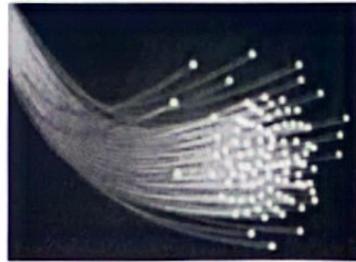
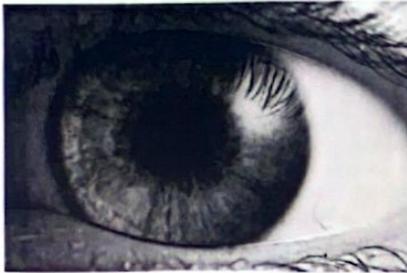


Optique géométriqueOG3 Quelques dispositifs optiques

I L'œil :	3
1.) L'œil normal	3
2.) Les défauts de l'œil	5
II La fibre optique à saut d'indice.....	6
III L'appareil photographique	8
1.) Principe.....	8
2.) Profondeur de champ.....	9
3.) Divers paramètres	11



Une célèbre galaxie spirale du catalogue de Messier a été récemment scrutée par le télescope spatial James-Webb. L'image est fascinante par ce qu'elle nous montre de la structure interne de cette galaxie qui ressemble beaucoup à la nôtre.

Il y a moins d'une semaine, l'humanité découvrait, émerveillée, les toutes premières images de James-Webb, coup d'envoi de sa grande aventure scientifique. Quelques jours plus tard, c'était au tour de Jupiter d'être sa cible.

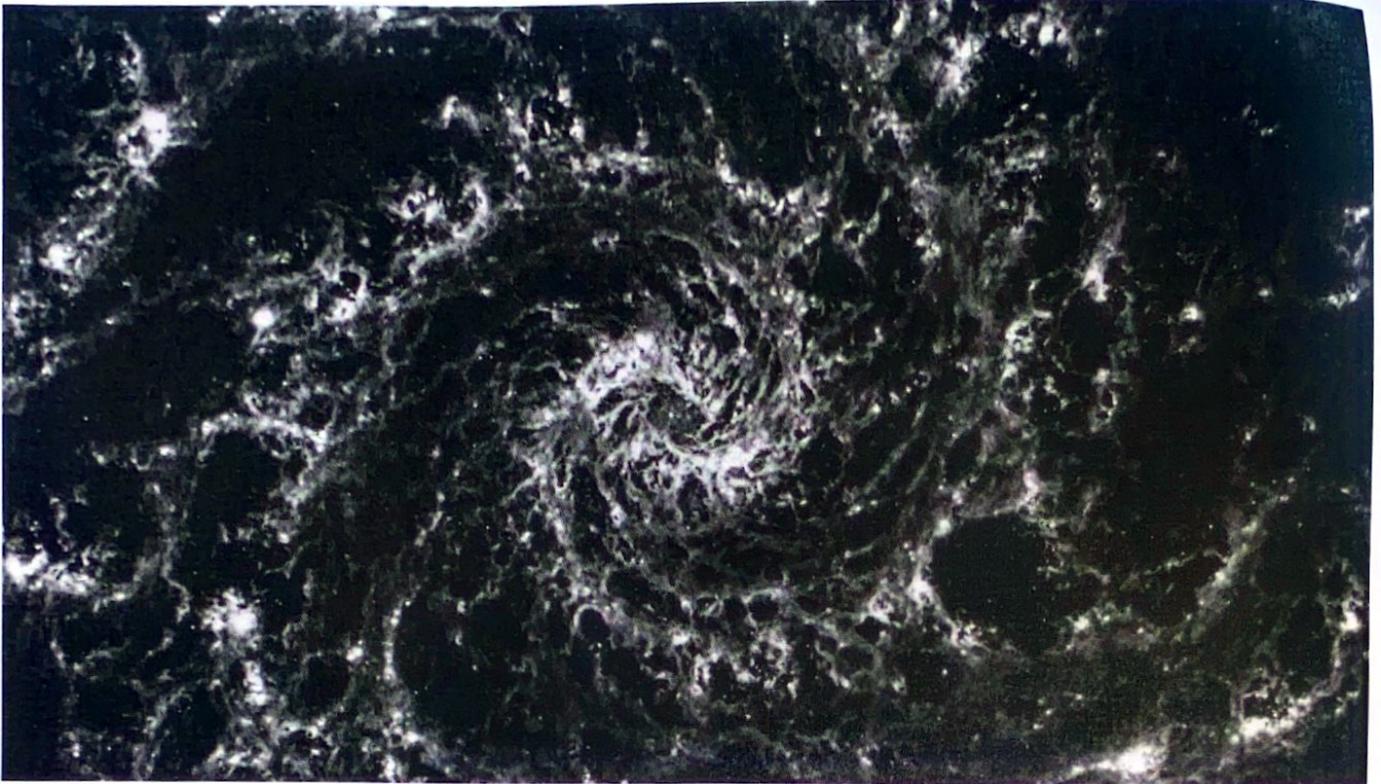
Un nouvel objet cosmique pour le moins iconique et bien connu des astronomes amateurs vient d'être observé par le puissant télescope : M74 *alias* Messier 74, connue aussi sous le surnom de la galaxie du fantôme, et NGC 628.

M74 est une magnifique galaxie spirale qui n'est pas sans rappeler la nôtre, la Voie lactée, par sa forme et ses dimensions (environ 95.000 années-lumière de diamètre) qui est située à environ 30 millions d'années-lumière de la Terre. Vue intégralement du dessus, elle est régulièrement visitée par les plus grands télescopes professionnels et les chercheurs curieux d'en apprendre plus sur ce qui se passe à l'intérieur et comment cela évolue.

L'image produite par les caméras de James-Webb est encore une fois stupéfiante par les détails qu'elle nous offre à voir de la partie centrale de cette galaxie qui compte quelque 100 milliards de masses solaires.

En réalité, nous découvrons la galaxie dénudée, un grand tourbillon de gaz et de poussière qui forme « son squelette », avec des poches de densité et des creux où la matière semble avoir été chassée, balayée. C'est fascinant de découvrir avec une vision aussi pénétrante les fondations d'une galaxie comparable à la nôtre, ses immenses matrices d'étoiles où se préparent les prochaines générations. Jamais, nous n'avions vu aussi bien l'envers du décor. Vivement la suite.

<https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/galaxie-cette-nouvelle-image-james-webb-donne-frissons-99722/> 23/7/2022



NASA / ESA / CSA / Judy Schmidt Juillet 2022

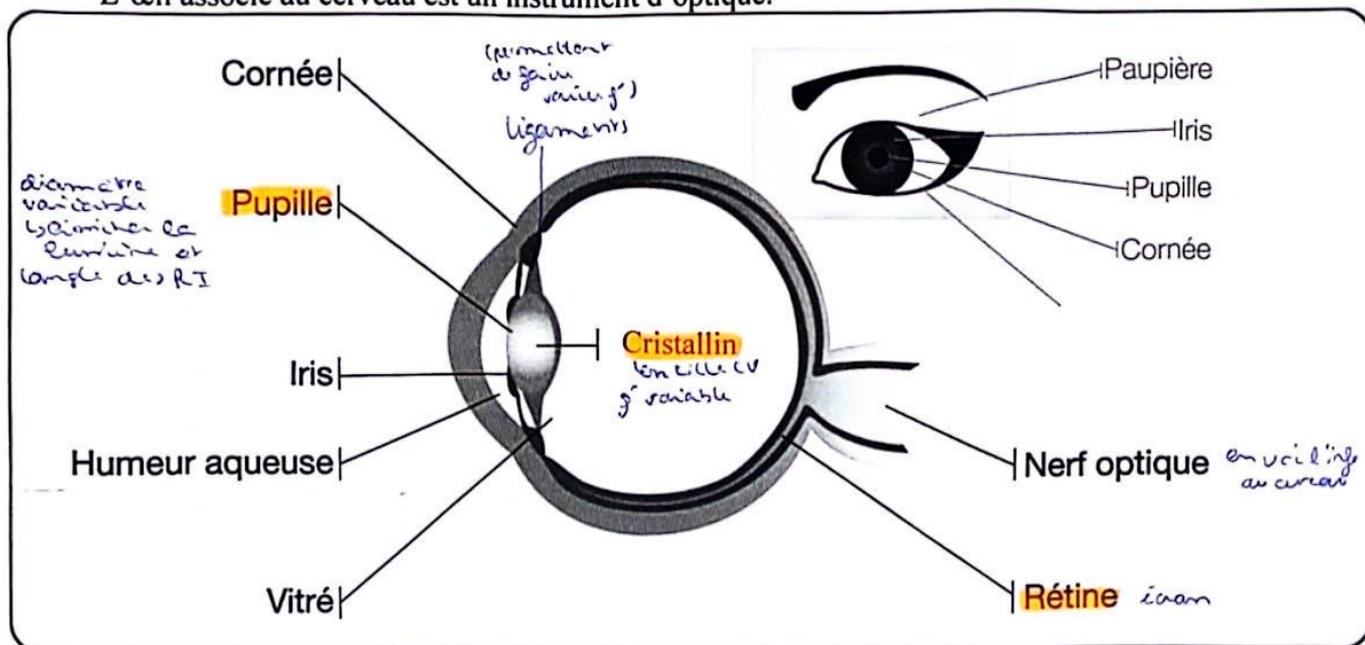


(NASA, ESA, Hubble Heritage (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration) 2007

I L'oeil :

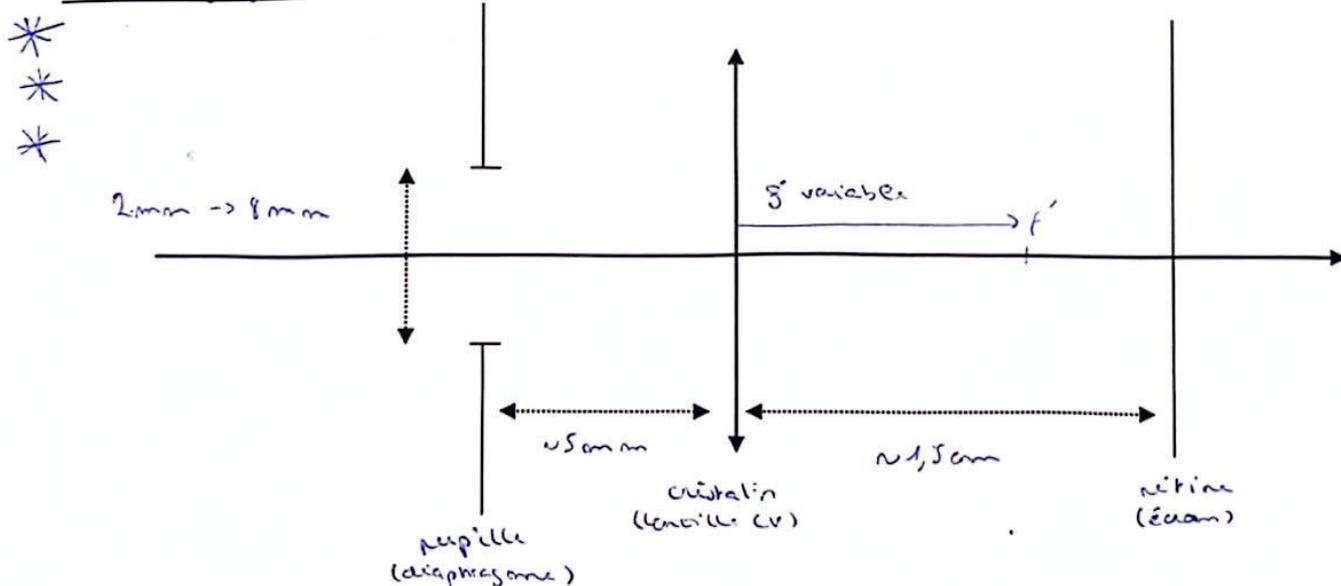
1.) L'œil normal

L'œil associé au cerveau est un instrument d'optique.



<https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/optiqueGeo/instruments/correction.php>

Structure optique :



La pupille permet de travailler dans les cond. de Gauss - les RL sont parallèles

Les distance maximales et minimales de vision distincte de l'œil (normal) de l'observateur sont δ_{max} infinie et $\delta_{min} = 25$ cm.

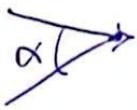
On dit que son **punctum remotum** (PR) est à l'infini et que son **punctum proximum** (PP) est à **25 cm**.

Limite de résolution angulaire de l'œil :

C'est l'angle limite α sous lequel deux points lumineux peuvent être vus séparés. Dans de bonnes conditions d'éclairement, l'œil distingue des détails d'environ **1 minute d'arc** : $\alpha = 1' = 3 \cdot 10^{-4}$ rad.



4

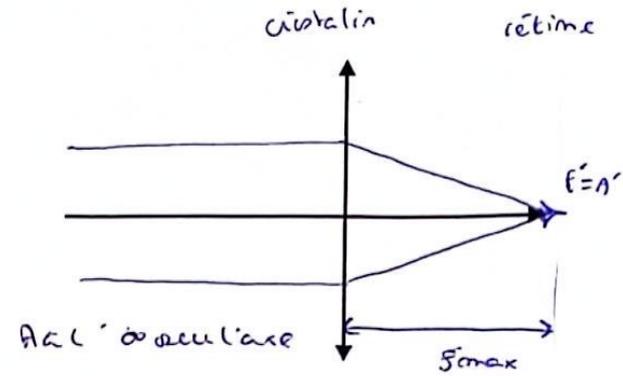


$$\alpha' = \left(\frac{1}{60}\right)^\circ$$

$$\frac{\left(\frac{1}{60}\right)^\circ}{180^\circ} \Bigg| \frac{\alpha}{\pi}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{180} \times \frac{1}{60} \approx 3 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

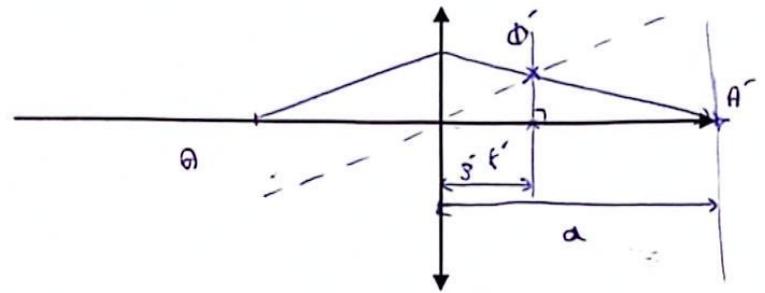
Oeil normal au repos :



Oeil normal qui accommode :

$$g' < d$$

Si A est au PP, on a $g' \text{ min}$



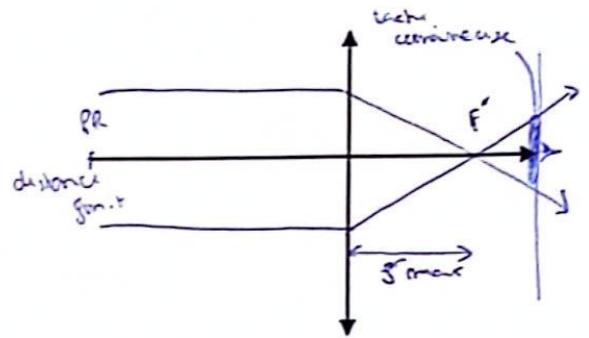
2.) Les défauts de l'œil

Œil myope : Le cristallin est trop convergent. Il faut une lentille correctrice divergente.

Le PR est à distance finie, le PP se rapproche.

$$f_{\max} < d$$

PP à moins de 25 cm



Œil hypermétrope : Le cristallin n'est pas assez convergent. Il faut une lentille correctrice convergente.

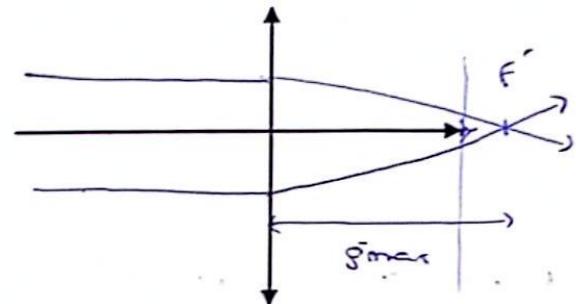
Le PP s'éloigne, le PR est à l'infini.

$$f_{\max} > d$$

Si l'œil accomode, il peut voir par à l'infini

⇒ l'œil se fatigue

PP à plus de 25 cm



Œil presbyte : Œil qui perd sa faculté d'accommodation.

comme l'hypermétrope, le PR s'éloigne

Œil astigmat : Œil qui ne possède pas la symétrie de révolution autour de l'axe optique

⇒ déformation de l'image car f n'est pas le même partout.

II La fibre optique à saut d'indice.

Une fibre optique est formée d'un cœur en verre d'indice $n_1=1,66$ entourée d'une gaine en verre d'indice $n_2=1,52$. On prendra $n_{\text{air}} = 1$.

https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/optiqueGeo/dioptres/fibre_optique.php

1.) Cône d'acceptance :

Il correspond à l'ensemble des rayons qui seront transmis dans le cœur de la fibre.

On cherche la valeur maximale de l'angle d'incidence i_{max} pour laquelle la lumière est transmise le long de la fibre uniquement dans son cœur. L'exprimer en fonction de n_1 et n_2 .

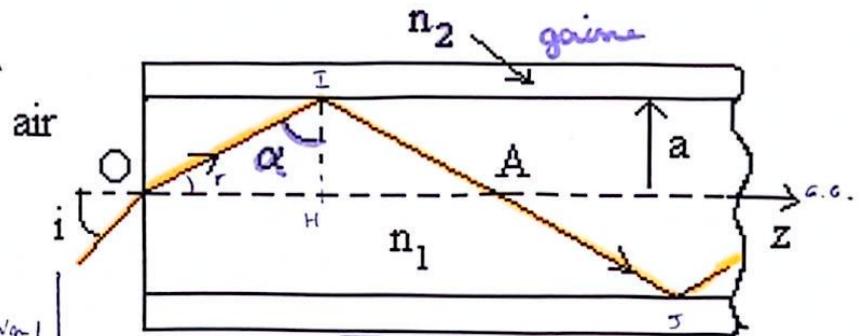
On définit l'ouverture numérique $O.N. = n_{\text{air}} \sin i_{\text{max}}$

2.) Dispersion intermodale :

Une impulsion lumineuse arrive à $t = 0$ au point O sous la forme d'un faisceau conique convergent de demi angle au sommet $i_1 < i_{\text{max}}$.

Pour une fibre de longueur l , on calcule l'élargissement temporel Δt de cette impulsion à la sortie de la fibre, c'est-à-dire la différence de temps de parcours entre un rayon se propageant suivant l'axe ($i=0$) et un rayon d'incidence i_1 . Exprimer Δt en fonction de l , n_1 , c et i_1 .

A.N. : $l = 10 \text{ km}$. $i_1 = 8^\circ$. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.



1) Au point I on veut qu'il y ait réflexion totale. on prend $\alpha > \alpha_{\text{lim}}$

$$\text{ou } n_1 \sin \alpha_{\text{lim}} = n_2 \sin \frac{\pi}{2}$$

$$\sin \alpha_{\text{lim}} = \frac{n_2}{n_1}$$

sin est croissante pour $0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin \alpha > \sin(\alpha_{\text{lim}})$

$$\Leftrightarrow \sin \alpha > \frac{n_2}{n_1}$$

La réflexion totale est possible car $n_1 > n_2$

Au point O, pas de réflexion totale car $n_2 > n_1$

\Rightarrow il existe α un rayon réfléchi

\Rightarrow il existe α un rayon réfléchi

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

$$\text{D'où } \alpha : r + \alpha + \frac{\pi}{2} = \pi$$

$$\Rightarrow r = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

$$\sin i = n_1 (\sin \frac{\pi}{2} - \alpha) = n_1 \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{\sin i}{n_1}$$

$$\text{or } \cos^2 + \sin^2 = 1 \Rightarrow \sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$

$$\sin \alpha > \frac{n_2}{n_1}$$

$$1 - \sin^2 \alpha < 1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$\Rightarrow \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} < \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}$$

$$\Rightarrow \cos \alpha < \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{\sin i}{n_1} < \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}$$

$$\Rightarrow \sin i < n_1 \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}$$

$$\Rightarrow \sin i < \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

$$\Rightarrow \sin i < \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

$$\text{AN: } \alpha < 41,85^\circ$$

$$\text{ON} = 0,69$$

$$\text{ou } i_{\text{max}} = 41,85^\circ$$

$$n_{\text{air}} = 1$$

2)

Au point O :

RL pour incidence nulle : $i = 0$

Temp de parcours :

$$t_0 = \frac{l}{v} \quad \text{ou } v = \frac{c}{n_1}$$

$$\Rightarrow t_0 = l \times \frac{n_1}{c}$$

RC avec incidence $i \neq 0$

temps de parcours : $t_i = \frac{d}{v}$

où $d > 0$ $d = OI + \Sigma A_1 A_2 \dots$

où $r = \frac{OH}{OI} \Rightarrow OI = \frac{OH}{\cos r}$

de $\widehat{m} \quad I\theta = \frac{HA}{\cos r}$

$d = \frac{OH + HA + A \dots}{\cos r}$

$= \frac{R}{\cos r}$

donc $t_i = \frac{R}{\cos r} \times \frac{n_1}{c} = \frac{n_1 R}{c \cos r}$

Pour un faisceau incident $\theta_{inc} = 0$ et i_i

écartement temporel $\Delta t = t_i - t_0$

$\Delta t = \frac{n_1 R}{c} \left(\frac{1}{\cos r} - 1 \right)$

loi de Descartes en O : $\sin i_1 = n_1 \sin r_1$

$\Rightarrow \cos r_1 = \sqrt{1 - \sin^2 r_1} = \sqrt{1 - \left(\frac{\sin i_1}{n_1} \right)^2}$

$\Rightarrow \Delta t = \frac{n_1 R}{c} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sin i_1}{n_1} \right)^2}} - 1 \right)$

AN : $\Delta t = 1,55 \times 10^{-7} s$ ← écart min entre 2 flash lumineux

$\frac{1}{\Delta t} = 5 \times 10^6 s^{-1}$ ← nb de flash par secondes

grilles = gradient d'indice → débit + important car n n'est pas homogène.