

Physique pour Tous !

Site web : <http://physiquepourtous.unistra.fr>
Mail: physiquepourout@unistra.fr

Utiliser votre portable !



1. Faire des calculs compliqués



Vous avez tous une calculatrice sur votre téléphone portable.

Elle sera utile de temps en temps tout le long de l'année.

2. Chronométrer



Utile pour certaines expériences !!!

3. Participer aux sondages



Mentimeter

- **Utilisation de l'application « Mentimeter »**

Application gratuite et sans besoin de vous enregistrer. Les réponses au sondage sont anonymes

Disponible sur les différents systèmes d'exploitation :

iPhone / iPad



Android

- **Alternative** : aller sur le site www.menti.com



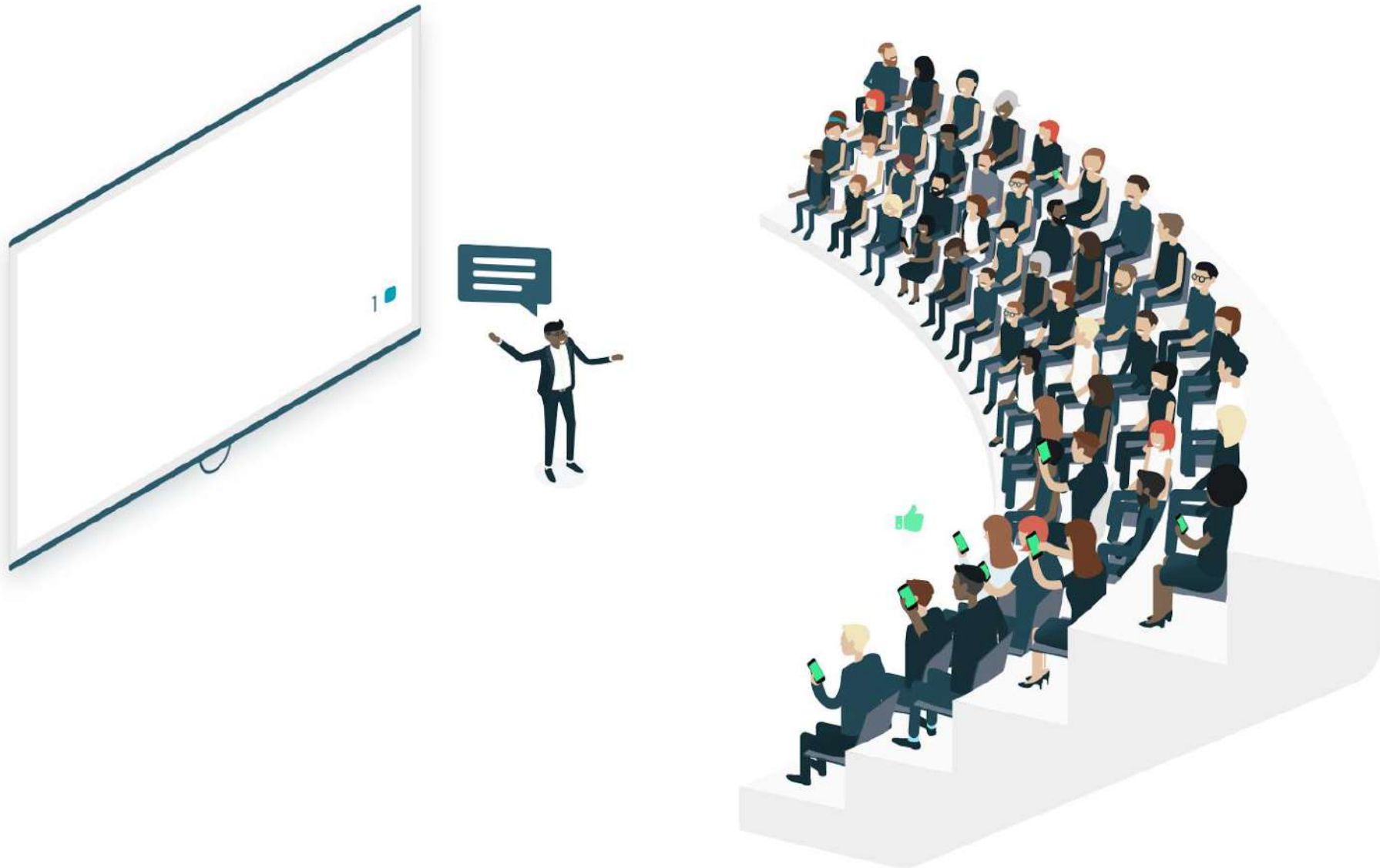
Pas accès à Internet ? Pas de panique ! Un wifi est disponible :

Wifi : osiris

Login : conf-physique

Mot de passe : physique

3. Participer aux sondages



3. Participer aux sondages

Etes-vous prêt ? Un petit test

Allez sur www.menti.com et utilisez le code 84 55 62



Mentimeter

Votre nuage de mots...



Hide image

<https://www.mentimeter.com/s/1b9029df73fbd3f50235666d0fcc66b8/bbc5ecebaa22>

0

© Eric Conte (1^{er} cour)

Physique pour Tous !

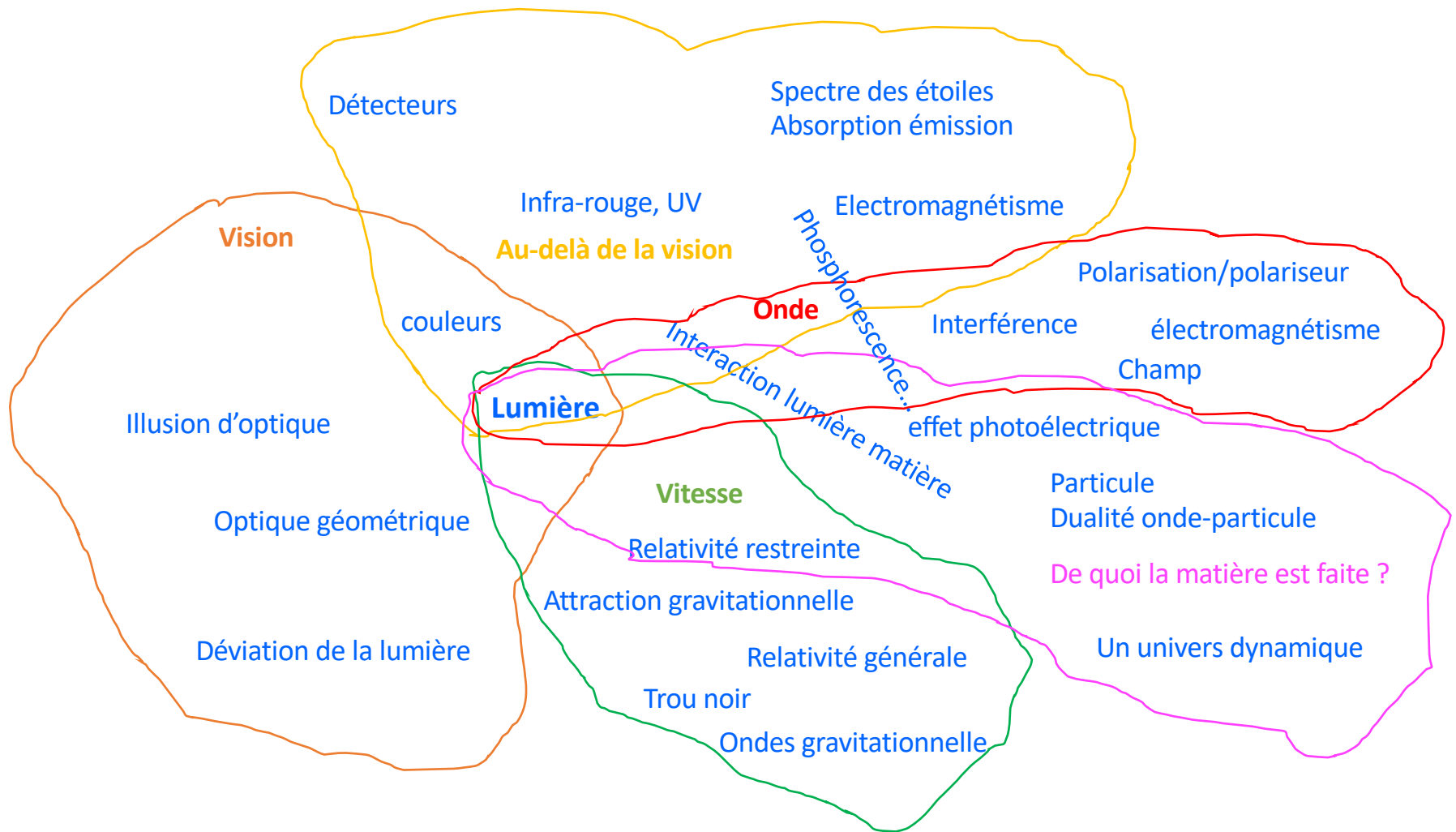
7

4. Appeler un ami



© Eric Conte (1^{er} cour)

Mon nuage de mots



Perception du monde

Au-delà de nos sens ...

1: Une lumière nouvelle sur le(s) blanc(s)



© Abigail Keenan Unsplash.com (Creative commons)

La composition du blanc...



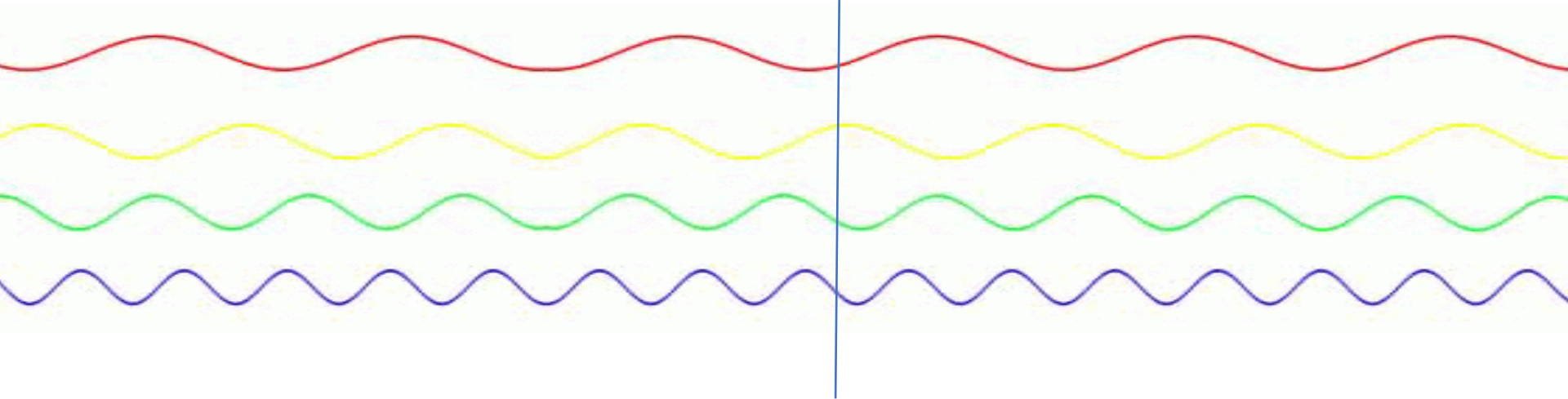
- Sondages...



La composition du blanc...

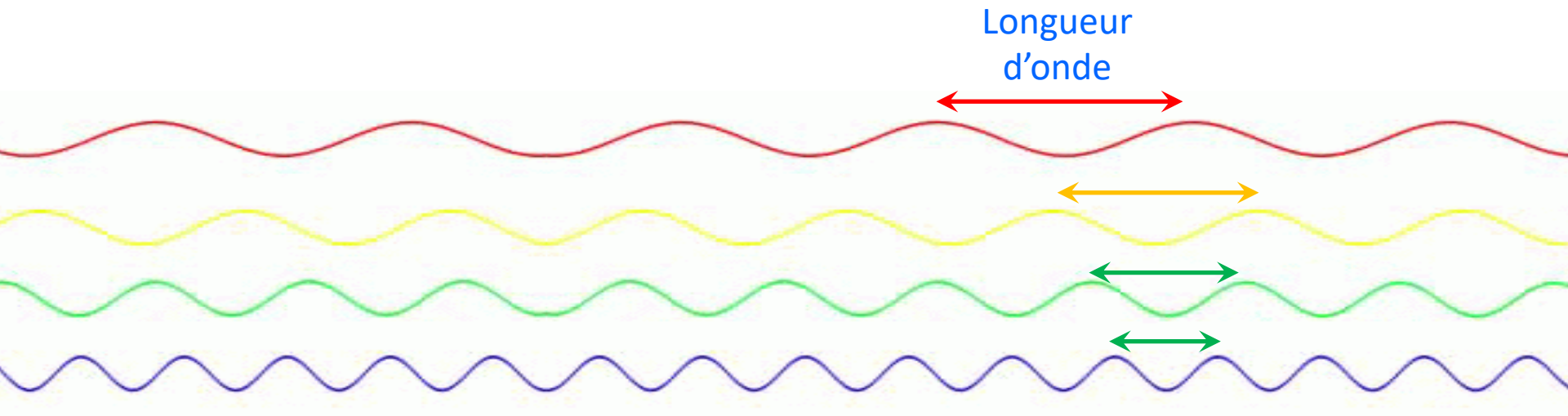
- Un point de vue physique actuel :
la lumière est une onde

- Au ralenti:



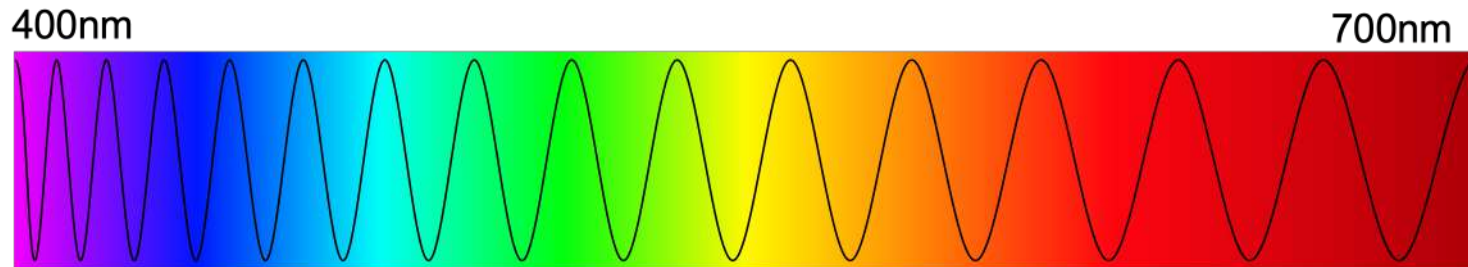
La composition du blanc...

- Un point de vue physique actuel :
la lumière est une onde
- Si on gèle le temps :



La composition du blanc...

- Un point de vue physique actuel :



Padoup-padoup [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]

- La lumière est une onde caractérisée par une longueur d'onde (et une fréquence). Chaque longueur d'onde est perçue d'une couleur différente.
- Le blanc est un mélange de ces couleurs...

Un peu d'histoire...

- **Pour la Grèce antique**

- La nomenclature chromatique semble étrange, «mouvante» et «incertaine». chez Homère, par exemple, la mer n'était jamais bleue mais tour à tour violette, blanche, pourpre, noire, grise. Quant à l'arc-en-ciel, il y était qualifié de « pourpre ».
- 5 siècles AC, on oppose le noir (l'eau) et le blanc (le feu). On y ajoute l'« ochron » qui désigne une faible intensité de l'une ou l'autre couleur...
- Platon (4 siècle AC): le blanc est l'effet de la dilatation du rayon **envoyé par l'œil**. Le noir est l'effet de sa contraction.
- Aristote:
 - 7 couleurs du noir au blanc. Le rouge, le vert et le violet sont les seules couleurs intermédiaires sans mélange. Toujours, la modification de la lumière par l'obscurité engendre les couleurs intermédiaires.
 - Observation de la modification des couleurs en fonction de la lumière
- La vision semble provenir de la projection de rayons depuis les yeux vers les objets. Rayons qui, mélangés aux rayons du soleil, influencent l'âme...

Un peu d'histoire...

- Ibn Al-Haytham "Alhazen" (Bassora, 965 – Le Caire, 1039)

Ibn Al-Haytham, le père de l'optique moderne célébré par l'Unesco

...Décrit comme un des plus grands physiciens de tous les temps, il eut une influence conséquente dans l'invention des lunettes de vue, de l'appareil photographique, du télescope et du microscope. Sa description précise du fonctionnement de l'œil a permis aux sciences telles que l'ophtalmologie et la chirurgie de la rétine de prendre un essor considérable....

Rédigé par [Hanan Ben Rhouma](#) | Mardi 30 Décembre 2014



Page de garde d'une traduction latine commentée (1572)

Un peu d'histoire...

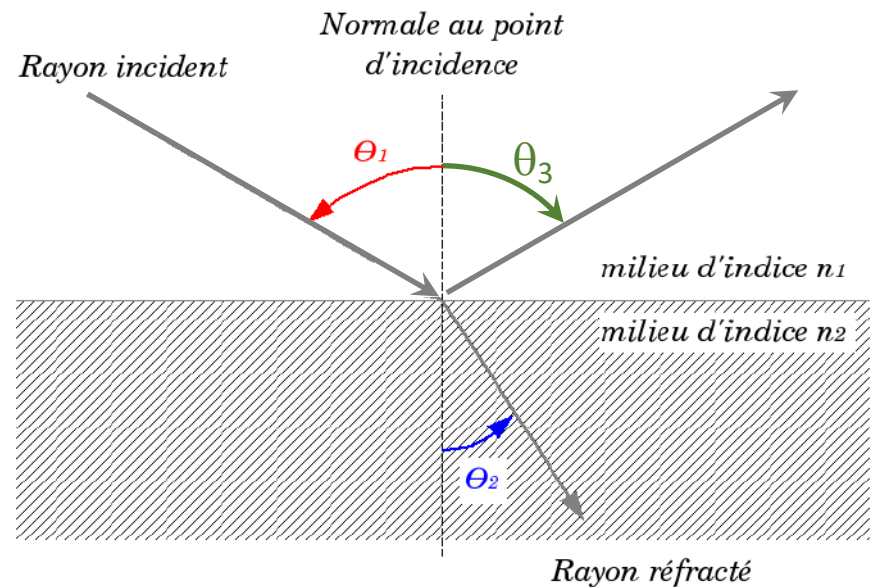
- Ibn Sahl (maitre de Ibn Al-Haytham)
On lui attribue la loi de réfraction (983) faisant
aujourd'hui partie des « Lois de Snell-Descartes »
(1620-30)

- Réfraction :

- $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

- Réflexion :

- $\theta_3 = \theta_1$



Lois de Snell-Descartes

- $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

$n \sim 1$ (pour l'air)

$n > 1$ (pour l'eau, le verre...)

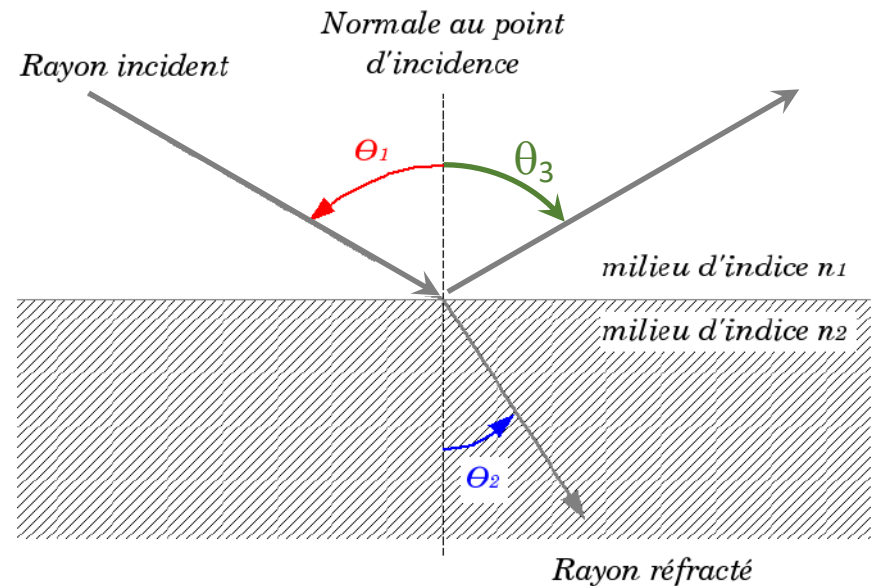
→ si $n_1 < n_2 \rightarrow \theta_2 < \theta_1$ (passage de l'air au verre)

→ si $n_2 < n_1 \rightarrow \theta_1 < \theta_2$ (passage du verre à l'air)

- Si θ_1 et θ_2 sont petit

→ $n_1 \theta_1 \sim n_2 \theta_2$

→ $\theta_2 \sim n_1 \theta_1 / n_2$



Réflexion totale

- $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

$n \sim 1$ (pour l'air)

$n > 1$ (pour l'eau, le verre...)

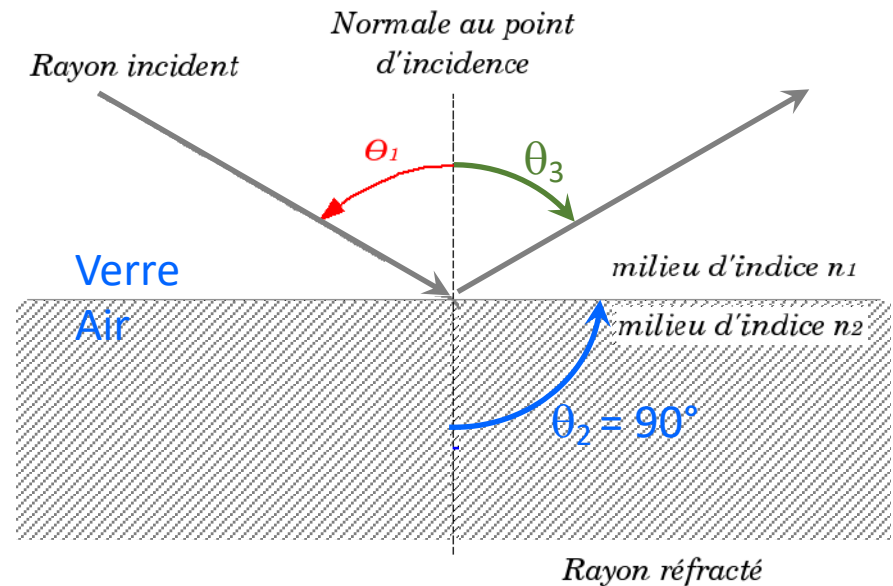
- Si $n_1 > n_2$ (passage du verre à l'air)

$\rightarrow \theta_2 > \theta_1$

$\rightarrow$ pour $\theta_2 = 90^\circ$ on a:

$$\theta_{1\max} = \text{asin}(n_2/n_1)$$

Si $\theta_1 > \theta_{1\max} \rightarrow$ Réflexion totale



Réflexion totale

- $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

$n \sim 1$ (pour l'air)

$n > 1$ (pour l'eau, le verre...)

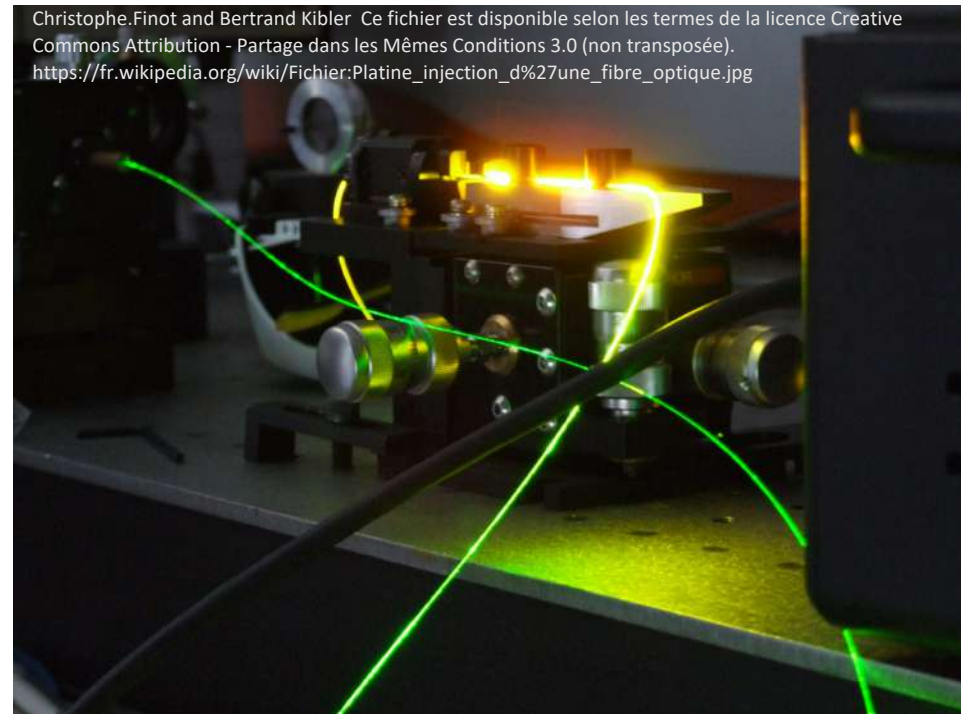
- Si $n_1 > n_2$ (passage du verre à l'air)

$\rightarrow \theta_2 > \theta_1$

$\rightarrow$ pour $\theta_2 = 90^\circ$ on a:

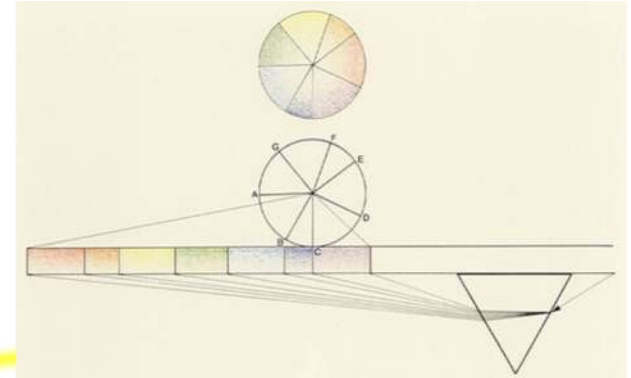
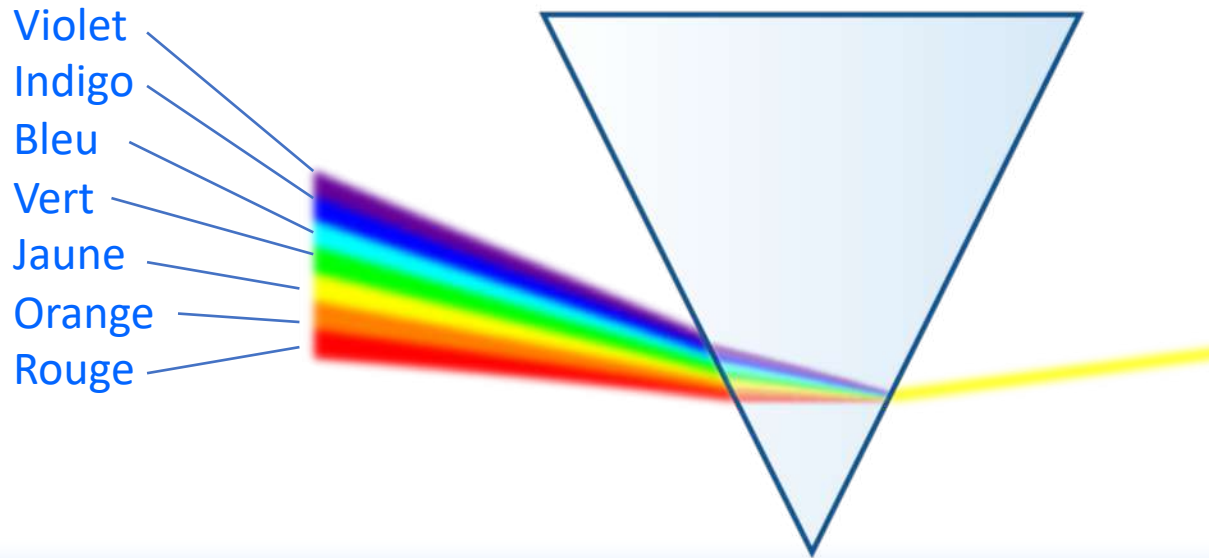
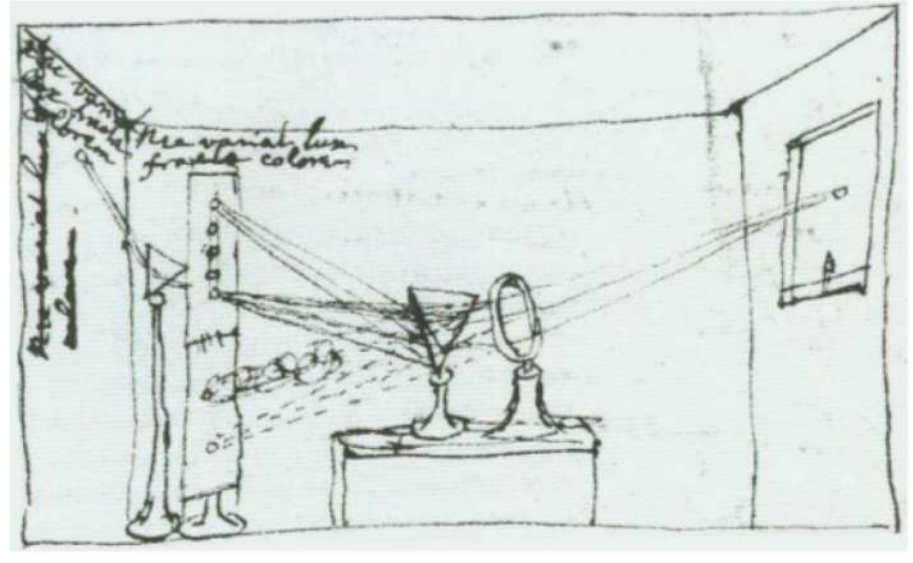
$$\theta_{1\max} = \text{asin}(n_2/n_1)$$

Si $\theta_1 > \theta_{1\max} \rightarrow$ Réflexion totale



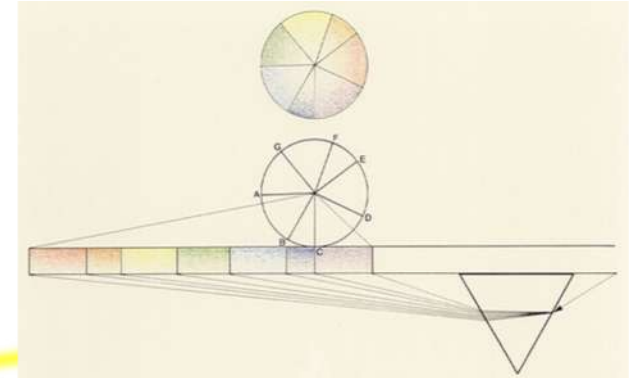
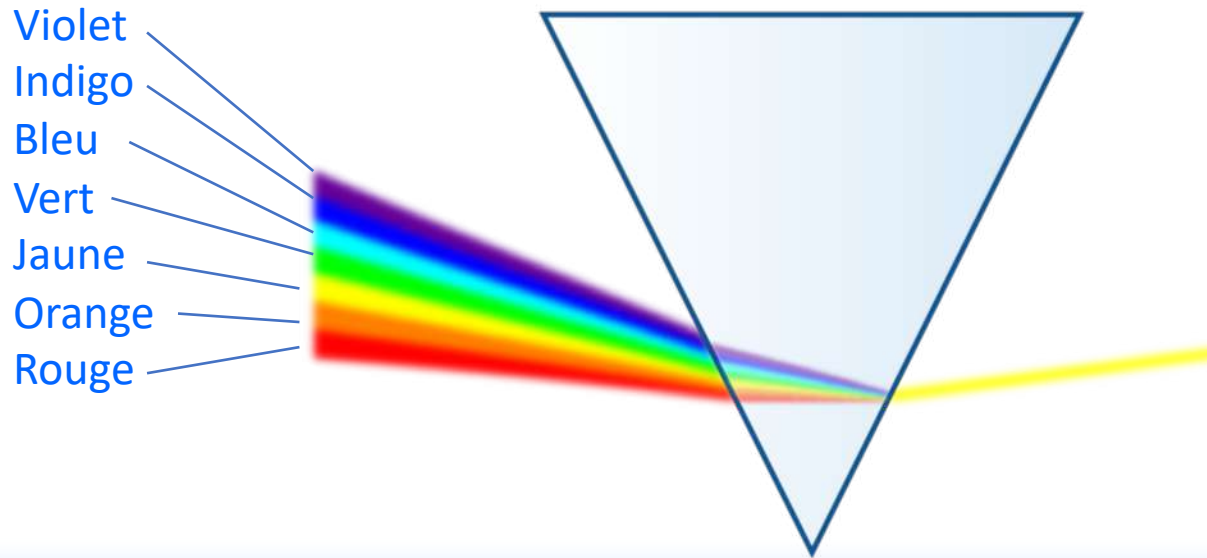
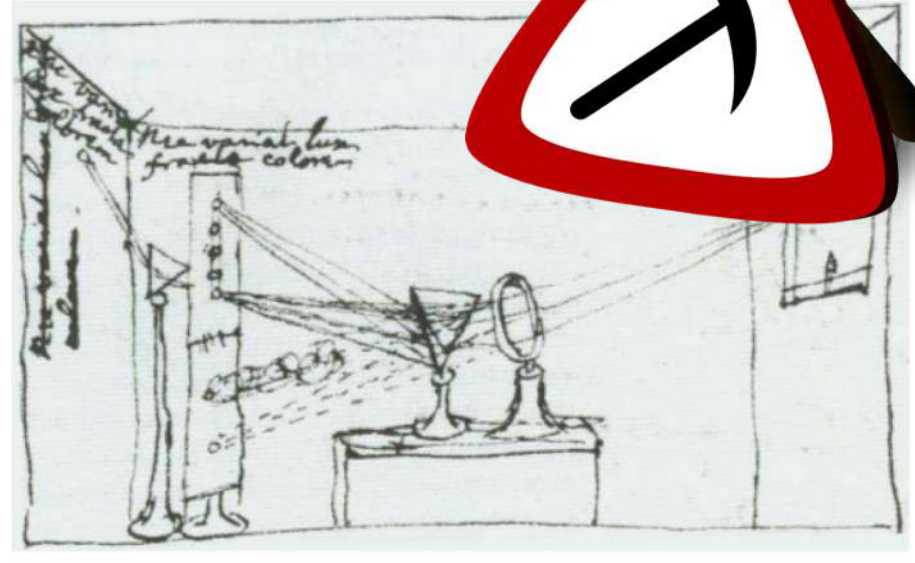
Un peu d'histoire...

- Newton (1666)
 - Séparation des couleurs
 - 7 couleurs



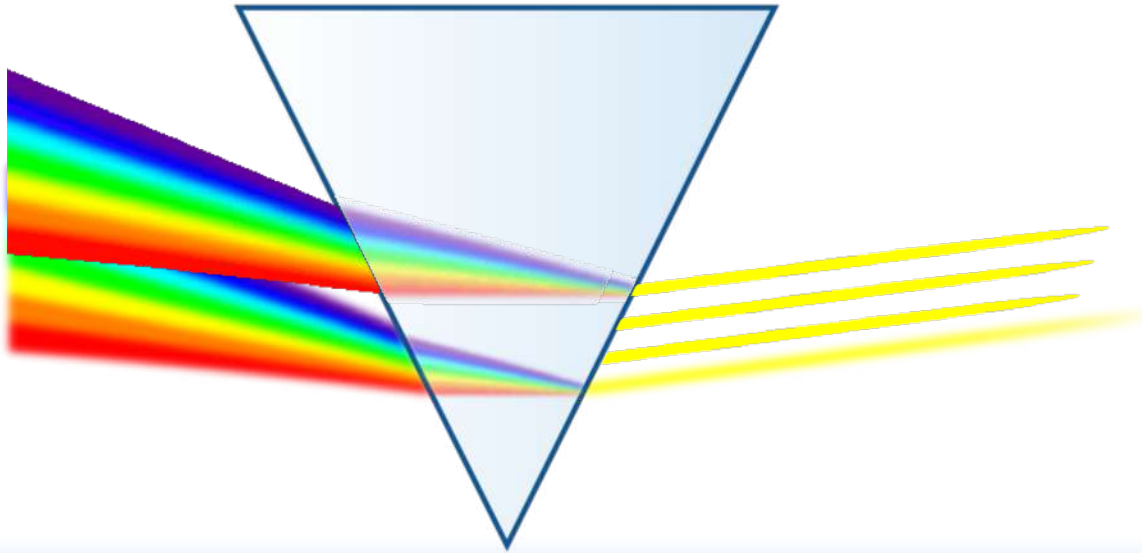
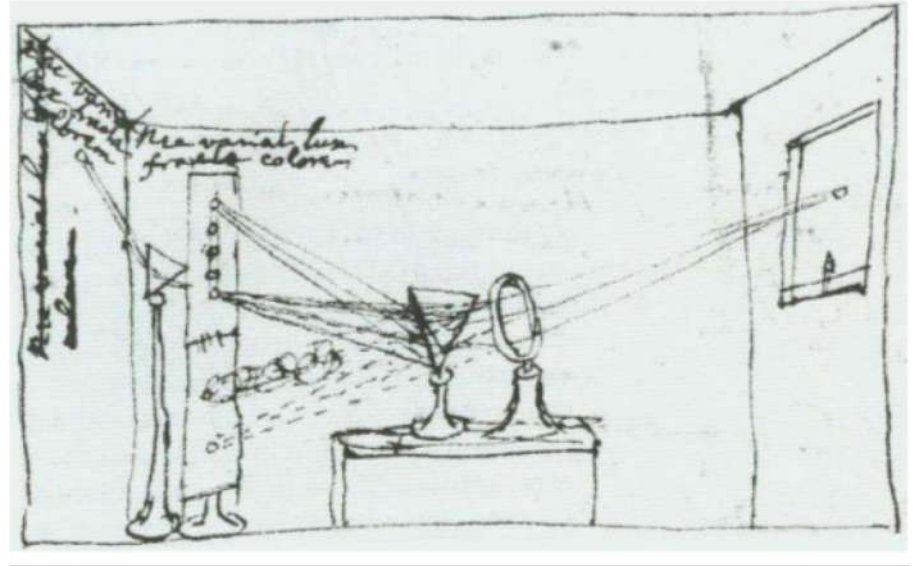
Un peu d'histoire...

- Newton (1666)
 - Séparation des couleurs
 - 7 couleurs



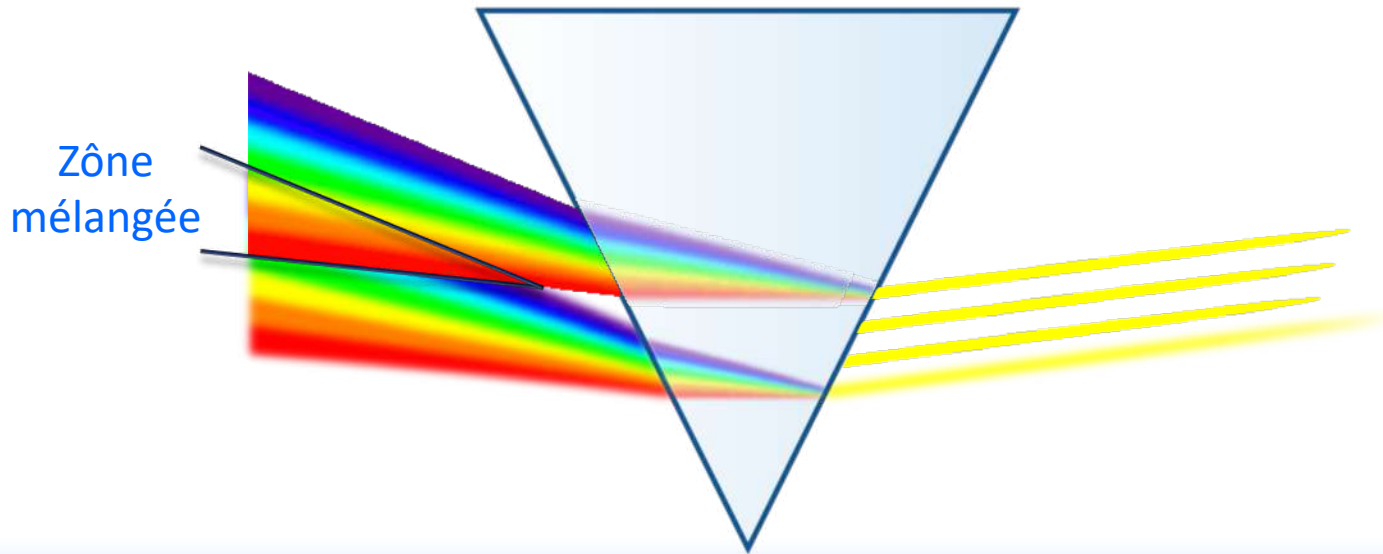
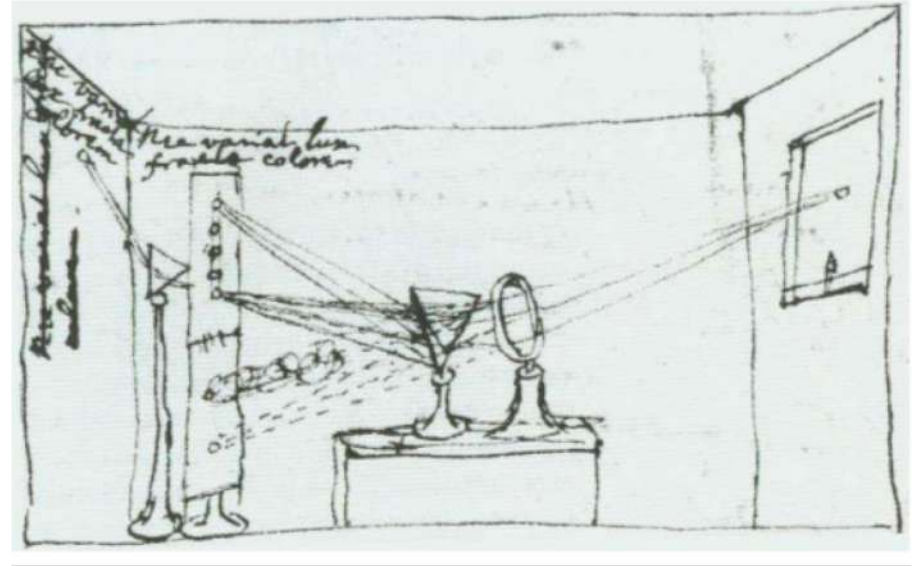
Un peu d'histoire...

- Newton (1666)
 - Séparation des couleurs
 - 7 couleurs



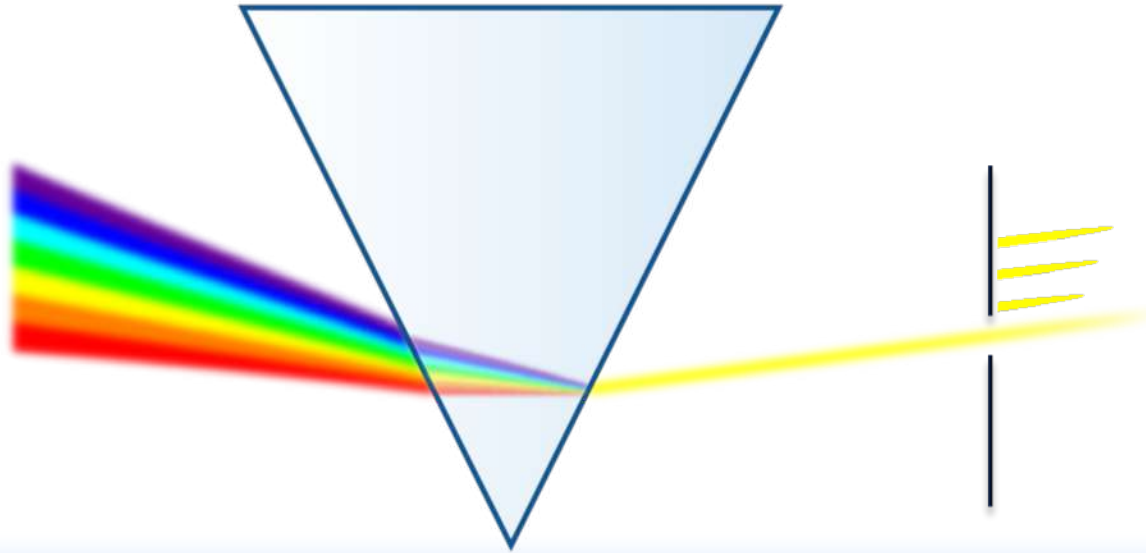
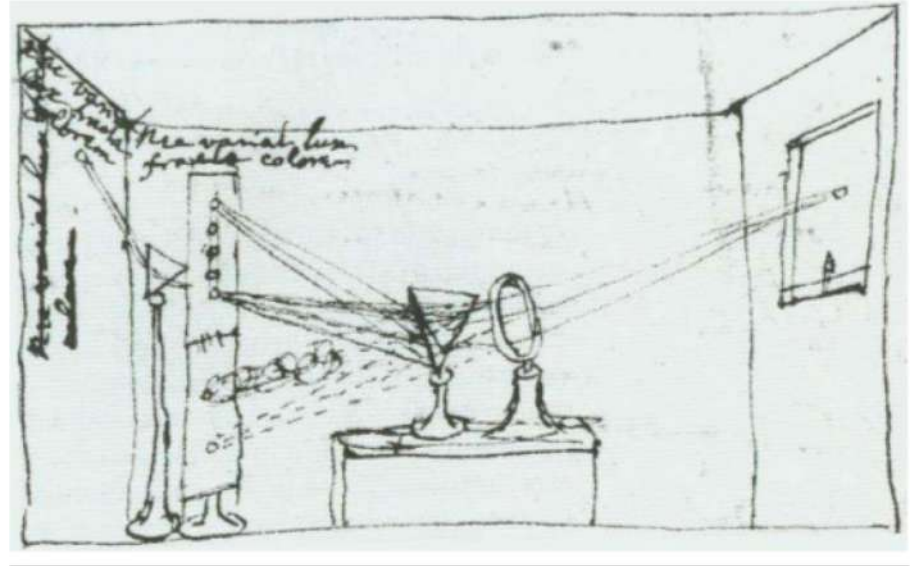
Un peu d'histoire...

- Newton (1666)
 - Séparation des couleurs
 - 7 couleurs



Un peu d'histoire...

- Newton (1666)
 - Séparation des couleurs
 - 7 couleurs



Un peu d'histoire...

- Newton (1666)
 - Séparation des couleurs
 - Un second prisme ?
 - Réunification
 - Rouge + Jaune = Orange

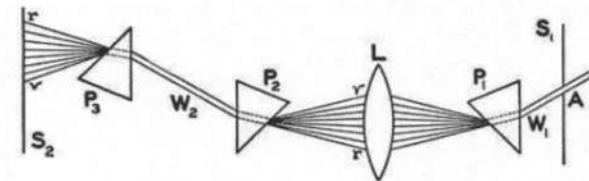
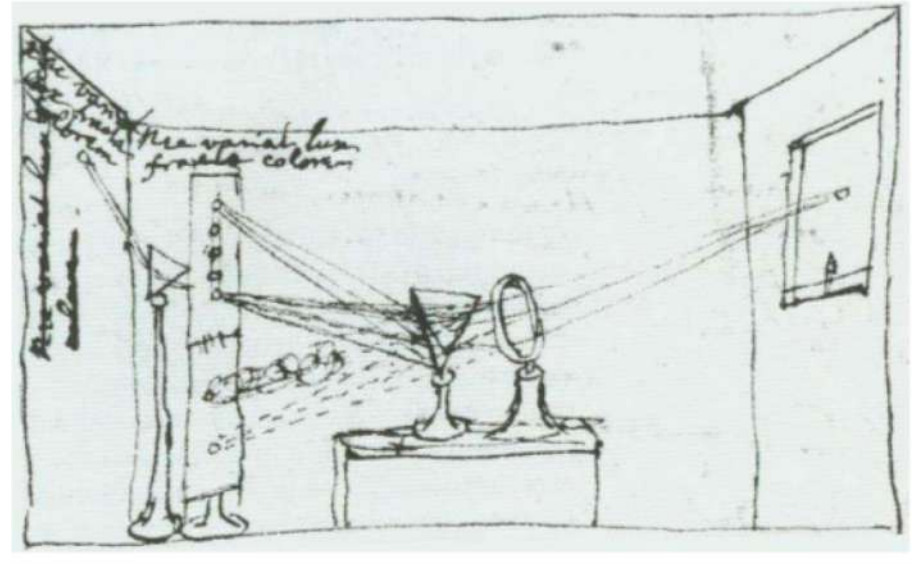
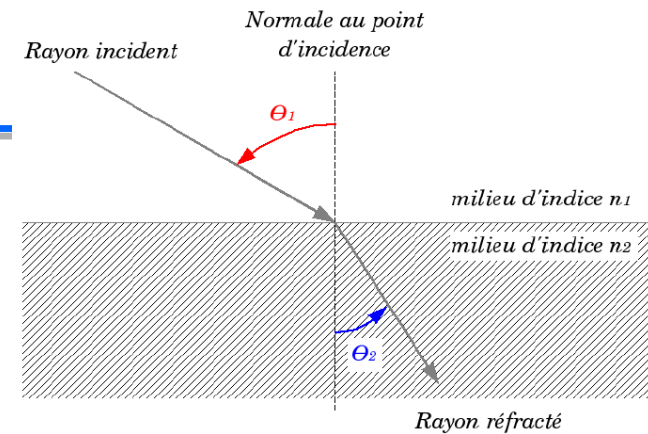
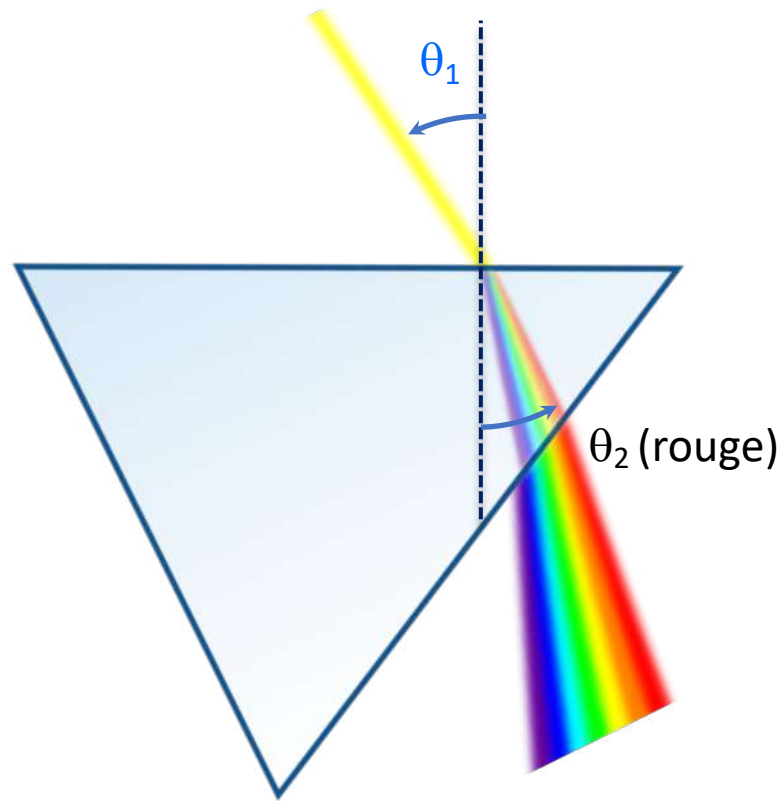


Figure 7 : Recomposition de la lumière. La lumière arrive de droite (W_1), est décomposée par le prisme P_1 . La lentille L la refocalise sur le prisme P_2 , placé de manière totalement symétrique à P_1 . Le prisme P_2 recompose le spectre coloré en une lumière blanche W_2 analogue à W_1 . Ce faisceau peut de nouveau être décomposé sur le prisme P_3 de façon à faire apparaître les couleurs sur l'écran, de violet (le plus réfracté, en bas) à rouge (le moins réfracté, en haut) (image Appalachian State University)

Déviation de la lumière

- Prisme et couleur



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Si θ_1 et θ_2 sont petit

$$\rightarrow n_1 \theta_1 \sim n_2 \theta_2$$

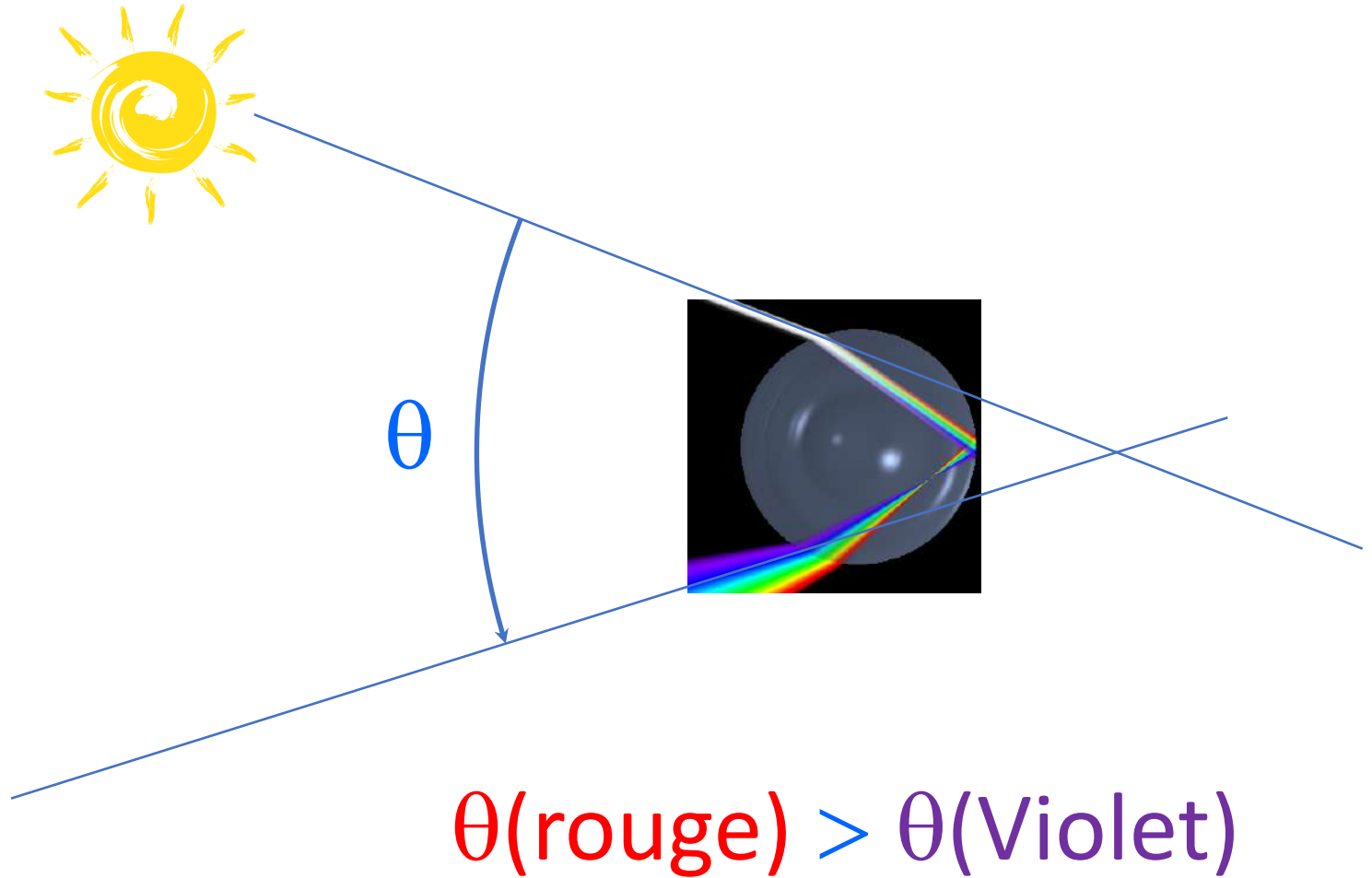
n_2 dépend de la couleur

n_2 (rouge) < n_2 (violet)

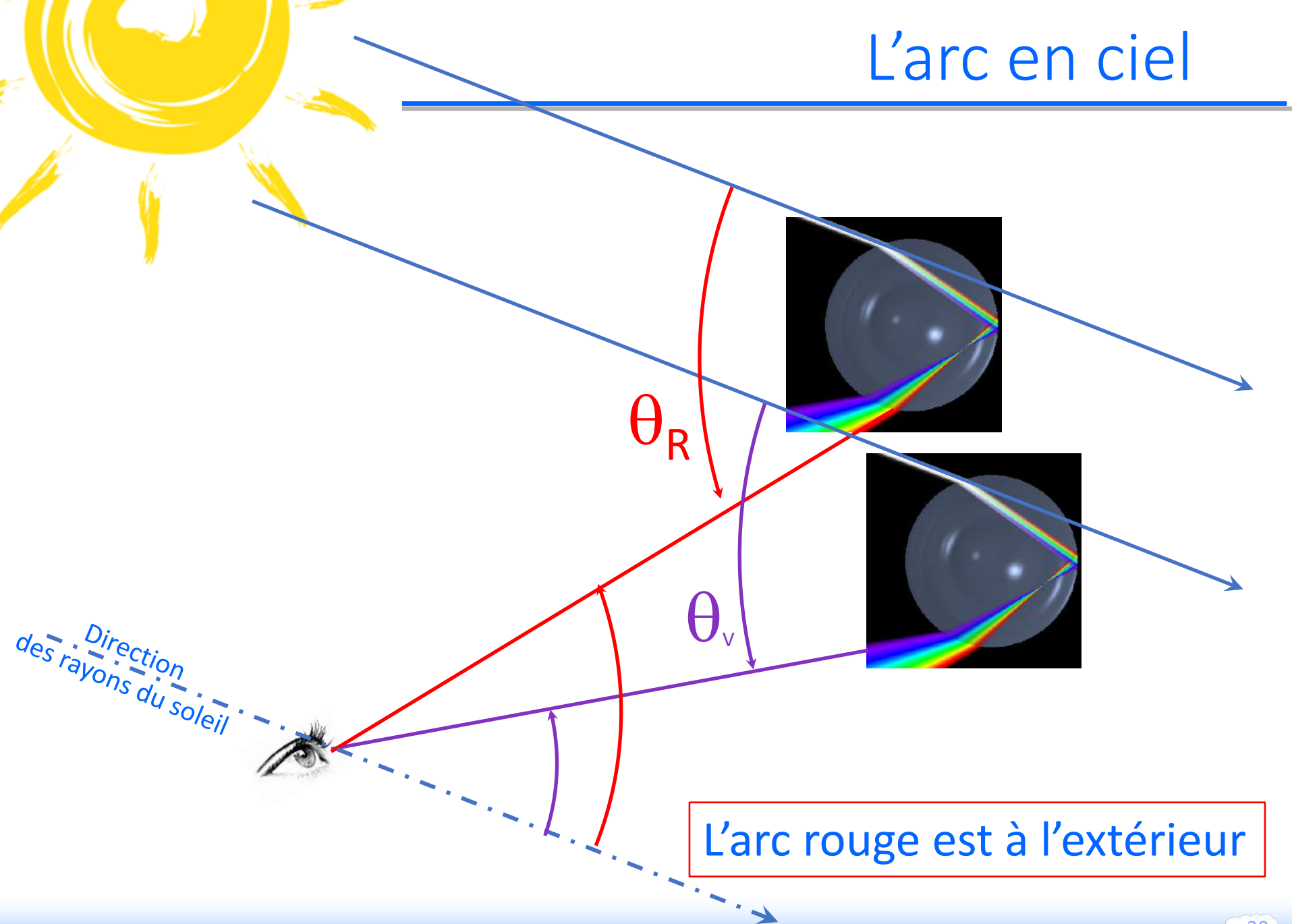
θ_2 (rouge) > θ_2 (violet)

L'arc en ciel

- Pour faire simple



L'arc en ciel



L'arc rouge est à l'extérieur

L'arc en ciel



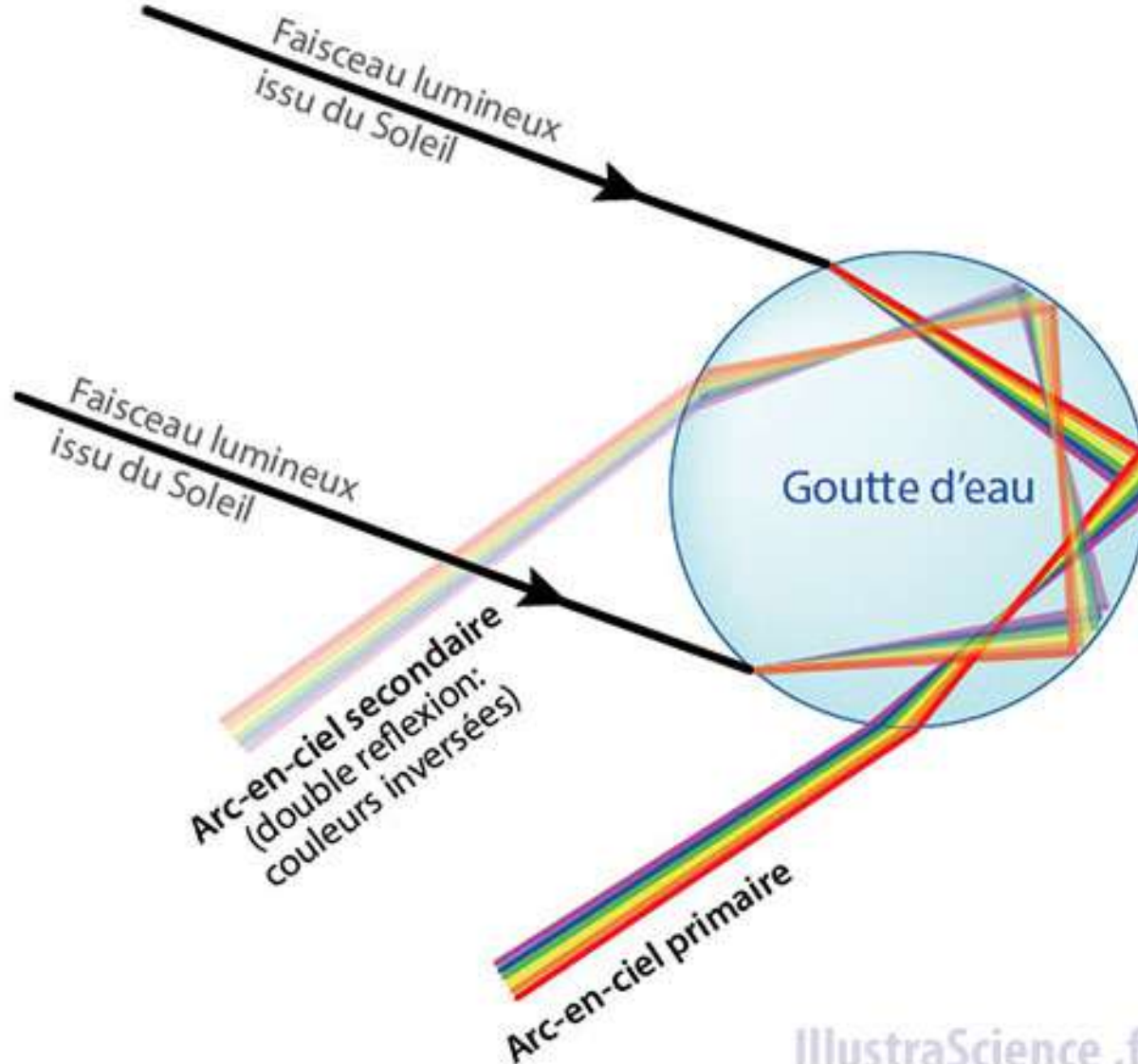
L'arc rouge est à l'extérieur

L'arc en ciel



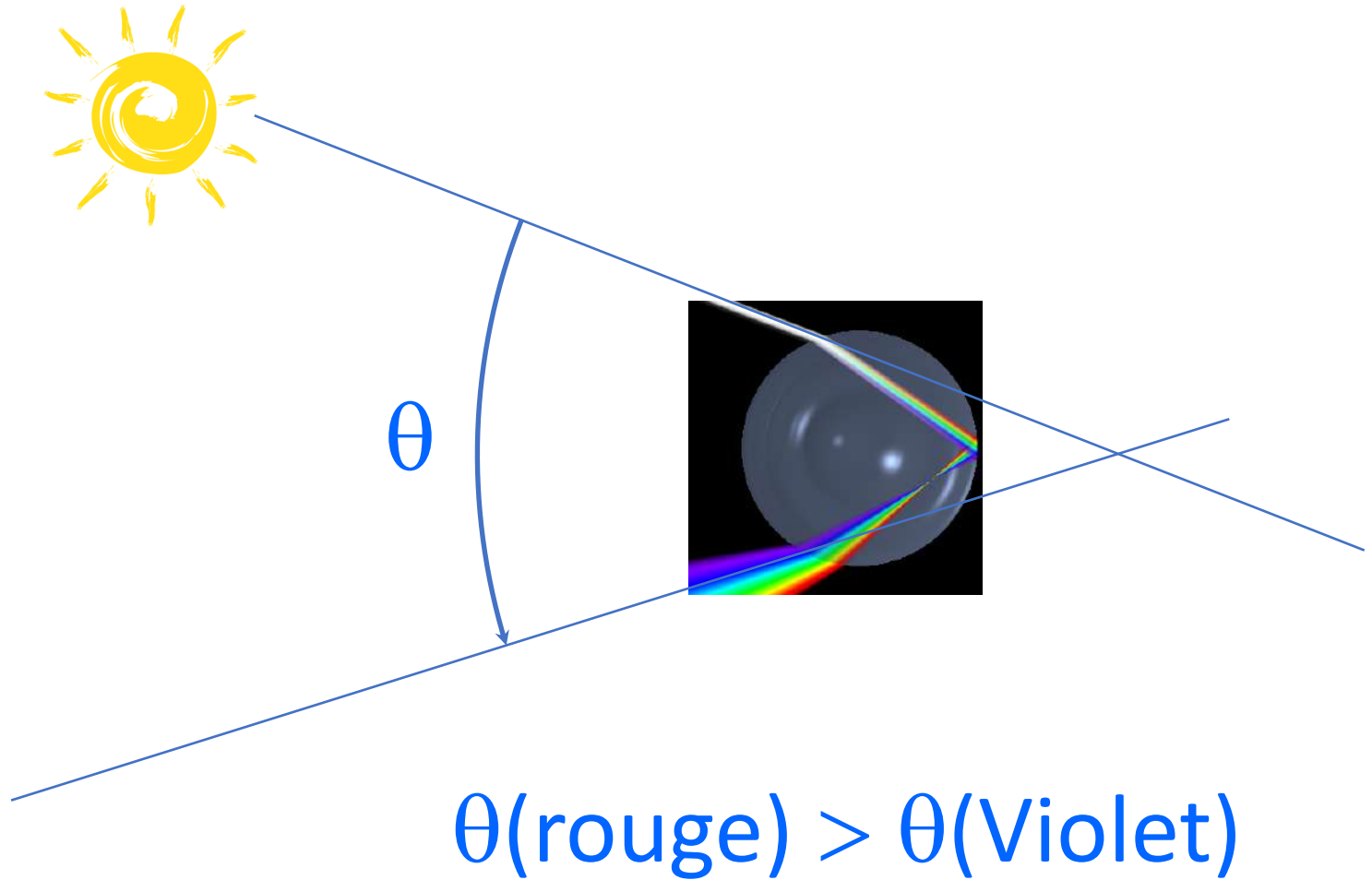
L'arc rouge est à l'extérieur

L'arc-en ciel secondaire



L'arc en ciel

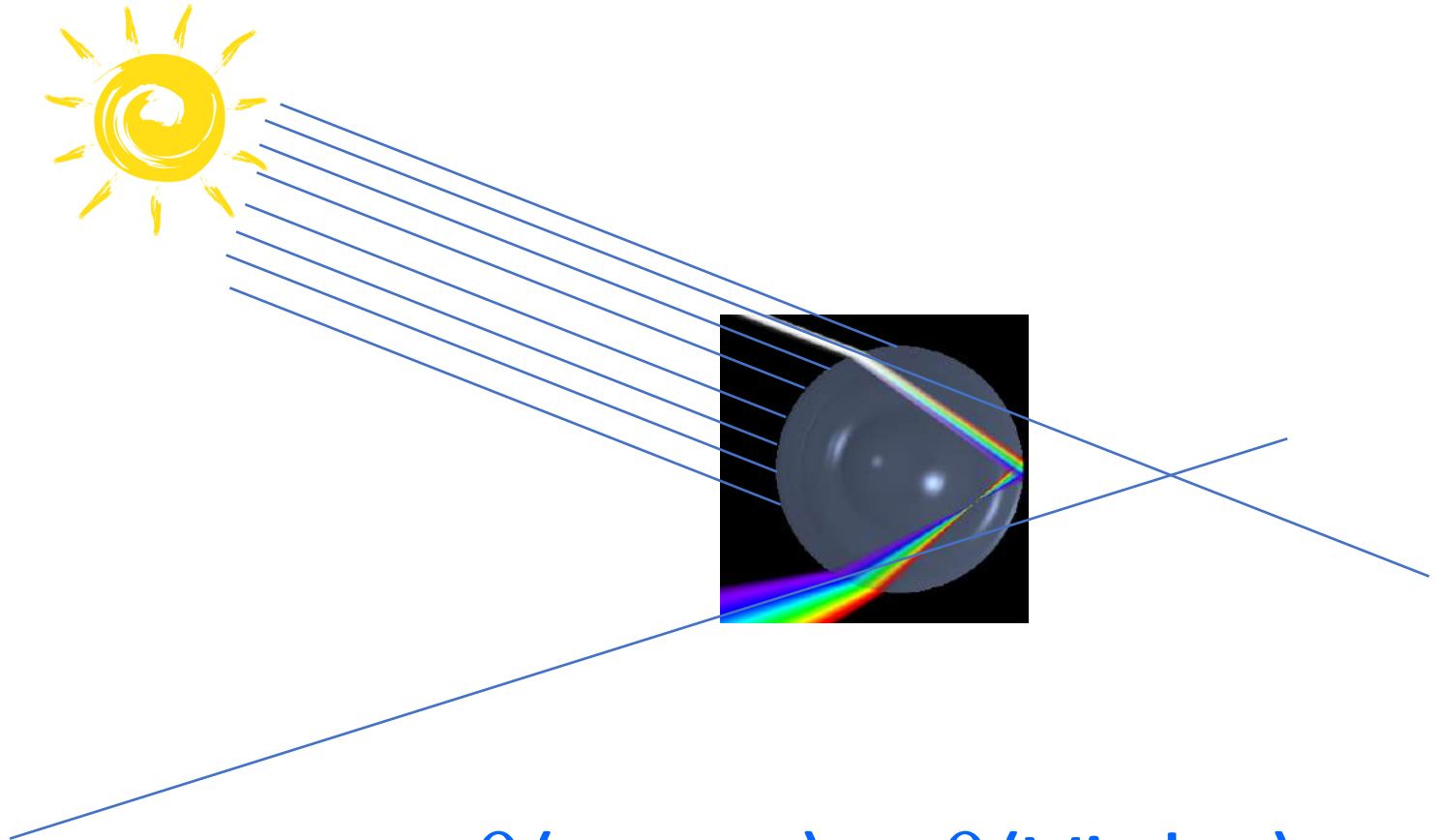
- Plus de détails...



L'arc en ciel

- Plus de détails...

PISTE ROUGE

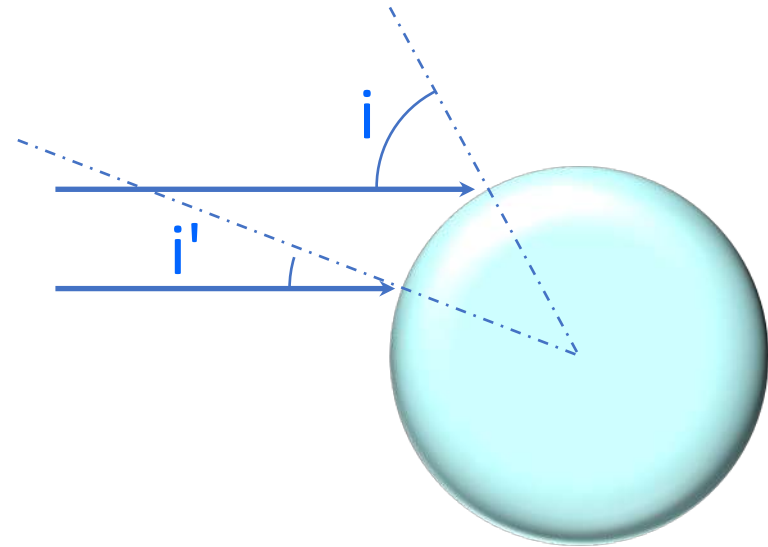


$$\theta(\text{rouge}) > \theta(\text{Violet})$$

L'arc en ciel

- Plus de détails...

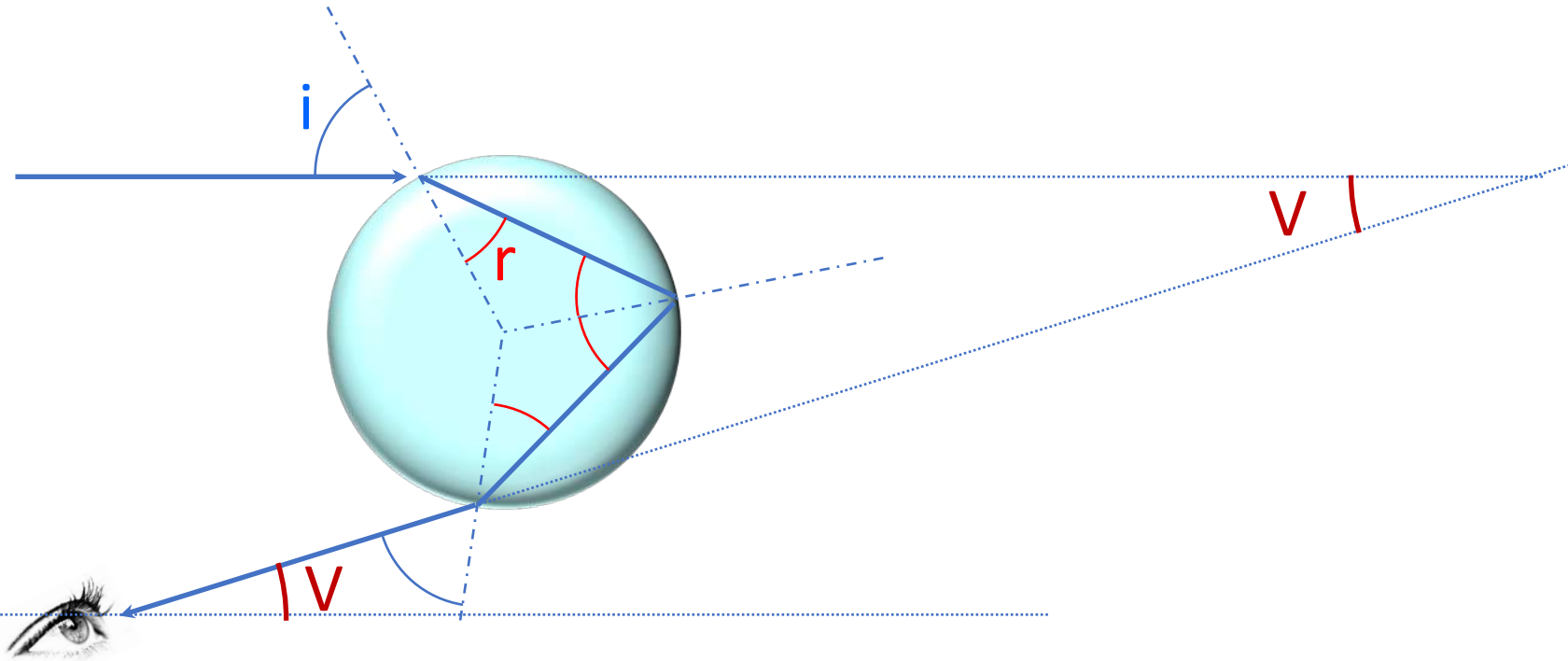
PISTE ROUGE



L'arc en ciel

- Plus de détails...

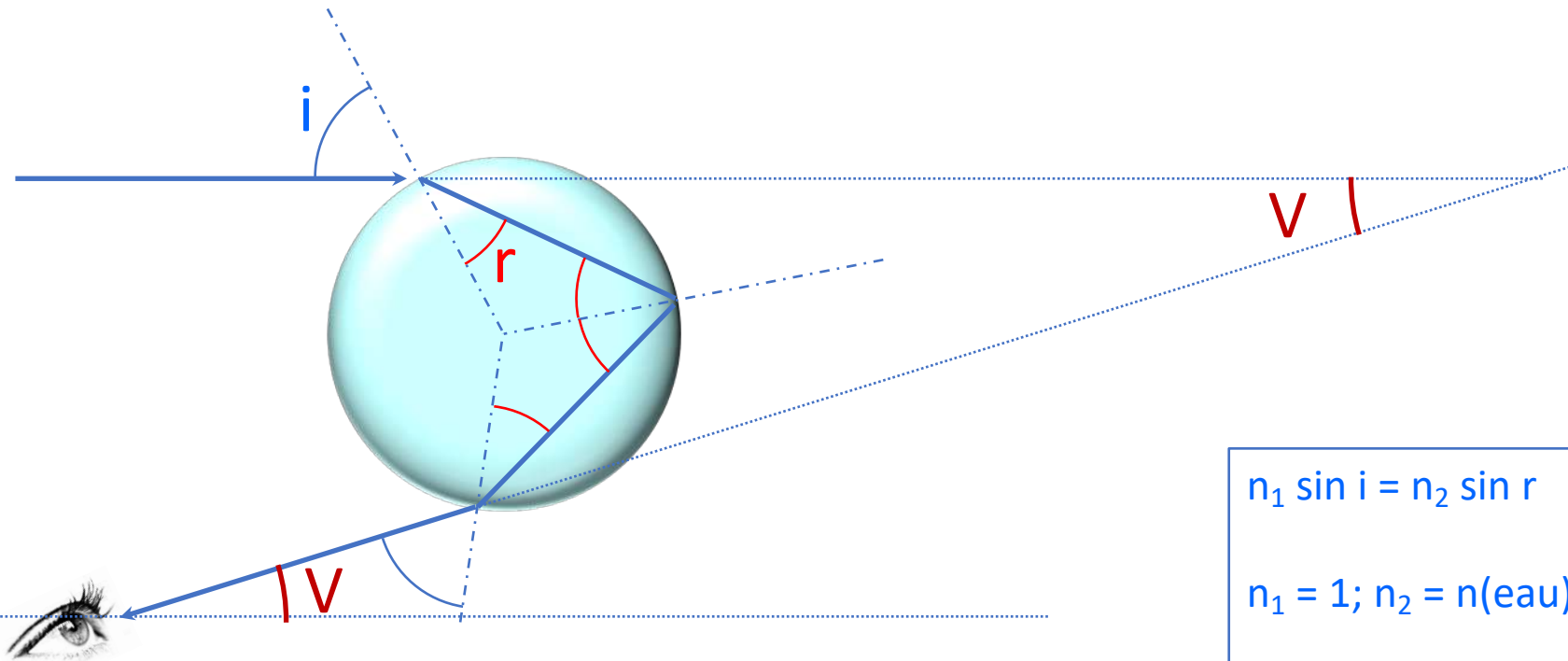
PISTE ROUGE



L'arc en ciel

- Plus de détails...

PISTE ROUGE



$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

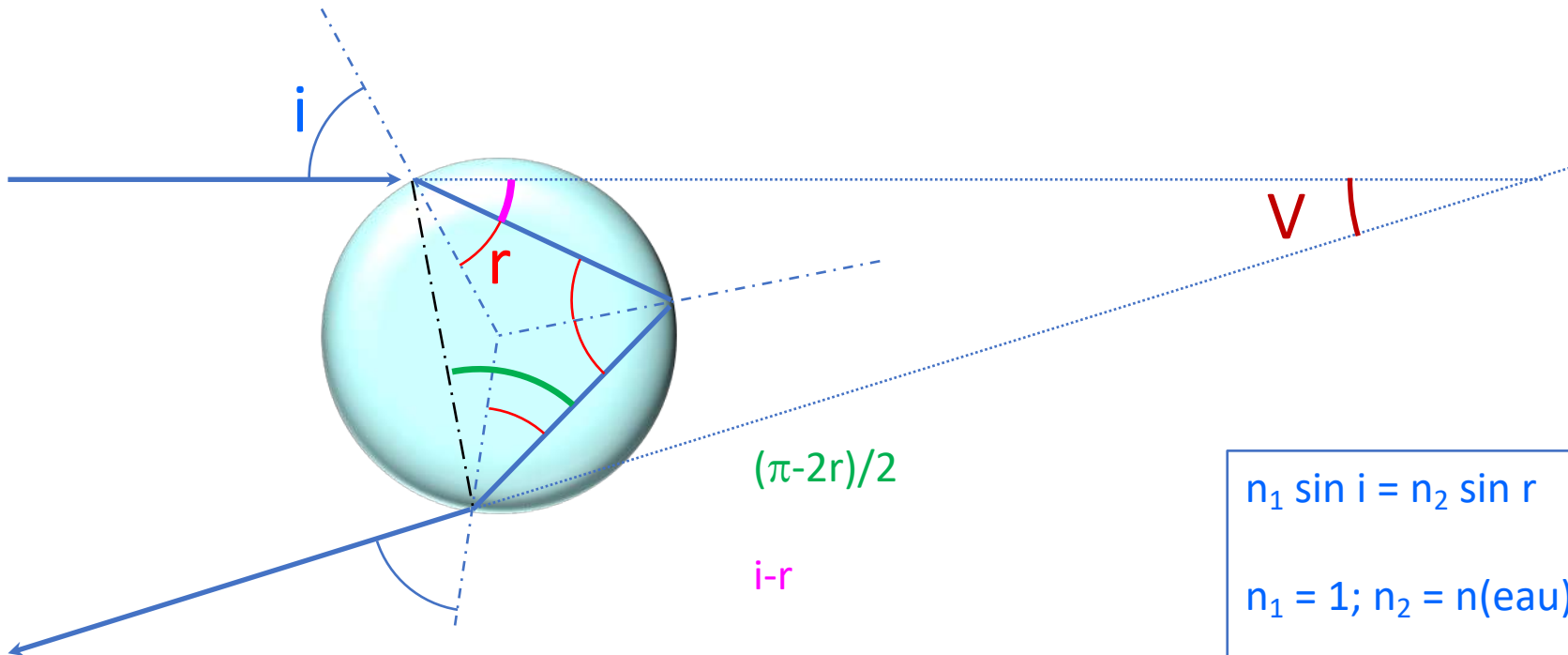
$$n_1 = 1; n_2 = n(\text{eau}) \sim 1,33$$

$$\rightarrow r = \text{asin}[(\sin i) / n(\text{eau})]$$

L'arc en ciel

- Plus de détails...

PISTE ROUGE



$$(\pi - 2r)/2$$

$$i - r$$

$$V = \pi - 2 * ((\pi - 2r)/2 + i - r)$$

$$V = \pi - 2 * (\pi/2 - r + i - r)$$

$$V = 4r - 2i$$

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

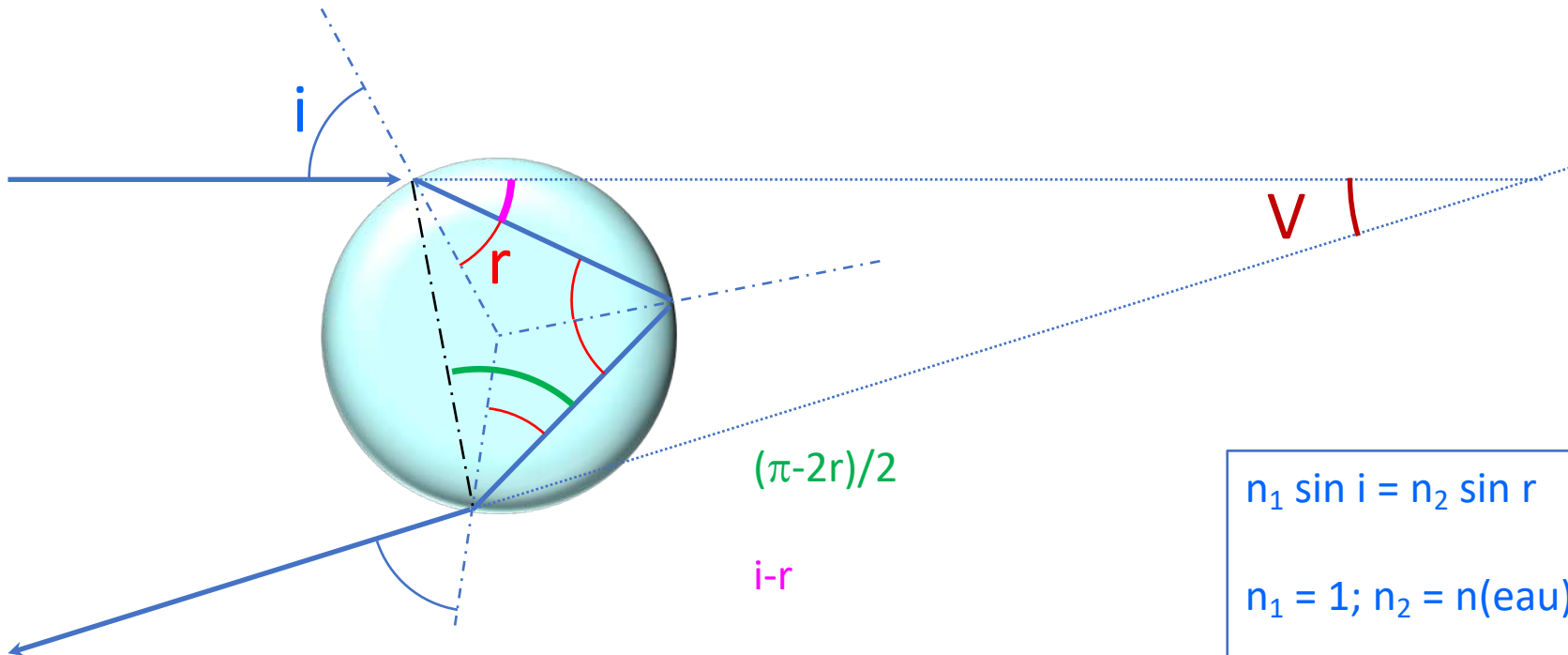
$$n_1 = 1; n_2 = n(\text{eau}) \sim 1,33$$

$$\rightarrow r = \arcsin[(\sin i) / n(\text{eau})]$$

L'arc en ciel

- Plus de détails...

PISTE ROUGE



$$(\pi-2r)/2$$

$$i-r$$

$$V = \pi - 2 * ((\pi-2r)/2 + i - r)$$

$$V = \pi - 2 * (\pi/2 - r + i - r)$$

$$V = 4r - 2i$$

$$= 4 * \text{asin} [(\sin i) / n(\text{eau})] - 2i$$

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

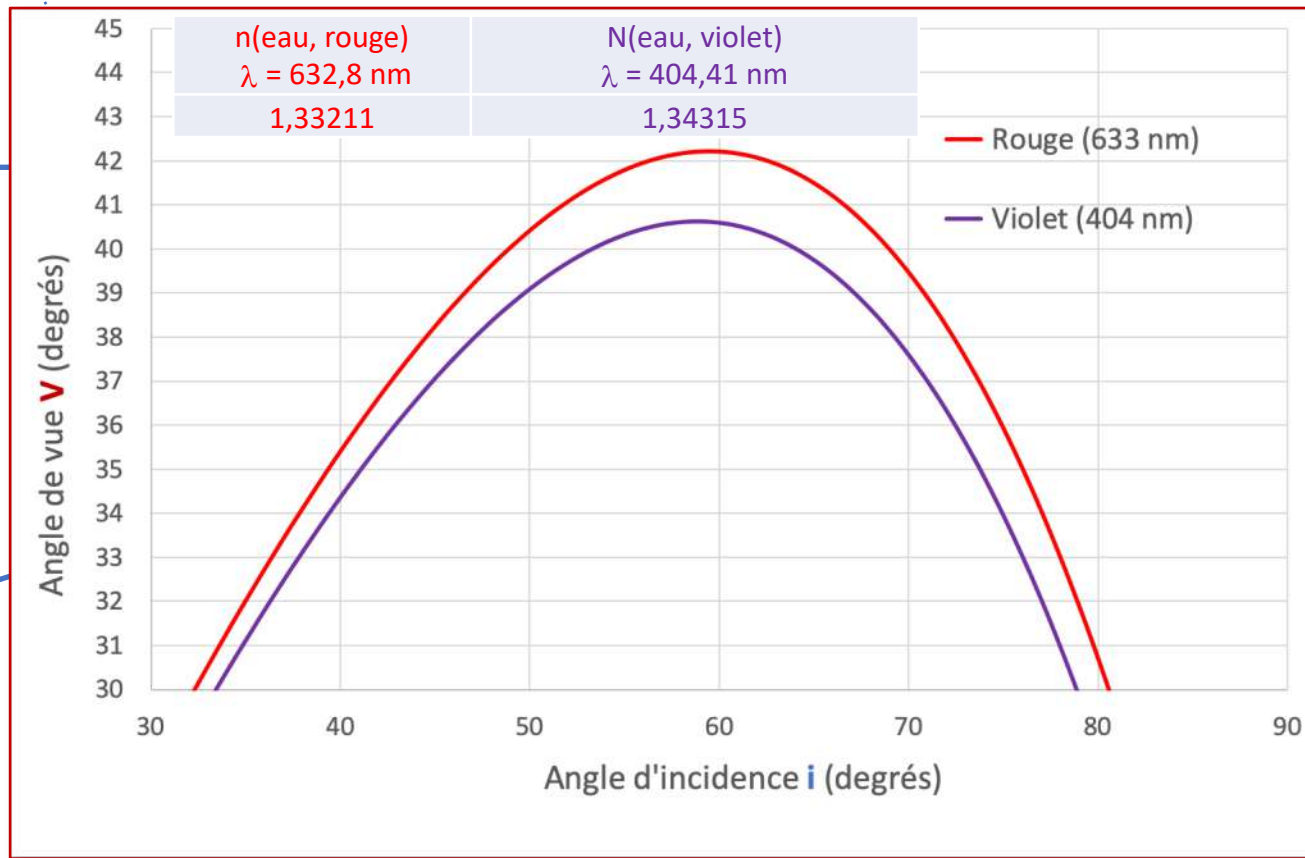
$$n_1 = 1; n_2 = n(\text{eau}) \sim 1,33$$

$$\rightarrow r = \text{asin} [(\sin i) / n(\text{eau})]$$

L'arc en ciel

- Plus de détails...

PISTE ROUGE



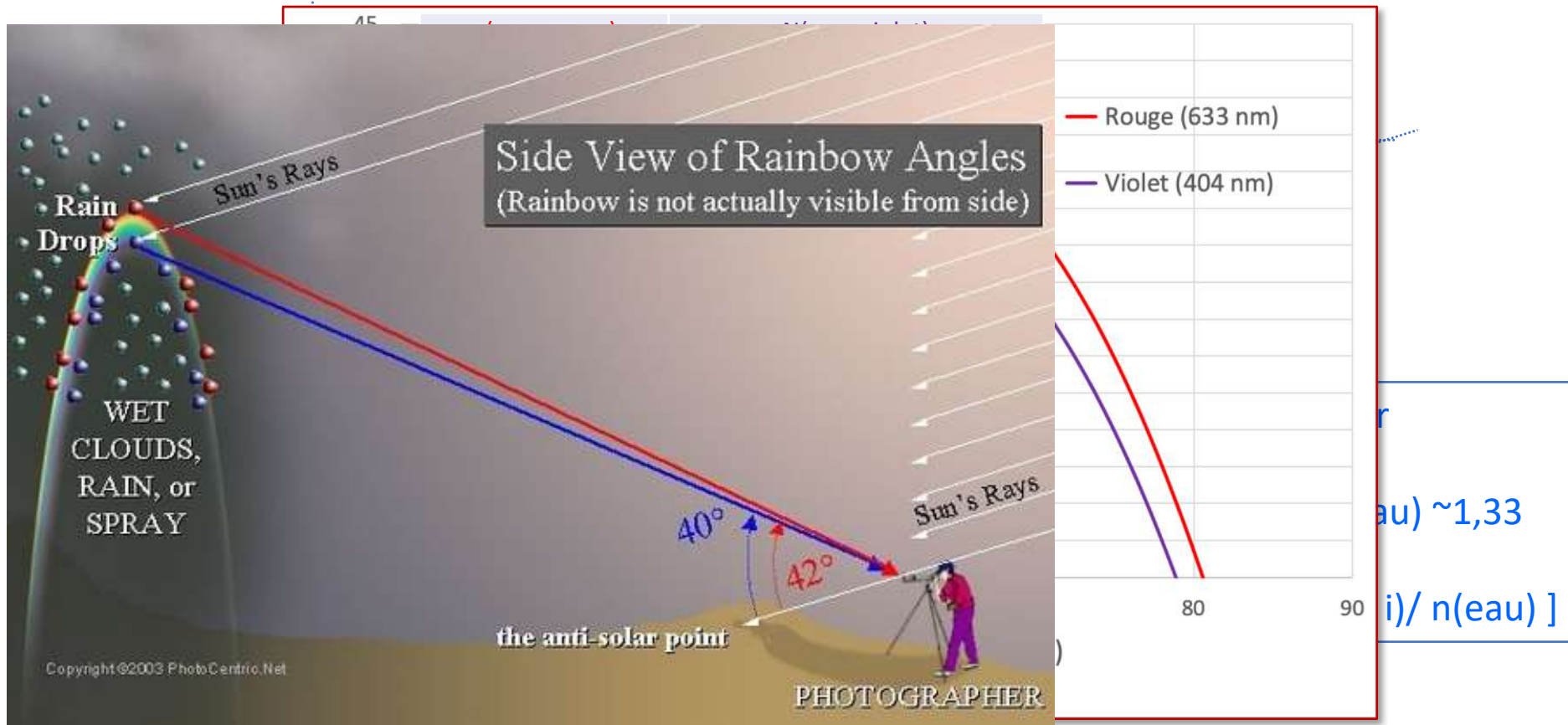
$$V = 4r - 2i$$

$$= 4 * \text{asin} [(\sin i) / n(\text{eau})] - 2i$$

L'arc en ciel

- Plus de détails...

PISTE ROUGE



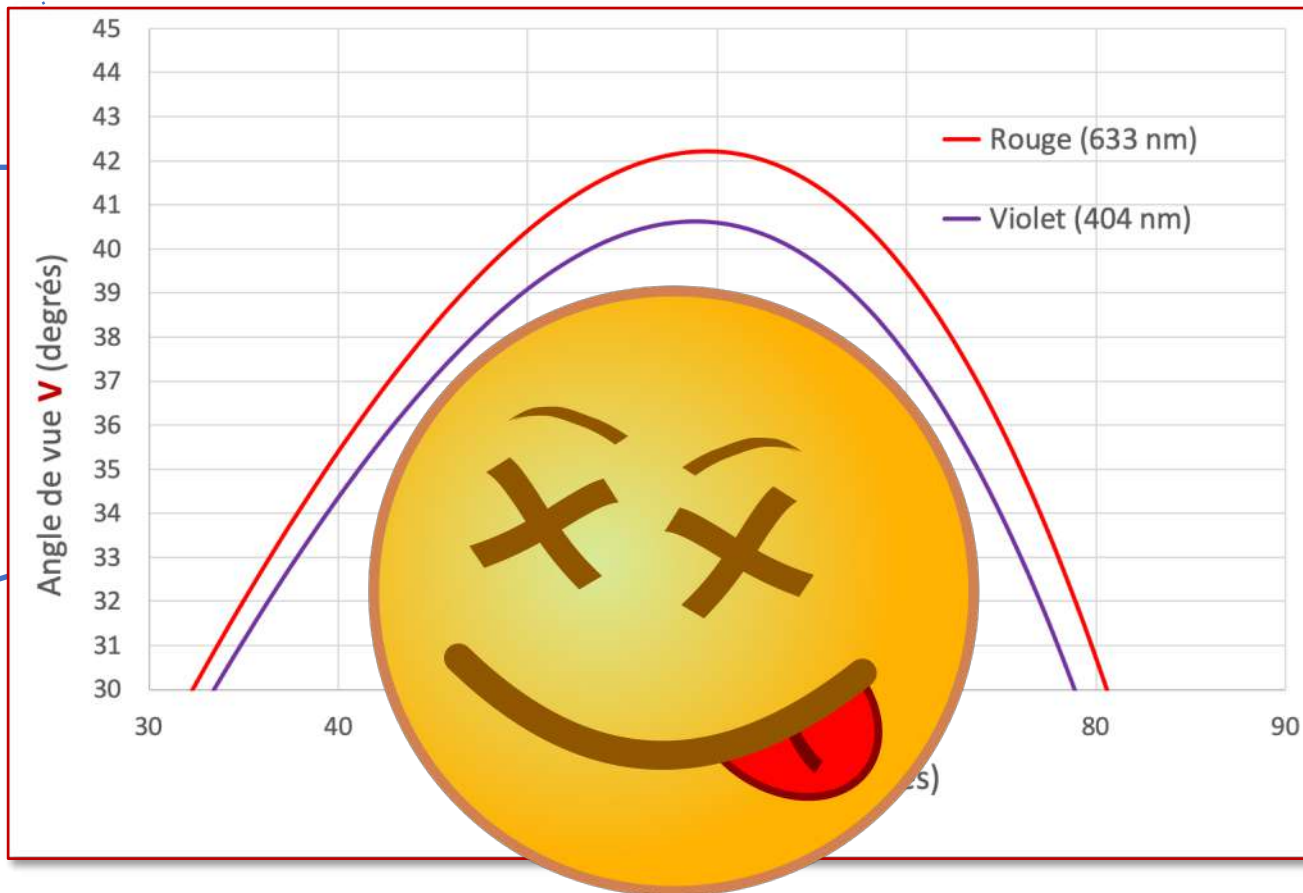
$$V = 4r - 2i$$

$$= 4 \cdot \text{asin}[(\sin i) / n(\text{eau})] - 2i$$

L'arc en ciel

- Plus de détails...

PISTE ROUGE



$$V = 4r - 2i$$

$$= 4 * \text{asin} [(\sin i) / n(\text{eau})] - 2i$$

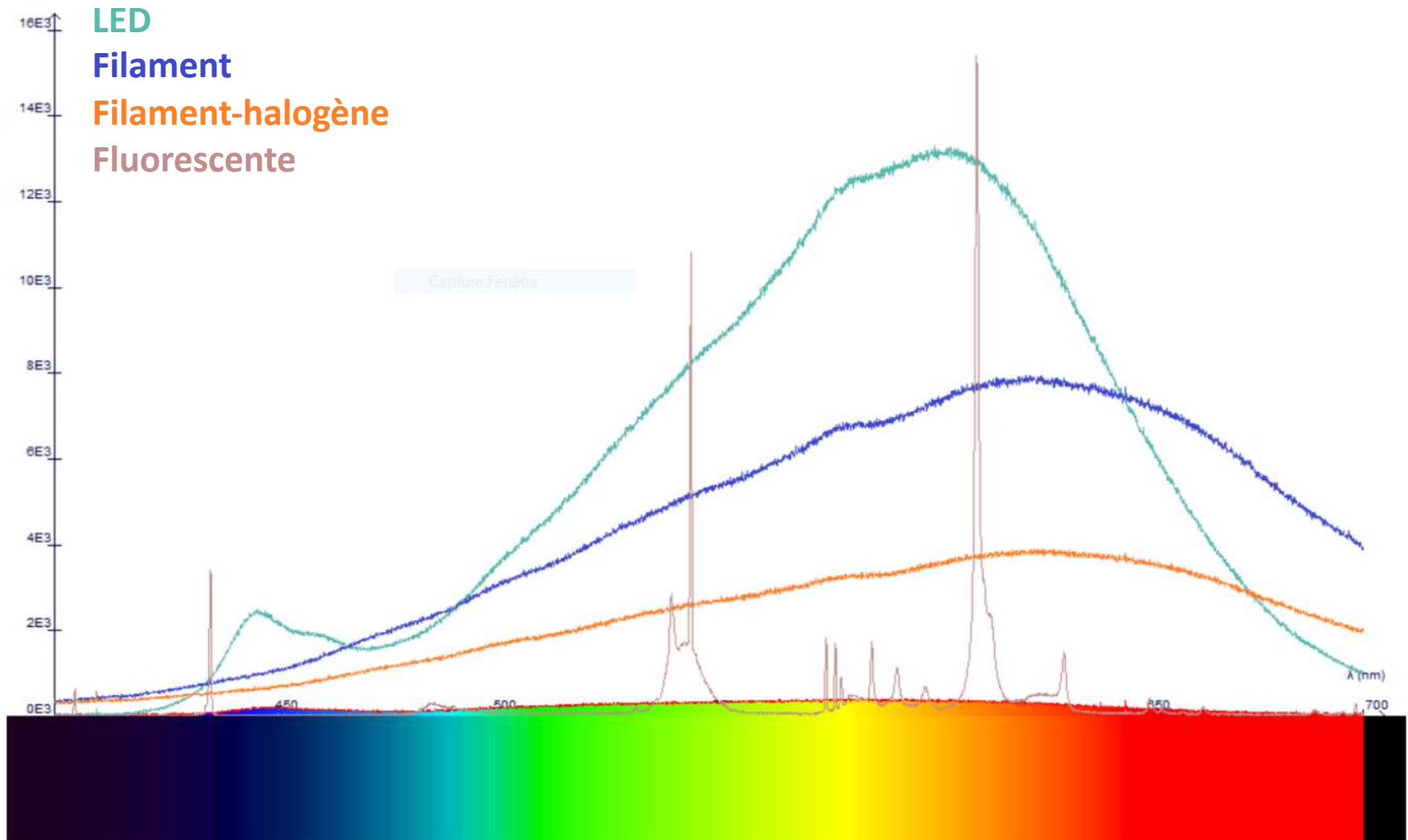
au) $\sim 1,33$

i) / $n(\text{eau})$]

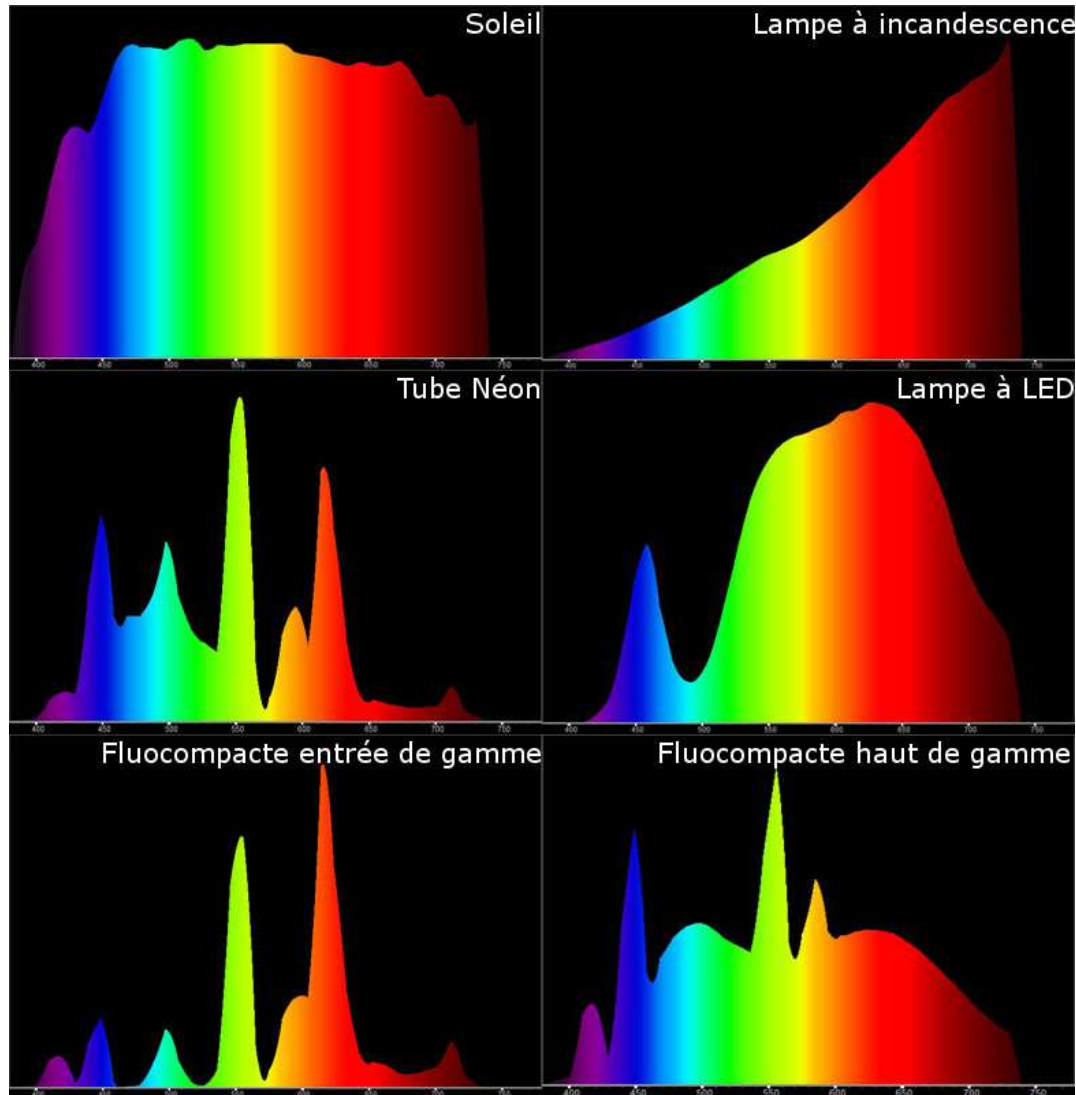
La composition du blanc...



La composition du blanc...



La composition du blanc...



Vision des couleurs...



Vision des couleurs...

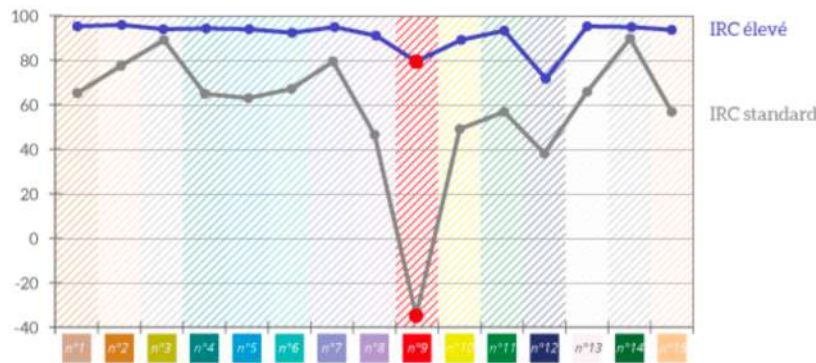
Vision des couleurs...

Vision des couleurs...

Indice de rendu des couleurs (IRC Ra)

- <http://leclairage.fr/knowledge-base>

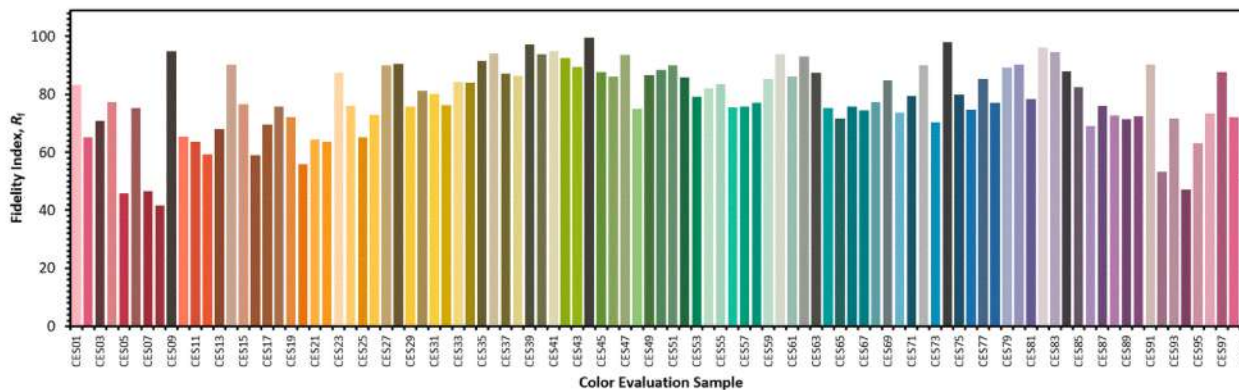
Voici à quoi peut ressembler par exemple un résultat pour les LED. Bien noter que le R9 n'est pas pris en compte dans le Ra (qui est la moyenne des 8 premiers échantillons) donc le mauvais rendu du rouge ne sera pas pris en compte dans l'IRC.



Indice de rendu des couleurs (tm-30-15)

- <http://leclairage.fr/knowledge-base>

CES 1	CES 2	CES 3	CES 4	CES 5	CES 6	CES 7	CES 8
Type C	Type C	Type A	Type A	Type D	Type C	Type E	Type D
CES 9	CES 10	CES 11	CES 12	CES 13	CES 14	CES 15	CES 16
Type F	Type D	Type C	Type A	Type F	Type E	Type B	Type C
CES 17	CES 18	CES 19	CES 20	CES 21	CES 22	CES 23	CES 24
Type C	Type B	Type E	Type F	Type D	Type D	Type G	Type E
CES 25	CES 26	CES 27	CES 28	CES 29	CES 30	CES 31	CES 32
Type A	Type C	Type A	Type G	Type C	Type A	Type G	Type C
CES 33	CES 34	CES 35	CES 36	CES 37	CES 38	CES 39	CES 40
Type G	Type G	Type G	Type A	Type A	Type F	Type F	Type F
CES 41	CES 42	CES 43	CES 44	CES 45	CES 46	CES 47	CES 48
Type G	Type F	Type C	Type F	Type G	Type E	Type C	Type G
CES 49	CES 50	CES 51	CES 52	CES 53	CES 54	CES 55	CES 56
Type D	Type F	Type F	Type F	Type E	Type E	Type G	Type G
CES 57	CES 58	CES 59	CES 60	CES 61	CES 62	CES 63	CES 64
Type C	Type D	Type E	Type G	Type F	Type C	Type F	Type E
CES 65	CES 66	CES 67	CES 68	CES 69	CES 70	CES 71	CES 72
Type F	Type E	Type E	Type F	Type F	Type F	Type F	Type F
CES 73	CES 74	CES 75	CES 76	CES 77	CES 78	CES 79	CES 80
Type F	Type C	Type F	Type F	Type A	Type F	Type C	Type D
CES 81	CES 82	CES 83	CES 84	CES 85	CES 86	CES 87	CES 88
Type A	Type C	Type C	Type F	Type A	Type C	Type F	Type F
CES 89	CES 90	CES 91	CES 92	CES 93	CES 94	CES 95	CES 96
Type A	Type E	Type A	Type A	Type D	Type C	Type A	Type A
CES 97	CES 98	CES 99					
Type F	Type A	Type E					



Un peu d'histoire...

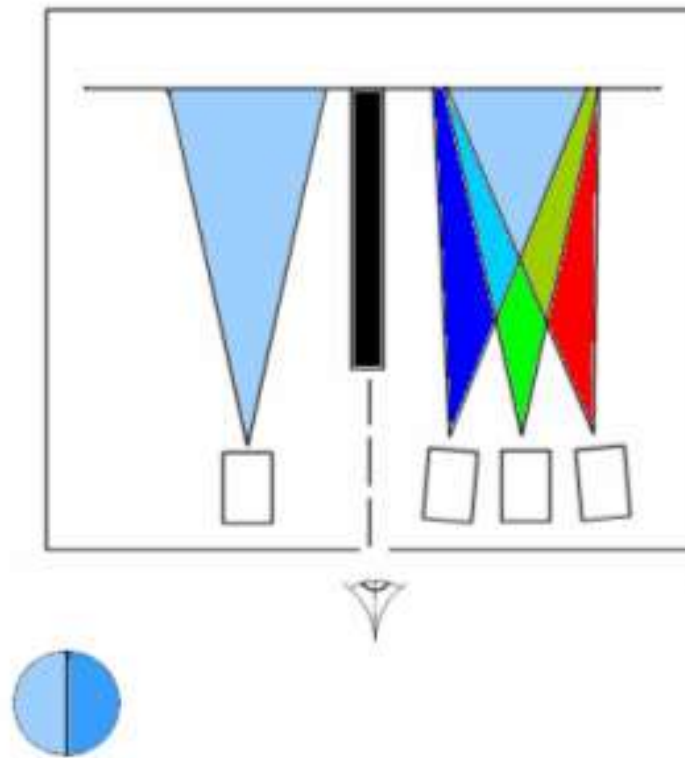
- Thomas Young (médecin à Londres)
 - 1801: « *Etant donné qu'il est quasiment impossible de concevoir que chaque point sensible sur la rétine puisse contenir un nombre infini de particules, chacune capable de vibrer en parfaite unisson avec chaque ondulation possible, il devient nécessaire d'en supposer un nombre limité [...] par exemple aux trois principales couleurs, le rouge, le jaune et le bleu [...] chaque filament sensible du nerf consisterait en trois portions, une pour chaque couleur principale, par exemple les trois couleurs principales... »*
 - Il modifie ensuite la liste à rouge, vert et violet.

Un peu d'histoire...

- Helmholtz
 - 1852 : établit la différence entre mélange additif et soustractif.
 - Additif:
 - Rouge (orange-rouge),
 - Vert
 - bleu (bleu-violet)
 - Soustractif:
 - Cyan (bleu-verdatre) qui absorbe le rouge
 - Magenta (rouge-bleuatre) qui absorbe le vert
 - Jaune qui absorbe le pourpre
 - Jusqu'au XIXème siècle, les artistes considéraient le rouge, le jaune et le bleu comme les couleurs soustractives fondamentales.

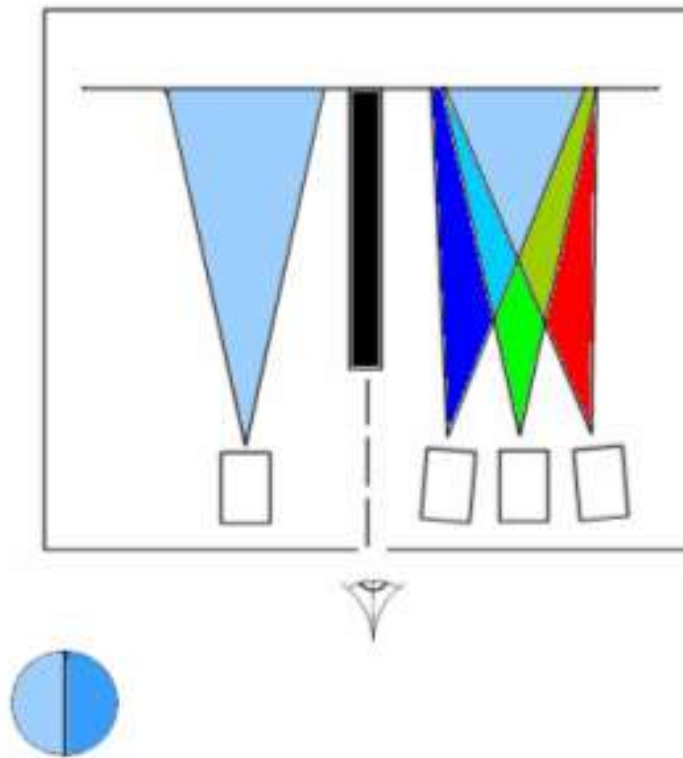
Un peu d'histoire...

- Maxwell en 1860 (Hemholtz en 1867) fait une expérience d'égalisation des couleurs additives.



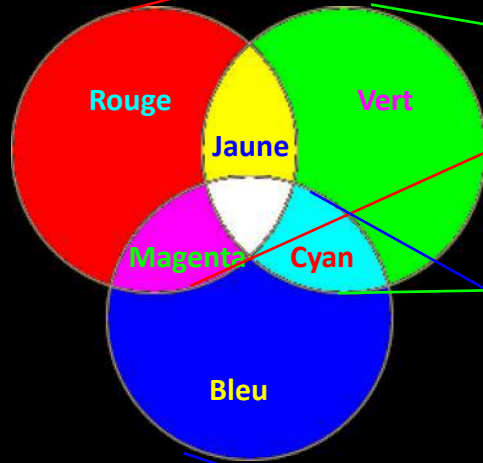
Un peu d'histoire...

- Maxwell en 1860 (Hemholtz en 1867) fait une expérience d'égalisation des couleurs additives.



Synthèse additive...

Emission de lumière (Ecran, projecteur...)

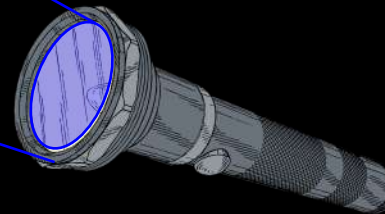
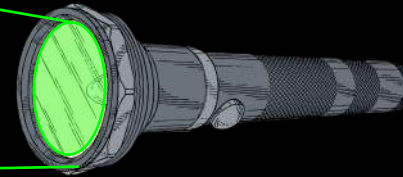
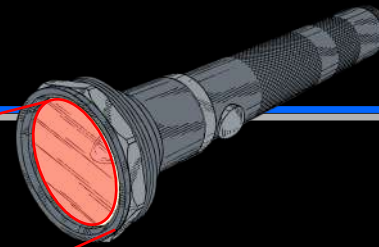


$R + V = \text{Jaune}$

$V + B = \text{Cyan}$

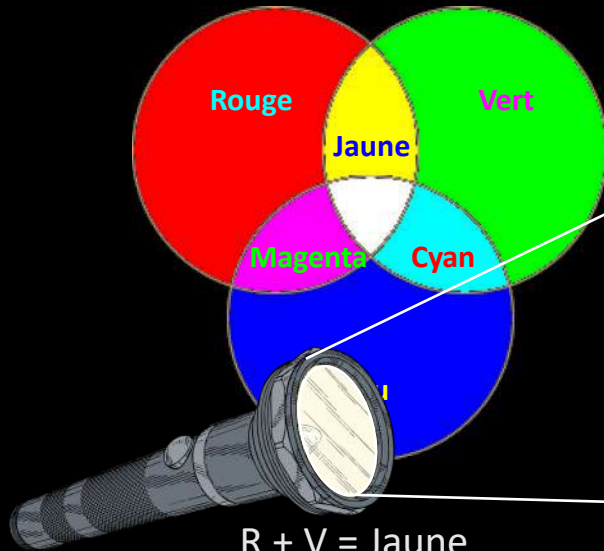
$B + R = \text{Magenta}$

$V + B + R = \text{Blanc}$



Synthèse additive et soustractive

Emission de lumière (Ecran, projecteur...)



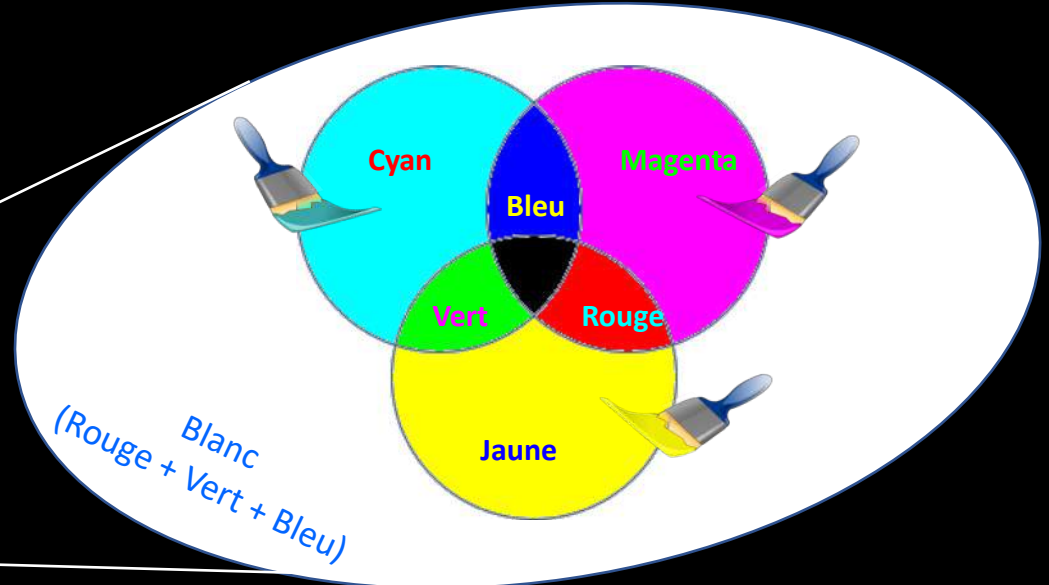
$R + V = \text{Jaune}$

$V + B = \text{Cyan}$

$B + R = \text{Magenta}$

$V + B + R = \text{Blanc}$

Absorption de couleur (imprimante, peinture...)



Pigment Cyan « absorbe » le rouge

Pigment Magenta « absorbe » le vert

Pigment Jaune « absorbe » le bleu

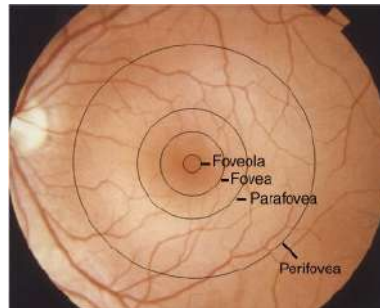
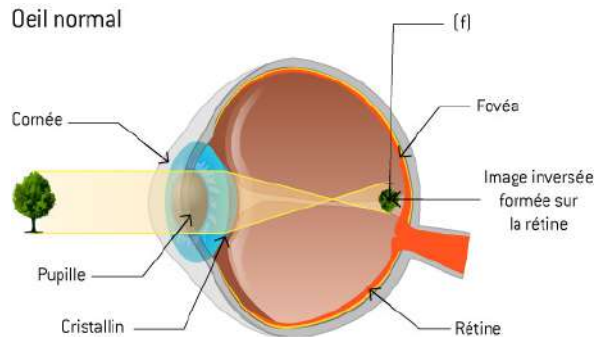
→ $C + M$ « absorbent » R et V , ne reste que le Bleu

→ $M + J$ « absorbent » V et B , ne reste que le Rouge

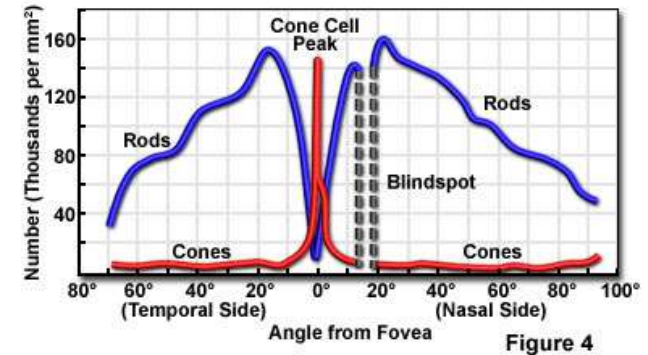
→ $J + C$ « absorbent » B et R , ne reste que le Vert

→ $C + M + J$ « absorbent » toutes les couleurs (= noir)

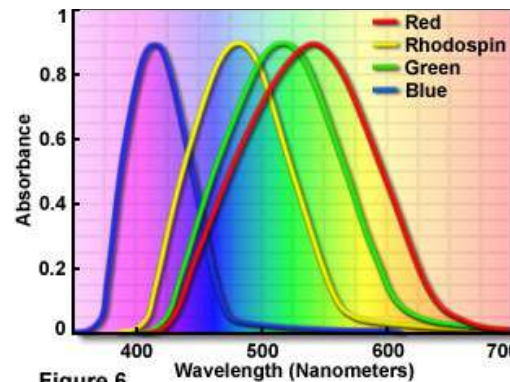
Anatomie de l'œil



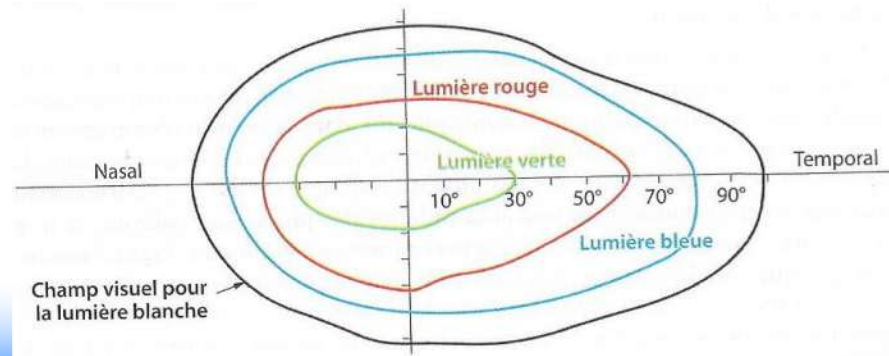
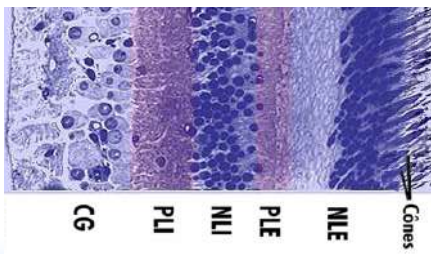
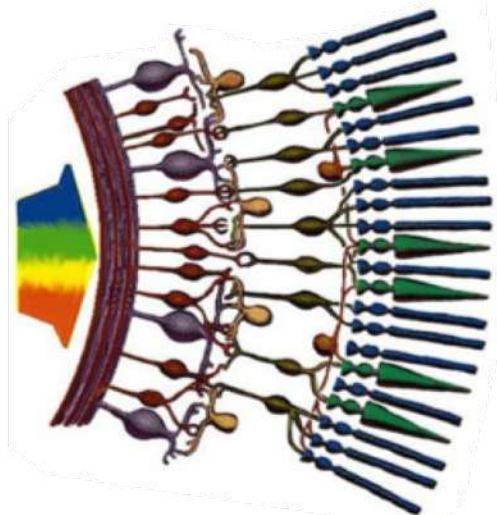
Distribution des cônes et des bâtonnets



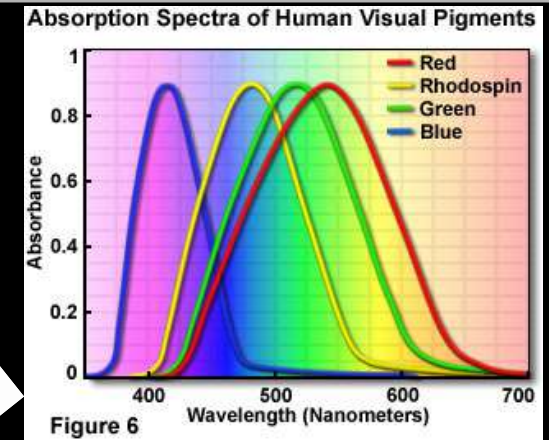
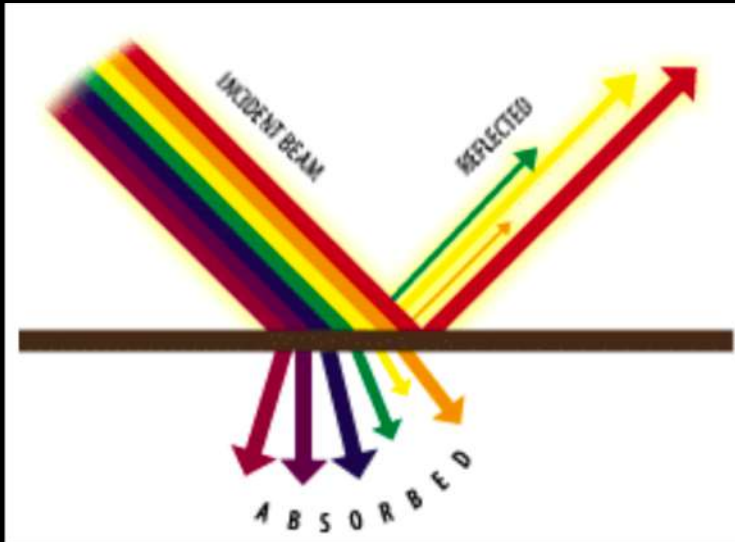
Spectre d'absorption des pigments visuels humain



couleurs primaires

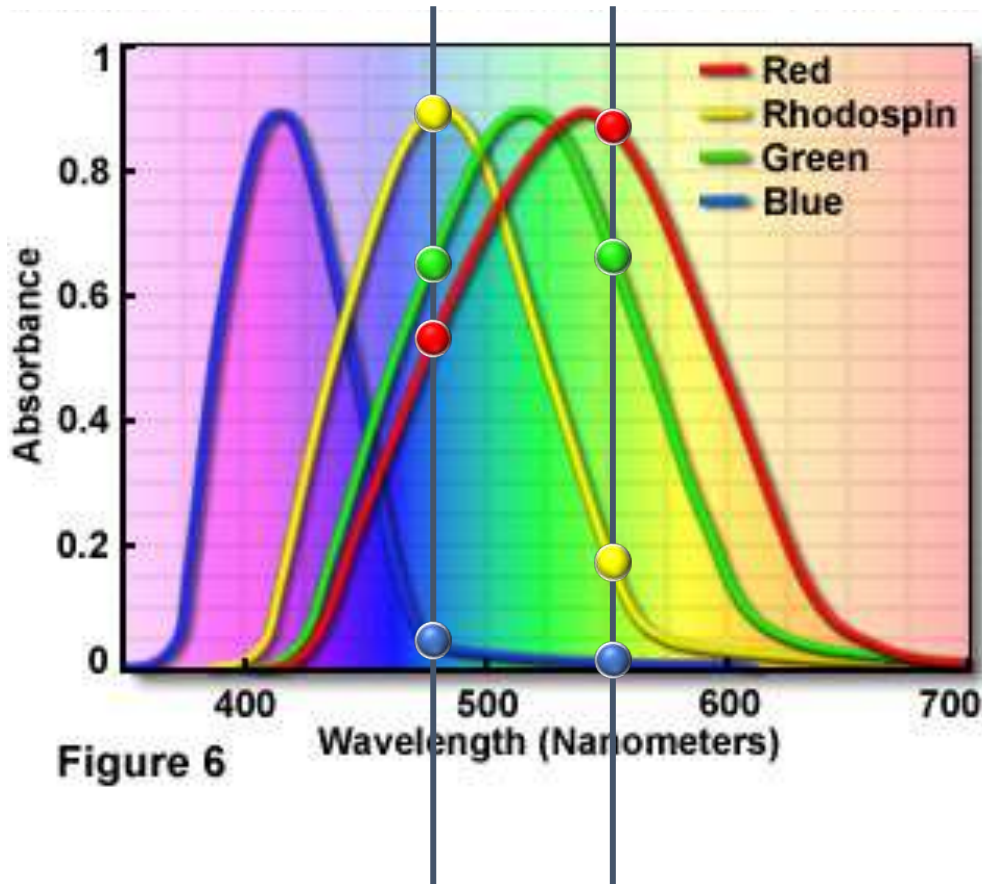


La vision



Daltonisme

Spectre d'absorption des pigments visuels humain



Types de Daltonisme :

- Trichromate anormal
- Achromate: aucun cône
- Dichromate
 - Protanope: pas de rouge
 - Deutéranope: pas de vert
 - Tritanope : pas de bleu

Normal



400 450 500 550 600 650 700

Protanope



400 450 500 550 600 650 700

Deutéranope



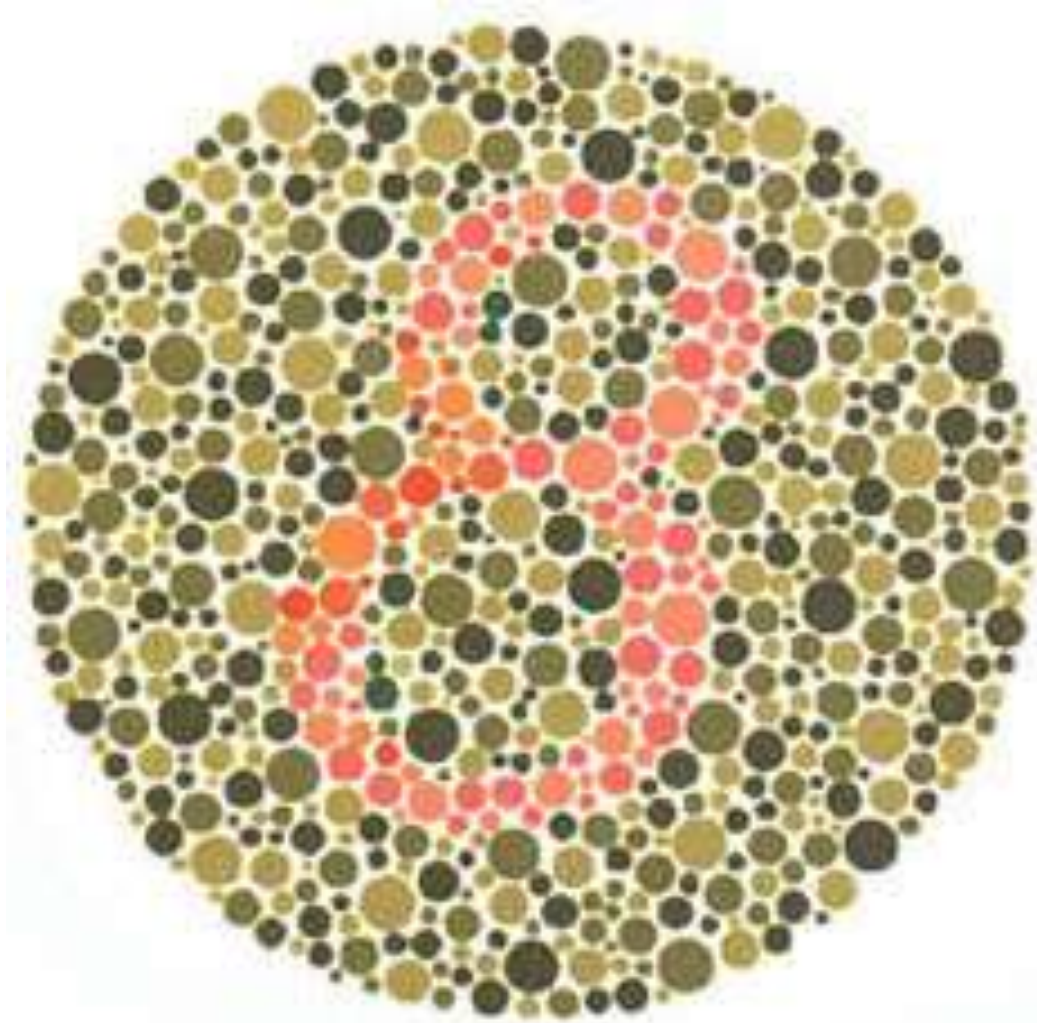
400 450 500 550 600 650 700

Tritanope

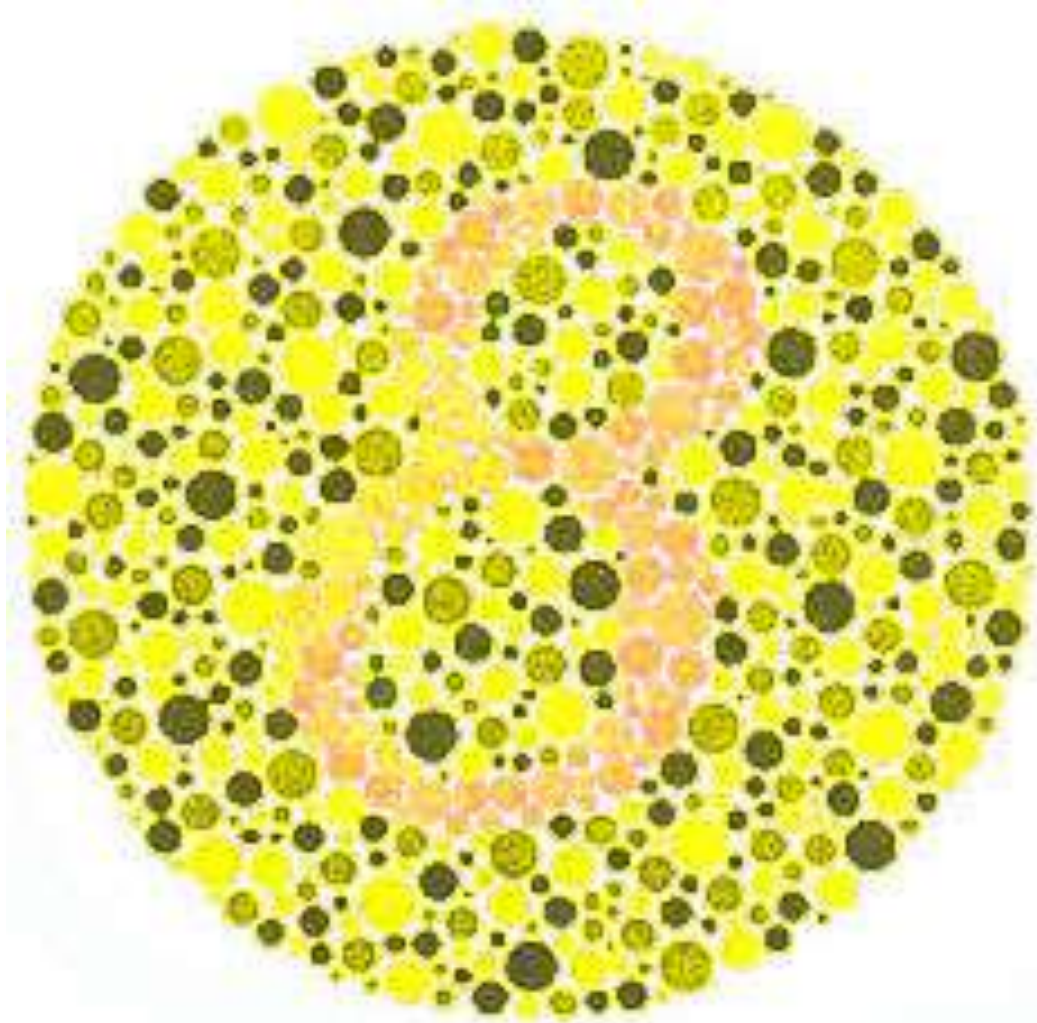


400 450 500 550 600 650 700

Daltonisme



Daltonisme

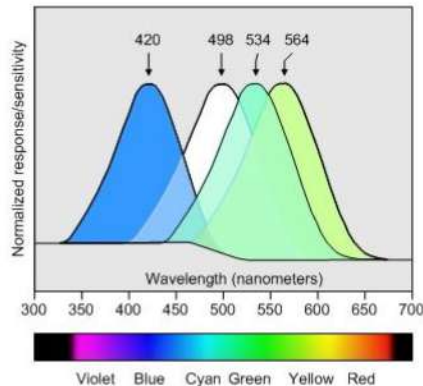


Que voit un chien ?

Les couleurs

- L'homme

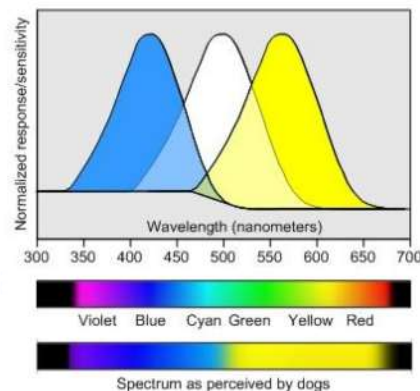
- 3 types de cônes
- 1 type de batonnets



Typical humans (three color cone/pigment types plus rod cells)

- Le chien

- 2 types de cônes
- 1 type de batonnets en



Dogs are dichromats
(two color cone/pigment types – blue and yellow)



Que voit un chien ?



La sensibilité lumineuse

- L'homme
 - 1 cône pour 9 bâtonnets
- Le chien
 - 1 cône pour 20 bâtonnets (plus de bâtonnets donc plus sensible à la lumière)
 - Fond de l'œil tapissé d'un « tapetum »



Tapetum de vache

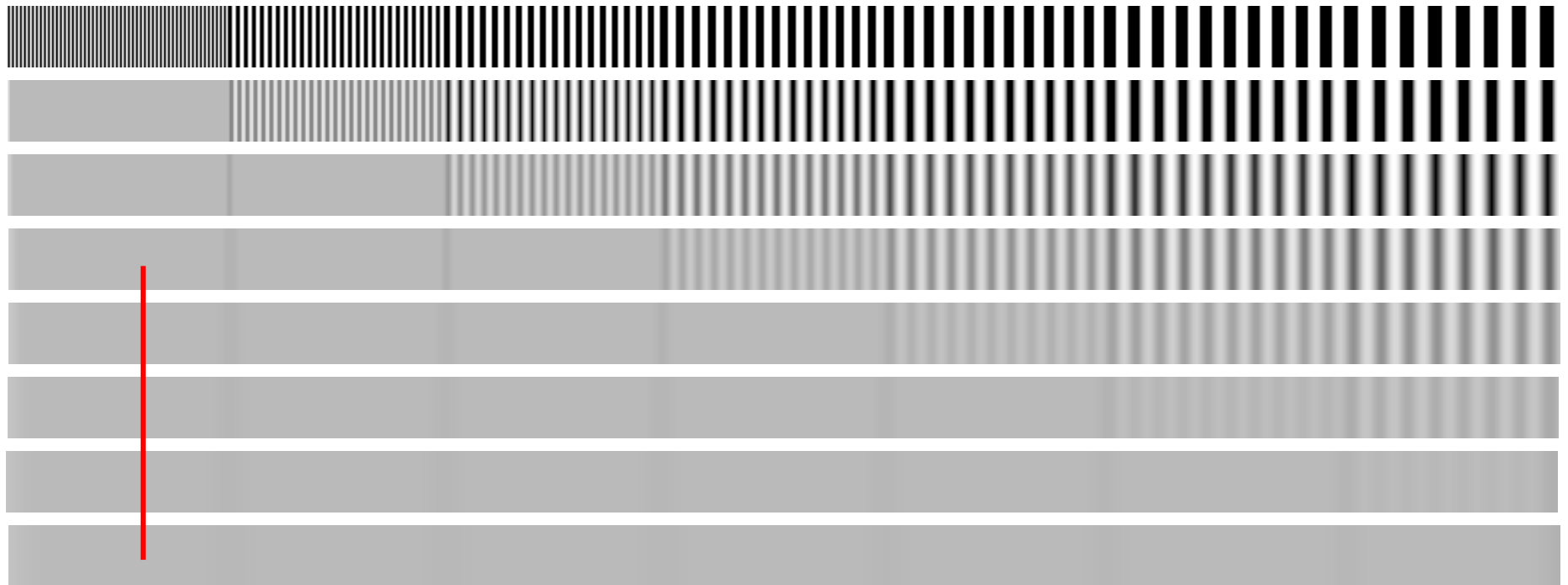


Que voit un chien ?



- Précision

- L'acuité visuelle du chien est 4 à 8 fois moins bonne que celle de l'homme



Que voit un chien ?



- Précision

- L'acuité visuelle du chien est 4 à 8 fois moins bonne que celle de l'homme

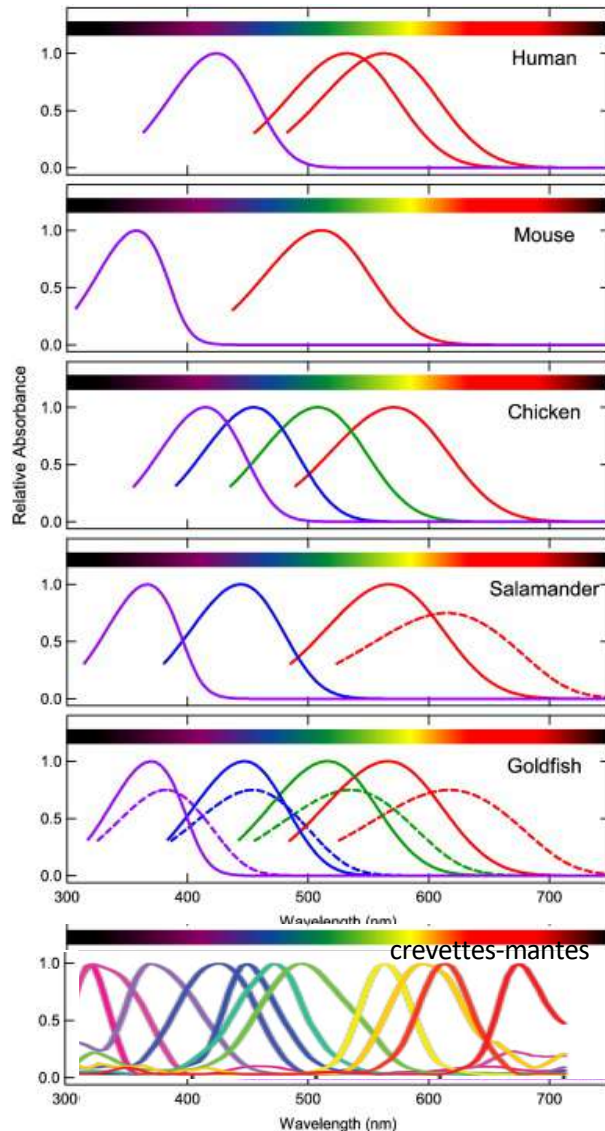


Que voit un chien ?



- La fréquence d'adaptation de l'œil
 - 16 images/s pour l'homme
 - 70-80 images/s pour le chien
- ➔ Le chien voit peut-être la TV de façon saccadée
- ➔ Il détecte mieux les mouvements

Grande variété dans le monde animal



La vision des UV

Les UV sont utilisés par une grande variété d'animaux, en passant par les poissons, les amphibiens, les reptiles, les oiseaux et même certains mammifères, pour différents rôles, comme la sélection sexuelle, la communication ou la reconnaissance. Pouvoir détecter les UV pourrait notamment étendre la fenêtre du spectre de lumière détecté, et donc acquérir plus d'informations, comme la localisation des planctons pour les poissons, ou la détection des motifs sur les plumes des oiseaux. Finalement, la vision des UV pourrait aider à discerner la lumière polarisée, ce qui aurait un rôle dans la migration des poissons et des oiseaux.

La vision des UV est permise par le photopigment SWS1 dont la longueur d'onde d'absorption maximale est de 360 à 370 nm, détectant donc les UVA (320 à 400 nm).

Les photopigments violets et UV actuels auraient donc évolué à partir de l'opsine SWS1 détectant les UV chez l'ancêtre des vertébrés. Chez les oiseaux, le spectre d'absorption de ce pigment a été déplacé vers le violet et certains lignages ont ensuite réacquis la sensibilité aux UV. Ainsi, certaines espèces nocturnes comme les chouettes, ou certaines espèces diurnes comme le poulet ne sont pas sensibles aux UV, alors que d'autres, comme le canari, y sont sensibles (Jacobs, 1992; Shi and Yokoyama, 2003).

Là où nous sommes capables de distinguer des nuances de l'ordre du nanomètre, les crevettes-mantes semblent incapables de distinguer des nuances en dessous de 20nm d'écart.



Fixez le point rouge...



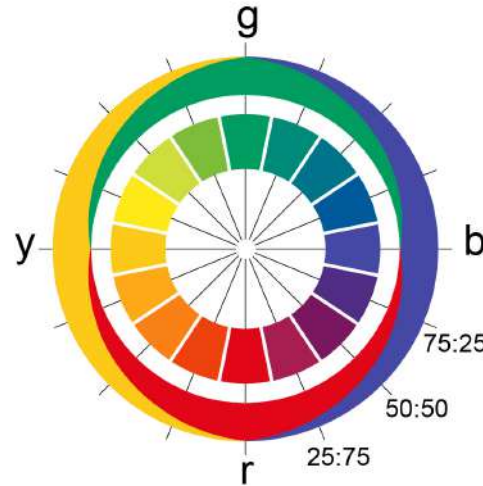
Fixez le point rouge...

“Un soir, me trouvant dans une auberge, je regardai quelque temps une servante de taille harmonieuse, au teint blanc éblouissant, aux cheveux noirs, et vêtue d’un corselet écarlate. Elle était entrée dans ma chambre, et je la fixais à une certaine distance, et dans la pénombre. Dès qu’elle fut sortie, je distinguais sur le mur blanc en face de moi, un visage noir entouré d’une auréole claire, et les vêtements de la silhouette nettement dessinée étaient d’un beau vert marin.”

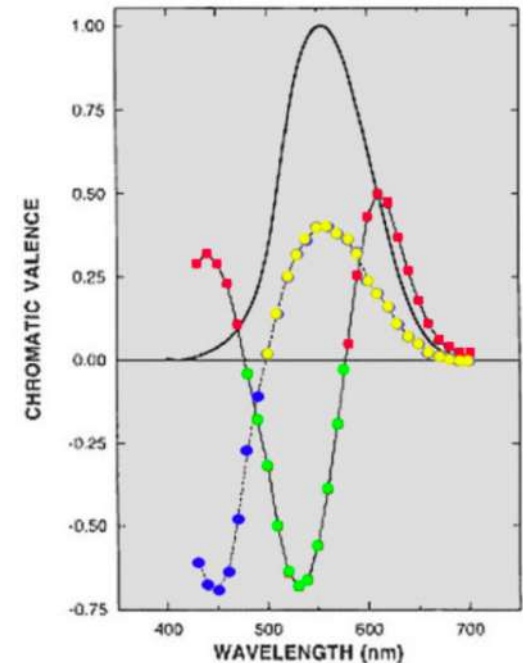
Johann Wolfgang Goethe. Zur farbenlehre. 1810.

Théorie de Herring (5 août 1834 – 26 janvier 1918)

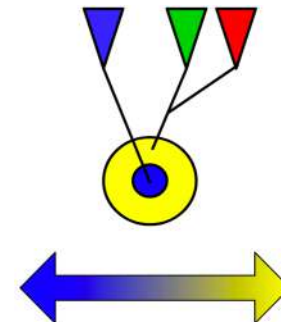
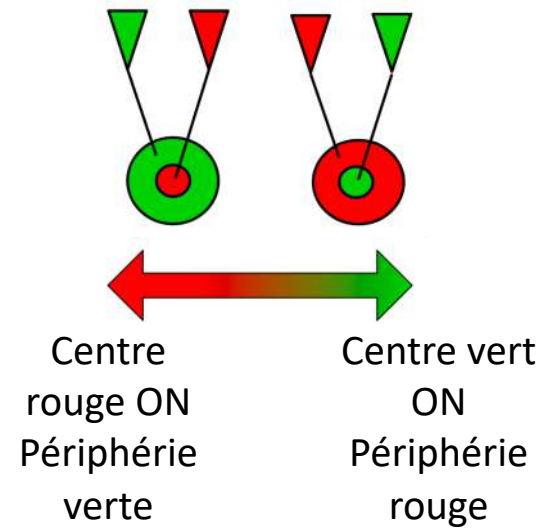
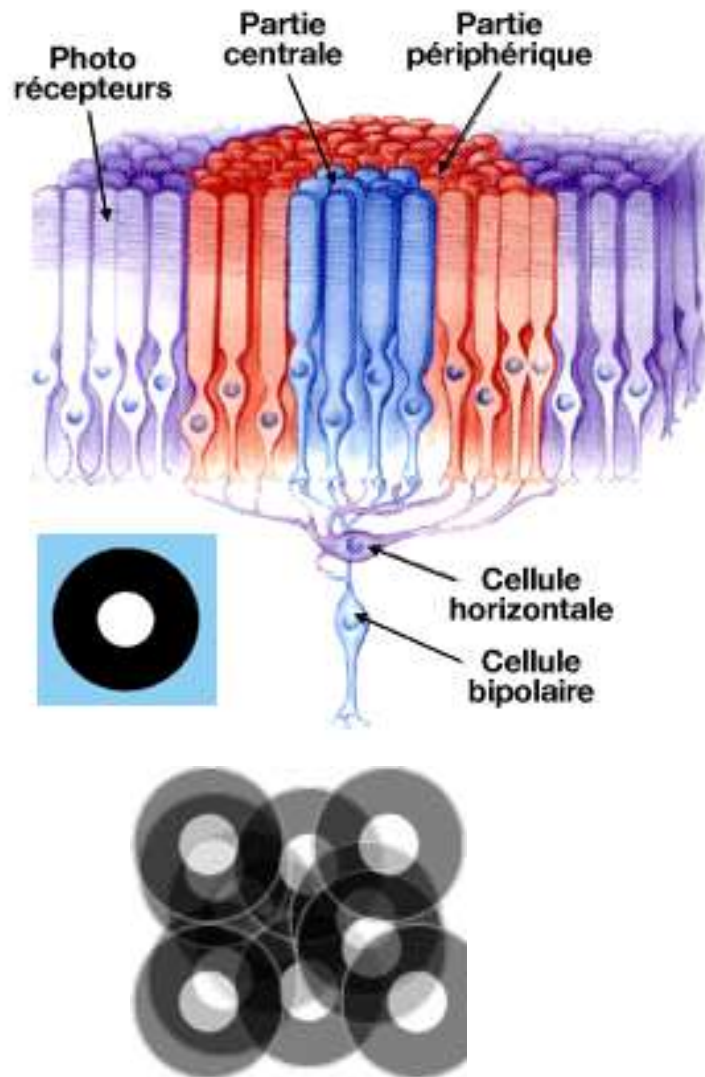
- L'esprit situe une teinte sur trois axes :
 - l'axe des valeurs ou de la luminosité, entre le noir et le blanc ;
 - l'axe bleu-jaune;
 - l'axe vert-rouge.



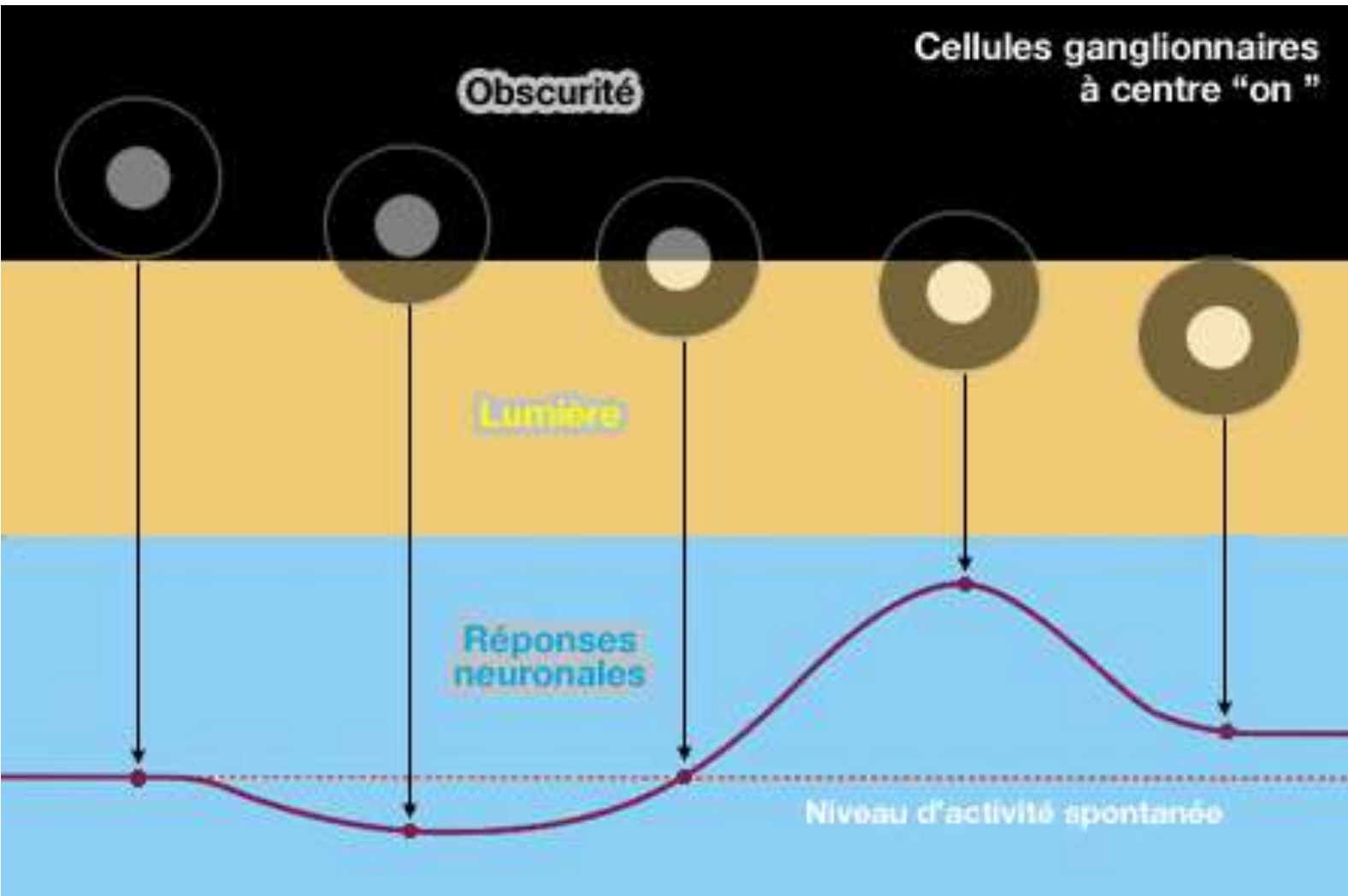
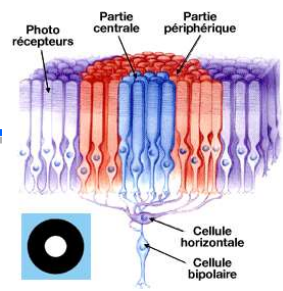
Parmi les champs chromatiques, certains connaissent des transitions progressives, tandis que d'autres sont incompatibles. Ainsi, on passe insensiblement du rouge au jaune ou du vert au bleu ; mais il n'existe ni « bleu tirant sur le jaune », ni « rouge verdâtre ». Ces couples d'incompatibles sont pour Hering les éléments de base de la vision.



Traitement de l'image...



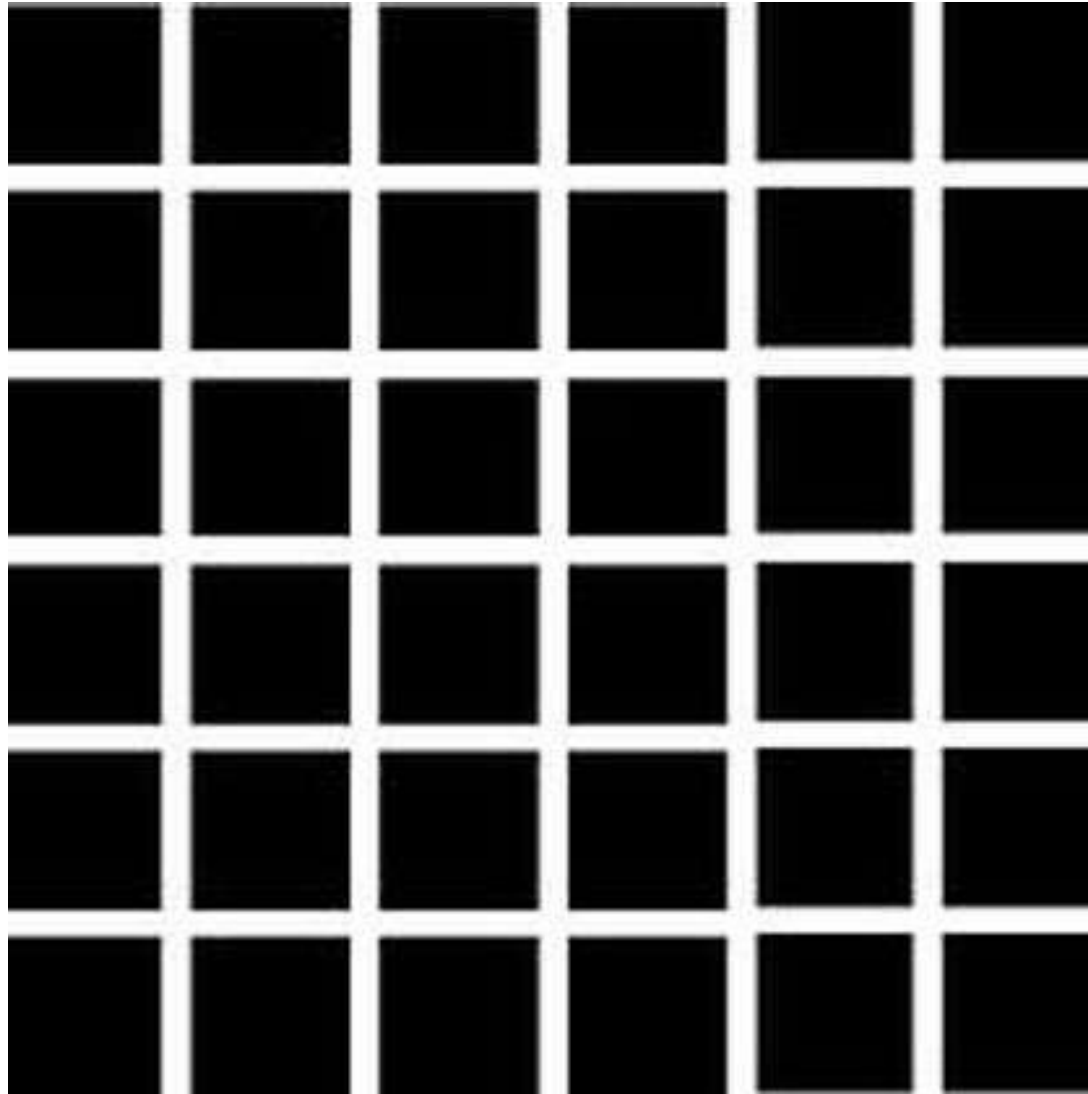
Traitement de l'image...



Conclusion

- La couleur est un artefact lié
 - A la source lumineuse
 - A la réaction des objets illuminés (absorption ou réflexion des couleurs)
 - A nos capteurs (cônes et bâtonnets)
 - Au traitement de l'information par nos neurones

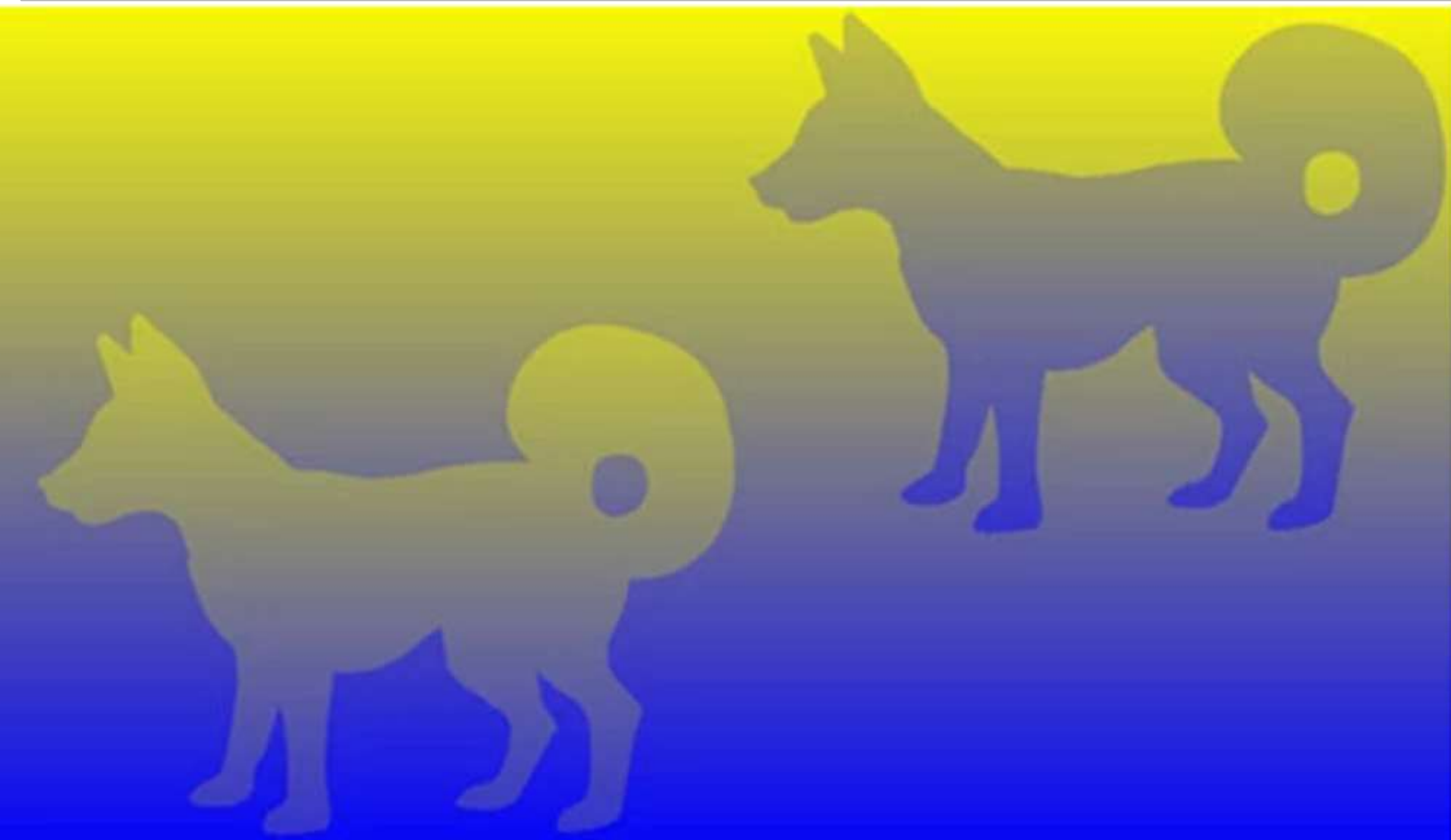
Bonus...



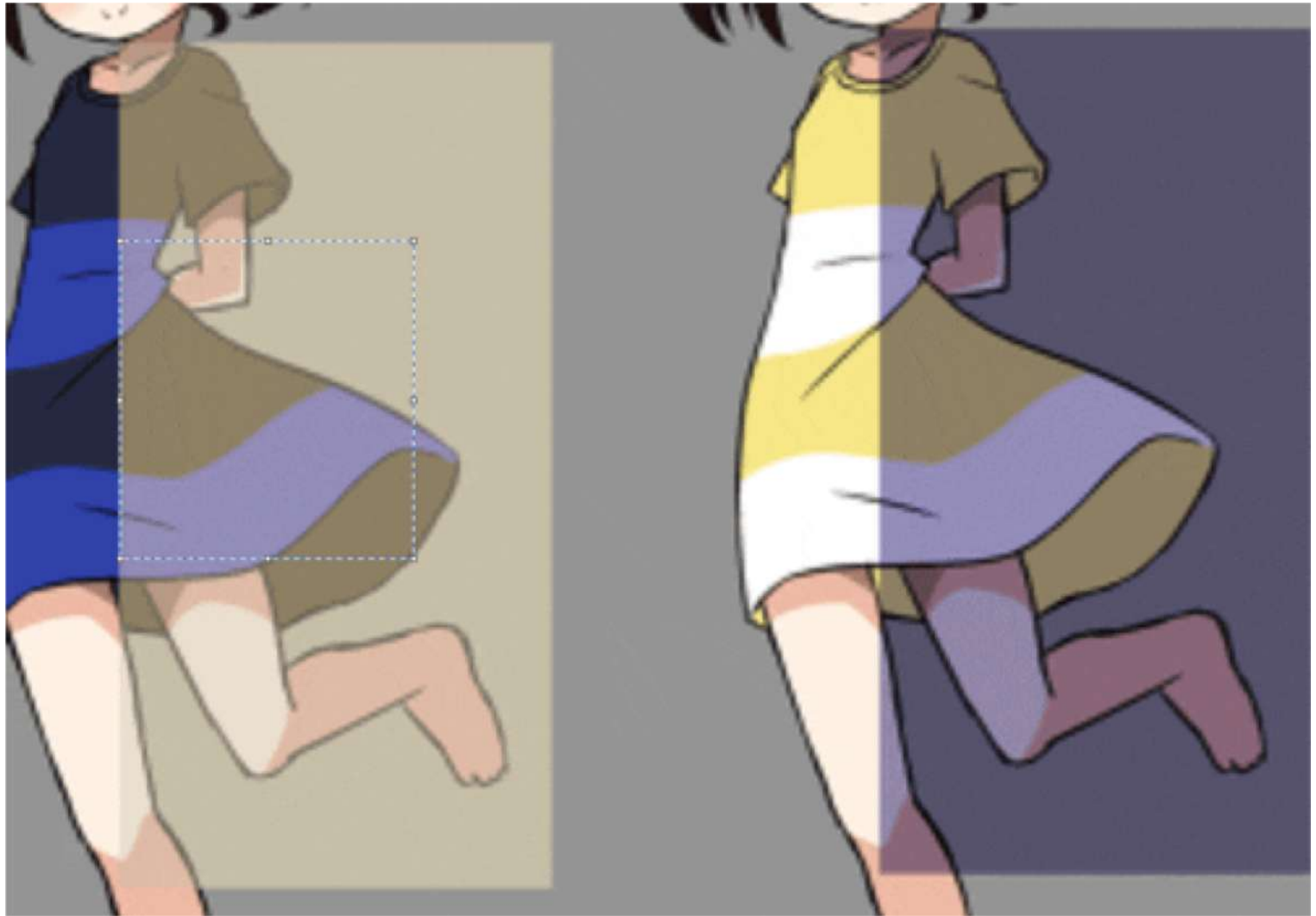
Bonus...



Bonus...



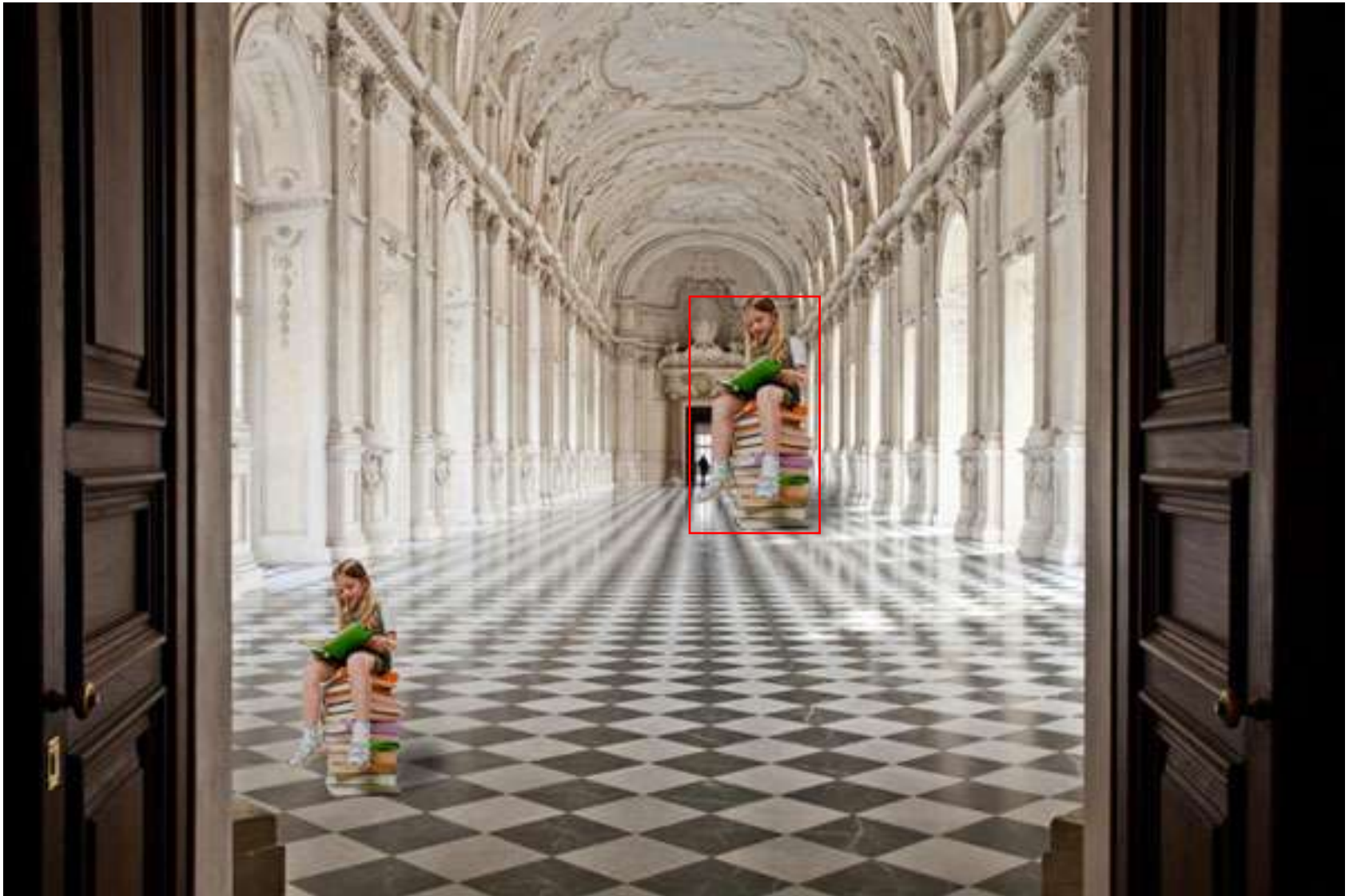
Bonus...



Bonus...



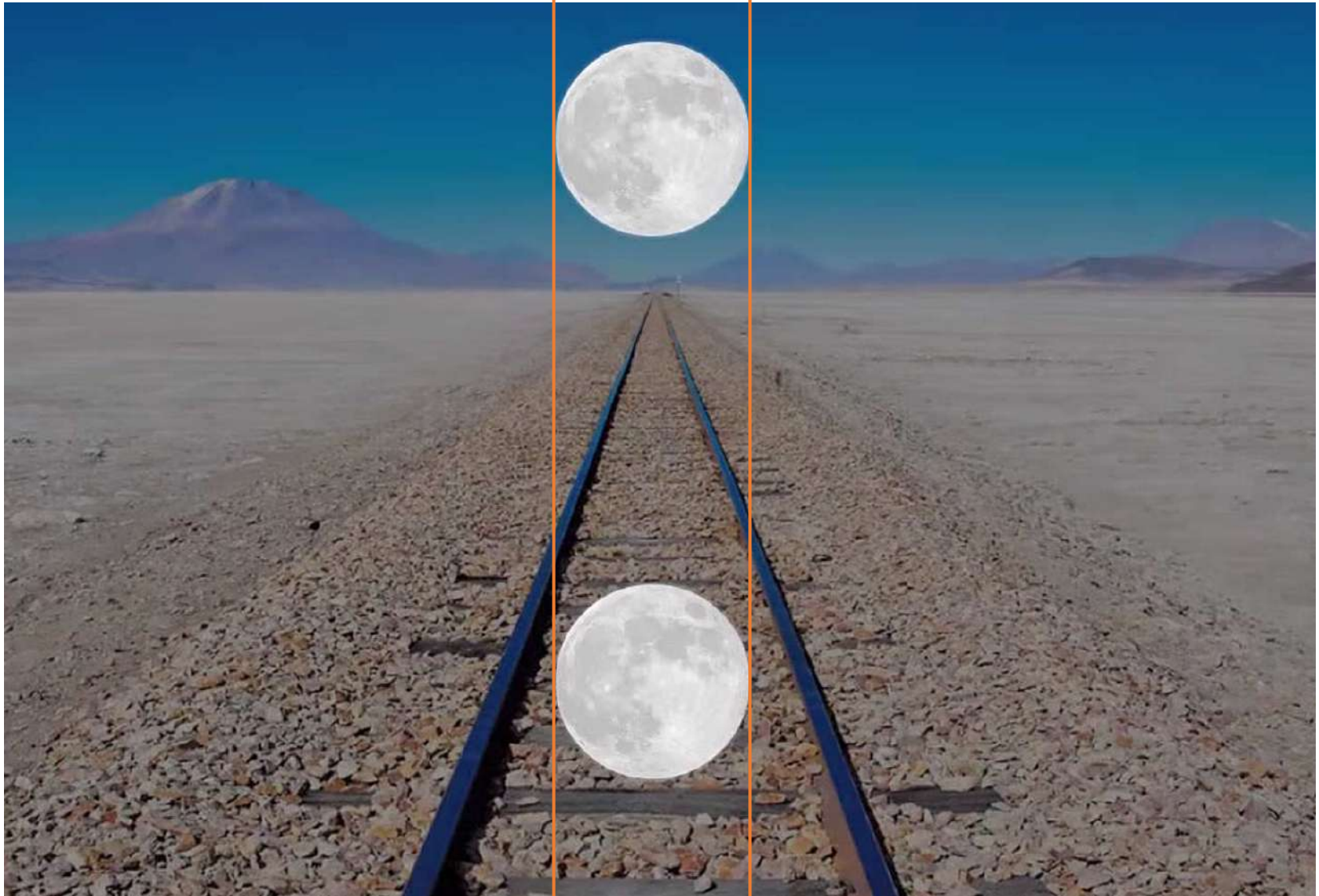
Bonus...



Bonus...

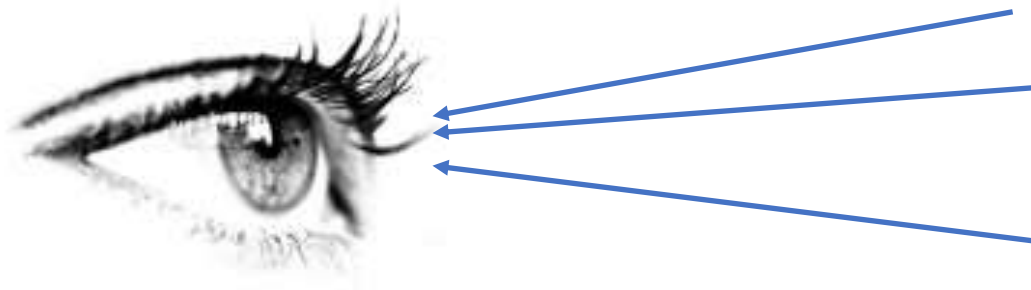


Bonus...



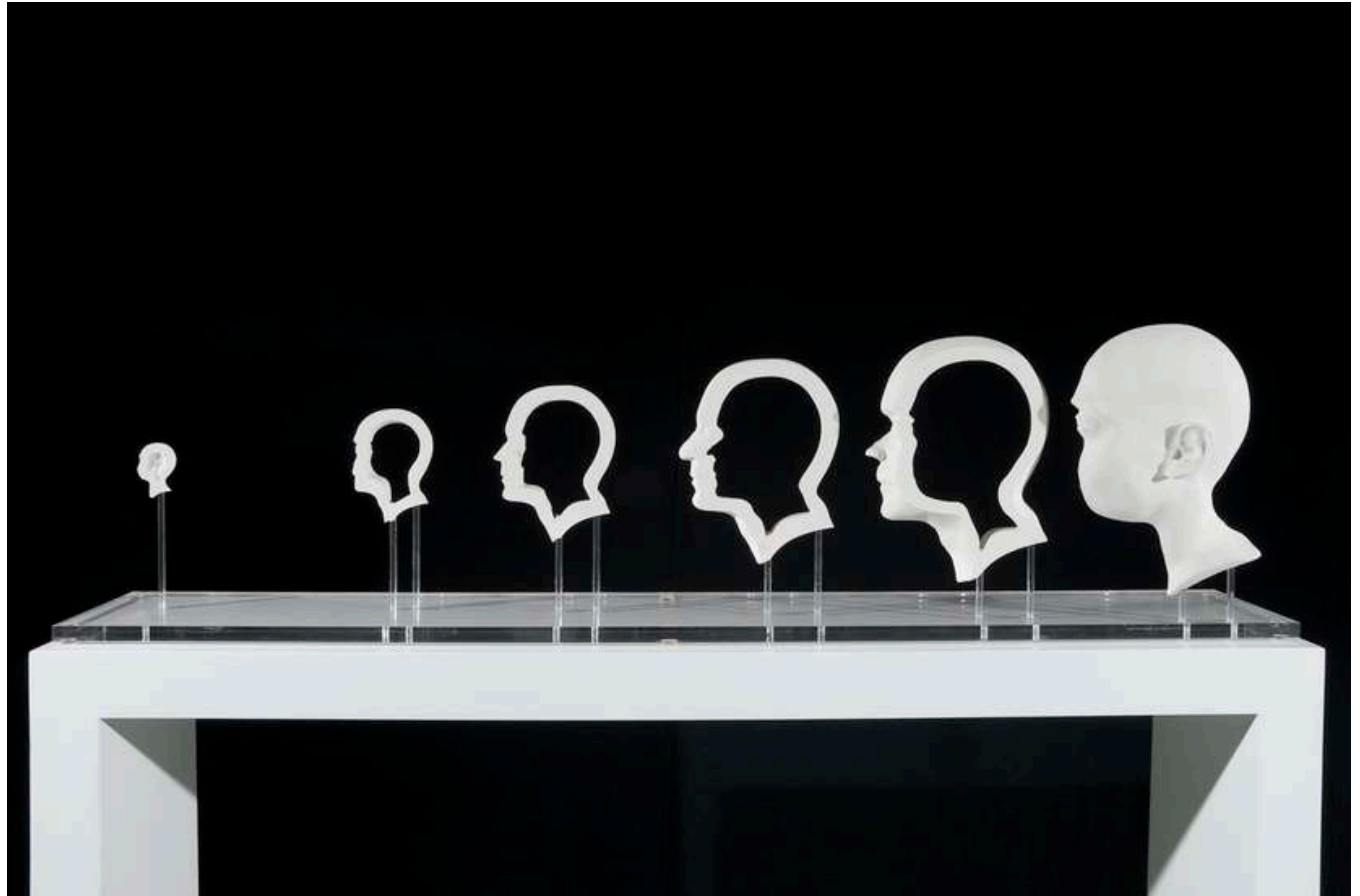
Après la couleur, la direction...

- L'œil peut déterminer la direction des rayons lumineux qui lui arrivent...
- La distance d'origine de la lumière est plus difficile à percevoir
- Entre l'objet qu'on regarde et l'œil, la lumière peut être déviée.



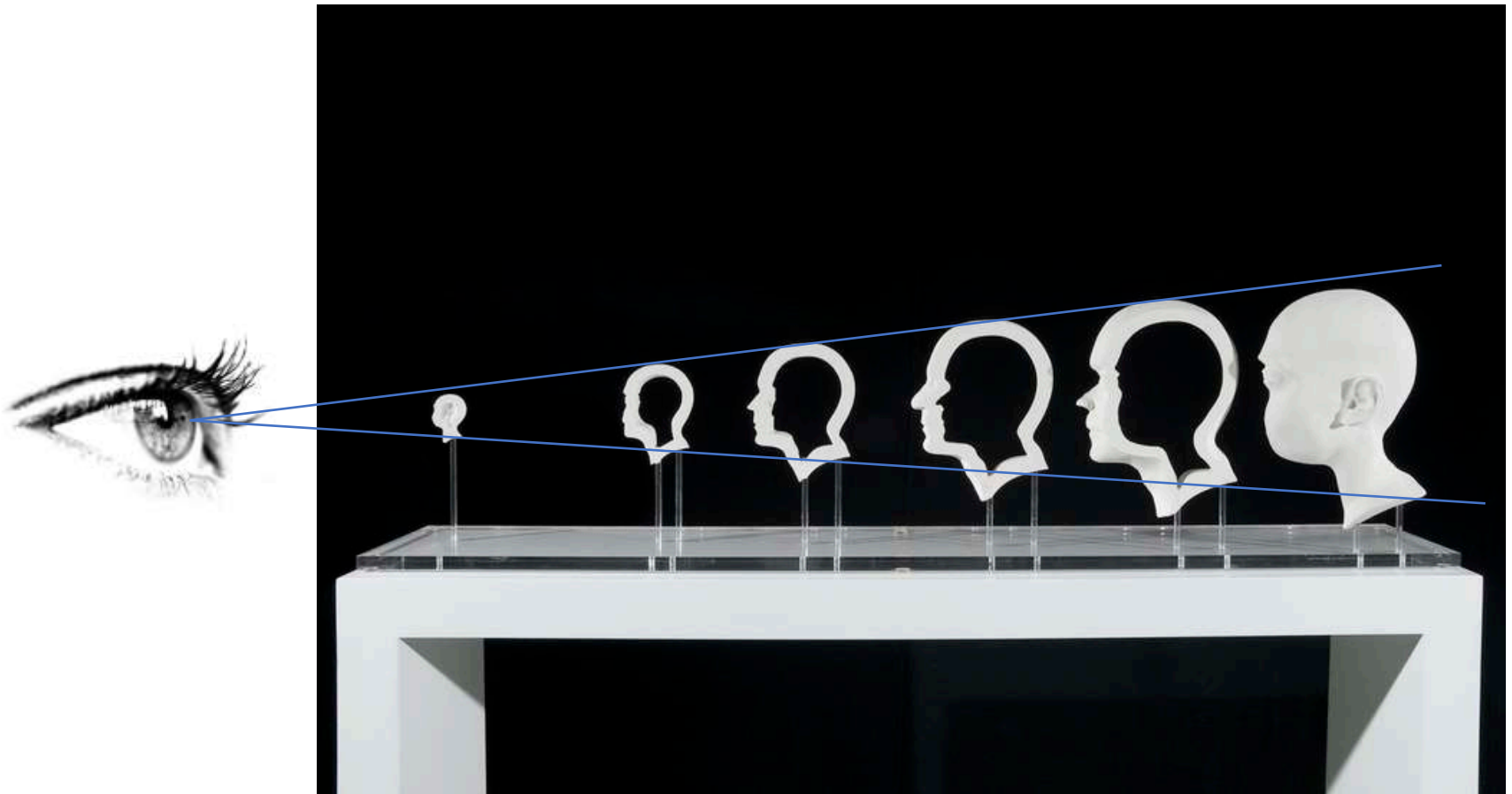
Direction et perspective

- Une œuvre de Jonty Hurwitz



Direction et perspective

- Une œuvre de Jonty Hurwitz



Direction et perspective

- Une œuvre de Jonty Hurwitz



Direction et perspective

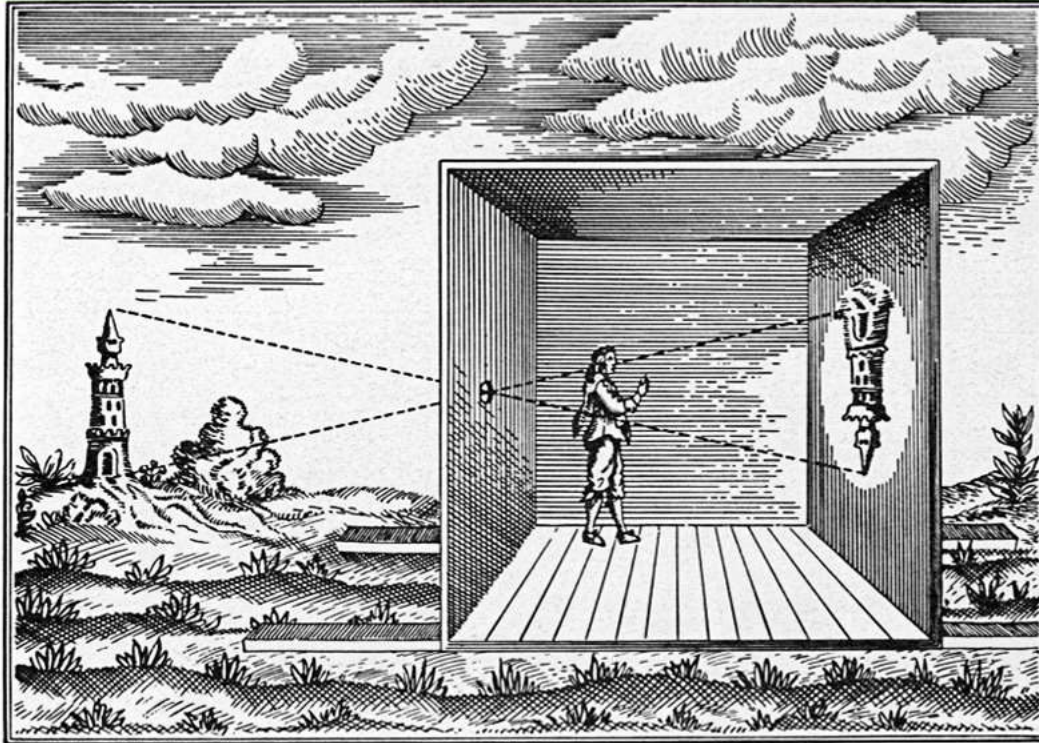
- Une œuvre de Jonty Hurwitz



Direction et perspective



Camera obscura



Plus le trou est petit, plus l'image est nette... et sombre...

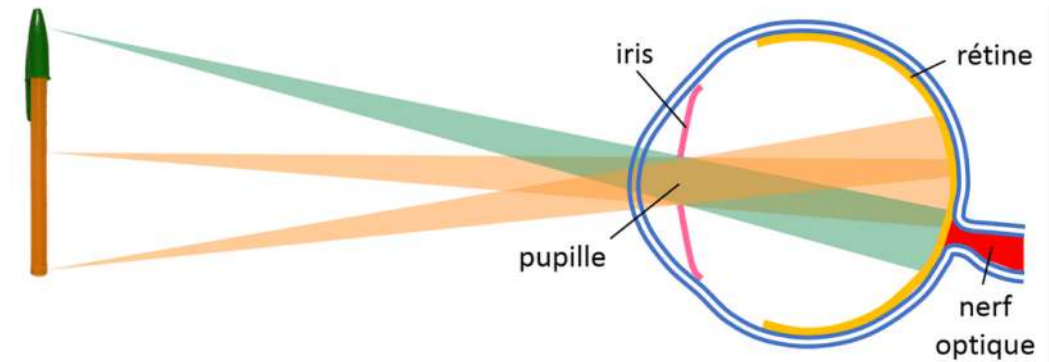
Camera obscura



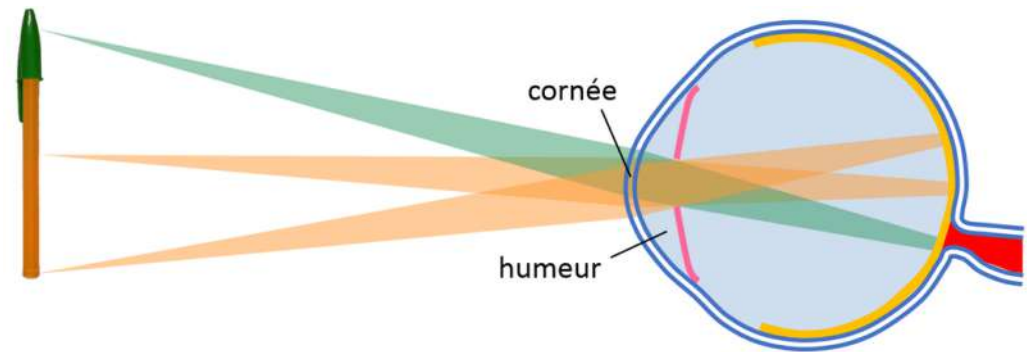
L'image du nouveau palais royal au château de Prague (taille env. 4 x 2 m) créée sur la paroi du grenier par un trou dans la couverture de tuiles.

L'œil, une caméra obscura améliorée

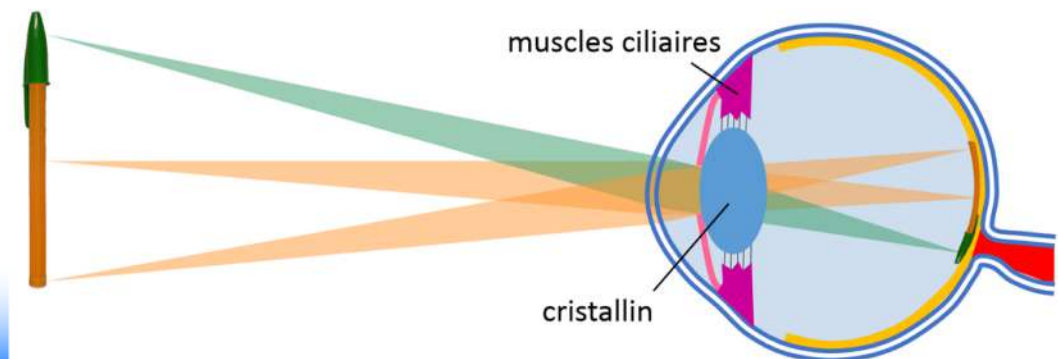
Si il n'y avait que la pupille, chaque point du stylo-bille laisserait une image diffuse sur la rétine



La forme arrondie de la cornée, associée à la présence de liquide (l'humeur) à l'intérieur de l'œil, concentre les faisceaux de lumière par un phénomène de réfraction

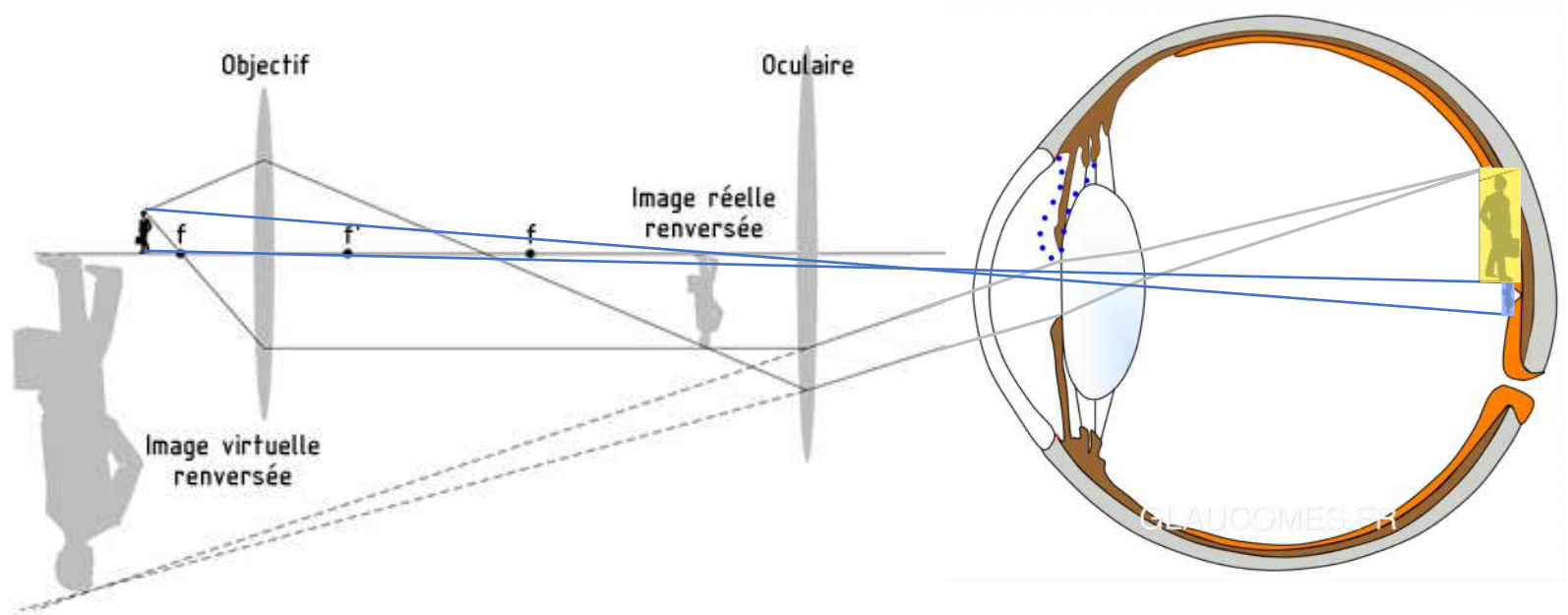


Le cristallin, lentille située juste après l'iris, augmente encore un peu la convergence des faisceaux qui se focalisent ainsi sur la rétine.

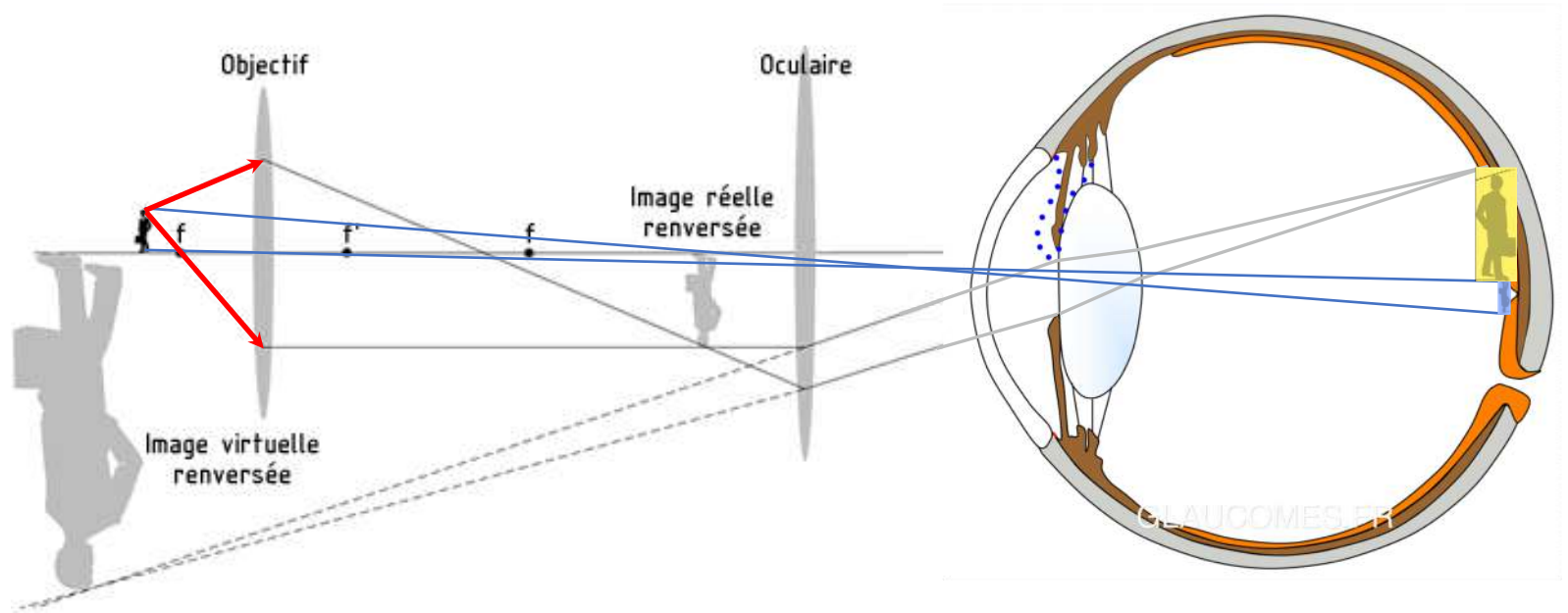


<https://www.123couleurs.fr/explications/explications-vision/tv-imagesoeil/>

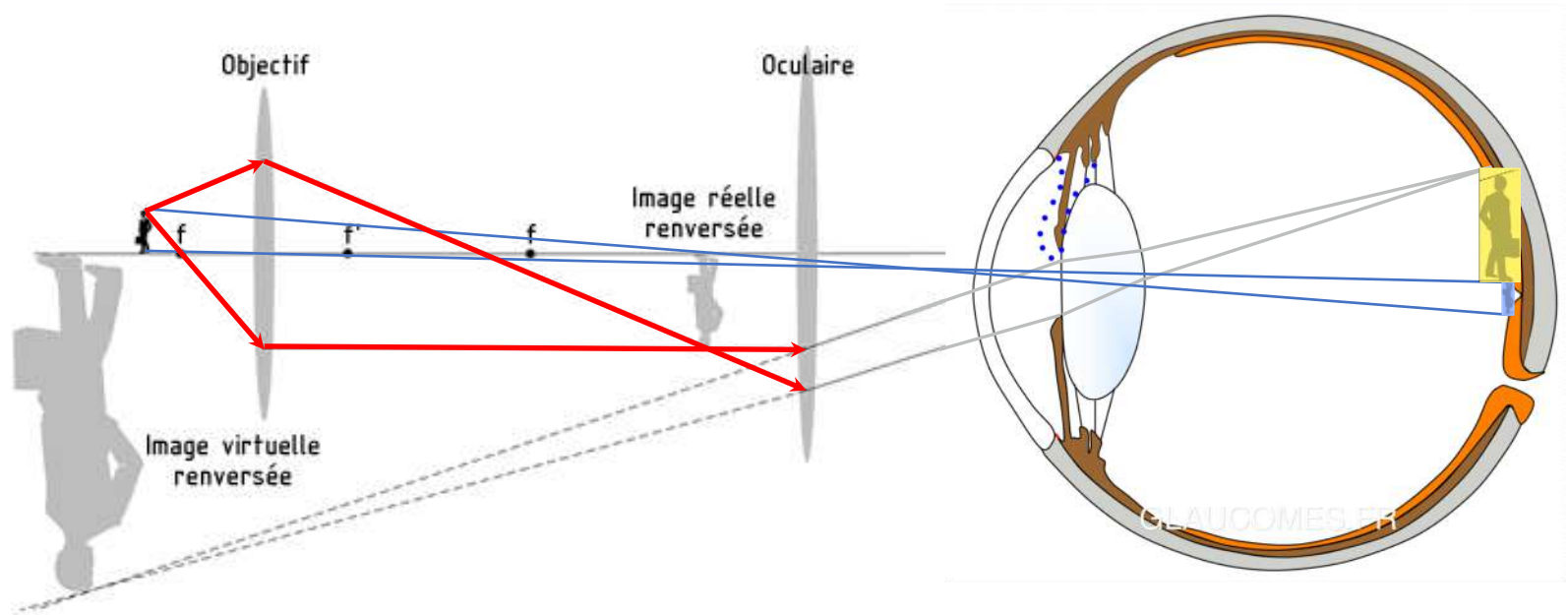
microscope...



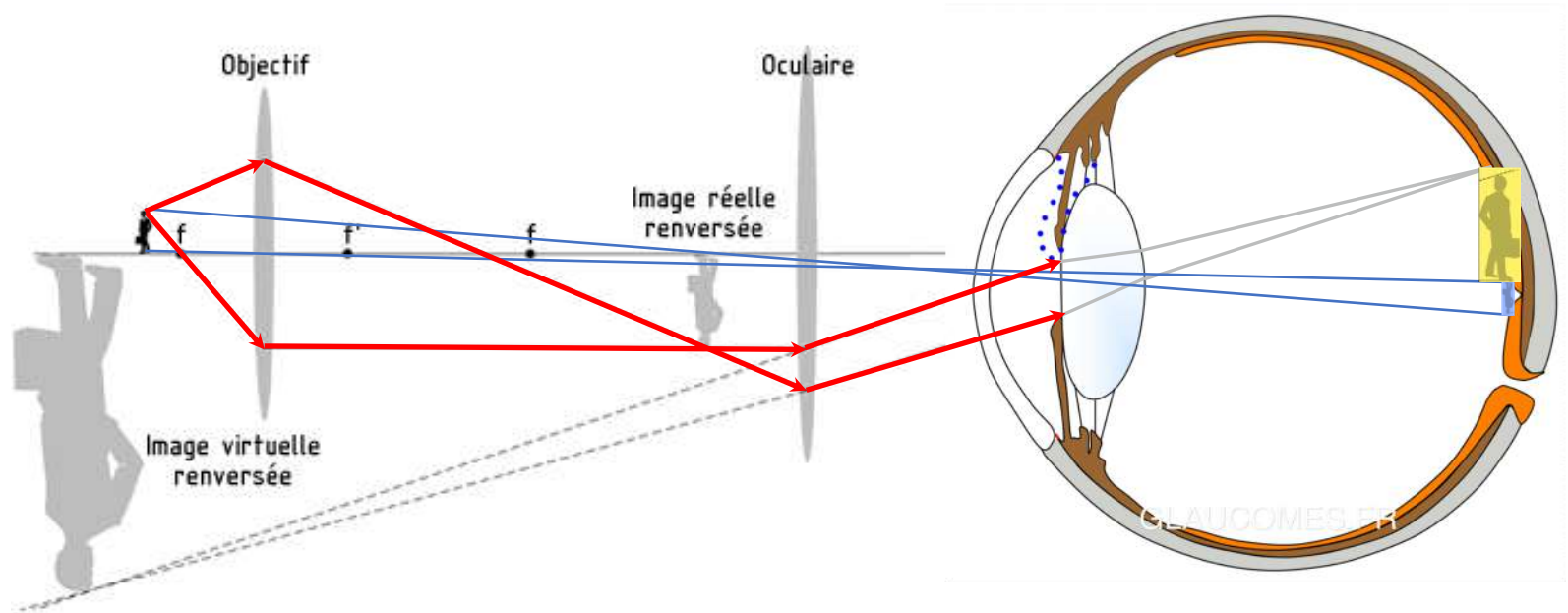
microscope...



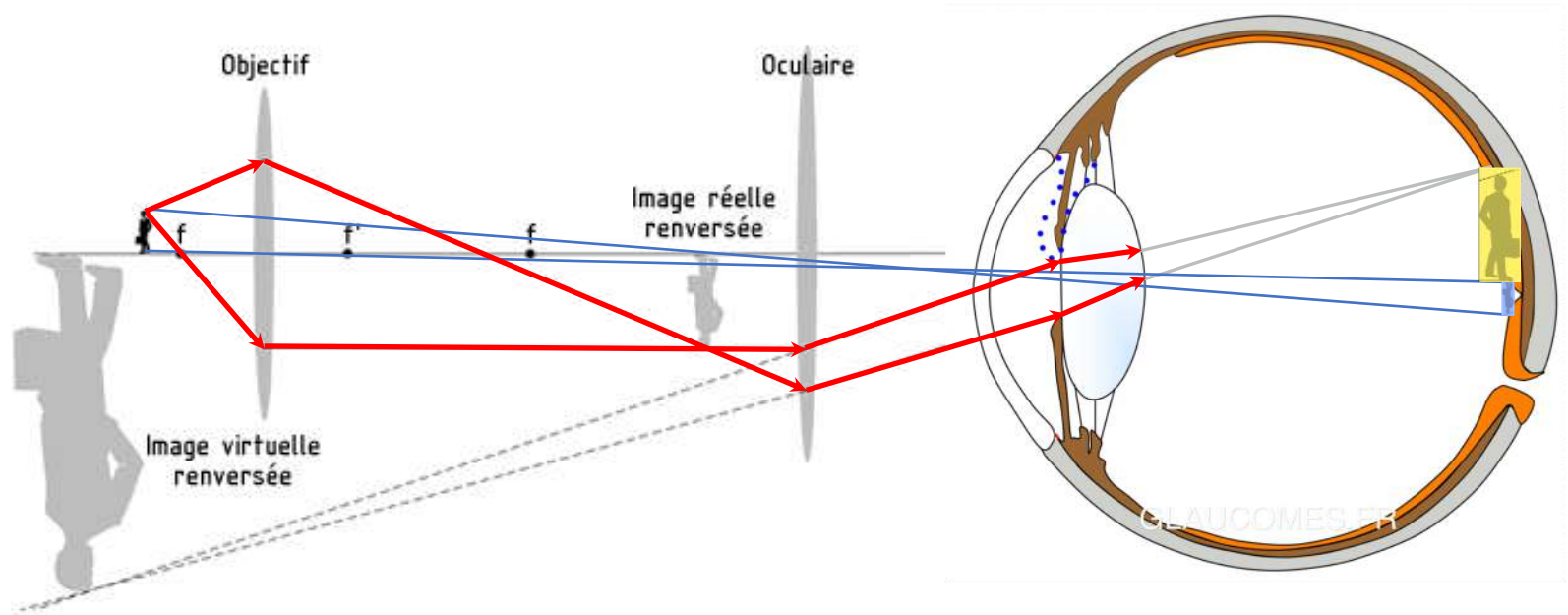
microscope...



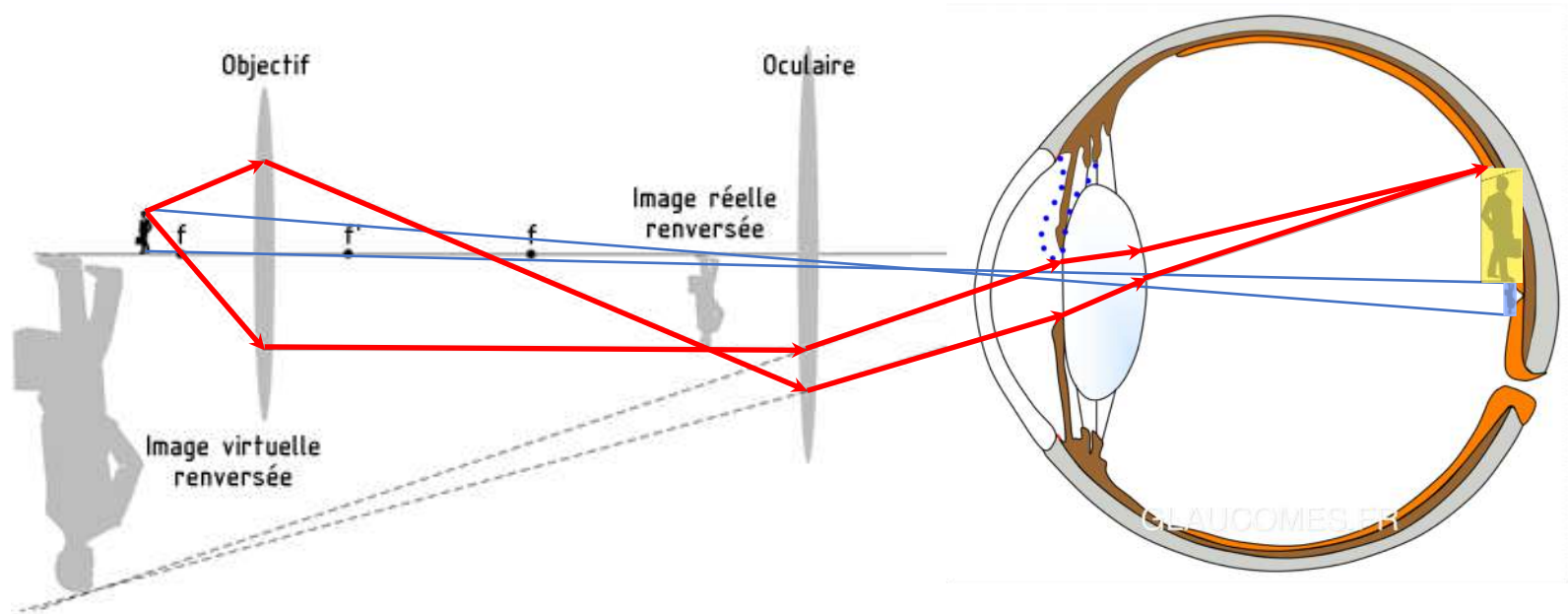
microscope...



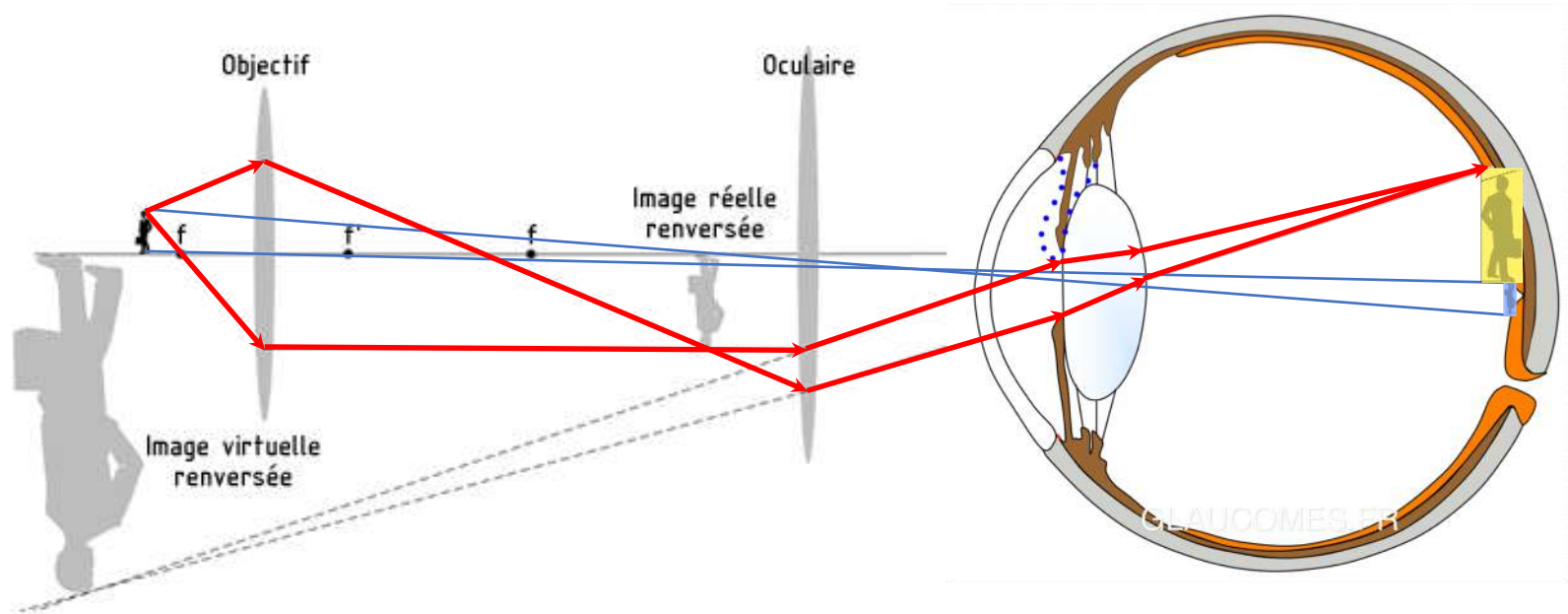
microscope...



microscope...



microscope...



- La tête apparaît sous un angle plus grand qu'en réalité
 - On a l'impression que l'homme est plus grand

Déformation optique

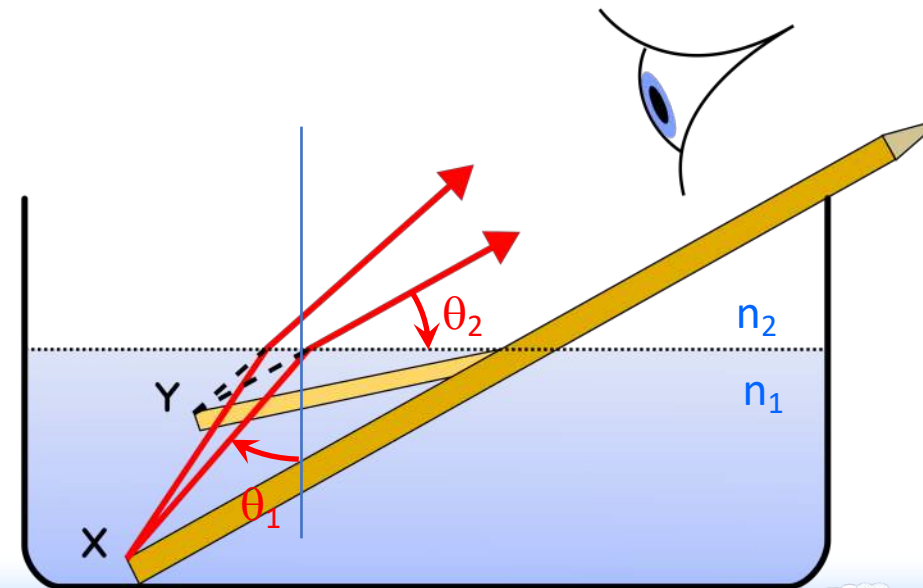
- $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

- Si $n_1 > n_2$ (passage de l'eau à l'air)

$n_1 \sim 1.3$ pour l'eau

$n_2 \sim 1$ (pour l'air)

$$\rightarrow \theta_2 > \theta_1$$



Déformation optique

- Photo prise avec un objectif « Fisheye »

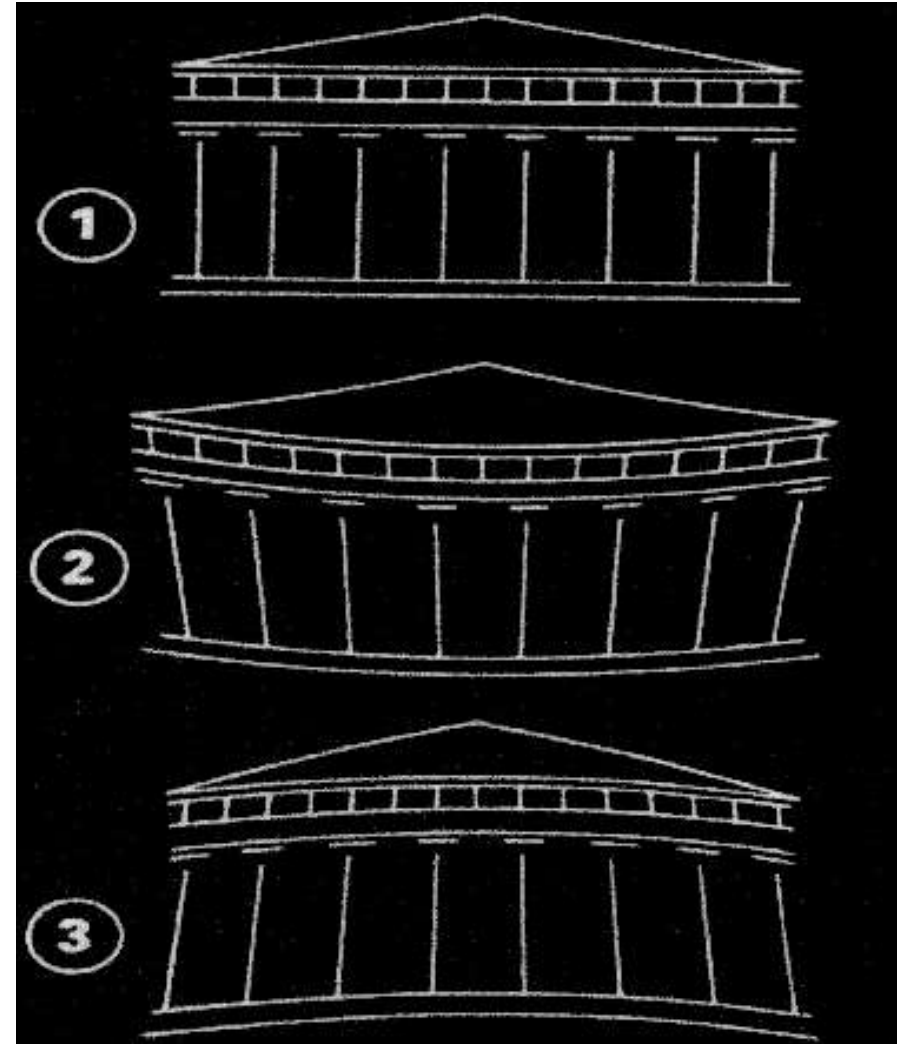


- L'agrandissement du centre est plus grand que celui des bords

Déformation optique par l'œil humain



1. La représentation du Parthénon telle qu'elle est perçue par le système visuel
2. La représentation du Parthénon telle que le système visuel l'aurait perçue si l'édifice ne présentait seulement des lignes droites
3. La représentation du Parthénon tel qu'il est réellement construit



Déformation volontaire (Jonty Hurwitz)

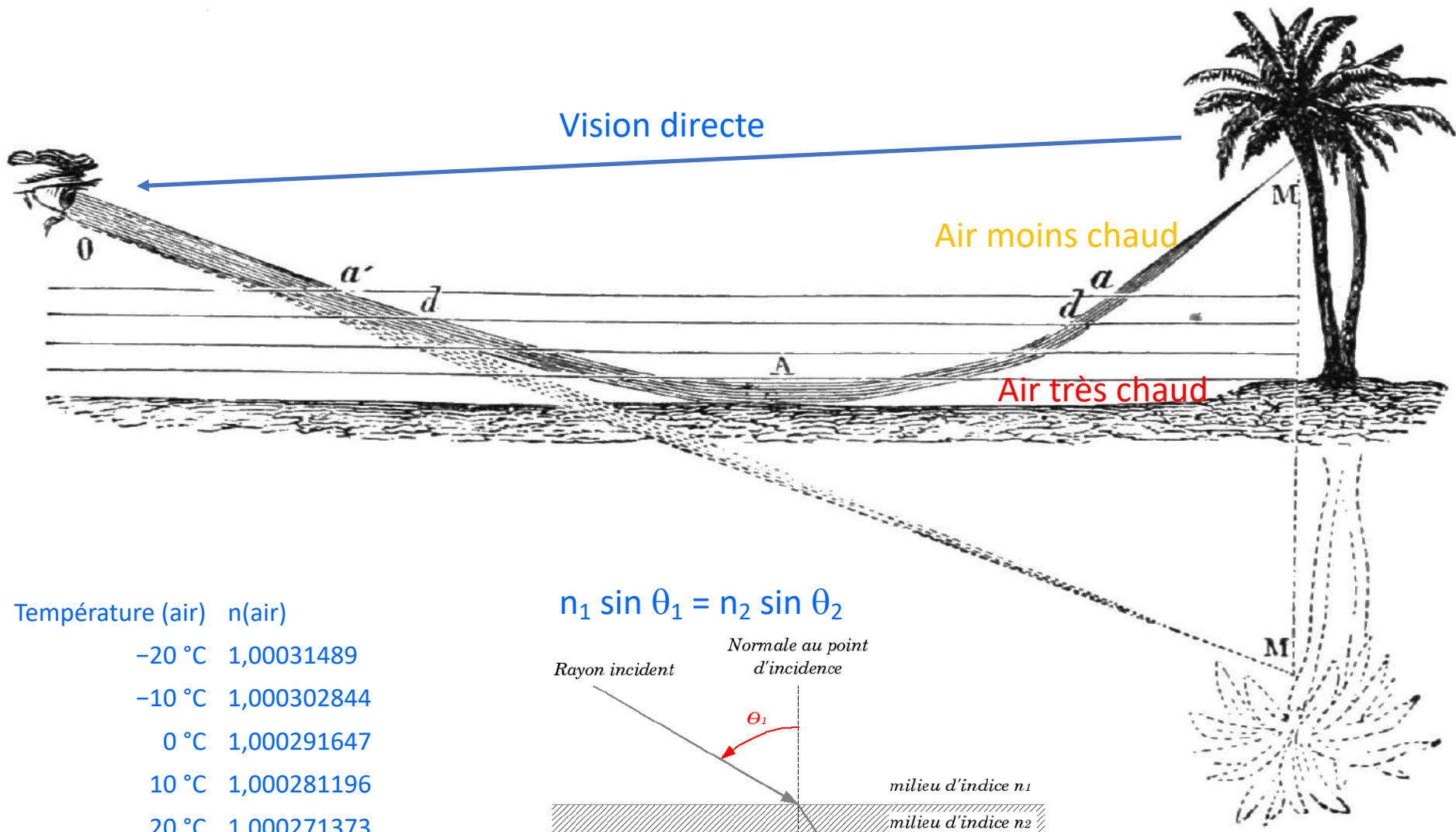


Mirages

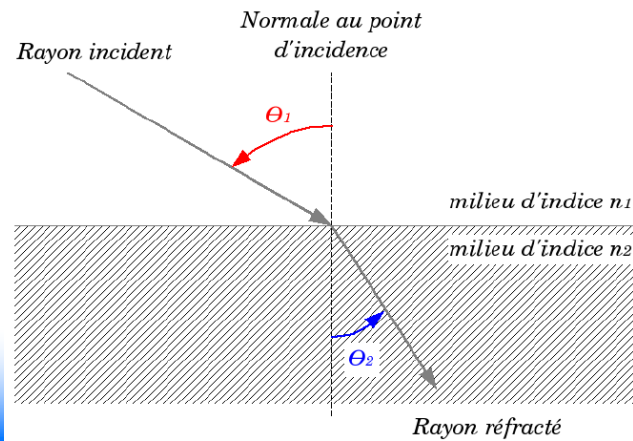


Mirage inférieur

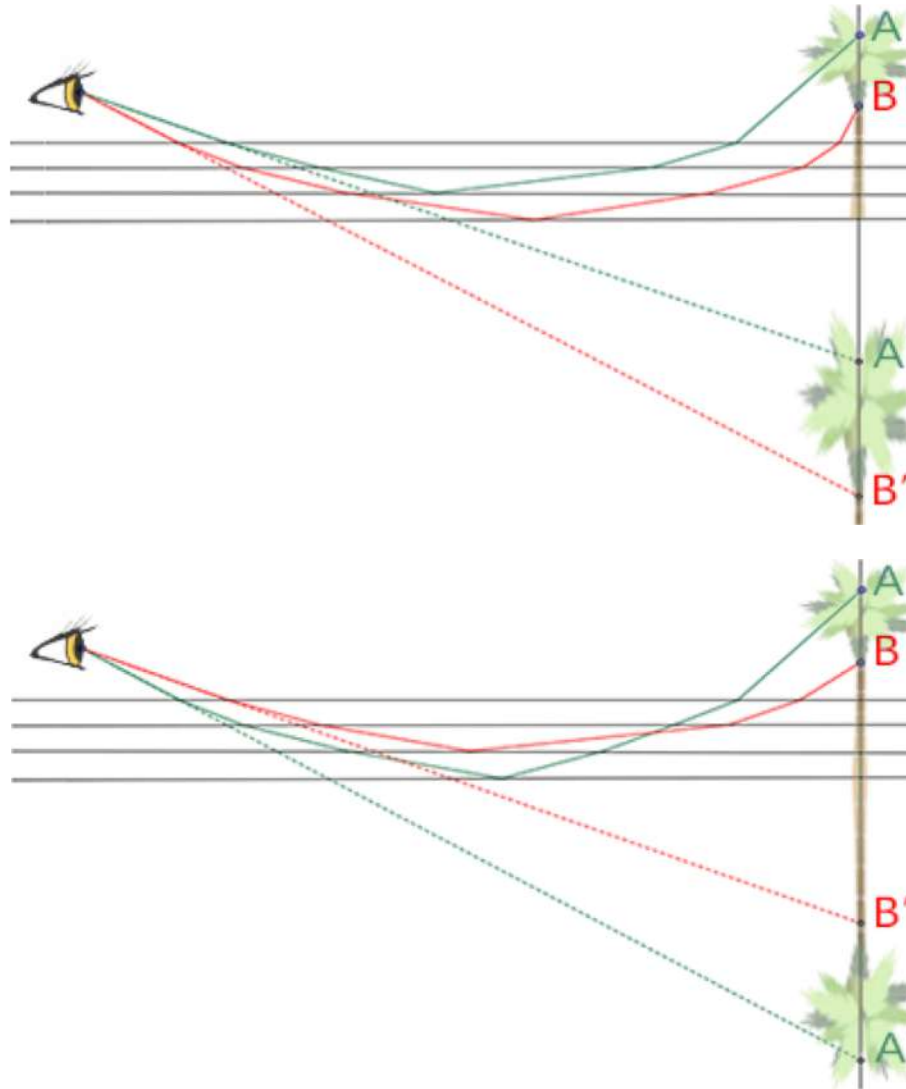
Par Inconnu — Popular Science Monthly Volume 5, Domaine public,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10770493>



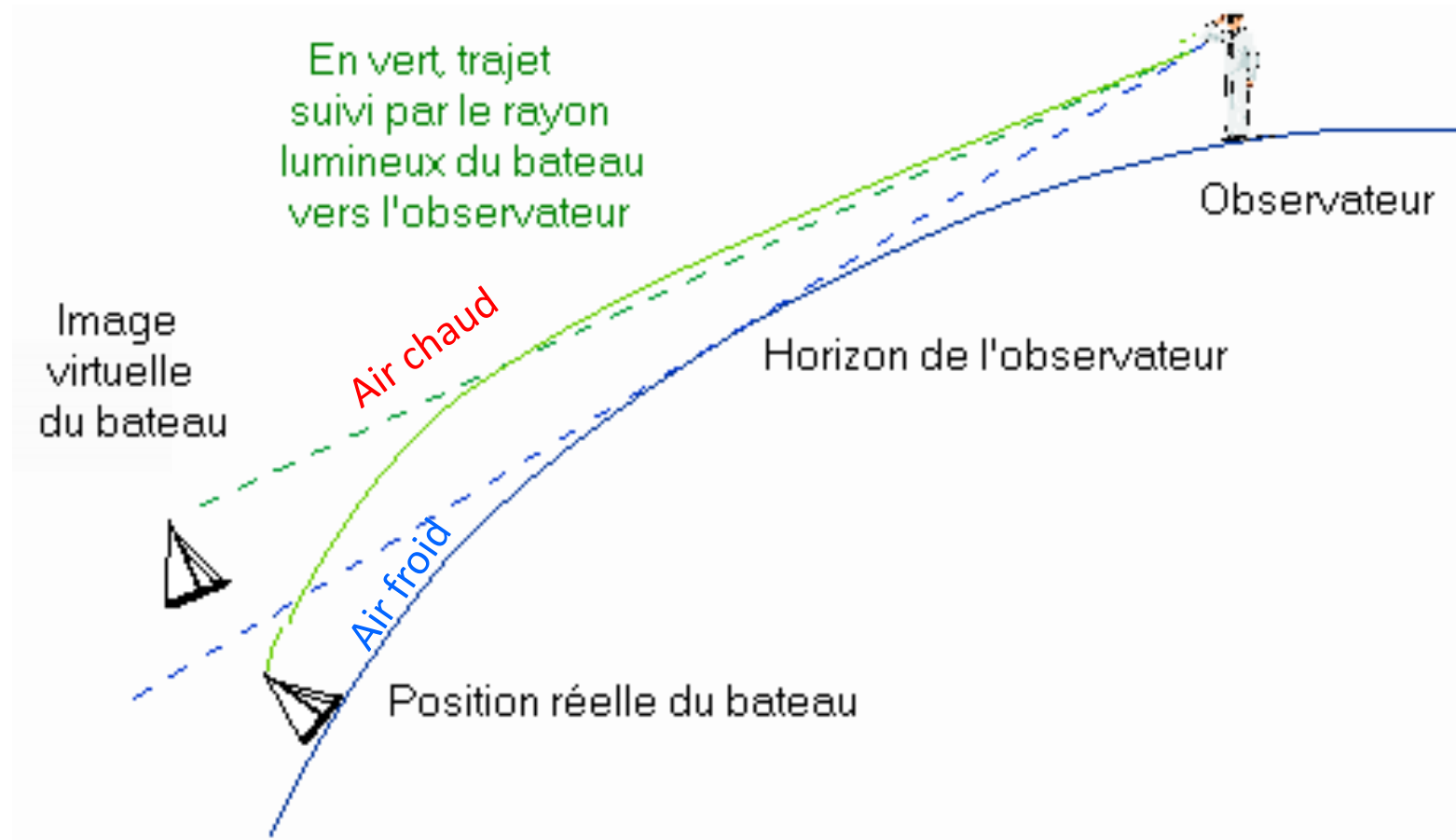
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$



Mirage inférieur



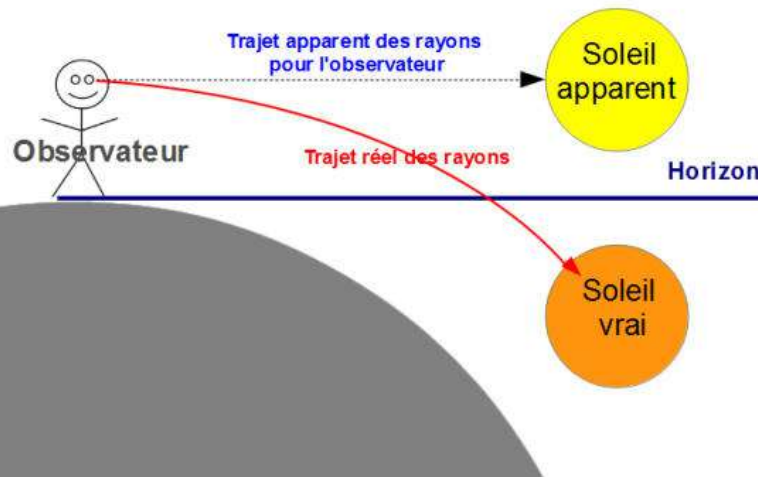
Mirage supérieur



Domaine public, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1225613>

Mirage supérieur

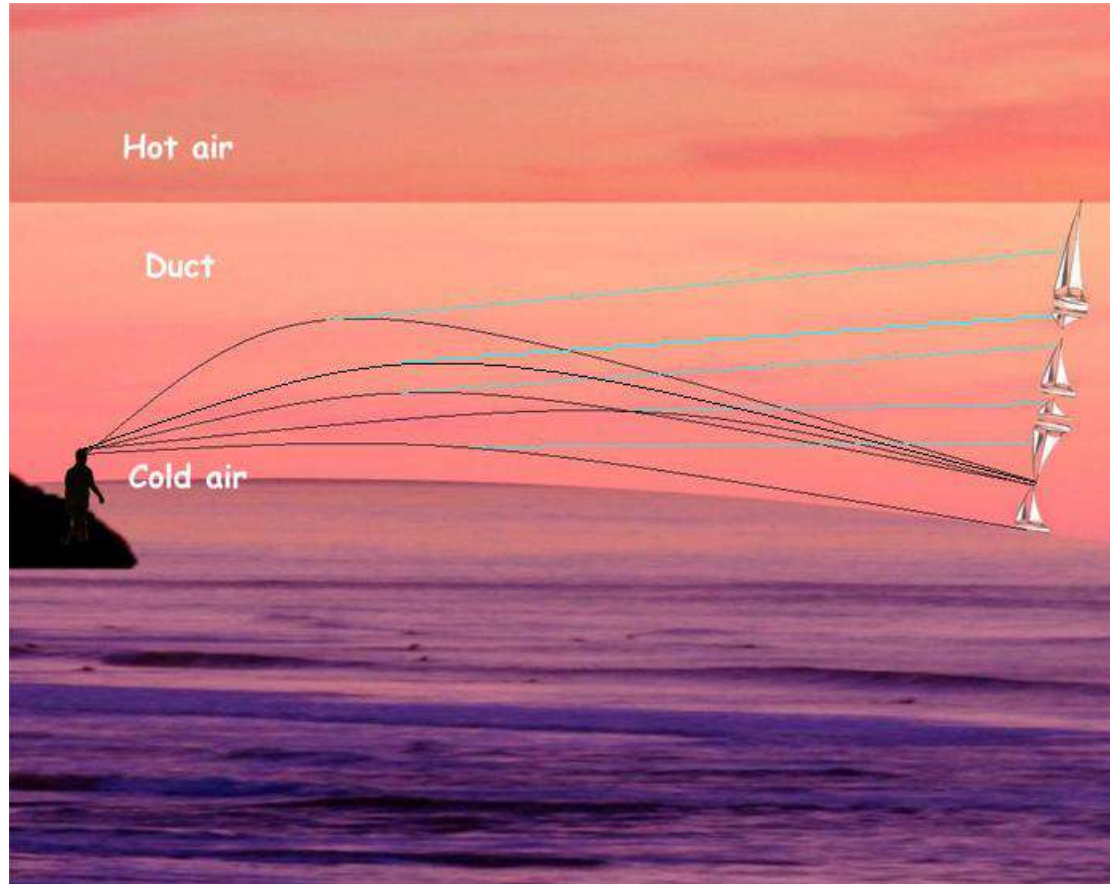
- Déformation du soleil,
- Coucher tardif et lever précoce
 - Le cumul de ces effets de la réfraction le matin et le soir, augmente la "durée du jour" d'environ 7 minutes.



Mirage supérieur



Mirage « Fata morgana »

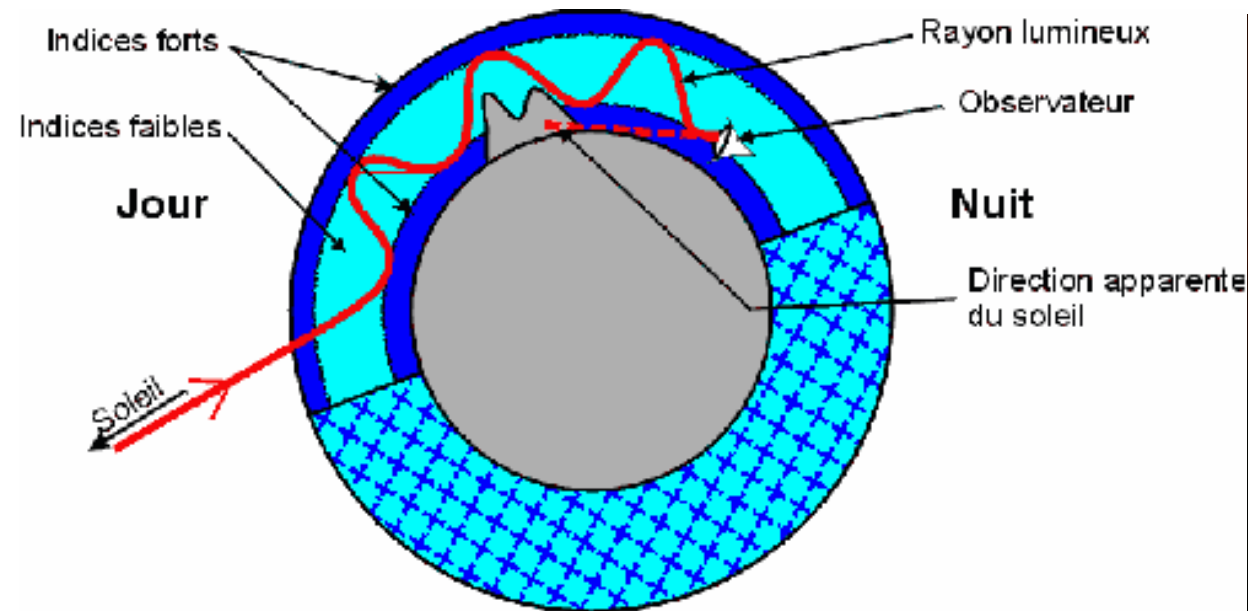


Mirage « Fata morgana »



Effet Novaya Zemlya

Les premières observations attestées de l'effet Novaya Zemlya remontent à 1596, lorsque Willem Barentsz mena une expédition vers le pôle Nord dans le but de trouver le passage du Nord-Est. L'expédition tourna court au niveau de l'archipel de la Nouvelle Zemble, à la latitude de $76^{\circ} 12' \text{N}$, lorsque le bateau devint peu à peu prisonnier des glaces ; ils durent rester tout l'hiver sur place. Le 24 janvier 1597, Gerrit de Veer observa le soleil se lever deux semaines avant la date normale de son lever¹ (soit un soleil à $-5,26^{\circ}$ selon des estimations récentes²).



Mirages



Mirage « magique »



« Body Obsessed World » de Jonty Hurwitz

Mirage « magique »



« Body Obsessed World » de Jonty Hurwitz

Mirage « magique »

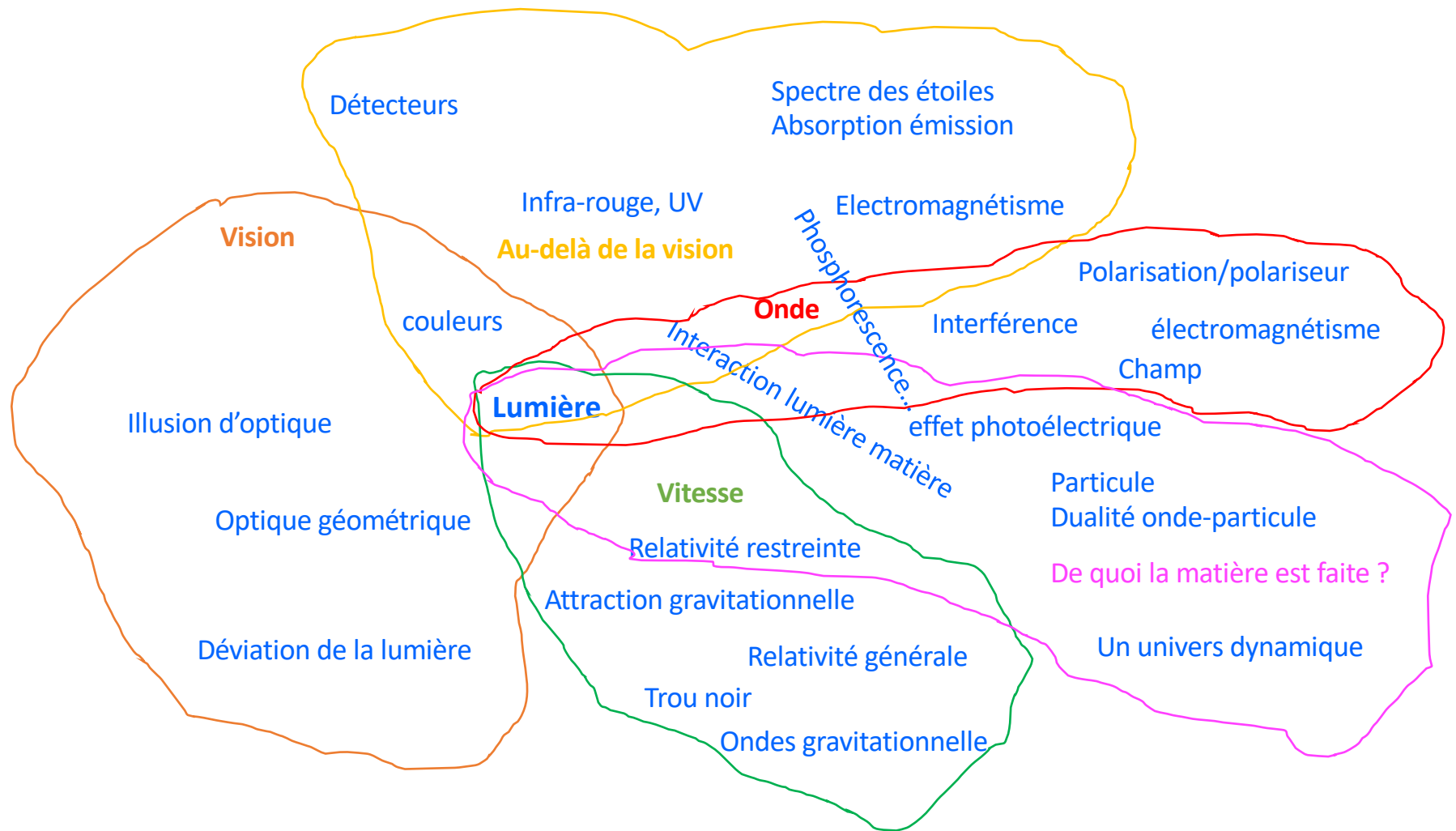


« Body Obsessed World » de Jonty Hurwitz

Conclusion

- La couleur est un artefact lié
 - A la source lumineuse
 - A la réaction des objets illuminés (absorption ou réflexion des couleurs)
 - A nos capteurs (cônes et bâtonnets)
 - Au traitement de l'information par nos neurones
- Notre œil perçoit la direction d'arrivée de la lumière... L'histoire (changement de direction...) de la lumière depuis son émission lui est inconnue
- Notre cerveau analyse les informations selon un algorithme que nous ne connaissons pas...

La semaine prochaine...



Vos idées...



- <https://www.mentimeter.com/s/1b9029df73fbd3f50235666d0fcc66b8/bbc5ecebaa22>

Sources

1. La couleur : Lumière, vision et matériaux (Sous la direction de Mady Elias et Jacques Lafait aux éditions « Echelles » chez Belin 2006)
2. Jeux de lumière : Les phénomènes lumineux du ciel (Francoise Suhagher et Jean-Paul Parisot aux éditions « CÊTRE »)
3. « Newton et la naissance de la théorie des couleurs », *Bibnum* [En ligne], Physique, mis en ligne le 01 octobre 2010, consulté le 04 mai 2017. URL : <http://bibnum.revues.org/743>
4. Traite de la lumiere. Où sont expliquées les causes de ce qui luy arrive dans la reflexion, & dans la refraction. Et particulièrement dans l'etrange refraction du cristal d'Islande, par C.H.D.Z. Avec un Discours de la cause de la pesanteur <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b86069987>
5. Rached Roshdi. Le « Discours de la lumière » d'Ibn al-Haytham (Alhazen). Traduction française critique. In: Revue d'histoire des sciences et de leurs applications, tome 21, n°3, 1968. pp. 197-224; doi : <https://doi.org/10.3406/rhs.1968.2560> https://www.persee.fr/doc/rhs_0048-7996_1968_num_21_3_2560
6. <http://biologie.unige.ch/fr/wp-content/uploads/sites/2/2012/10/monographie-Laura-de-Vevey.pdf>
7. L'échantillonnage spatio-chromatique dans la rétine humaine et les caméras numériques Brice Chaix de Lavarène ([lien](#))
8. <https://pg-astro.fr/grands-astronomes/le-grand-siecle/tobias-mayer.html>
9. <http://www.colorsystm.com/?lang=fr>
10. <http://lodel.irevues.inist.fr/oeiletpysiologiedelavision/index.php?id=212>
11. http://pfz.free.fr/arc_en_ciel.htm
12. <http://daltonien.free.fr>
13. <http://www.alliot.fr/fcolor.html.fr>

Mirage « magique »

