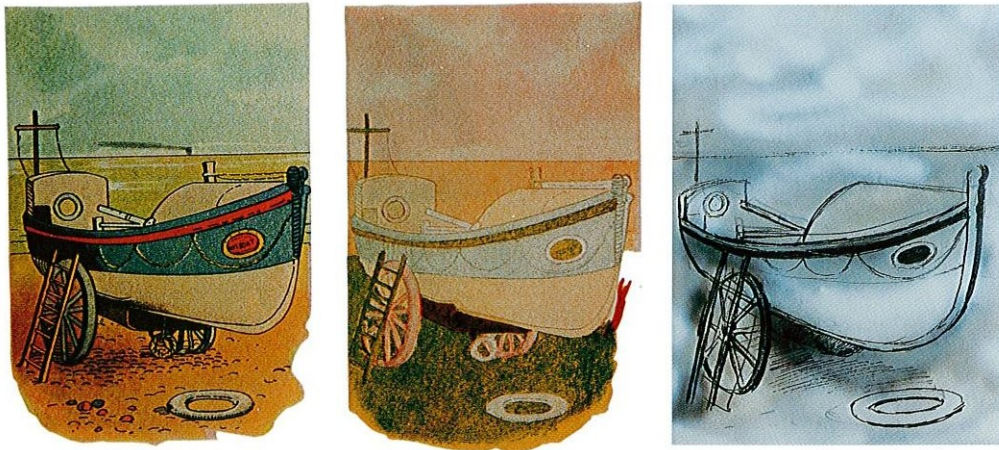


La couleur

Christian RONSE – Icube

mél cronse@unistra.fr – tél 03 68 85 45 00

Les couleurs : dans les objets ou dans nos têtes ?



A gauche : le dessin originel. *Au milieu* : ce dessin reproduit par un « daltonien » (ou *dichromate*). *A droite* : ce dessin reproduit par un patient atteint d'une lésion dans une aire du cerveau traitant les couleurs.

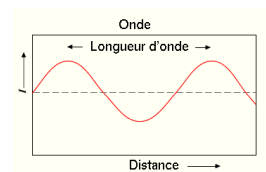
Questions : que voient-ils et distinguent-ils dans le dessin ? Que *ne* voient-ils *pas* et *ne* distinguent-ils *pas* ?

Réponses :

Le spectre électromagnétique : seule une petite partie visible

Voir l'image page suivante : pour une longueur d'onde décroissante, on trouve successivement :

transmission du courant électrique – ondes radio – micro-ondes – rayonnement infra-rouge – *lumière visible* – rayonnement ultra-violet – rayons ionisants (X, gamma, cosmiques).



Le spectre visible :

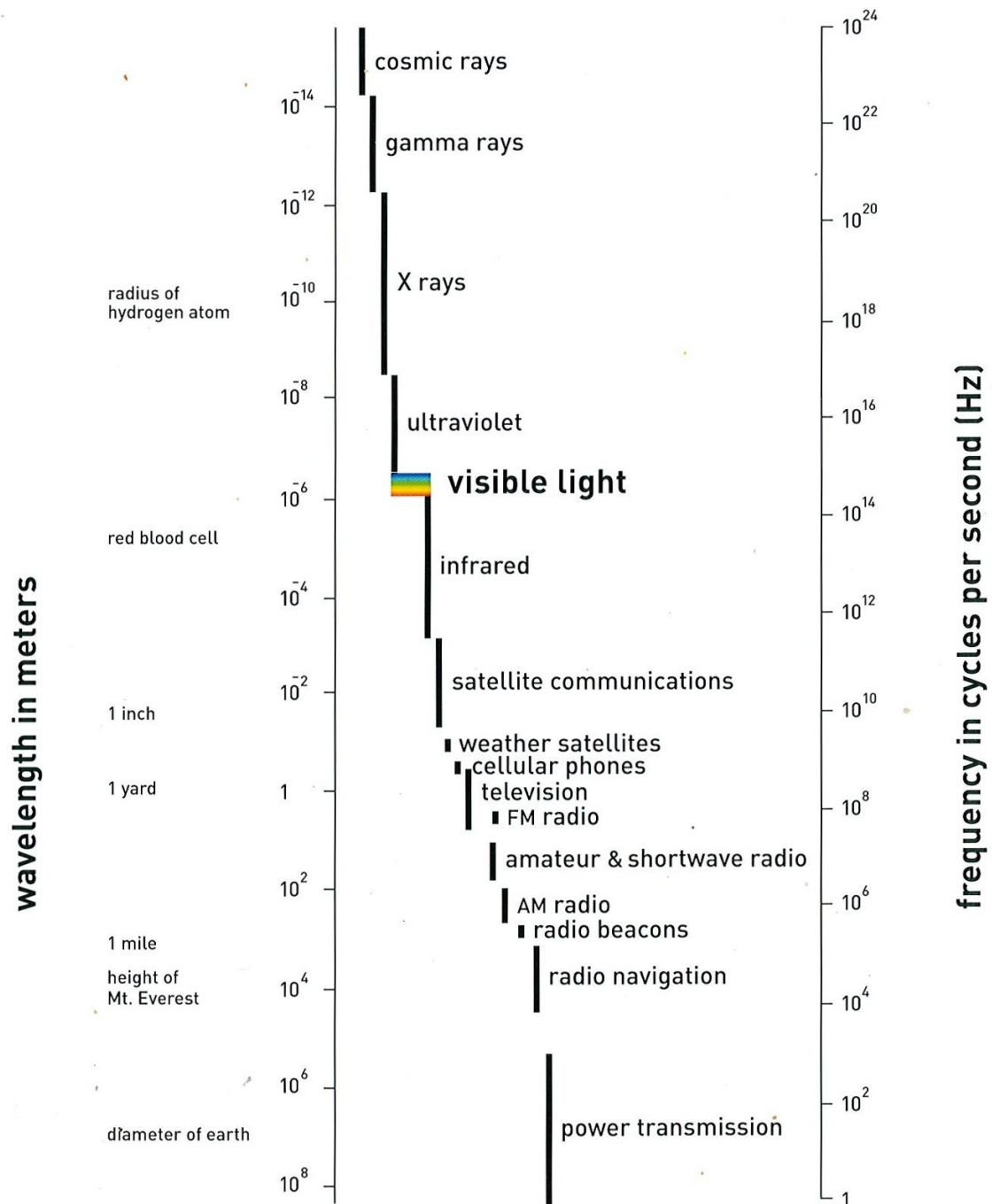


La longueur d'onde croît de gauche à droite de 380 à 750 nanomètres ;
V = violet, B = bleu, G = vert, Y = jaune, O = orange, R = rouge.

Question : quelles teintes de couleurs n'apparaissent pas dans le spectre ?

Réponse :

THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



« La nuit tous les chats sont gris »

Nous percevons les formes, luminosités et couleurs grâce aux *photorécepteurs* de la rétine au fond de l'oeil.

La vision dans l'obscurité (nuit sans lune, pièce fermée sans éclairage) distingue les différences de luminosité, mais pas les teintes des couleurs. C'est parce qu'elle utilise un seul type de photorécepteurs, les *bâtonnets*, qui réagissent tous de la même façon.

Vision diurne trichromatique

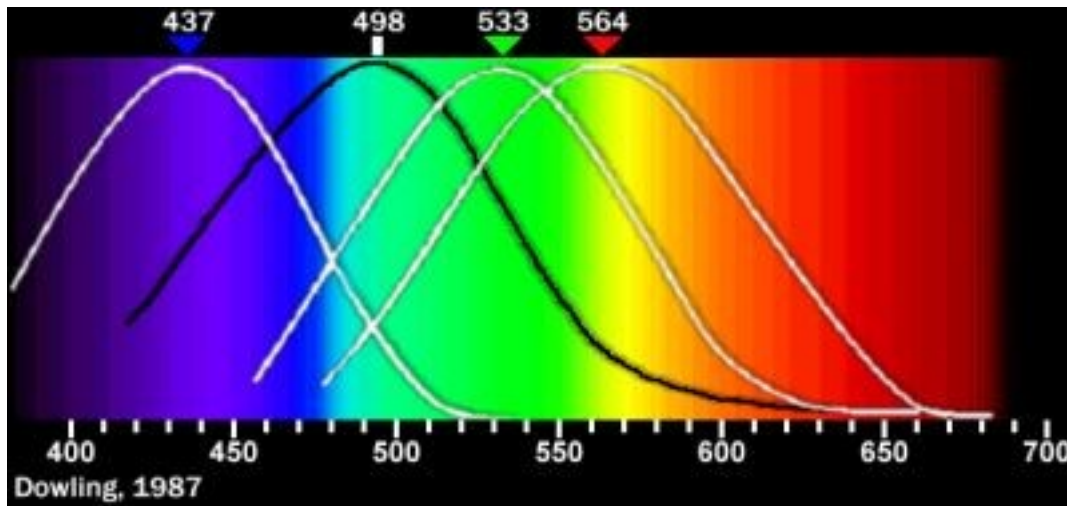
La vision dans la lumière (pleine lune, soleil, éclairage intérieur) distingue les différences de luminosité et les teintes des couleurs. C'est parce qu'elle utilise des photorécepteurs, les *cônes*, de trois types réagissant préférentiellement aux lumières de :

1. petites longueurs d'onde (à gauche dans le spectre) ;
2. moyennes longueurs d'onde (au milieu dans le spectre) ;
3. grandes longueurs d'onde (à droite dans le spectre).

On les appelle « **court** », « **moyen** » et « **long** ».

Ils correspondent (+/-) aux sensations du **bleu** (bleu royal), **vert** et **rouge**.

Toutes les sensations de couleurs sont obtenues par combinaisons de leurs réponses.



Echelle du bas : longueur d'onde en nanomètres.

Courbes : en noir, courbe de réponse des bâtonnets ;
en blanc, courbes de réponse des cônes « court », « moyen » et « long ».

Un rayon **bleu** excite beaucoup les « **court** », un peu les « **moyen** », pas les « **long** ».

Un rayon **vert** excite beaucoup les « **moyen** », un peu les « **court** » et « **long** ».

Un rayon **rouge** excite beaucoup les « **long** », un peu les « **moyen** », pas les « **court** ».

Entre **bleu** et **vert** dans le spectre, on a **cyan** (turquoise).

Un rayon **cyan** excite plus les « **court** » et « **moyen** » que les « **long** ».

On a (à peu près) le même effet en mélangeant deux rayons **bleu** et **vert**.

*Donc un mélange de rayons **bleu** + **vert** simule le **cyan**.*

Entre **vert** et **rouge** dans le spectre, on a **jaune**.

Un rayon **jaune** excite plus les « **moyen** » et « **long** » que les « **court** ».

On a (à peu près) le même effet en mélangeant deux rayons **vert** et **rouge**.

*Donc un mélange de rayons **vert** + **rouge** simule le **jaune**.*

*Un mélange de rayons **bleu** + **rouge** simule la couleur **magenta** (mauve).*

Questions : quels cônes la couleur **magenta** excite-t-elle le plus ? Pourquoi la couleur **magenta** n'apparaît-elle pas dans le spectre ?

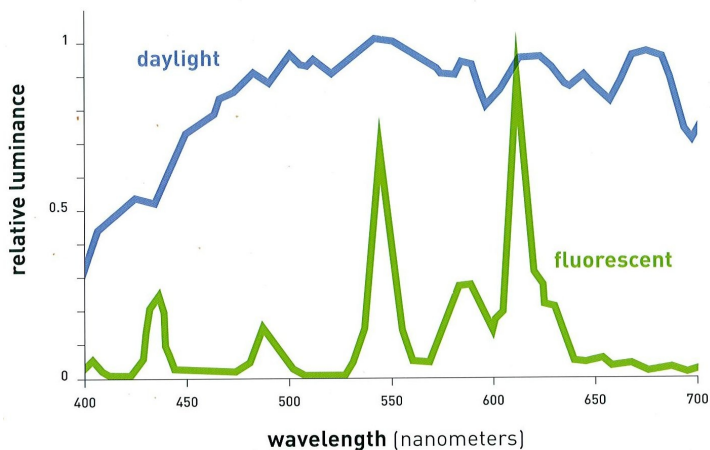
Réponses :

Le **blanc** correspond à un mélange équilibré de rayons du spectre visible, il est obtenu par exemple avec la lumière du jour ou celle d'une lampe à incandescence (ampoule « non économique »). Le **blanc** excite fortement les « **court** », « **moyen** » et « **long** ». On peut donc simuler le **blanc** par mélange de rayons

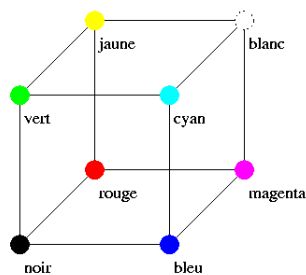
bleu + vert + rouge,

par exemple dans la lumière d'un néon ou d'une lampe fluorescente (ampoule « économique »).

WAVELENGTHS IN DAYLIGHT AND FLUORESCENT LIGHT



Le noir correspond à l'absence de lumière.



On peut représenter la synthèse des couleurs à partir des couleurs primaires **bleu**, **vert** et **rouge** par 3 disques de ces couleurs dont les intersections donnent les combinaisons, ou bien par un cube, où les déplacements à partir du coin noir donnent les ajouts de couleurs primaires : à droite pour le bleu, en haut pour le vert, en arrière pour le rouge.

Intensités et mélanges variables

On obtient une couleur plus sombre en diminuant la concentration des rayons lumineux (cela correspond à mélanger avec du noir), par exemple :

bleu marine = $\frac{1}{2} \times$ **bleu** ;

gris moyen = $\frac{1}{2} \times$ **blanc** = $\frac{1}{2} \times$ **bleu** + $\frac{1}{2} \times$ **vert** + $\frac{1}{2} \times$ **rouge**.

On peut également faire des mélanges variables, par exemple :

orange : moitié **rouge** et moitié **jaune** (= **vert** + **rouge**)

= $\frac{1}{2} \times$ **vert** + $1 \times$ **rouge** ;

rose : moitié **rouge** et moitié **blanc** (= **bleu** + **vert** + **rouge**)

= $\frac{1}{2} \times$ **bleu** + $\frac{1}{2} \times$ **vert** + $1 \times$ **rouge**.

Question : mon blue jean délavé est moitié bleu, moitié gris moyen ; cela fait combien de bleu, de vert et de rouge ?

Réponse :

Contrastes

Notre cerveau fait la différence entre un objet clair faiblement illuminé et un objet sombre fortement illuminé, même si le second reflète plus de lumière.

Voir l'image page suivante !

Il le fait grâce au contraste de luminosité entre les objets et leur entourage.



This is the same gray as the center of the **O** in **OFF**

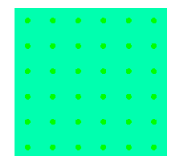
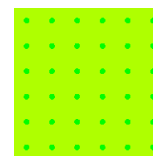
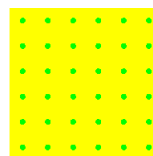
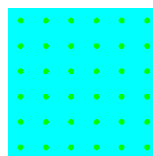


This is the same gray as the top part of the **S** in **GLOVES**

Le « blanc » au centre du O est en fait plus sombre que le « noir » en haut du S.

C'est pareil pour les couleurs : la couleur de l'objet est comparée à celle de son entourage.

Dans les 4 carrés, les points verts ont toujours la même couleur, même si celle-ci semble légèrement varier en fonction de la couleur du fond.

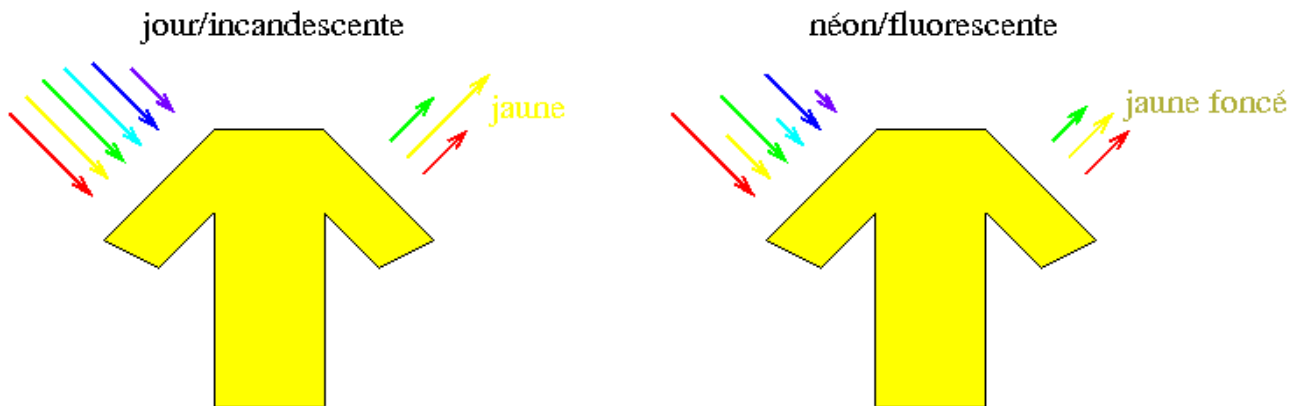


Chaque couleur a son opposé pour le contraste :

bleu <-> **jaune** ; vert <-> magenta ; rouge <-> cyan.

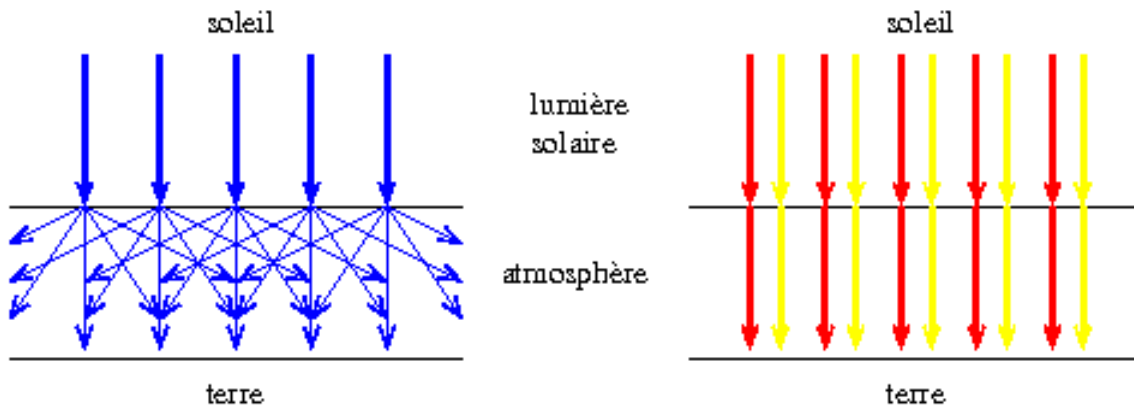
Quelques petits problèmes...

Faut-il examiner la couleur des vêtements à la lumière du jour, d'une lampe à incandescence, d'un néon ou d'une lampe fluorescente ?



Pourquoi voit-on le ciel bleu et le soleil jaune ?

Parce que les atomes d'oxygène et d'azote dans l'air de l'atmosphère dispersent beaucoup plus les rayons de petite longueur d'onde (violet, bleu, cyan) que ceux de grande longueur d'onde (jaune, orange, rouge).



Pourquoi au coucher le soleil devient-il rouge et donne-t-il des reflets rouges sur les nuages ?

Au coucher, le soleil est plus bas sur l'horizon, donc sa lumière traverse l'atmosphère sur une plus grande longueur, et ainsi la dispersion devient plus importante, notamment pour les rayons de moyenne longueur d'onde (vert), et seuls les rouges ne sont pas dispersés. Comme le soleil se trouve à un niveau plus bas que les nuages (dans la haute atmosphère), ses rayons rouges non dispersés se reflètent sur ces nuages.

