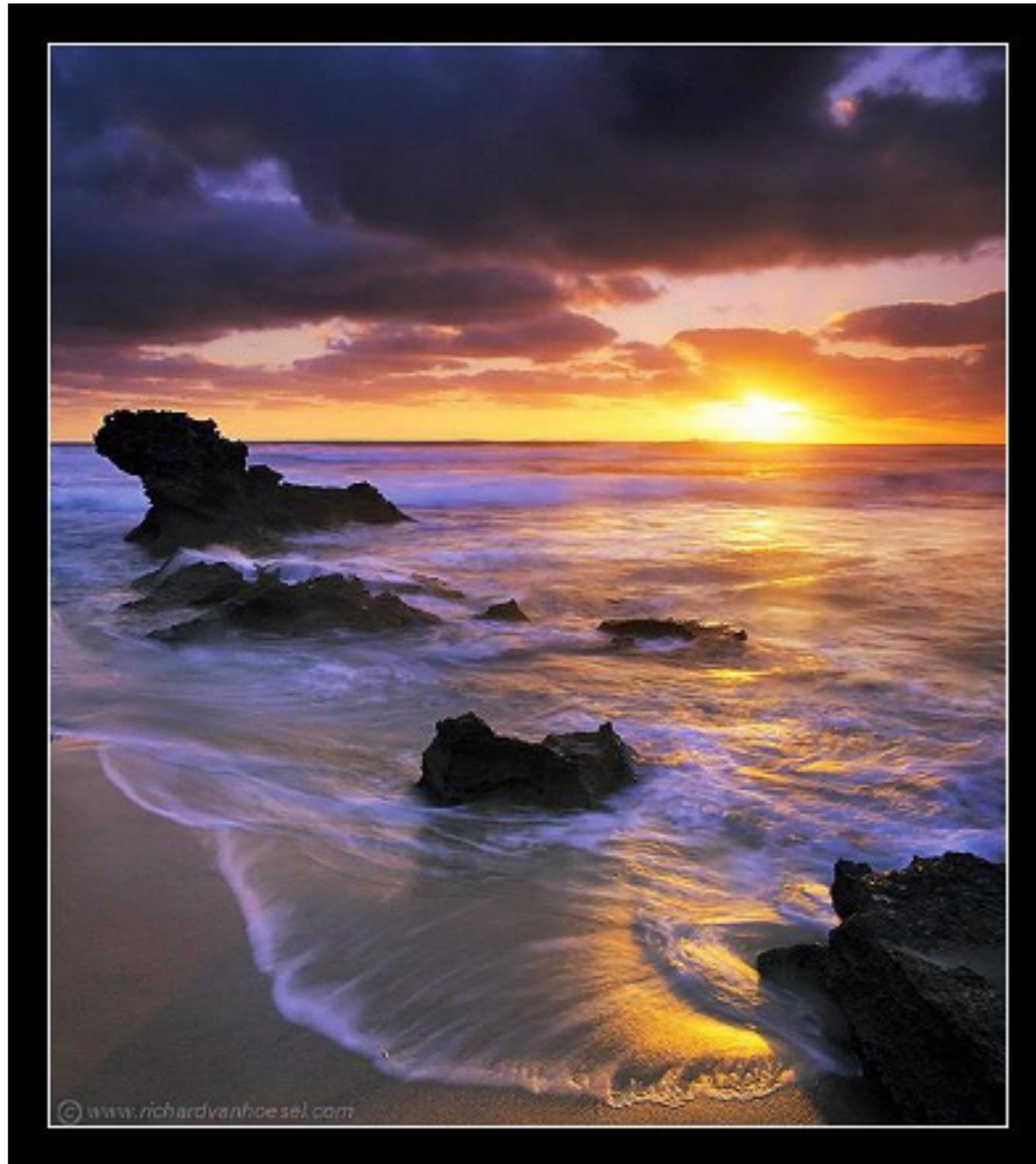


Capturer la lumière

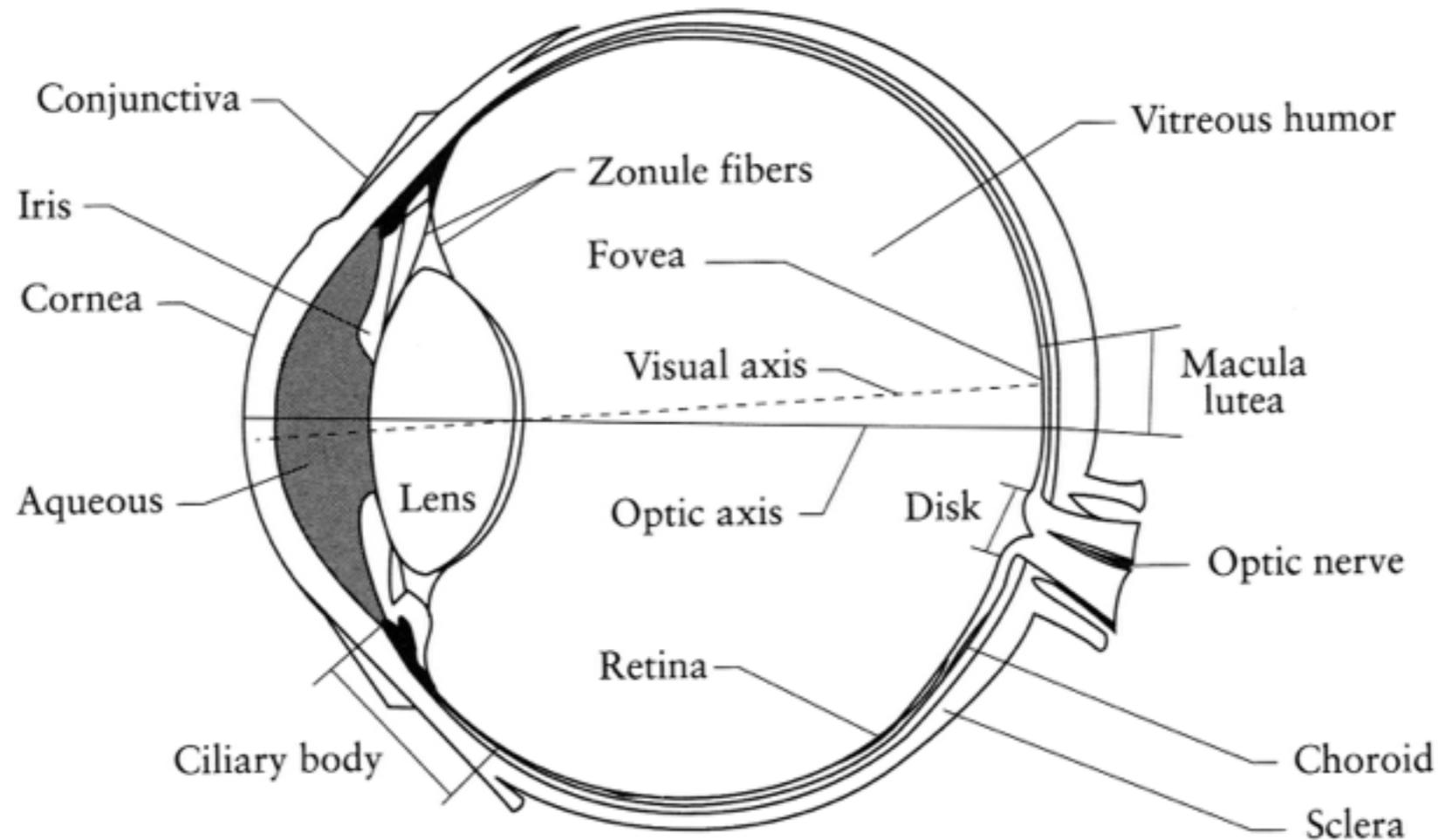


GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique
Jean-François Lalonde, Hiver 2017

Aujourd'hui

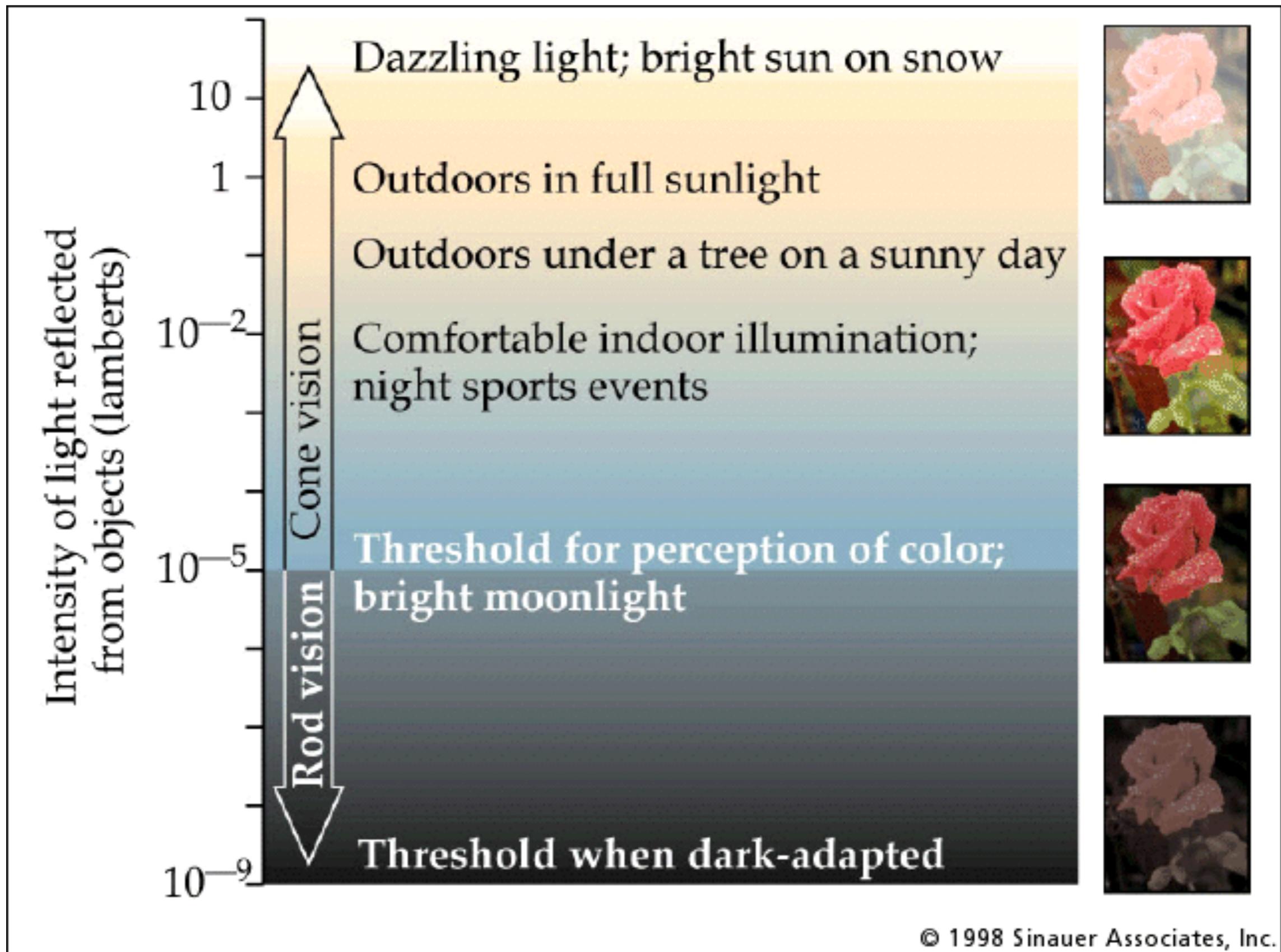
- Capturer la lumière
 - Avec l'oeil humain
 - Avec une caméra numérique
- Introduction au TP1

L'oeil humain

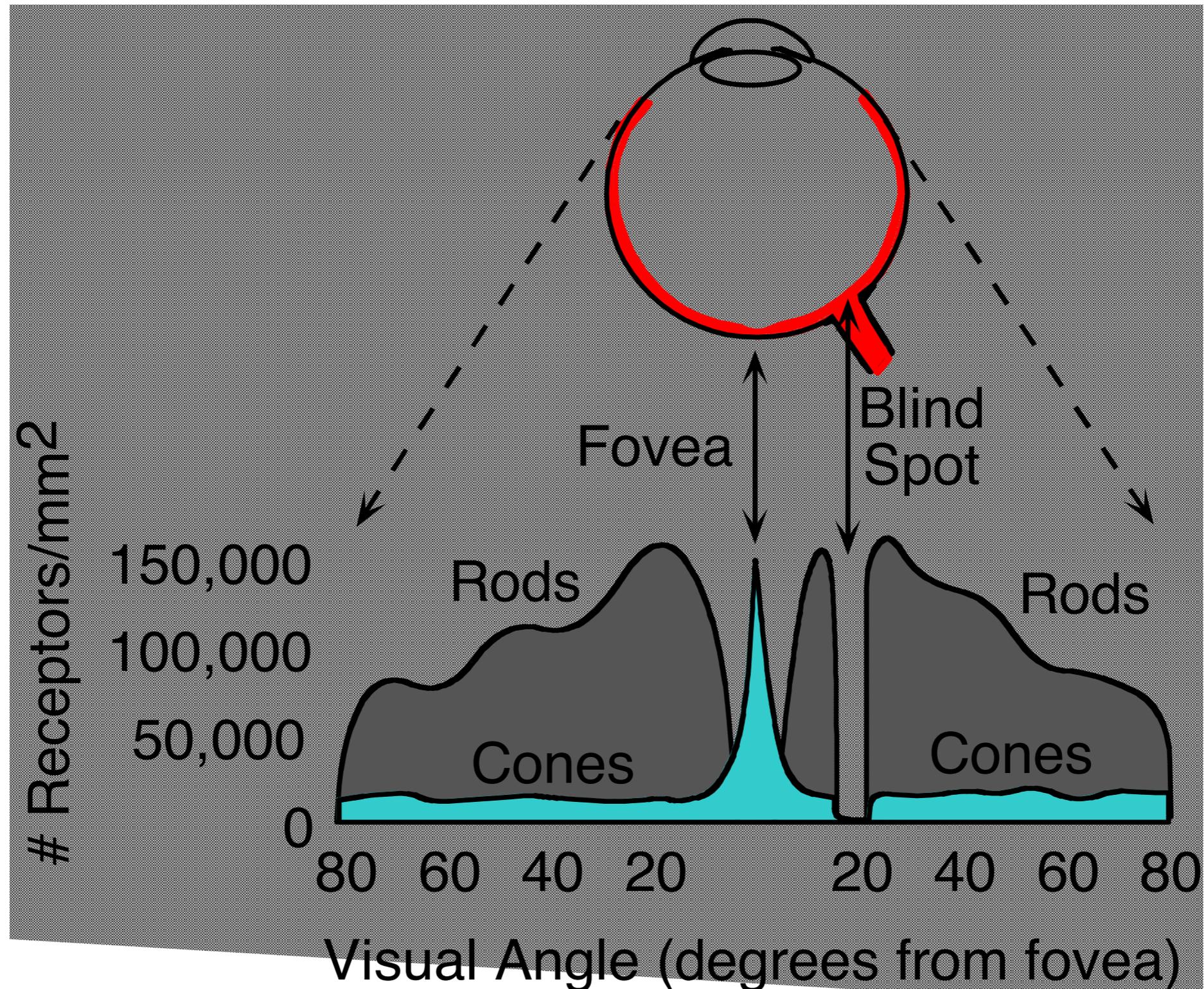


- L'oeil humain est une caméra!
 - Iris - anneau coloré avec muscles radiaux
 - Pupille - le petit trou (ouverture) dont la taille est contrôlée par l'iris
 - Où est le capteur?
 - cellules photo-réceptrices (cônes et bâtonnets) sur la rétine

Sensibilité des cônes et bâtonnets

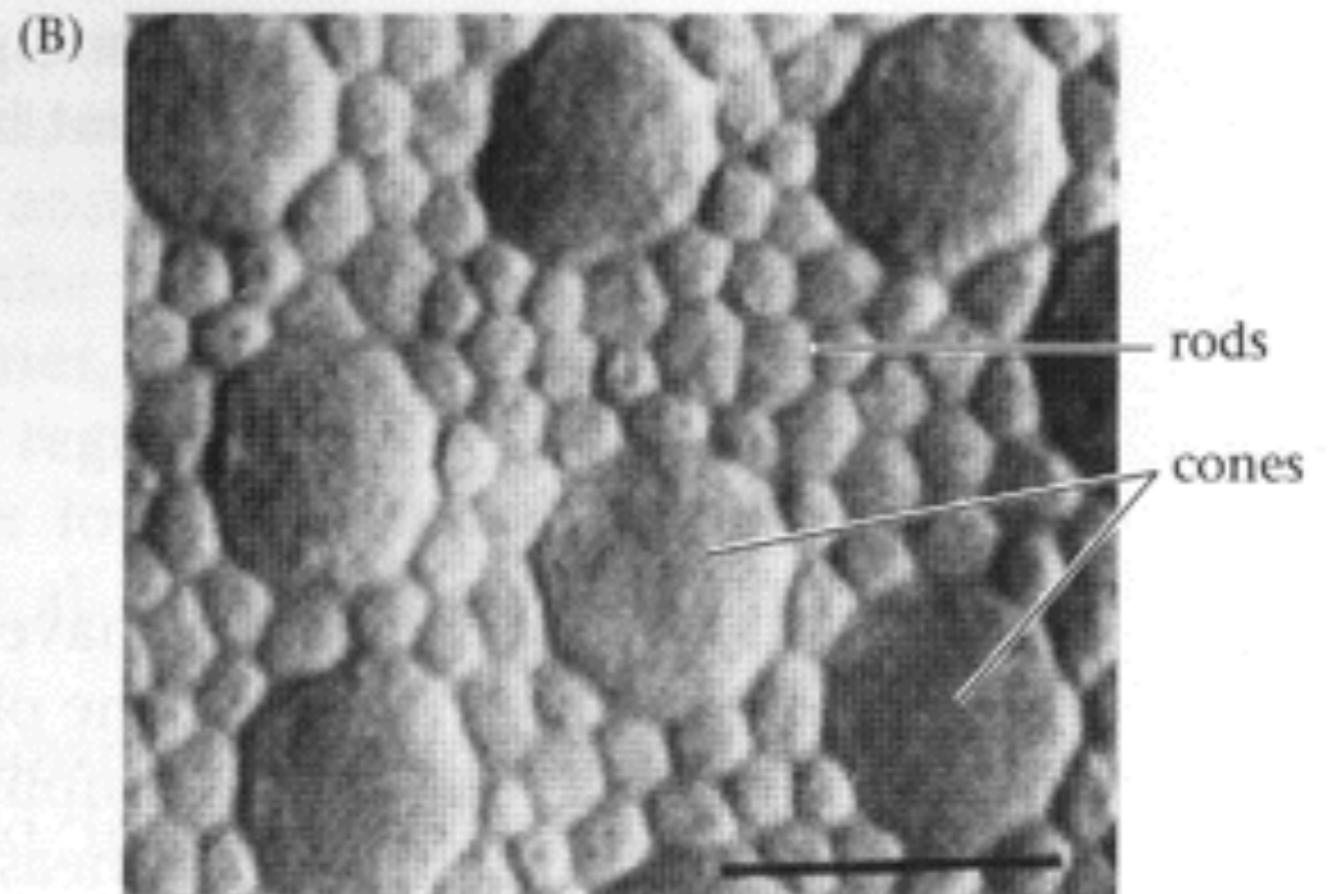
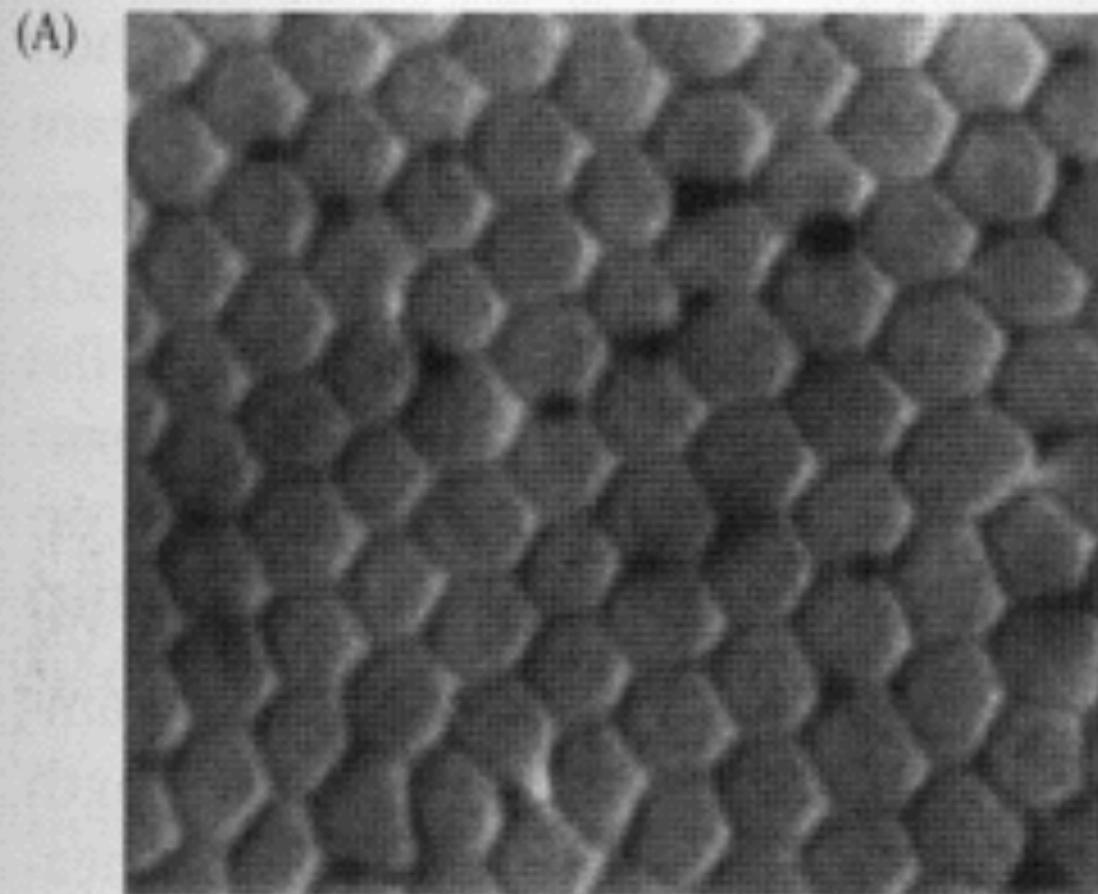


Distribution des cônes et bâtonnets



Fovée

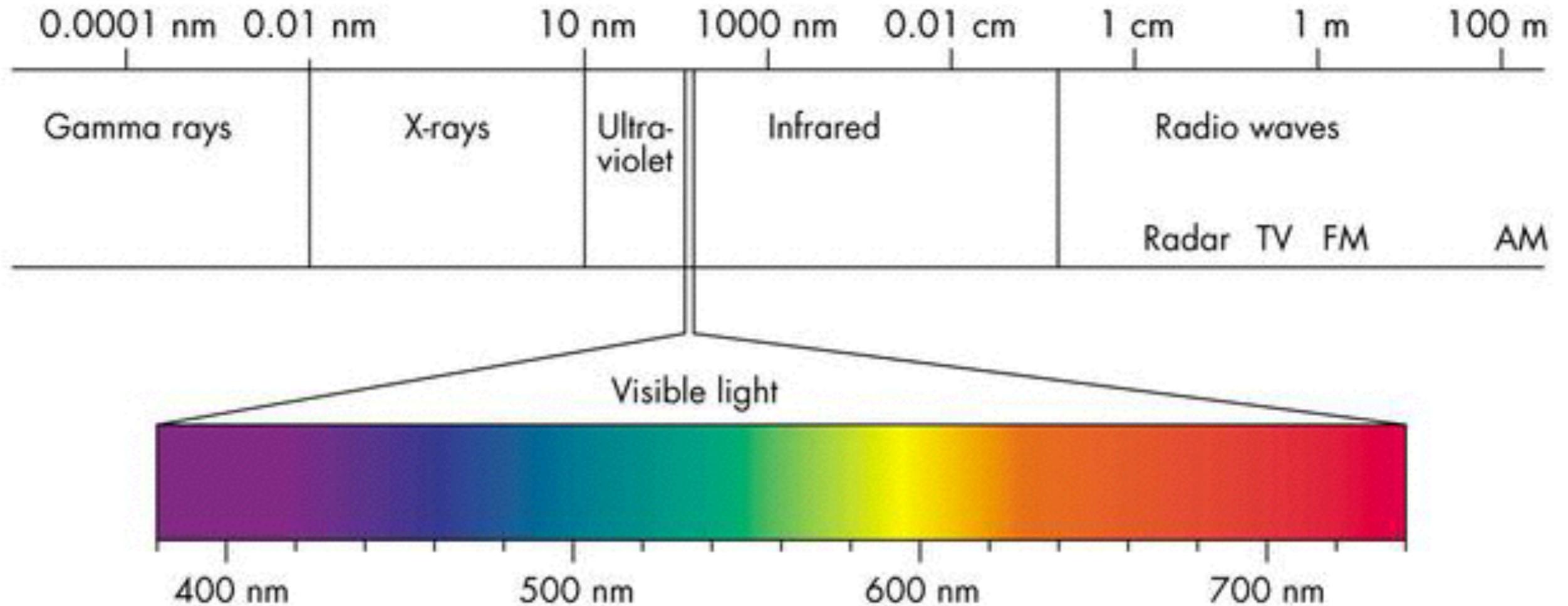
Périphérie



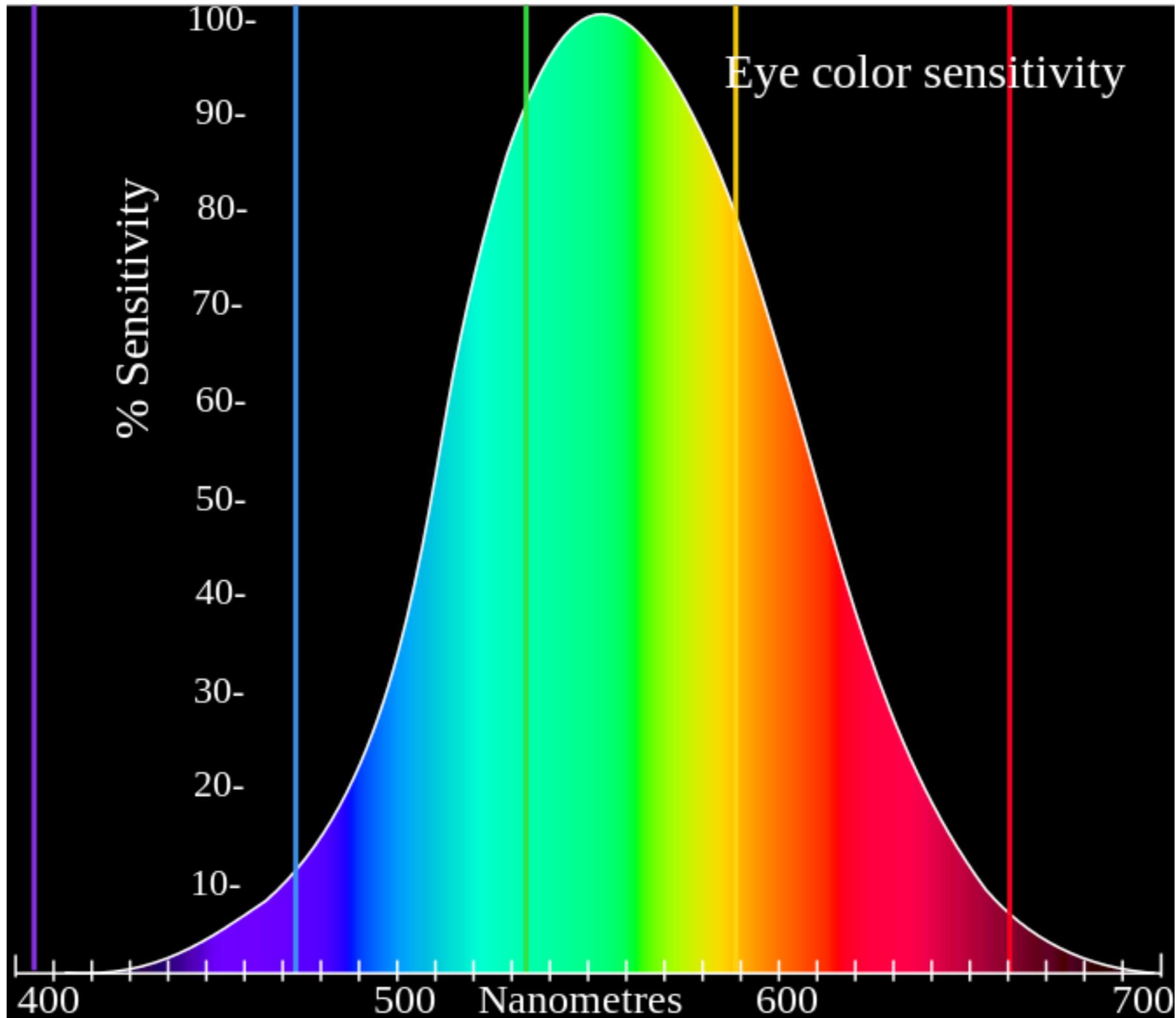
Fovée

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

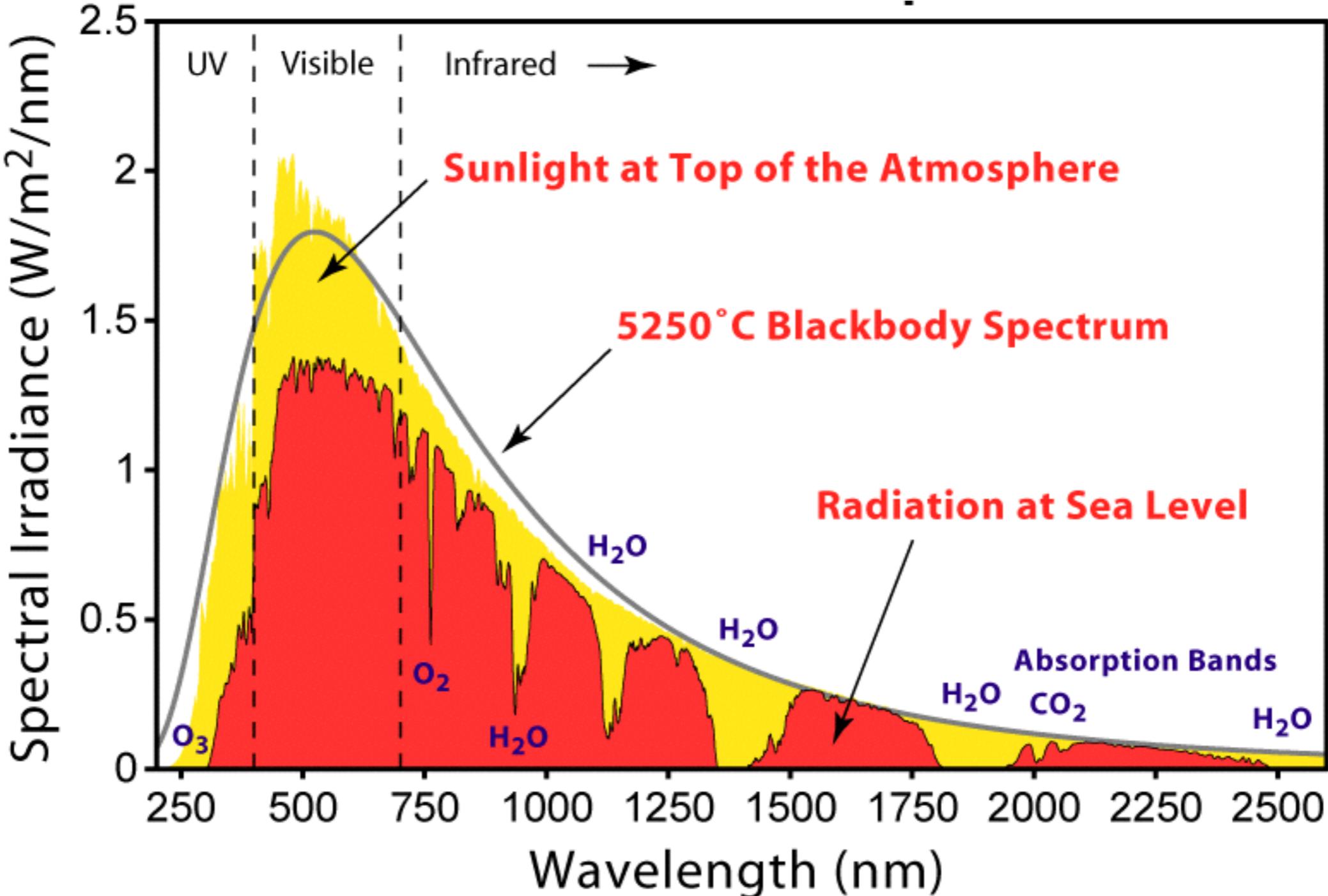
Spectre électro-magnétique



Spectre électro-magnétique



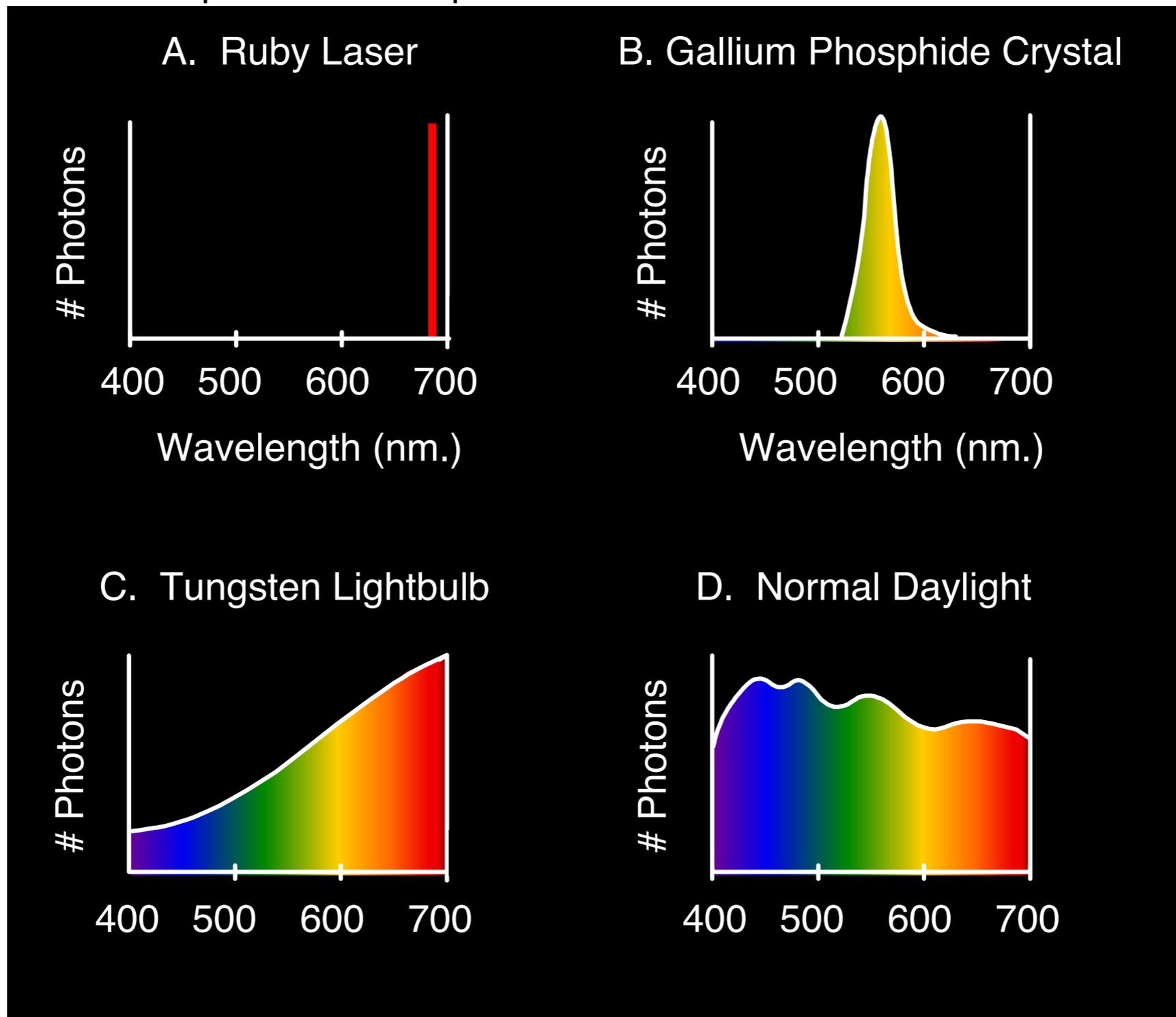
Lumière visible



Source: [wikimedia](https://www.wikimedia.org/)

La physique de la lumière

Quelques exemples de sources lumineuses



La physique de la lumière

Quelques exemples de surfaces



Rouge



Jaune

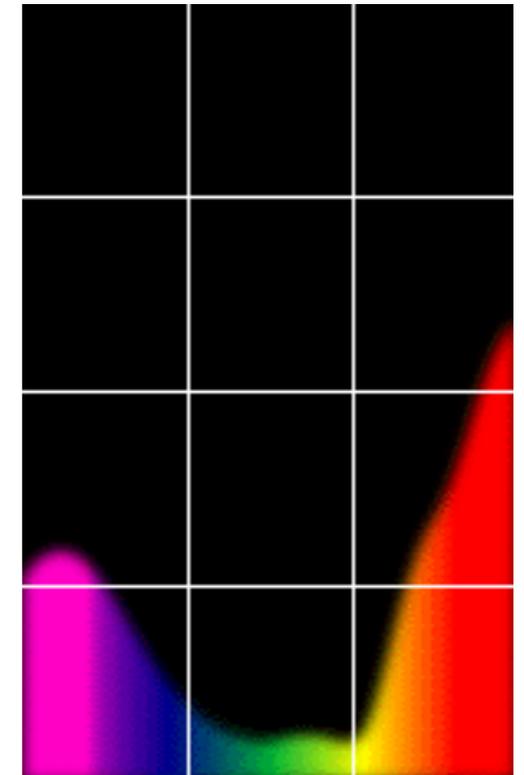
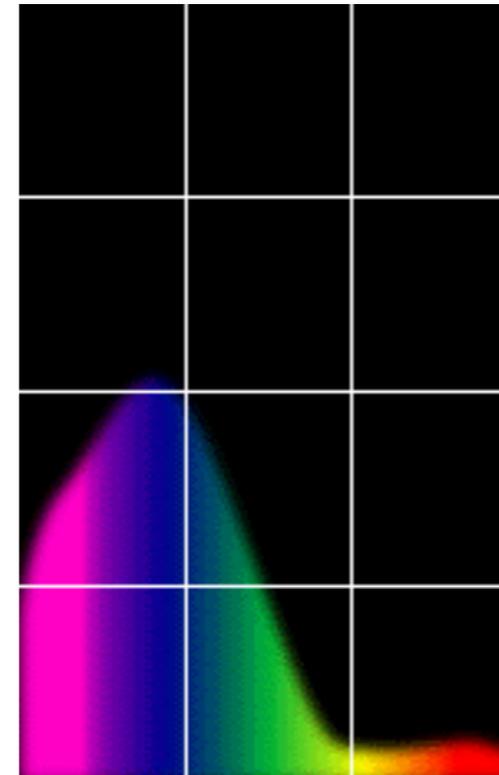
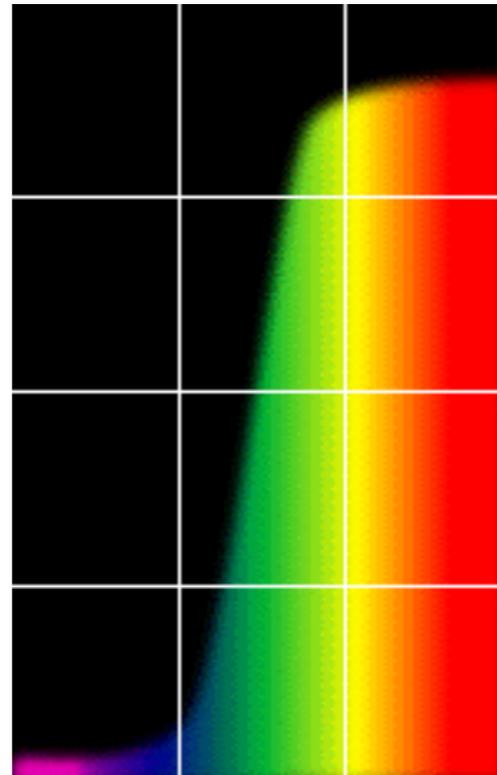
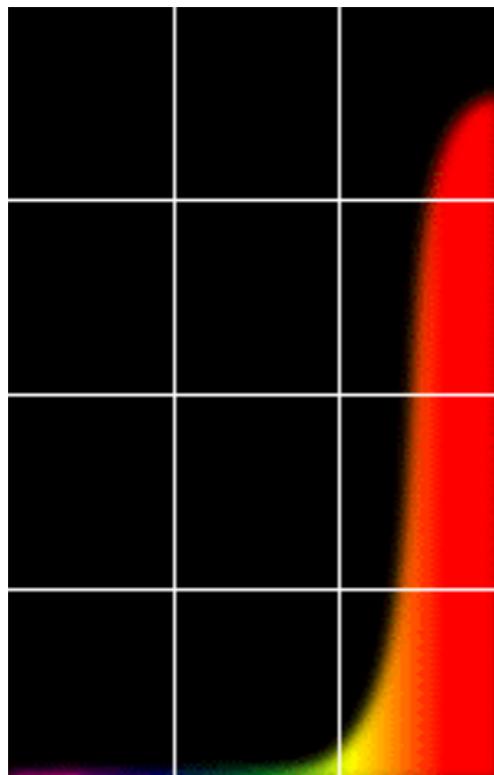


Bleu



Mauve

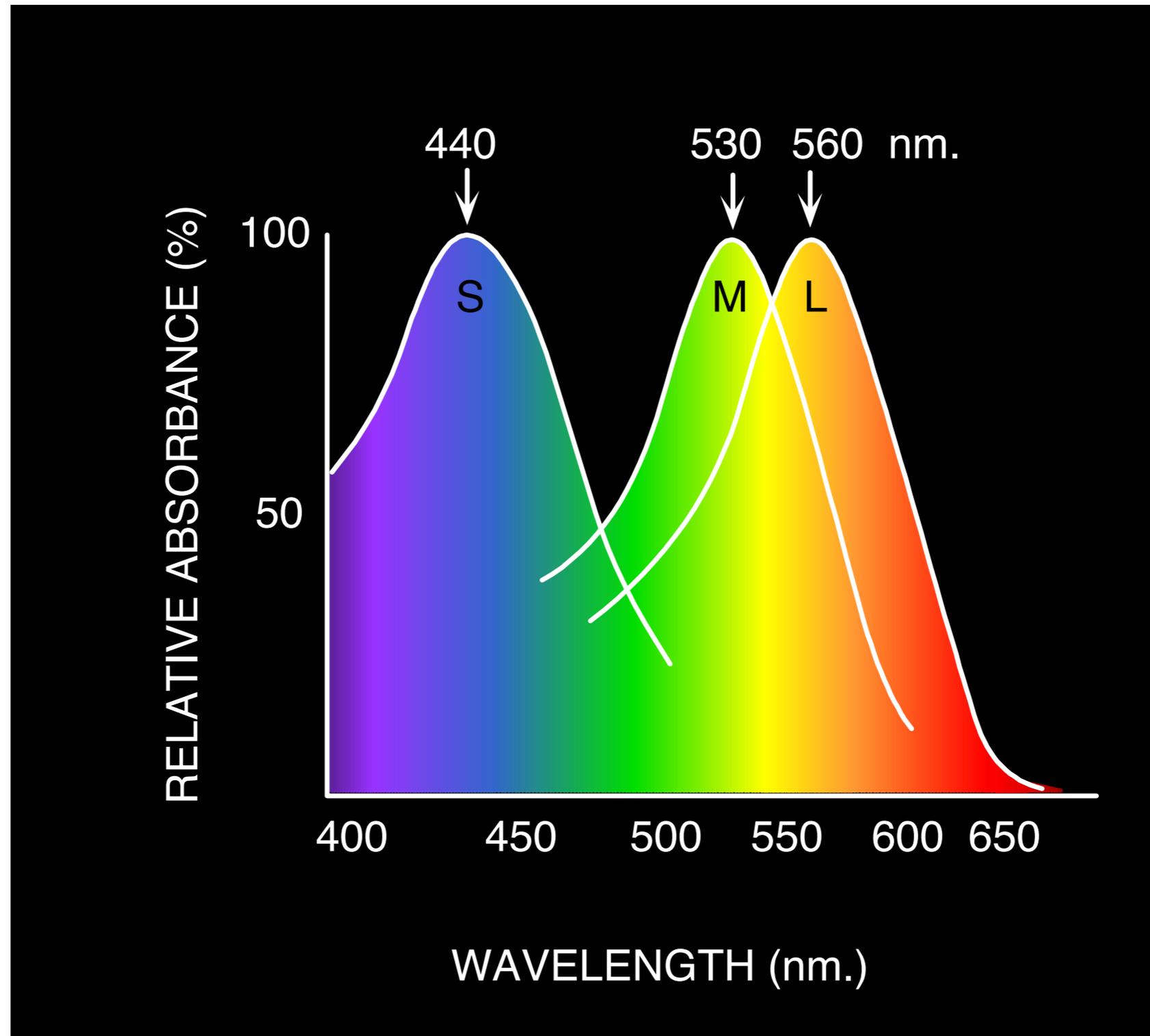
% de photons réfléchis



Longueur d'onde (nm)

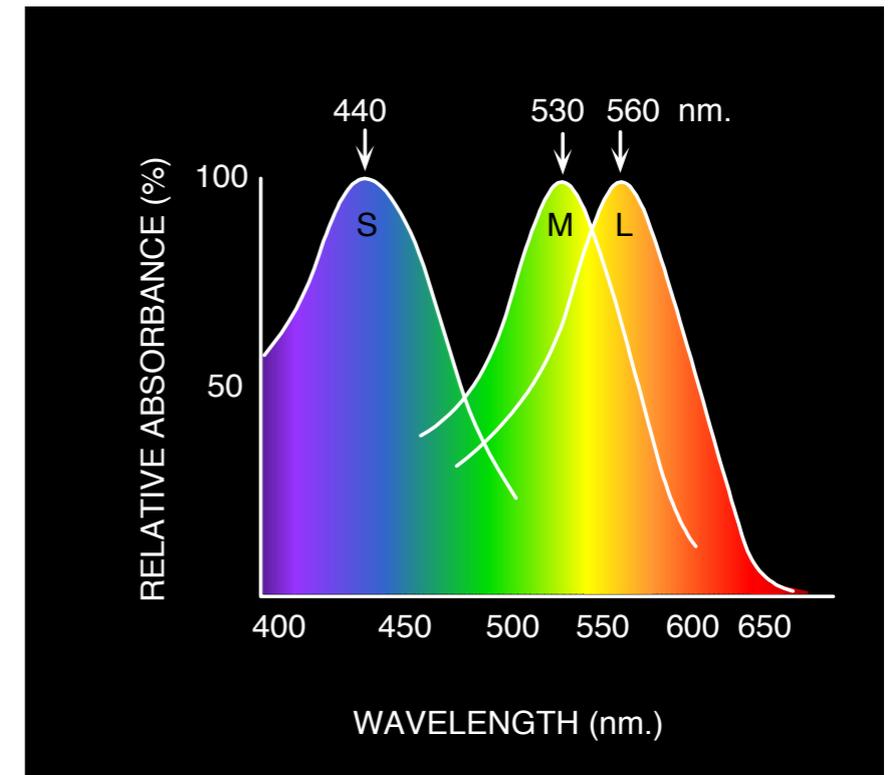
Vision en couleur

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)

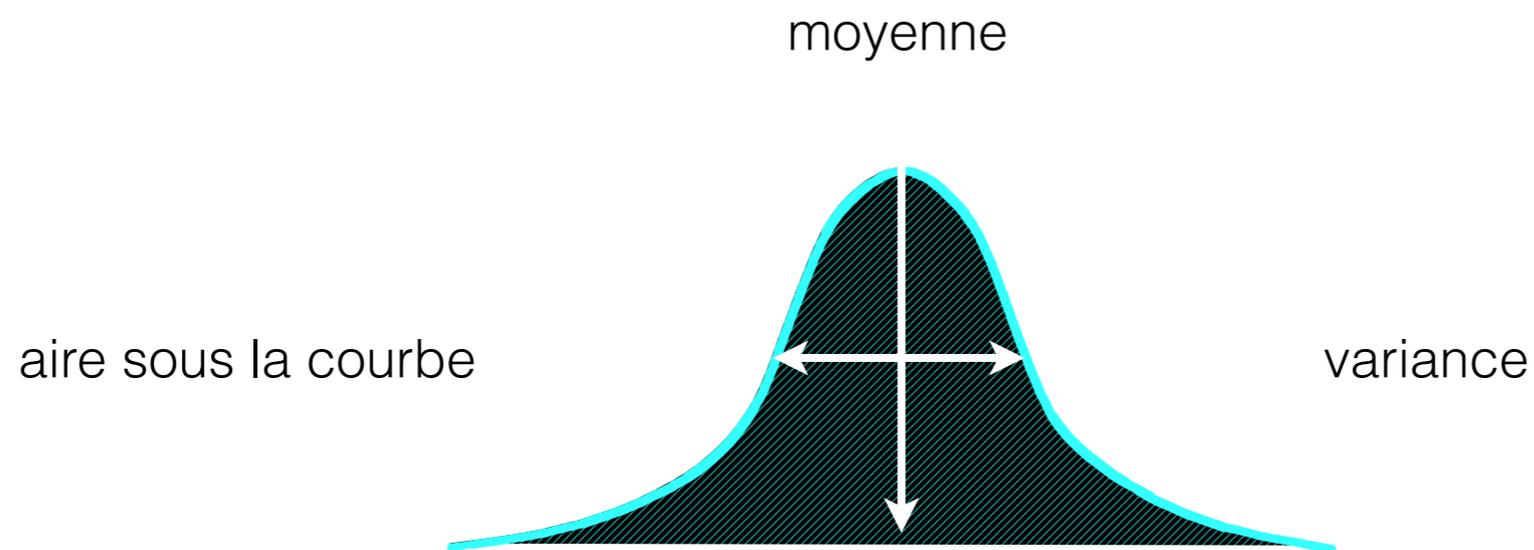


Petite diversion

<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:

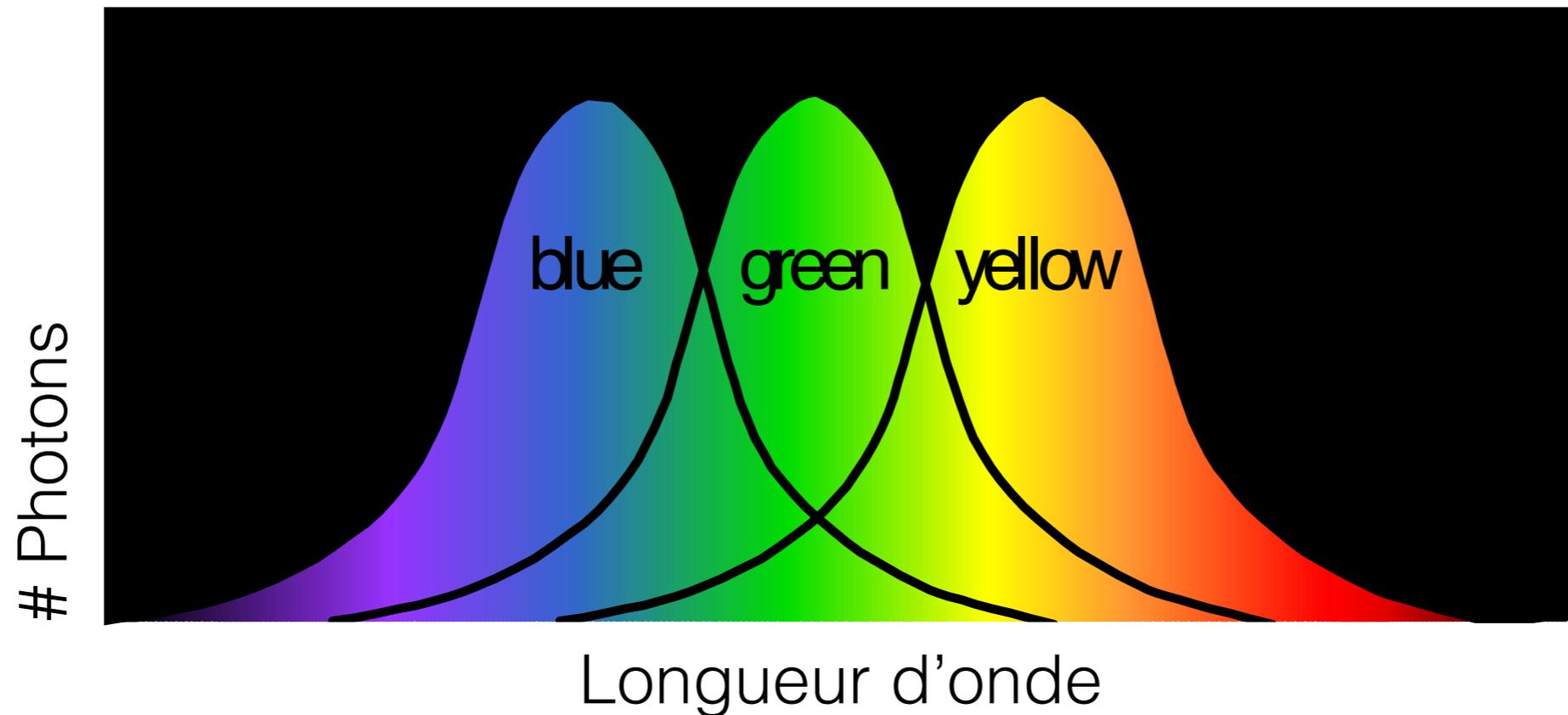


De la physique à la perception

Moyenne



Teinte

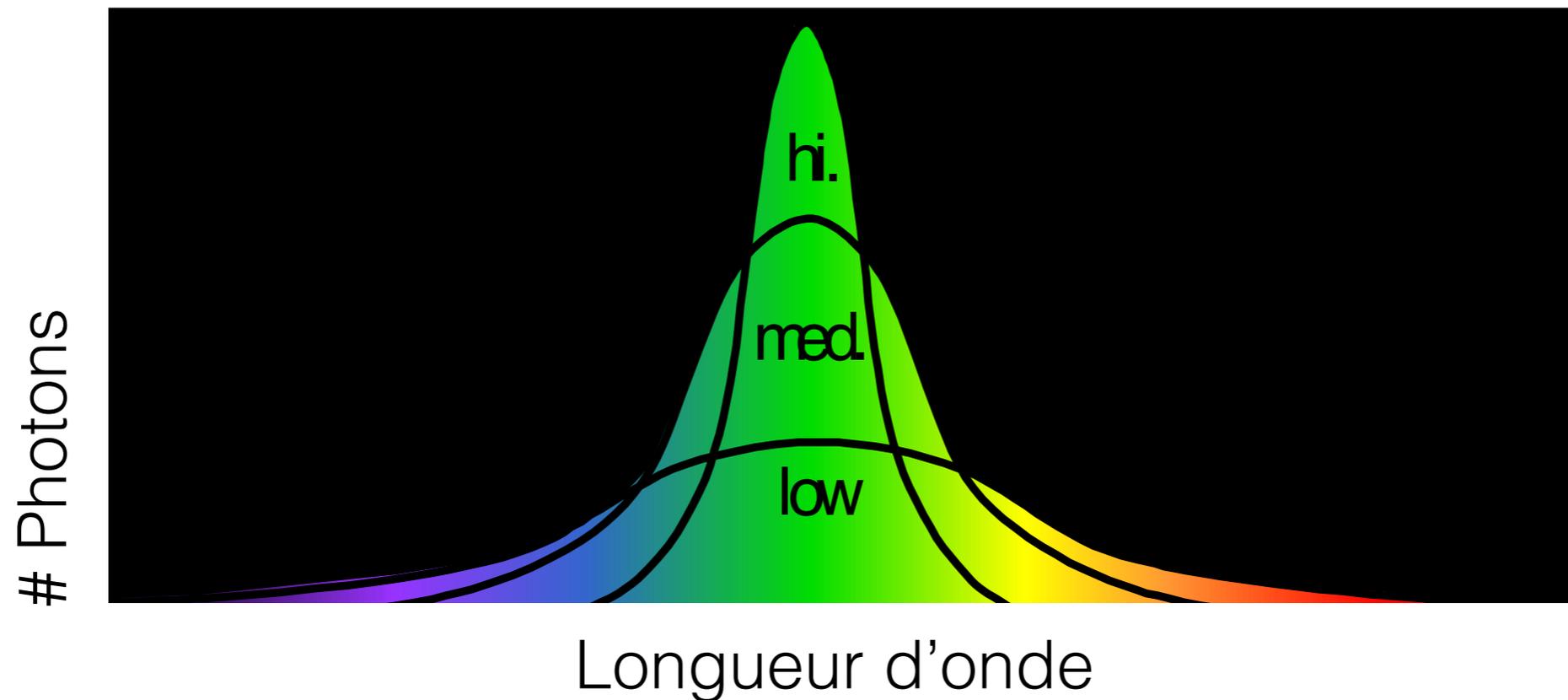


De la physique à la perception

Variance



Saturation

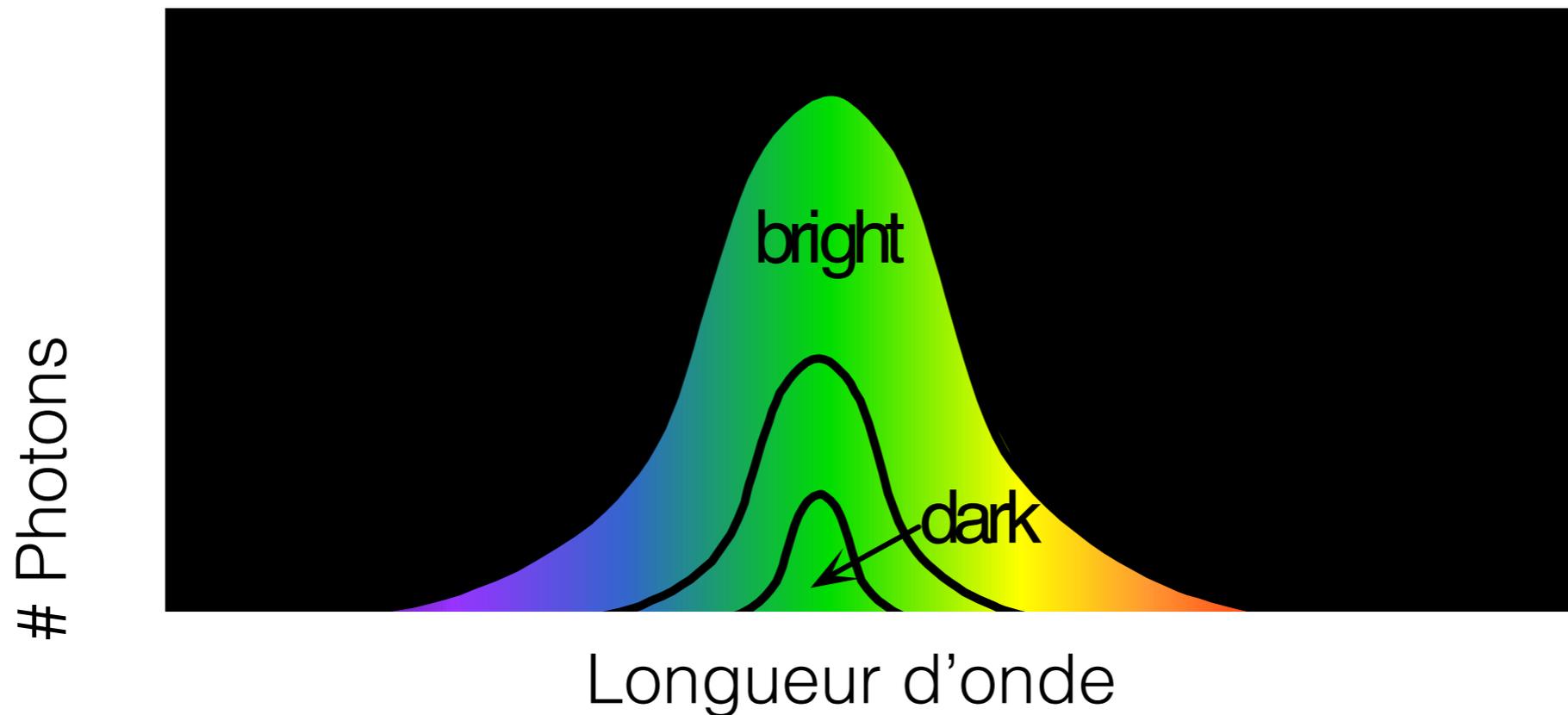


De la physique à la perception

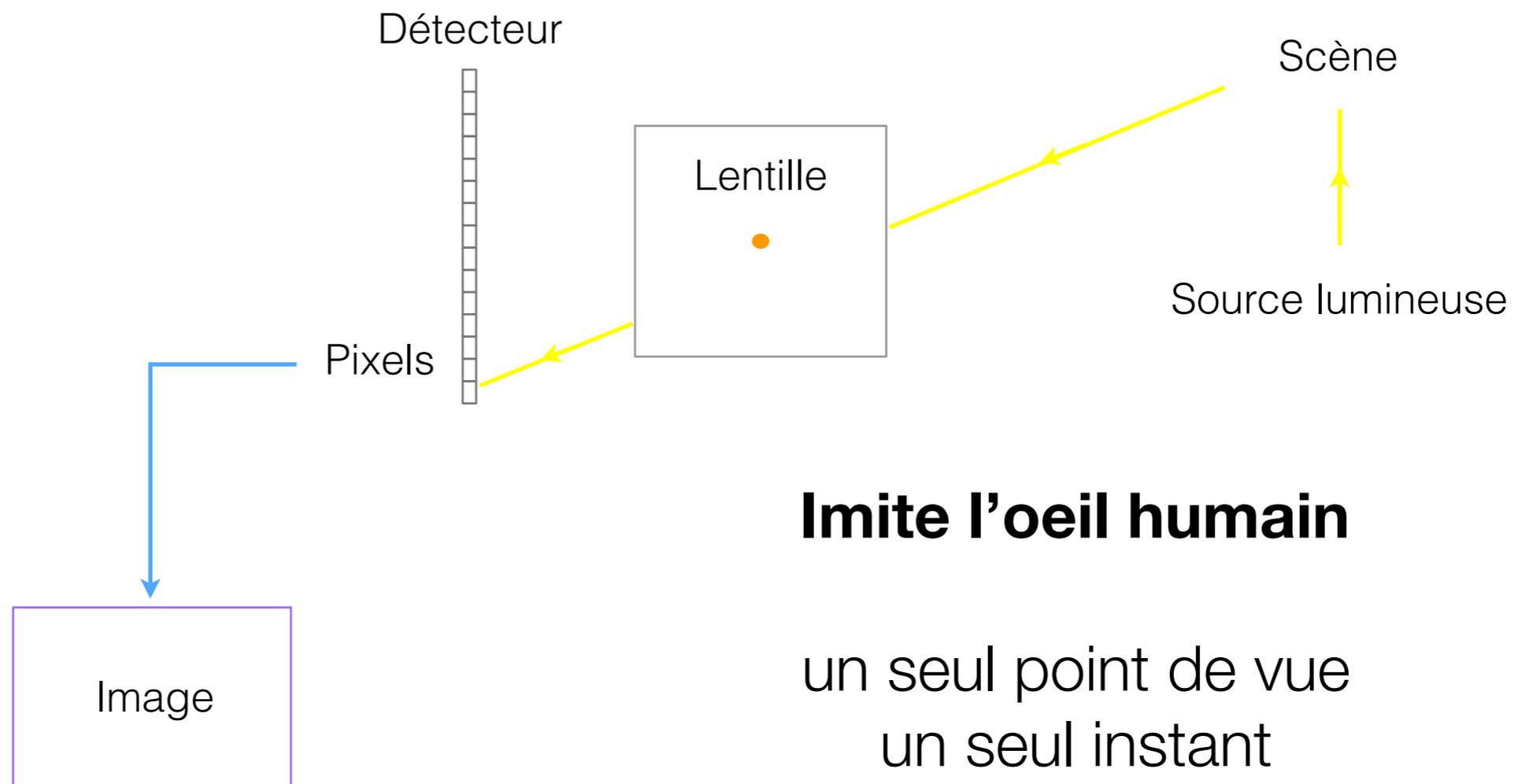
Aire sous
la courbe



Intensité



Formation d'une image

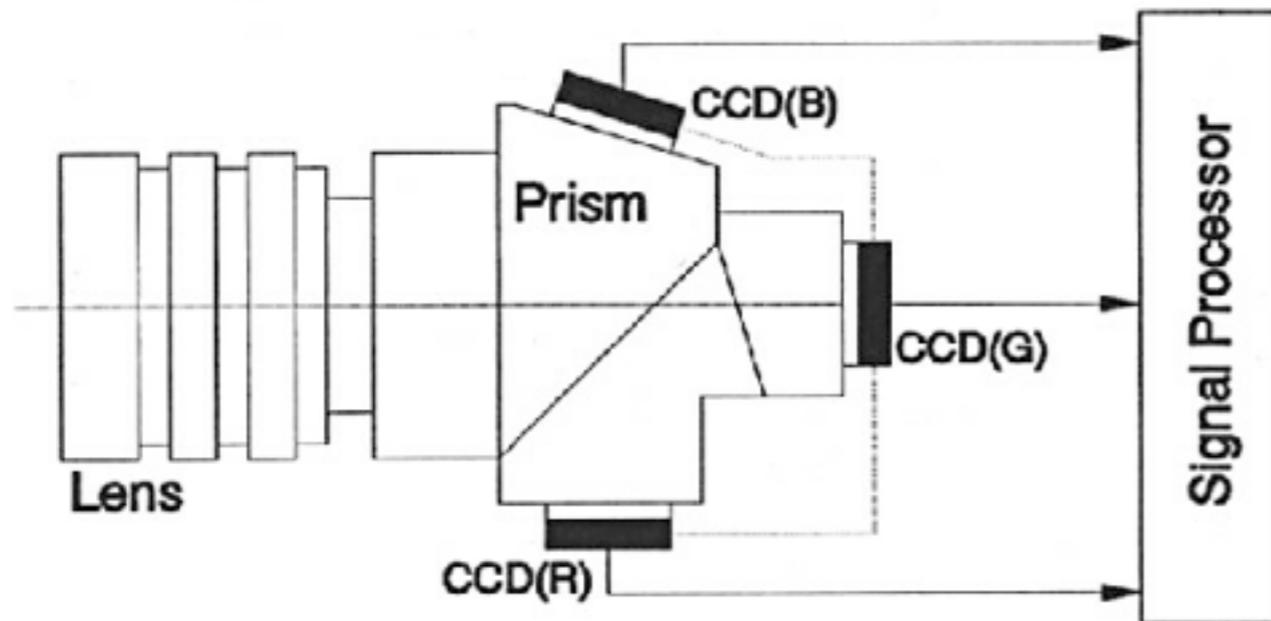


Imite l'oeil humain

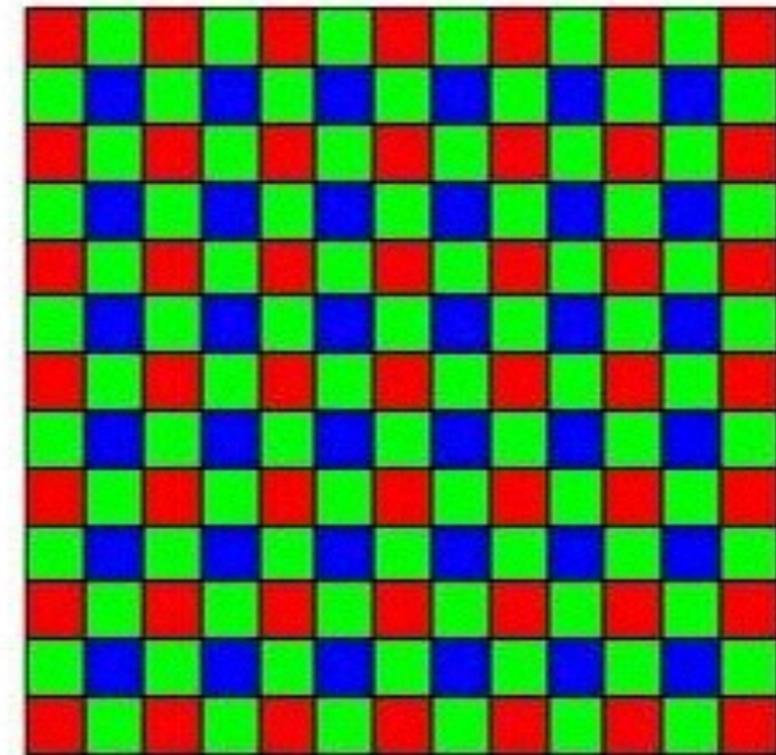
un seul point de vue
un seul instant
profondeur de champ fixe
illumination fixe
monde statique

Couleur dans les caméras

3 capteurs (qualité)



1 capteur (coût)



Bayer filter

Ituff Works

Filtre de Bayer

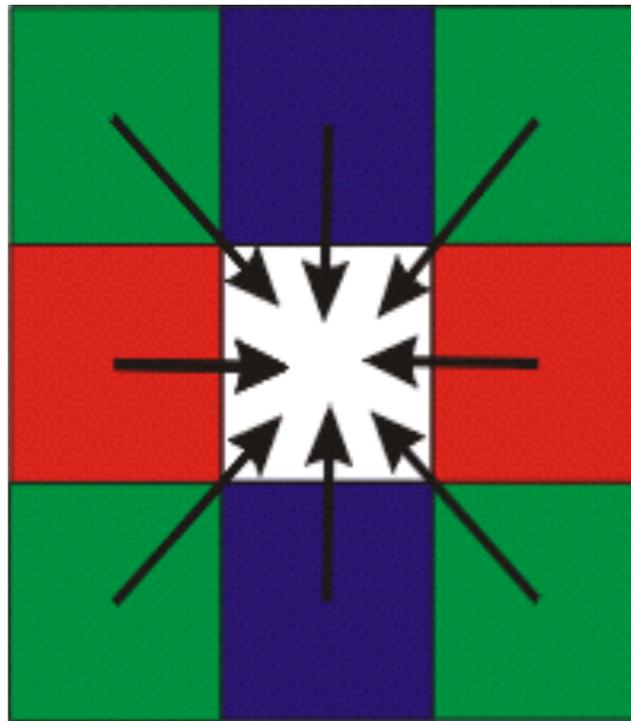
Scène



Image capturée par votre caméra



Le filtre de Bayer

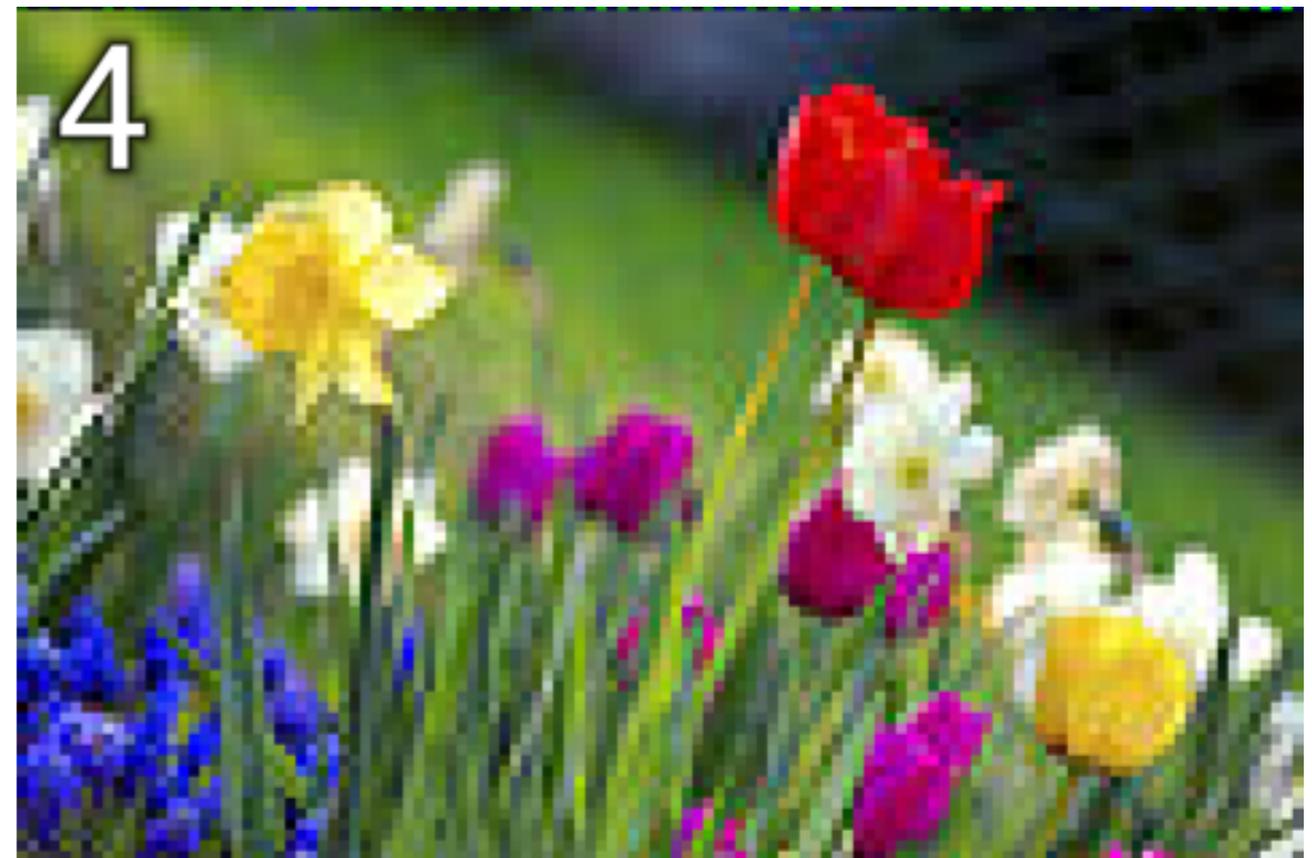


Le filtre de Bayer

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)~~

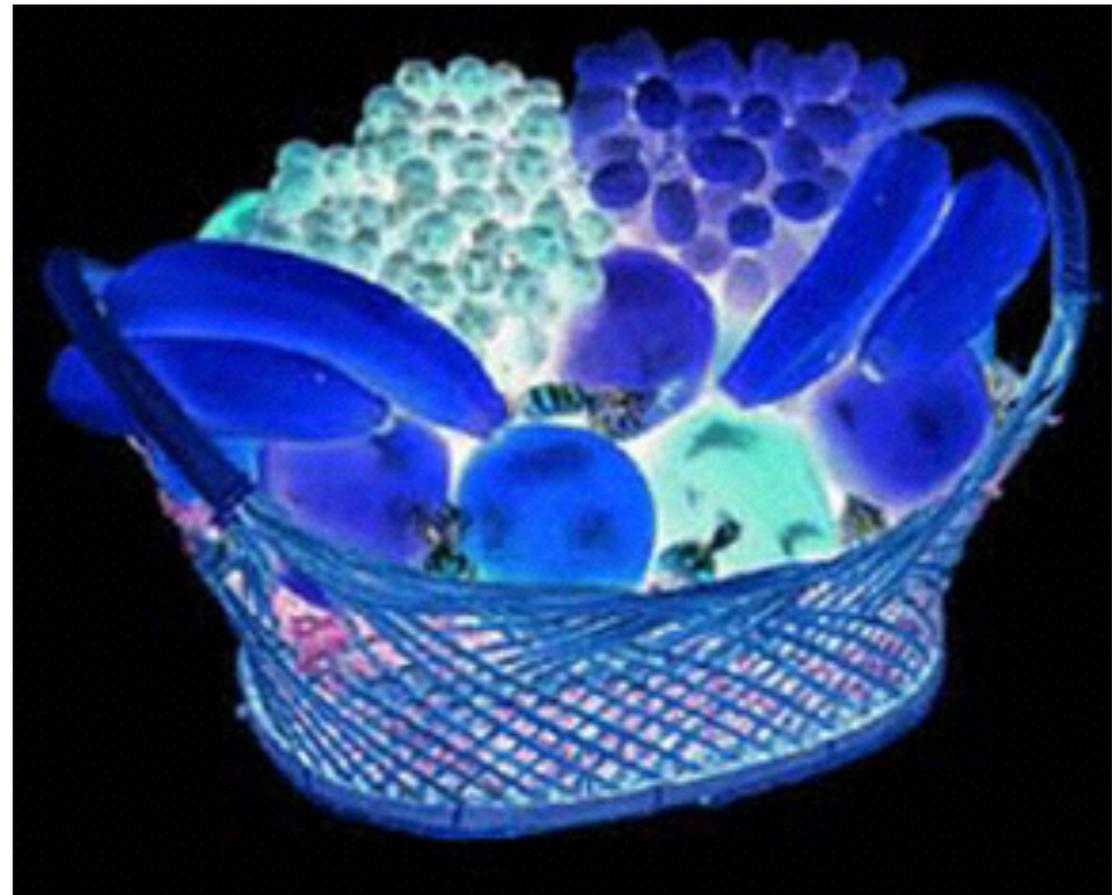


Constance de couleur

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



Filtre bleu 60%



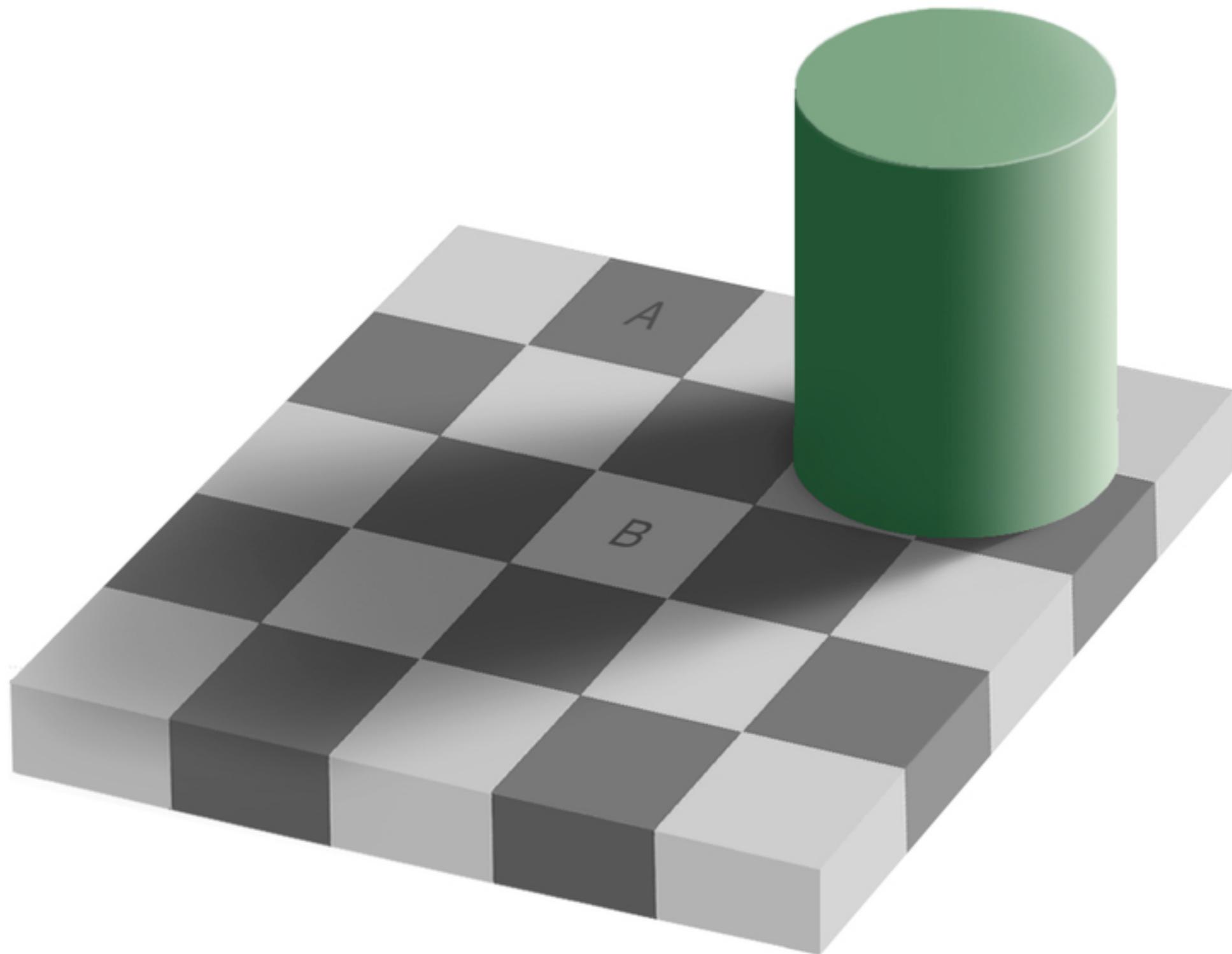
Inversion

Constance de couleur

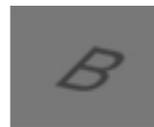
La capacité que notre système visuel a de percevoir la couleur des surfaces « peu importe » les variations dans les conditions d'éclairage



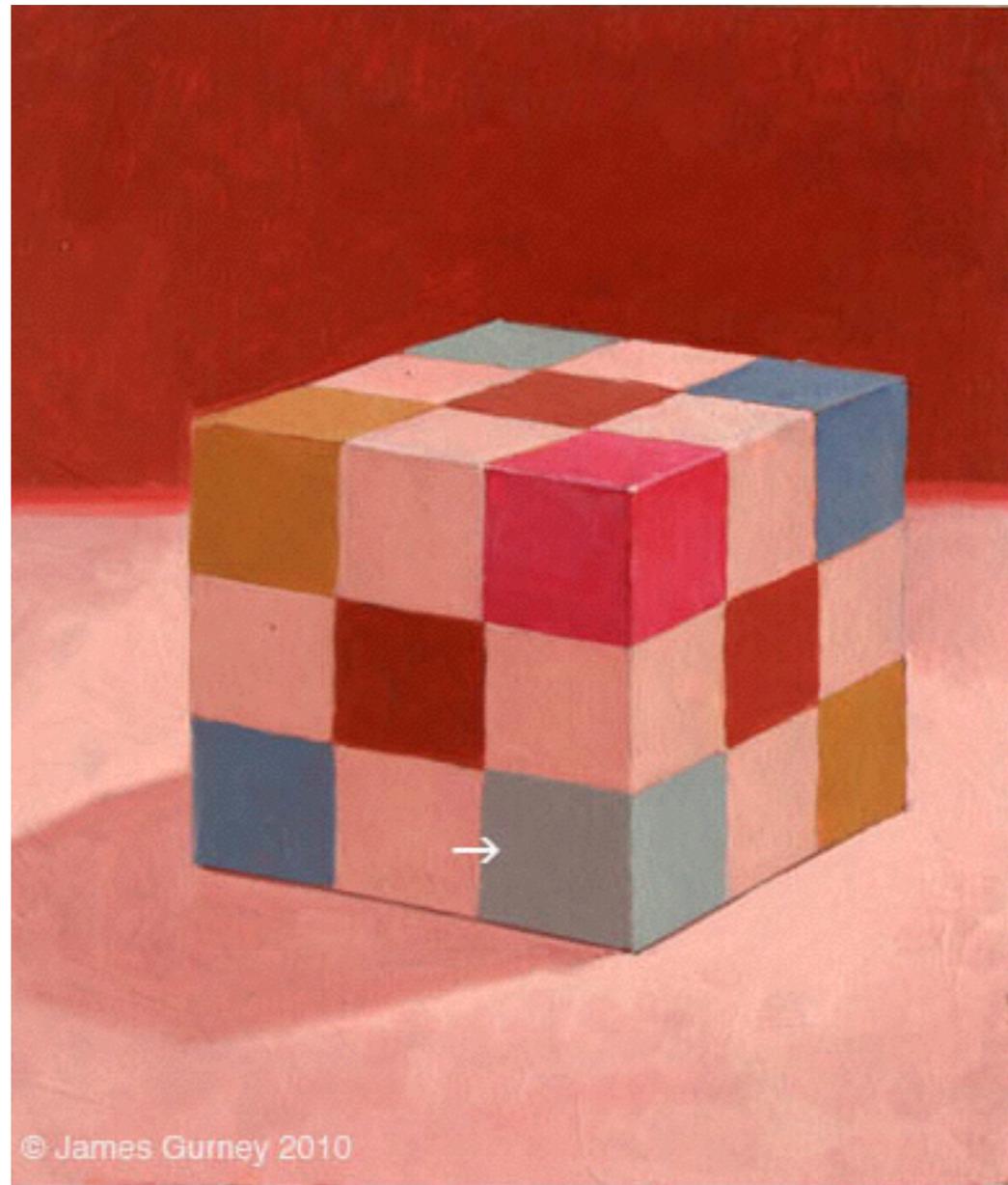
Constance d'intensité



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

À regarder au complet à la maison!

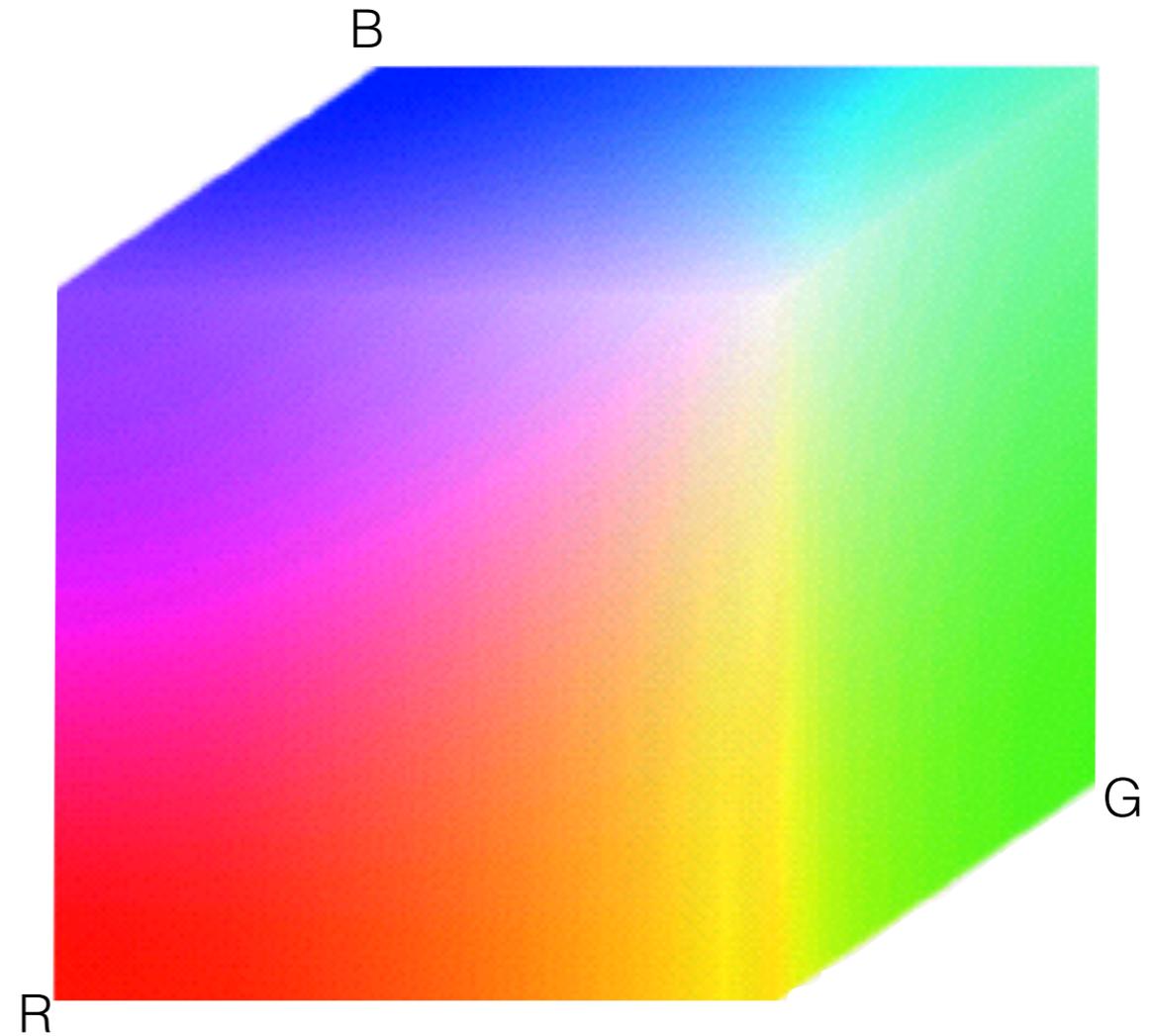
Équilibre des blancs (white balance)



- 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

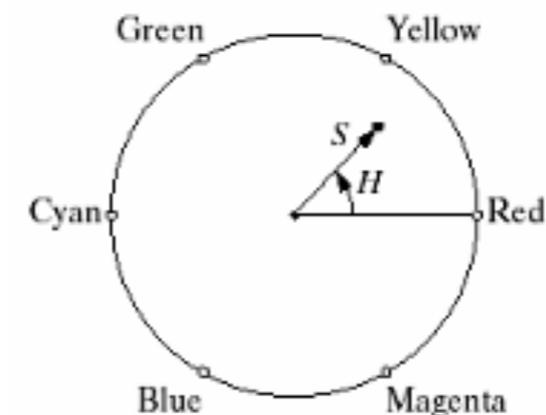
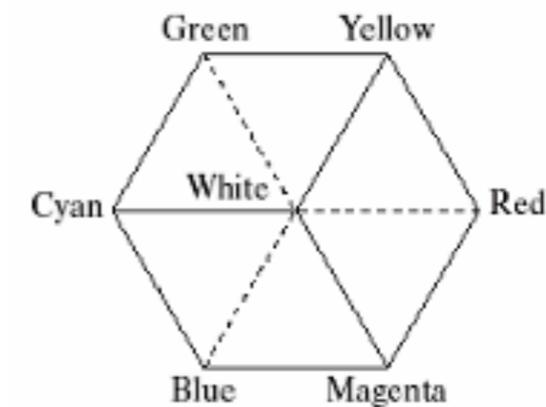
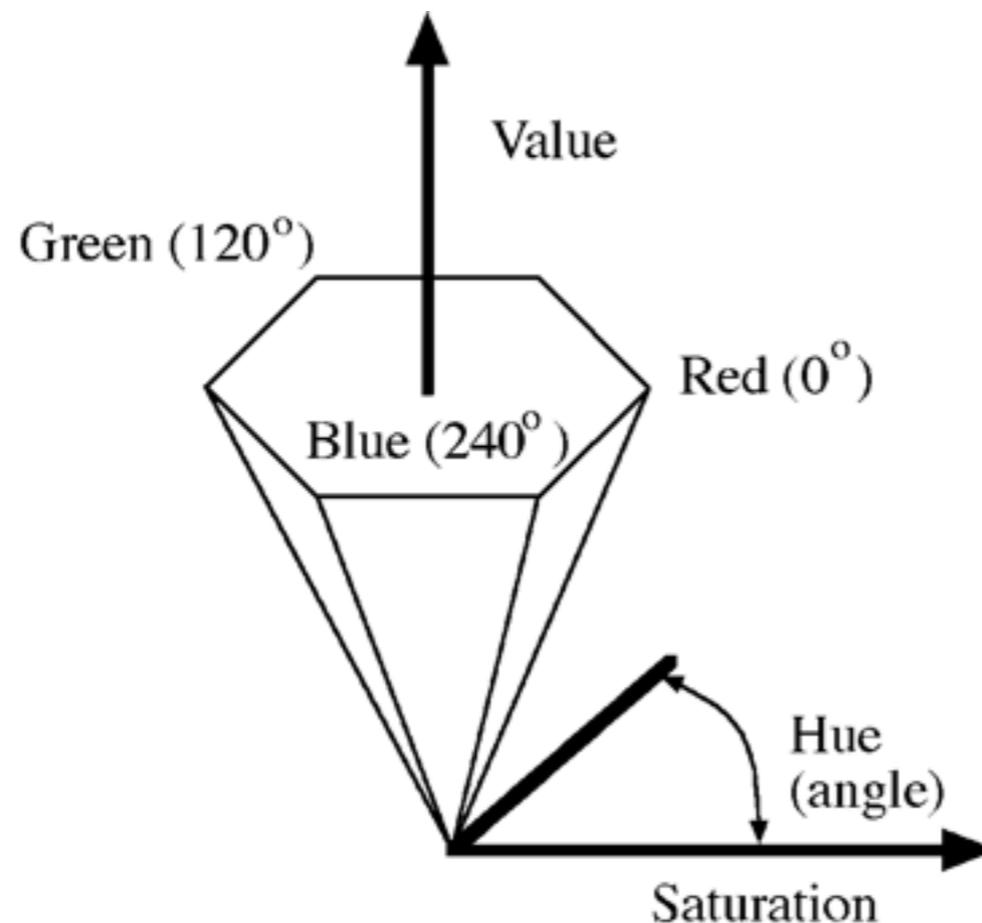
Espace de couleur: RGB

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



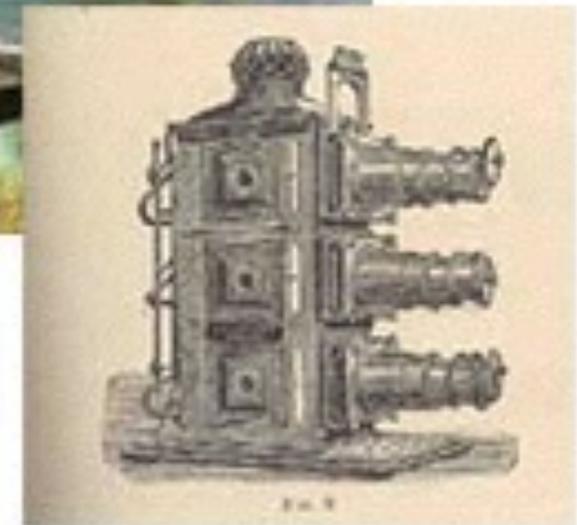
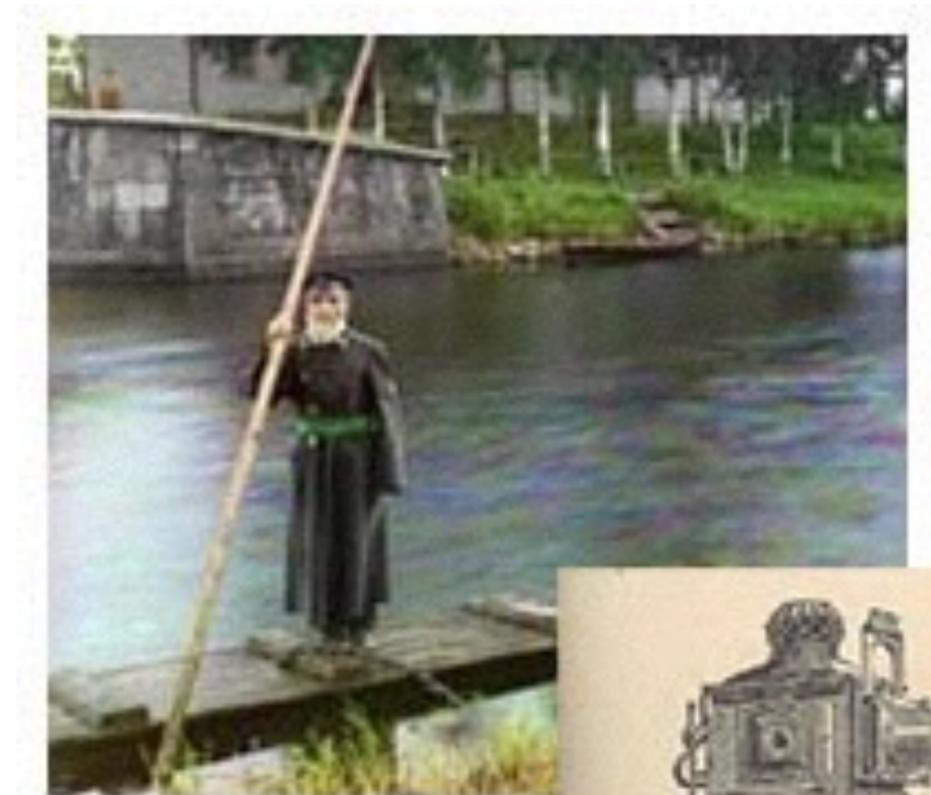
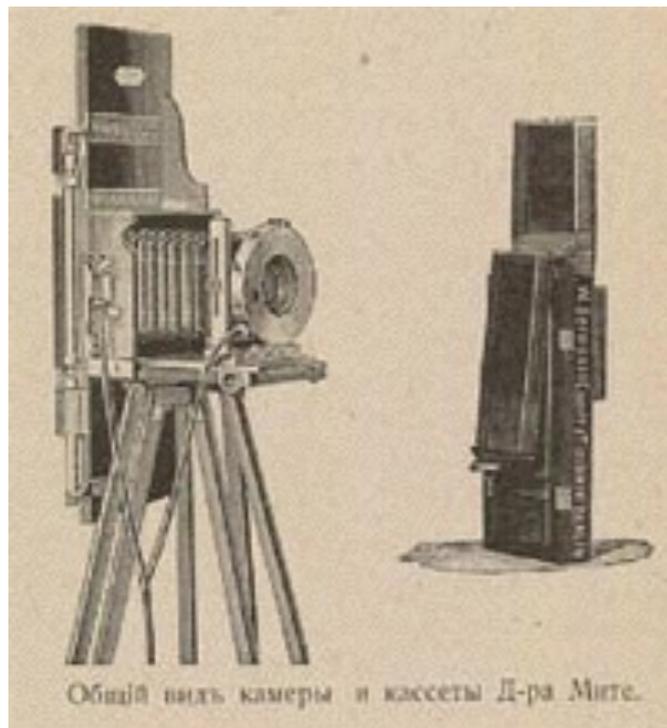
Espace de couleur: HSV

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



TP1 : colorisation

Photo couleur par Prokudin-Gorskii (1907)



Problème: les 3 canaux ne sont pas alignés

TP1

- Objectif: créer une image RGB à partir de 3 “images” R, G, et B
- Principal problème: aligner les “images” R, G, et B ensemble
- Solution?
 - Prendre R comme référence (choix arbitraire)
 - Aligner G, B avec R en trouvant la “meilleure” translation
 - Essayer toutes les translations possibles dans un intervalle (ex: [-15, 15])

TP1

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

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



TP1

- La recherche de toutes les translations possibles entre $[-15, 15]$ devrait fonctionner assez bien pour les petites images
- Que faire lorsque les images sont immenses?
 - La “meilleure” translation dans l’intervalle $[-15, 15]$ n’est pas très bonne
 - Il faudrait agrandir l’intervalle, mais la recherche devient alors très longue!
- Solution?
 - Faire la recherche dans une pyramide, de façon hiérarchique!

TP1

- Disponible maintenant!
- Date limite: jeudi 26 janvier 2017 @ 23h59

La semaine prochaine

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