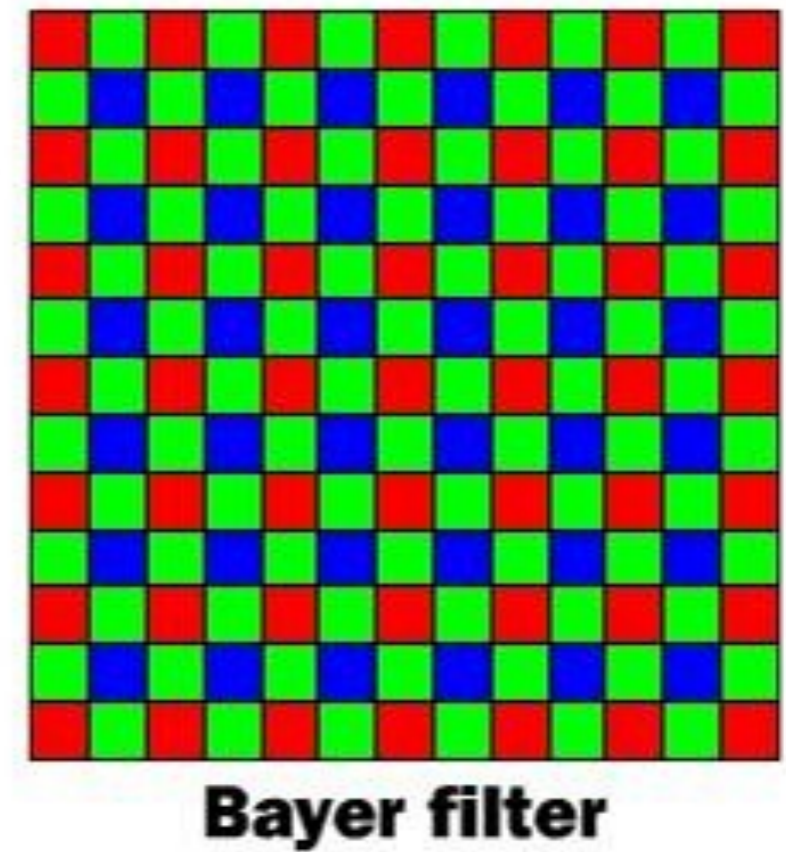
un seul point de vue  
un seul instant  
profondeur de champ fixe  
illumination fixe  
monde statique

# Couleur dans les caméras

3 capteurs (qualité)



1 capteur (coût)



Ituff Works

# Filtre de Bayer

Scène



Image capturée par votre caméra



# Le filtre de Bayer

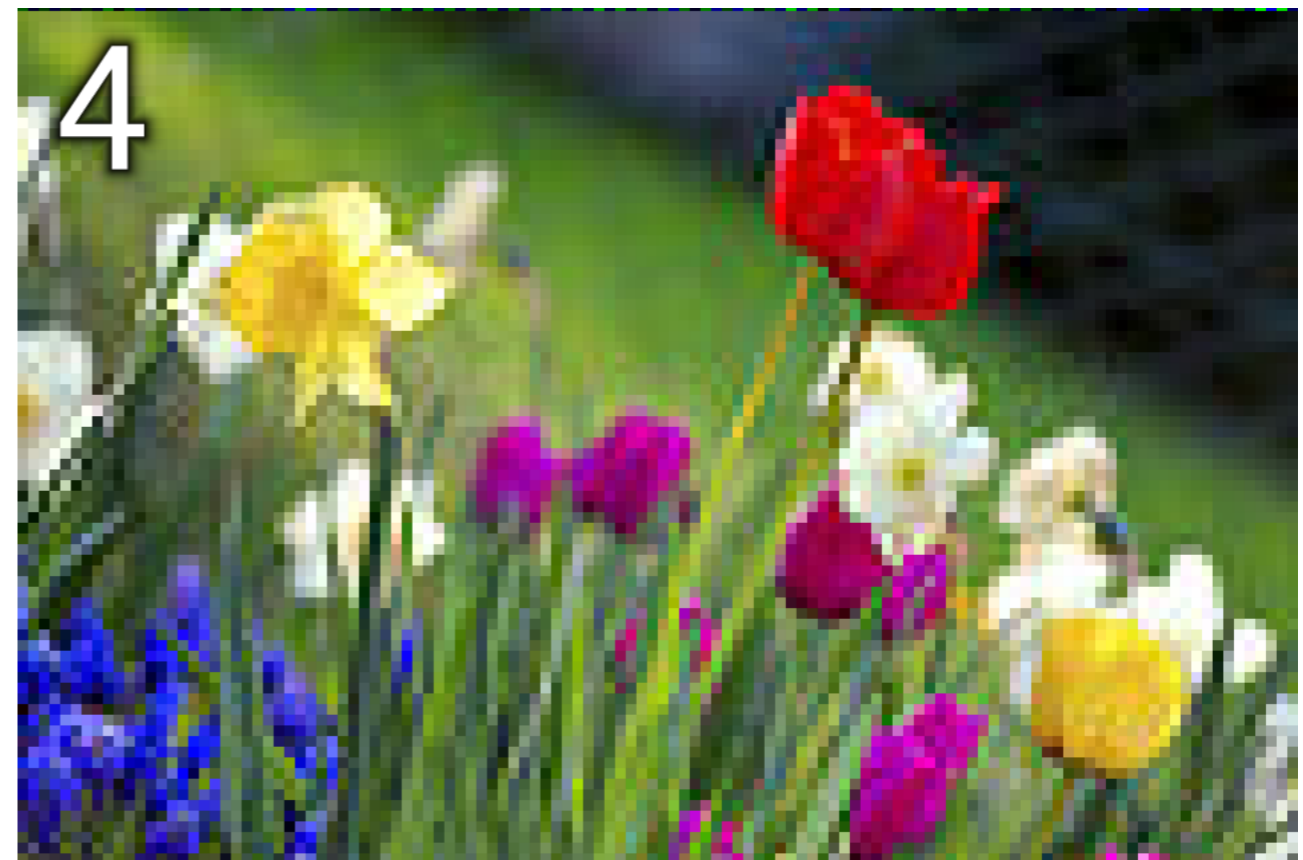


# Le filtre de Bayer

Image capturée par votre caméra



Image reconstruite





# La métaphore du photomètre

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



# La métaphore du photomètre

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

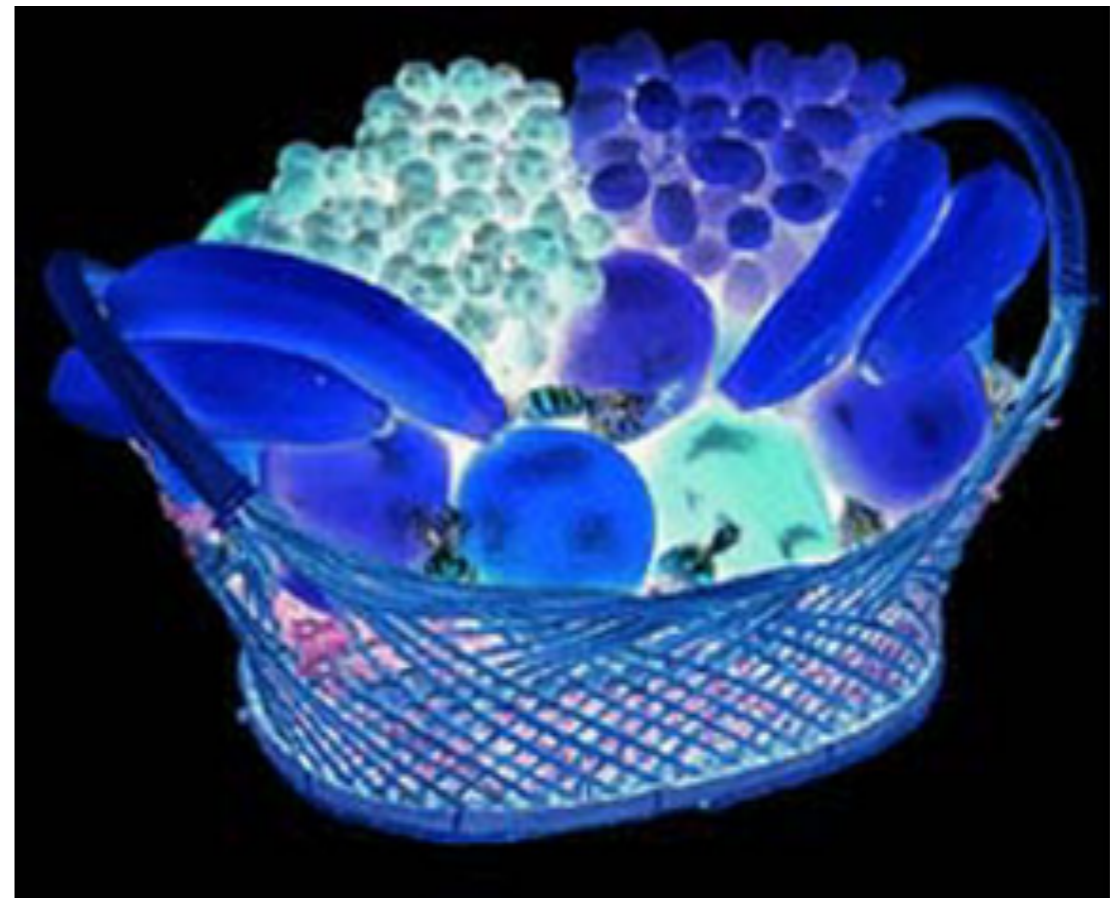


# Constance de couleur

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



Filtre bleu 60%



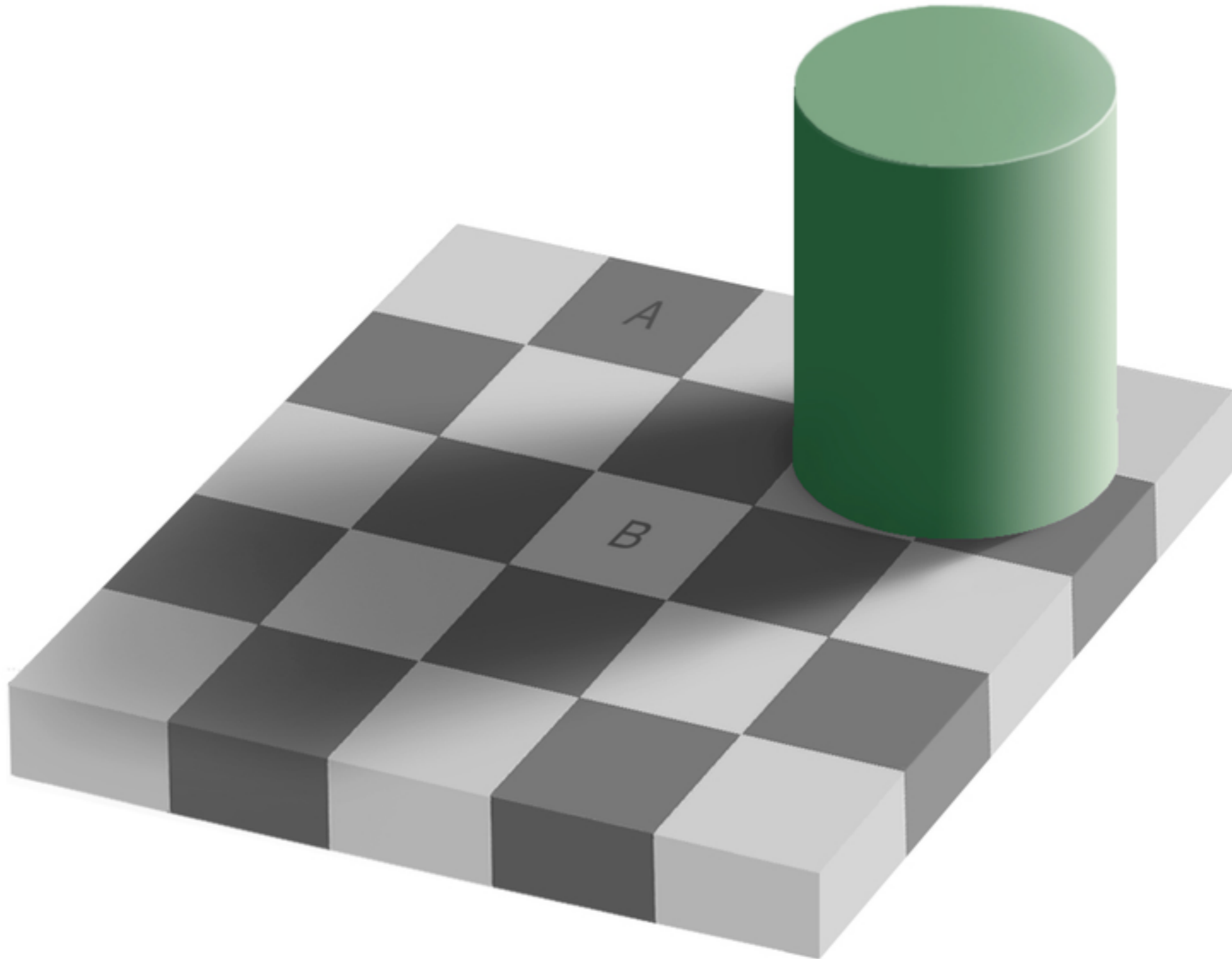
Inversion

# 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



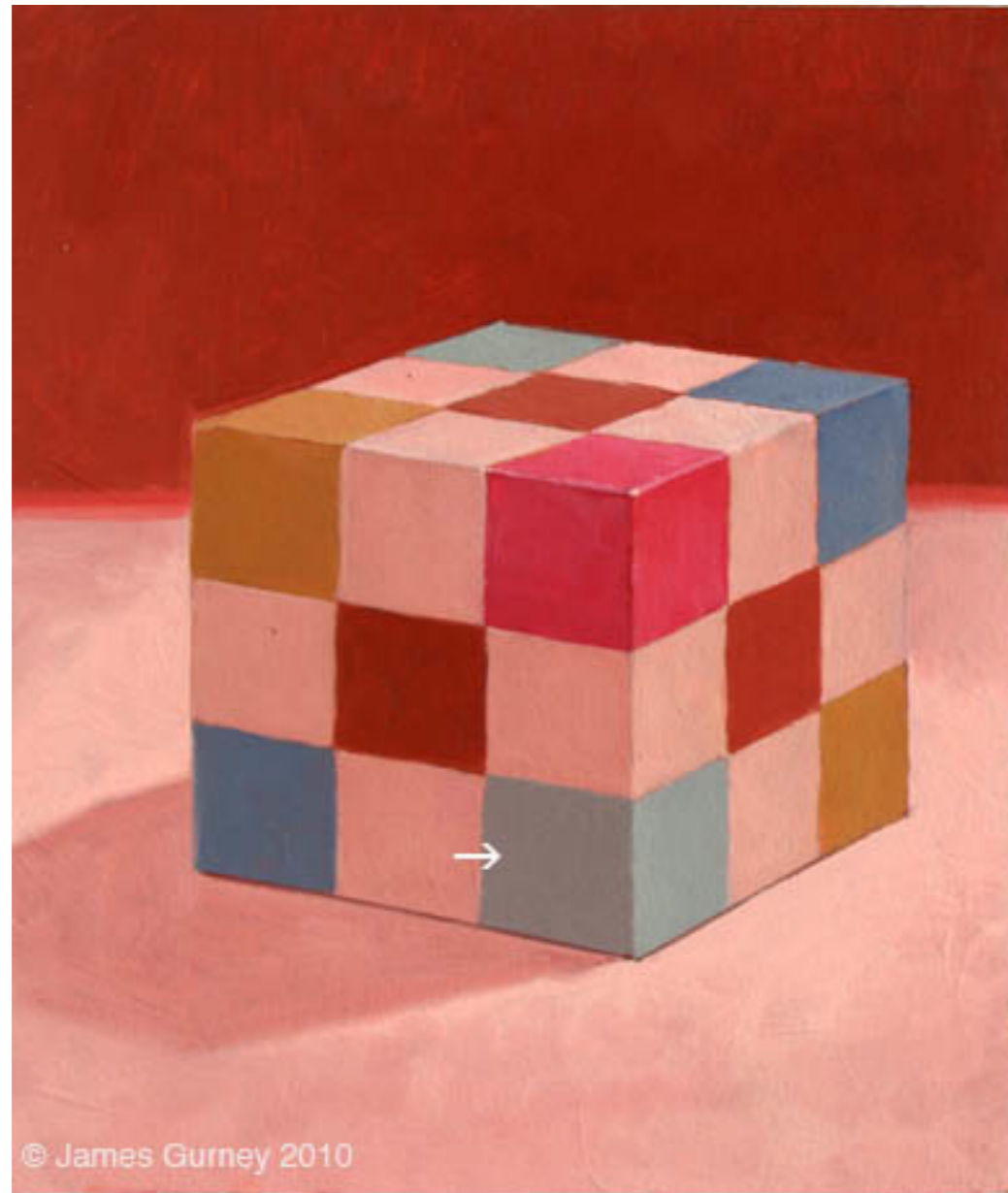
# Constance d'intensité



# Constance d'intensité



# Constance de couleur





# Constance de couleur



# Petite diversion (bis)

[http://www.ted.com/talks/beau\\_lotto\\_optical\\_illusions\\_show\\_how\\_we\\_see](http://www.ted.com/talks/beau_lotto_optical_illusions_show_how_we_see)

À regarder au complet à la maison!

# «The Dress»

[https://en.wikipedia.org/wiki/The\\_dress](https://en.wikipedia.org/wiki/The_dress)

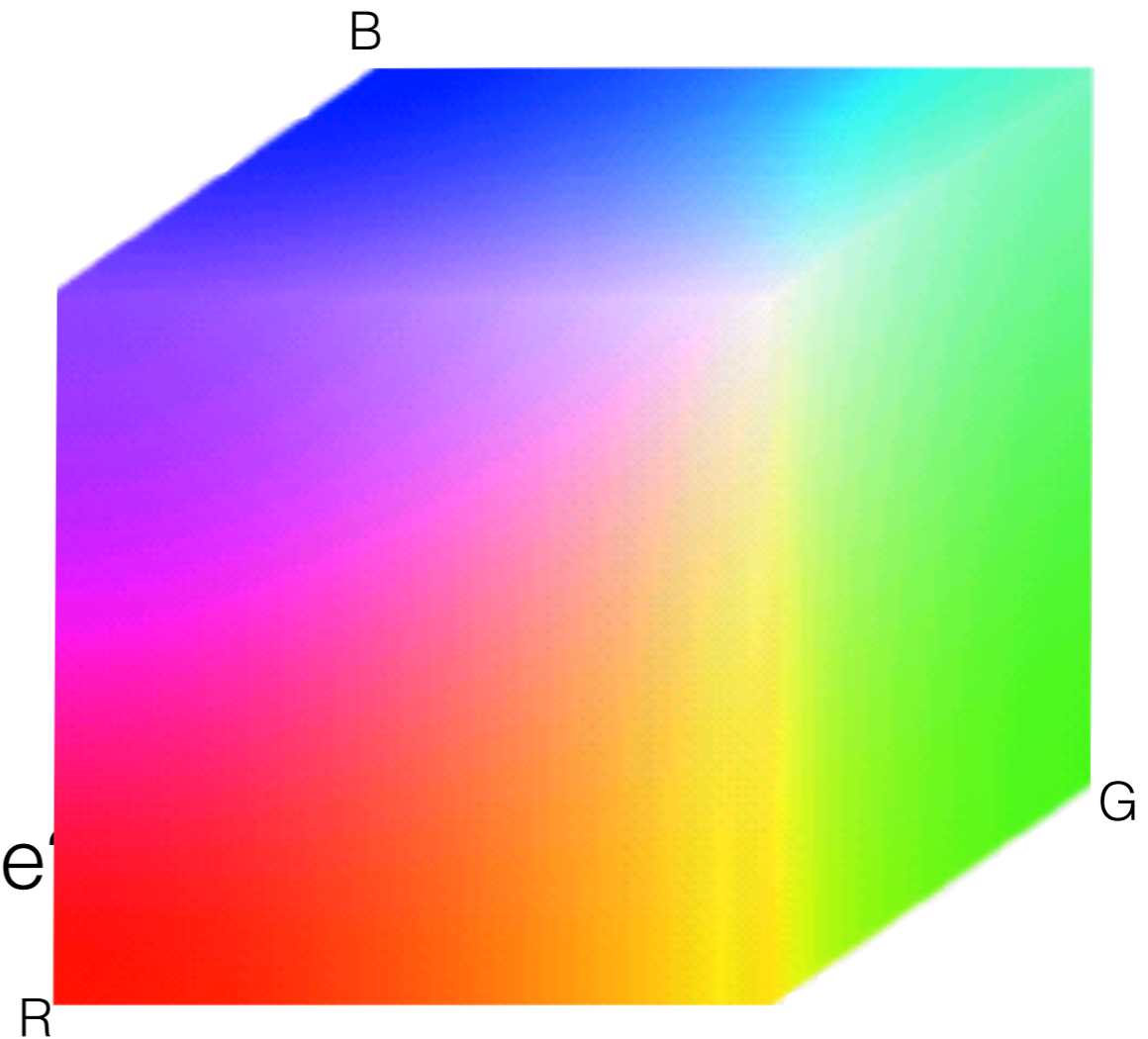
# Équilibre des blancs (white balance)



- 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

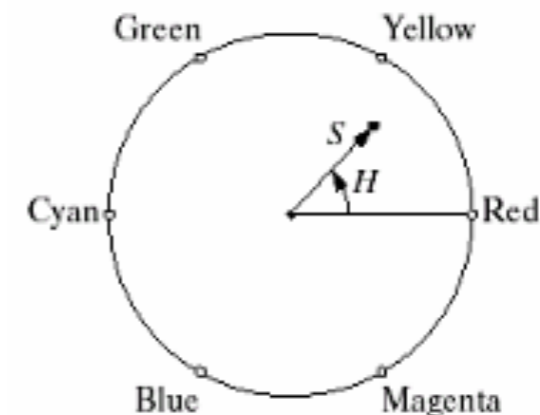
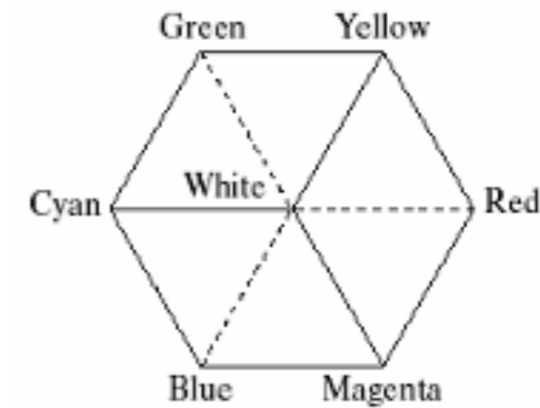
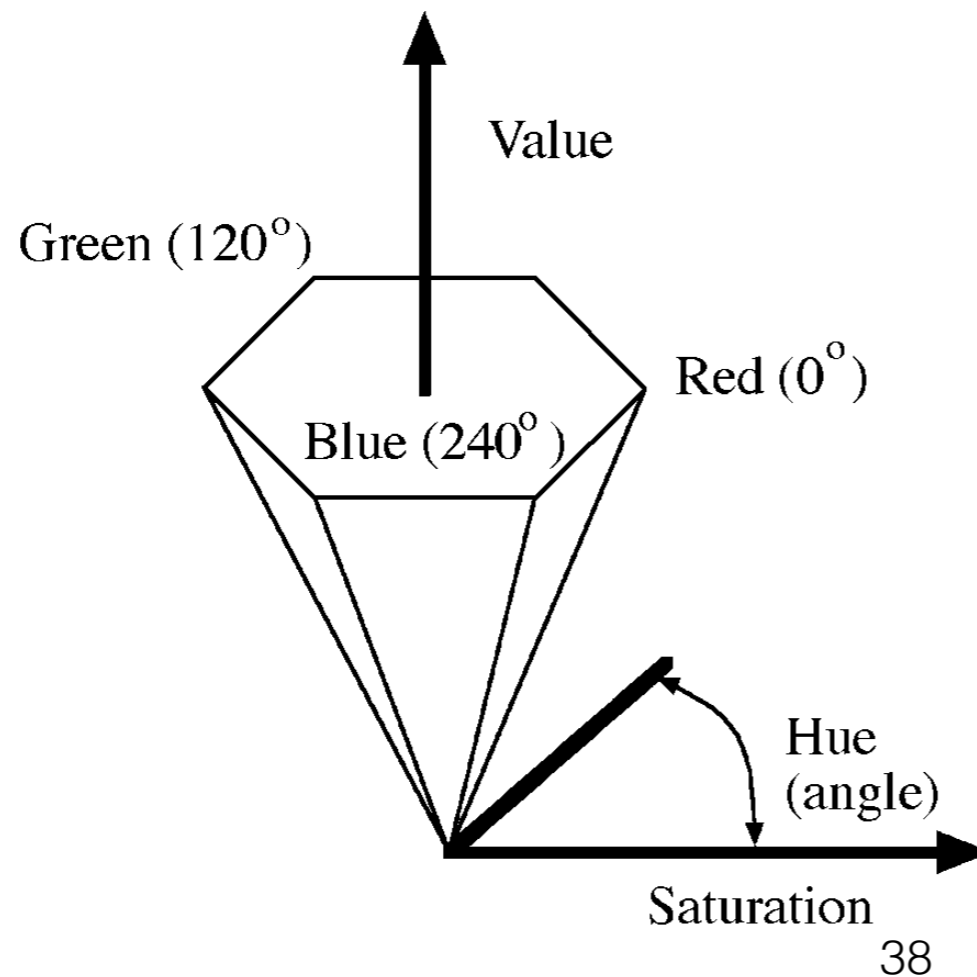
# Espace de couleur: RGB

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



# Espace de couleur: HSV

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



# La semaine prochaine

- Les pixels...
  - Transformations ponctuelles
  - Modèles de couleur
  - Contraste
  - Histogrammes
- Filtrage dans le domaine spatial