

# PHY2303P

Optique ondulatoire

(Delphine Delbarre)

28h de cours, 12h de TD, 18h de TP

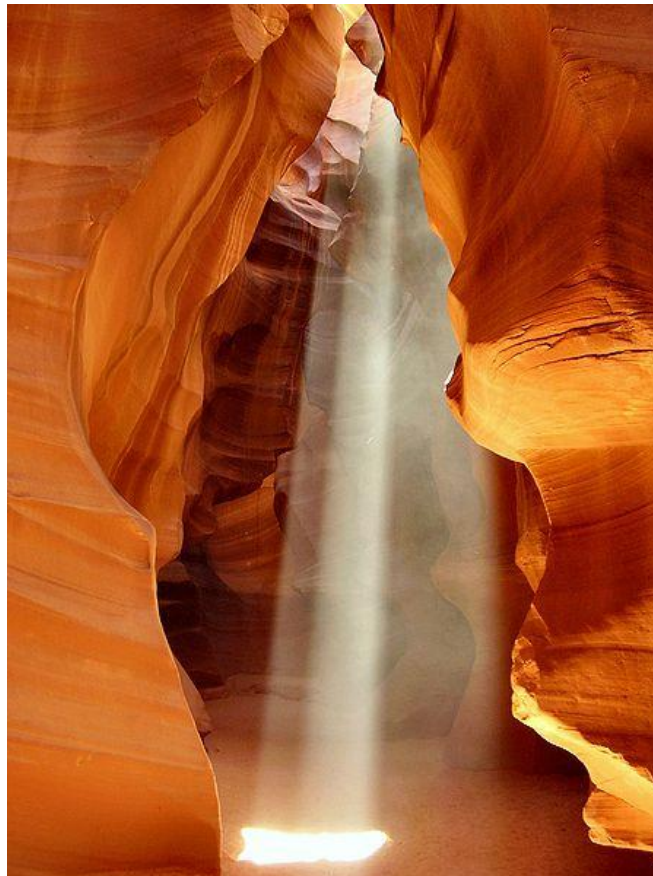
Thermodynamique et cinétique chimiques

18h de cours, 6h de TD, 4h de TP (Vincent Canel)

- 1 devoir surveillé (DS) sur les 2 parties
- Colles
- Examen final sur les 2 parties
- Evaluation :

30% examen final, 50% contrôle continu, 20% assiduité

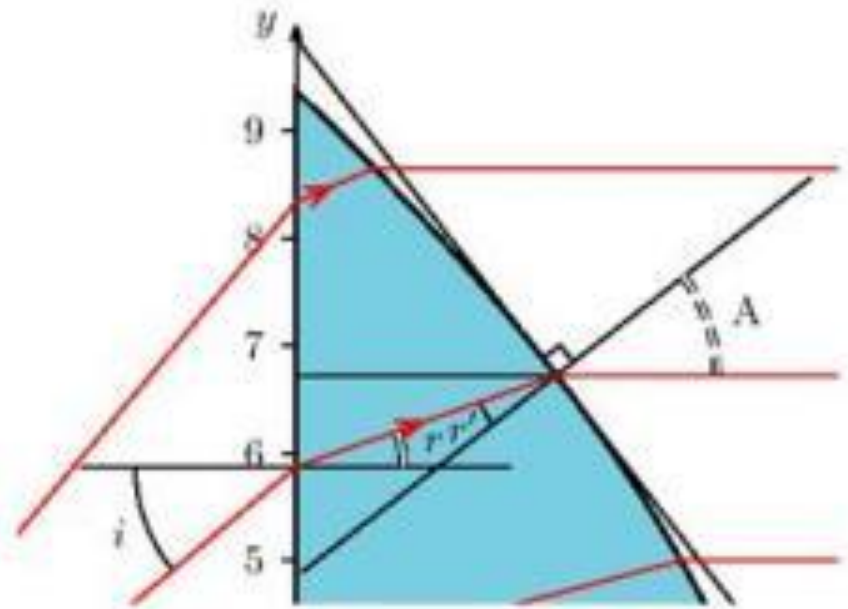
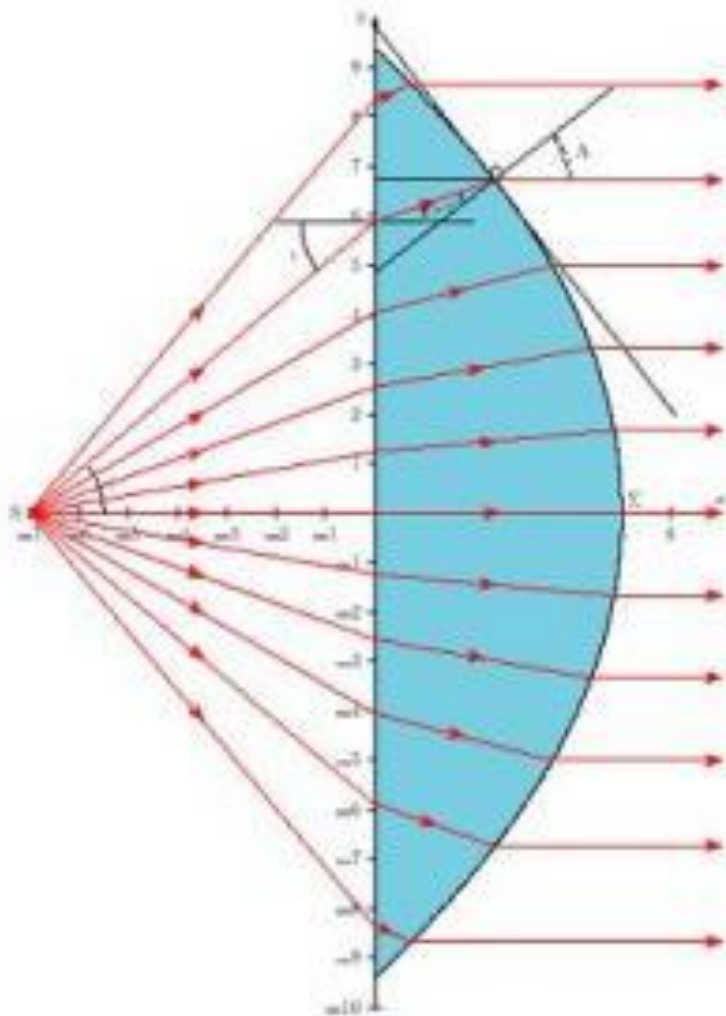
# De l'optique géométrique à l'optique ondulatoire



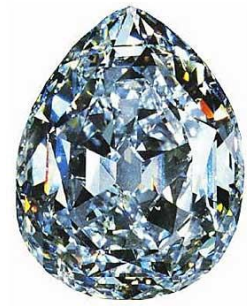
# Optique géométrique ?

- Oubli des caractères ondulatoire et photonique de la lumière.
- Comportement de la lumière à une échelle à laquelle les longueurs d'ondes sont très petites par rapport aux dimensions de l'appareillage dont on dispose pour les étudier.

# Rayons lumineux



# Indice de réfraction d'un milieu transparent



- Un milieu transparent est caractérisé par son **indice de réfraction**, défini comme :

$$n = \frac{c}{v} \geq 1$$

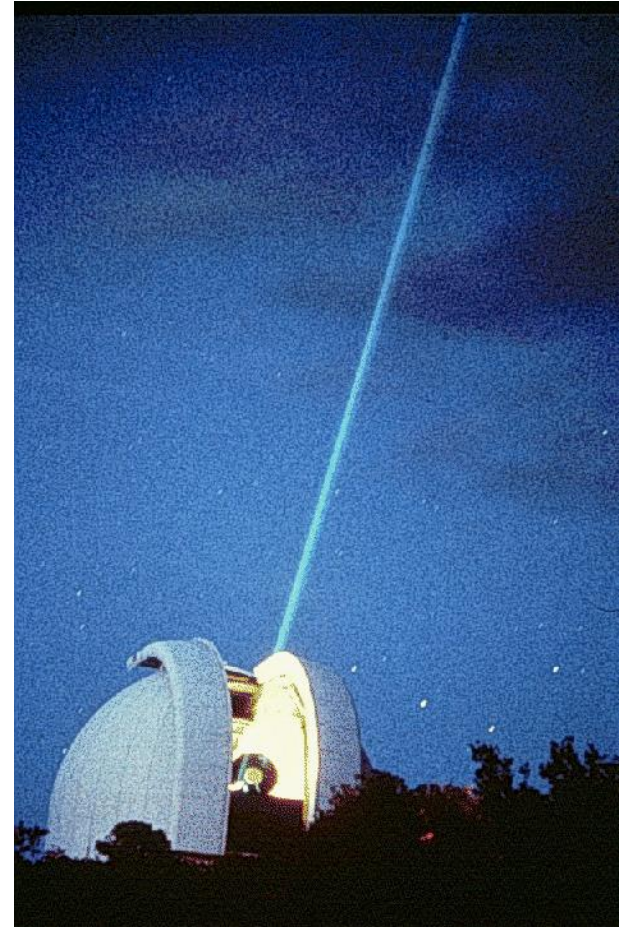
où  $c$  est la célérité de la lumière dans le vide et  $v$  celle dans le milieu.

$$c \approx 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

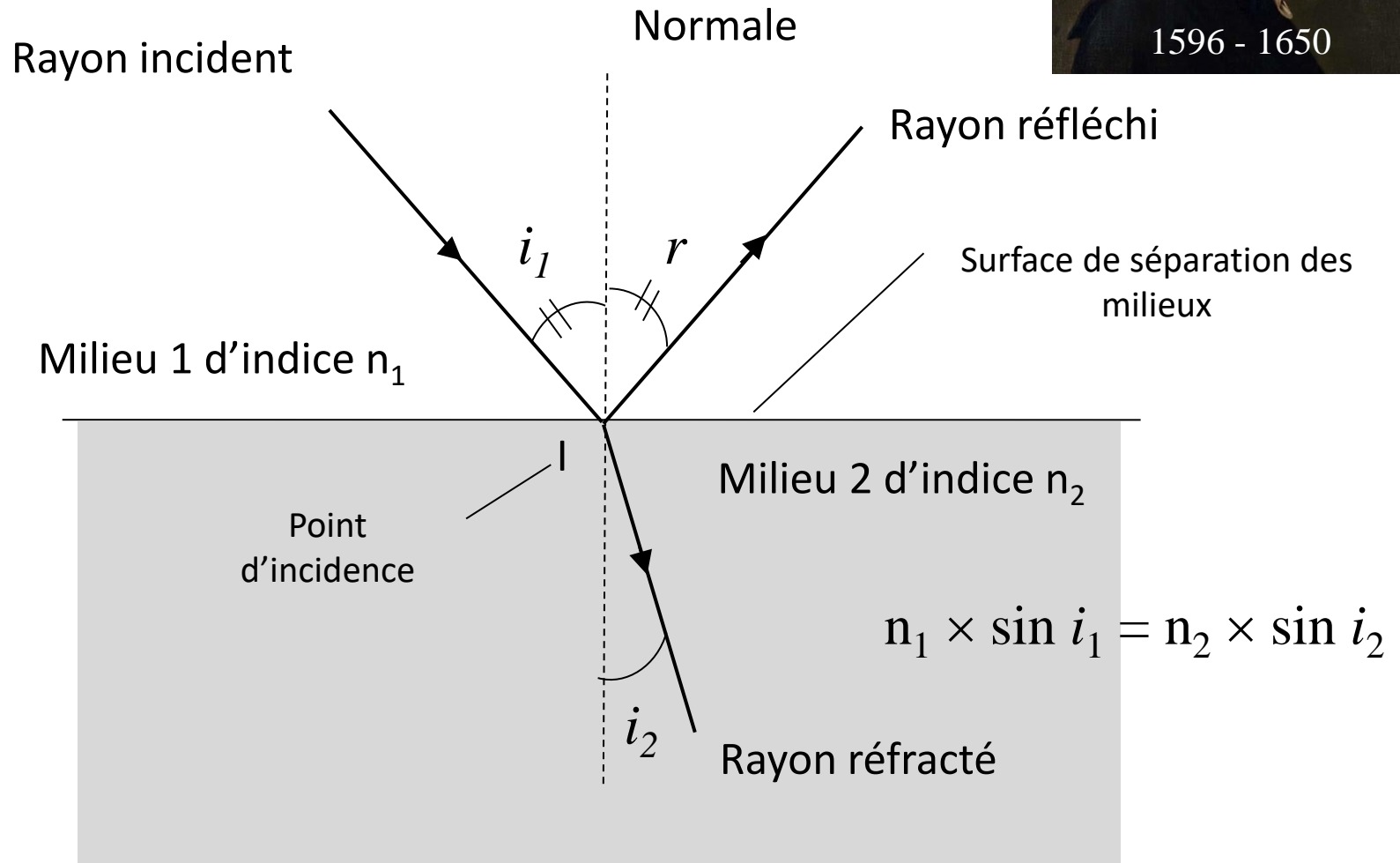
Milieu	Air	Eau	Verre	Diamant
Indice	$\approx 1$	$\approx 1,33$	$\approx 1,5-1,7$	2,42

# Hypothèse fondamentale de l'optique géométrique

- La lumière se propage rectilignement dans un milieu homogène transparent et isotrope (MHTI)



# Lois de Snell-Descartes

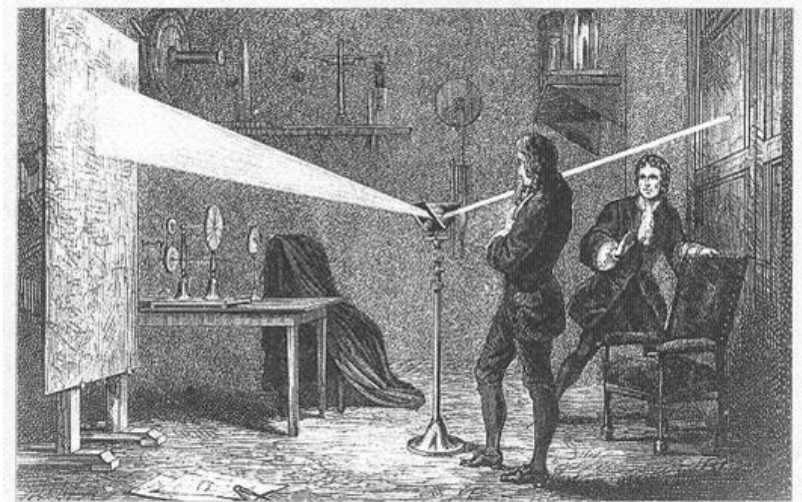




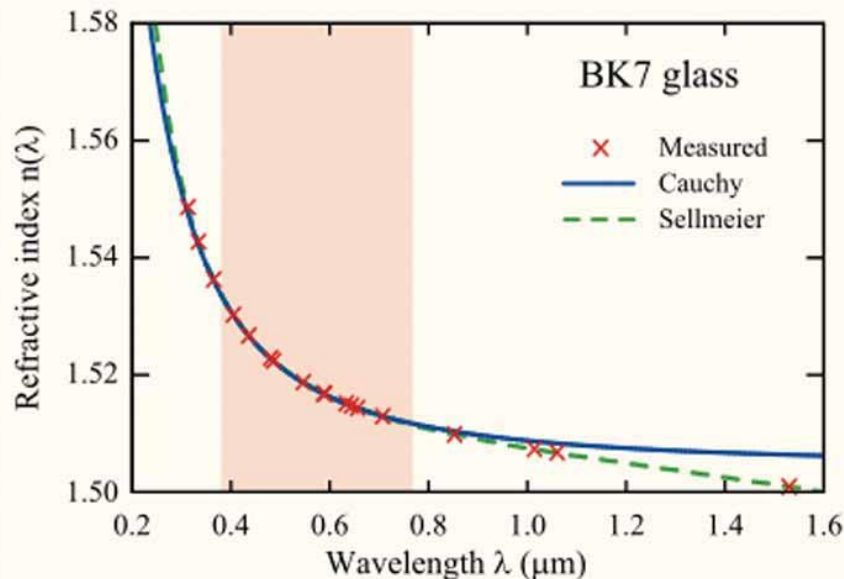
# Dispersion de la lumière

Loi de Cauchy

$$n(\lambda) = A + B/\lambda^2$$



Newton en train de réaliser l'expérience des couleurs (1666). (Gravure du XIX<sup>e</sup> siècle.)

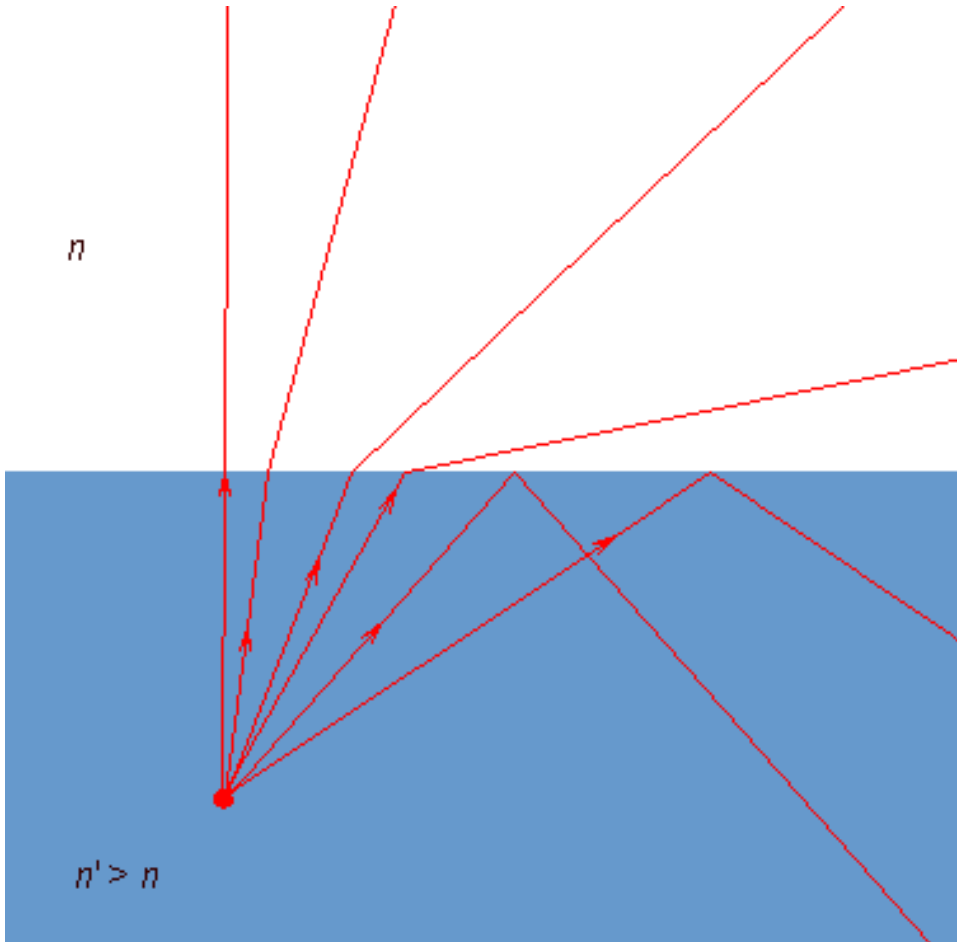




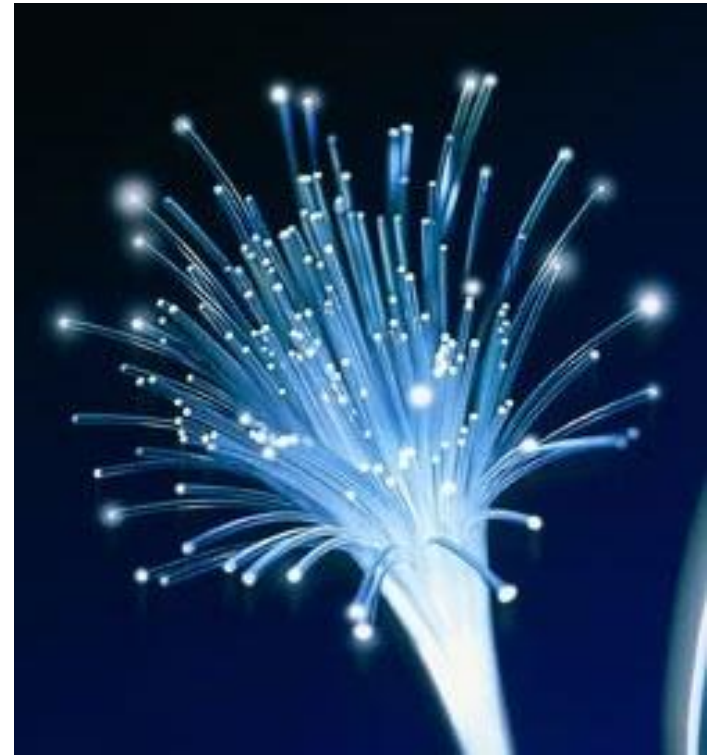
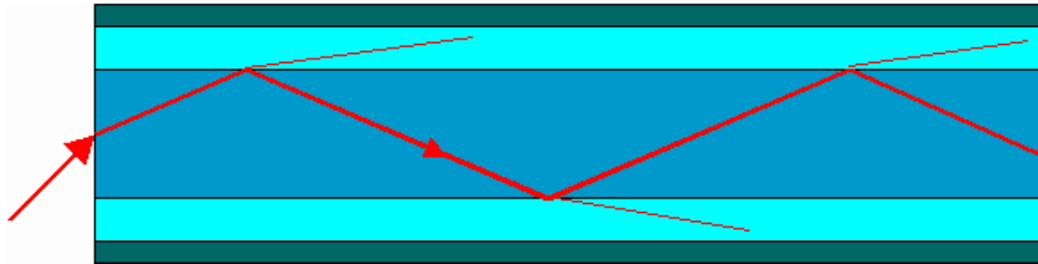
# Réflexion totale

Angle d'incidence  
limite

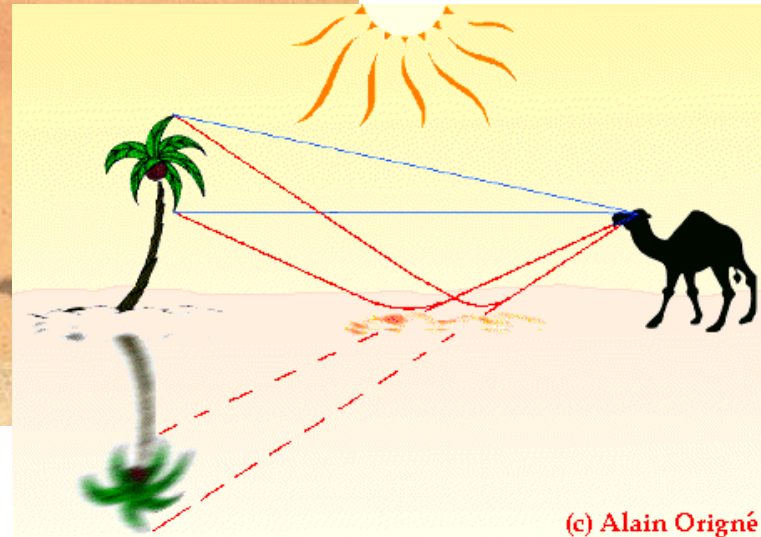
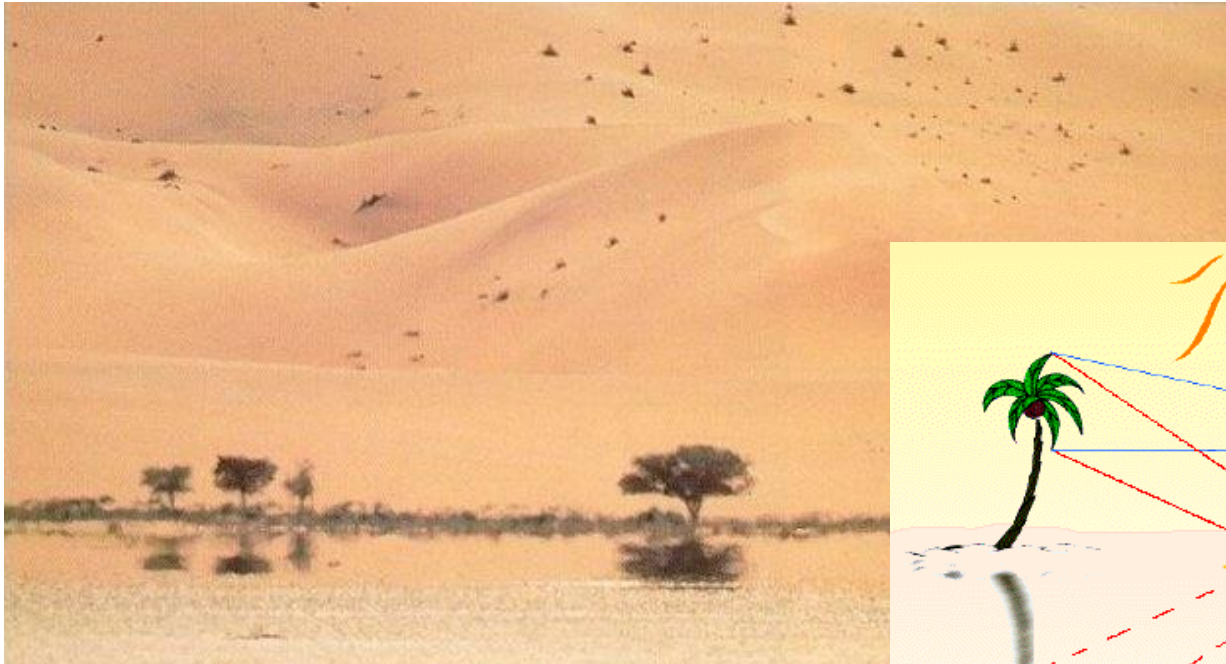
$$i_{1,\text{lim}} = \arcsin(n_2/n_1)$$



# Fibre optique



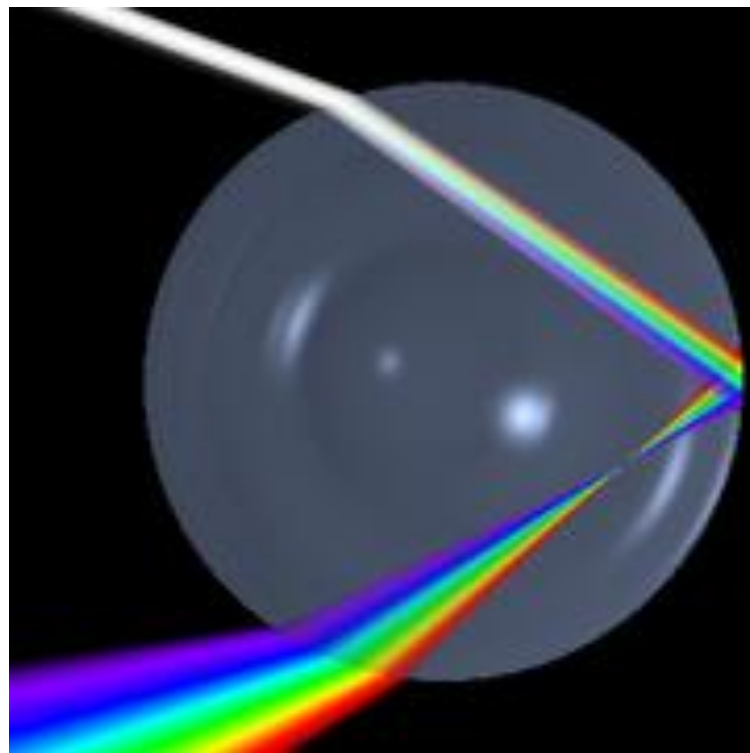
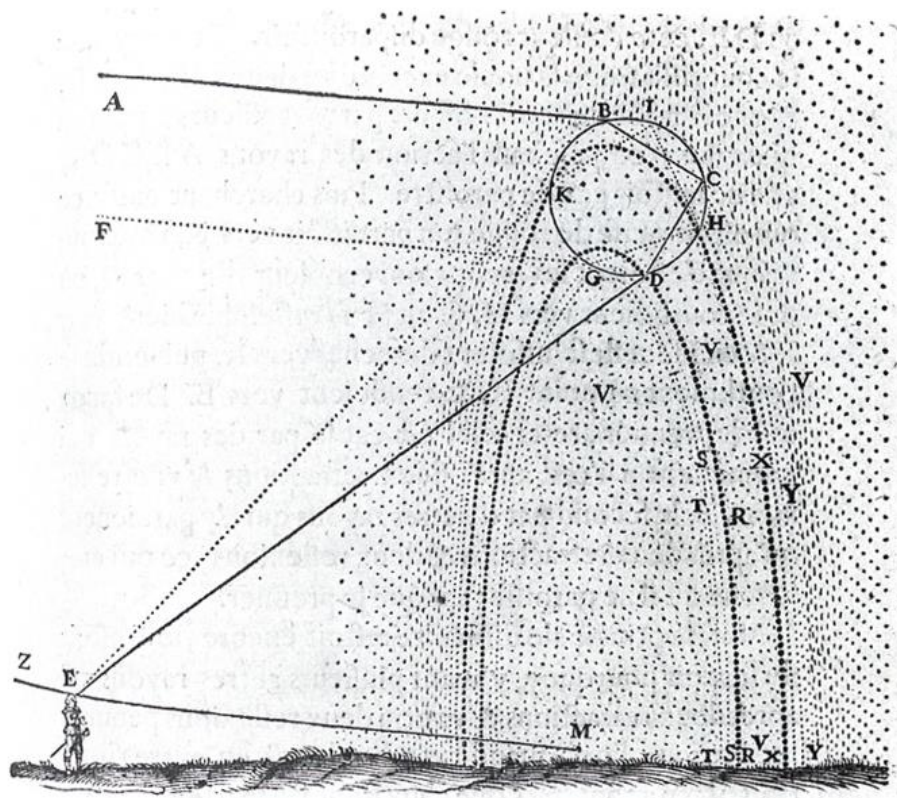
# Mirage





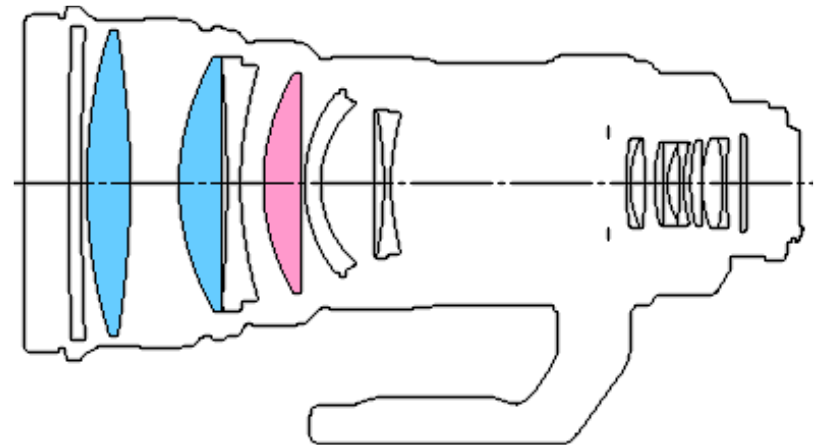
# Arc en ciel



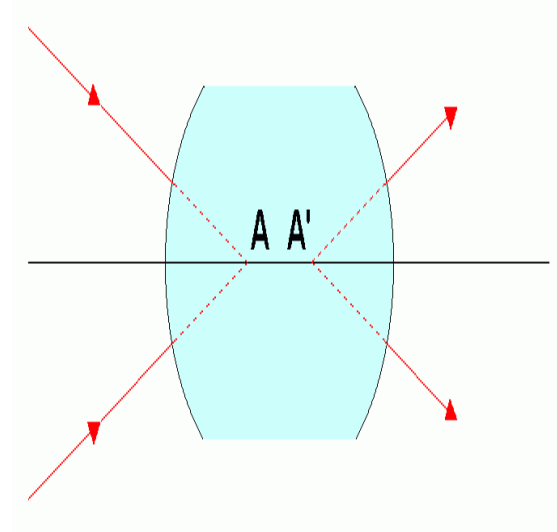
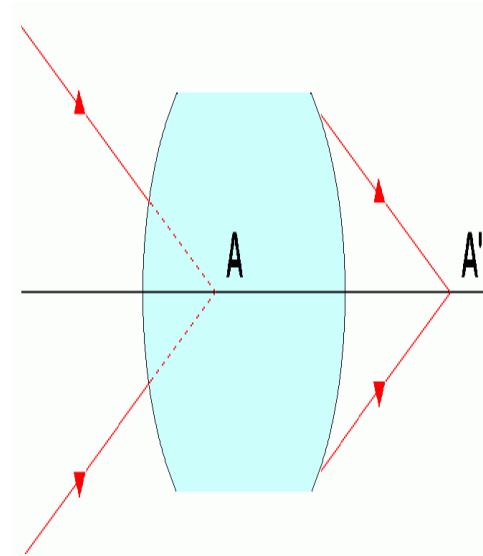
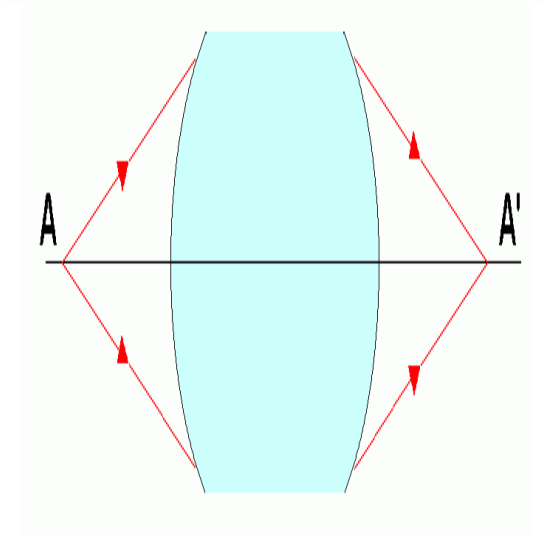
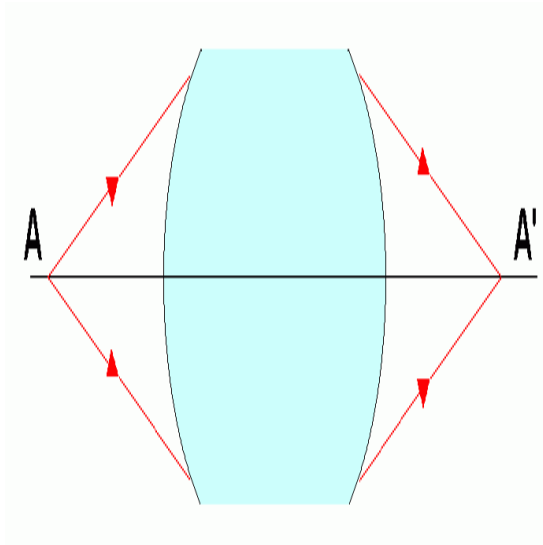


# Systèmes optiques centrés

- Un système optique est centré lorsqu'il présente un axe de symétrie de révolution  $\Delta$  définissant l'axe optique du système



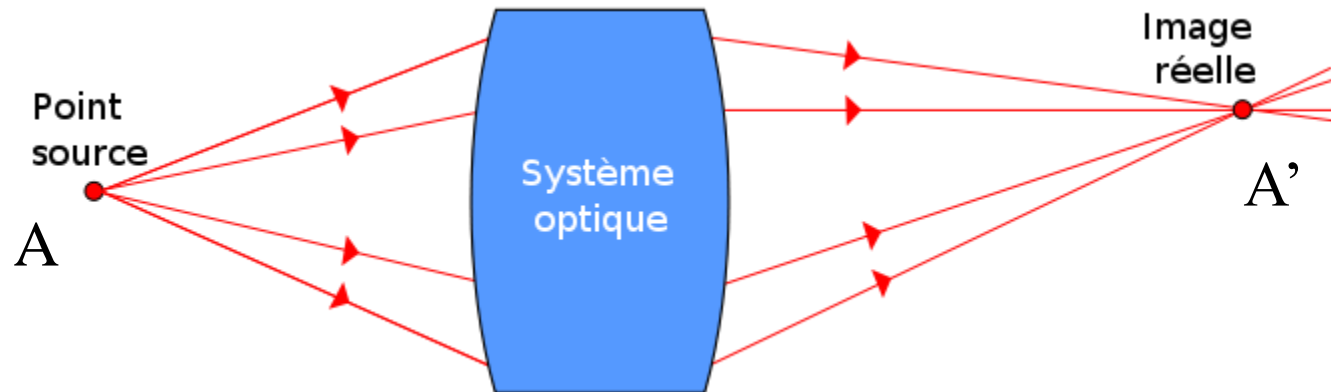
# Objet et image – réel et virtuel





# Stigmatisme rigoureux

- Tout système optique, qui à un point objet  $A$  associe une image conjuguée  $A'$  unique, est dit stigmatique pour le couple  $(A, A')$ .

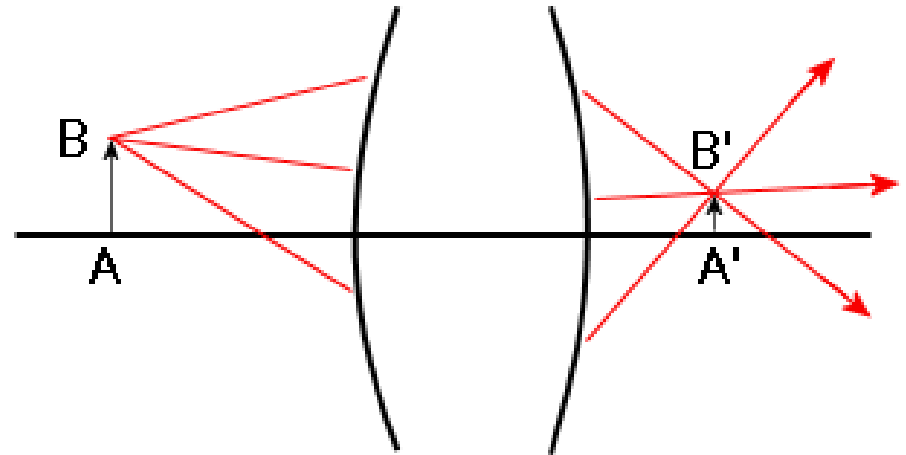


# Astigmatisme



# Aplanétisme

- l'image d'un objet perpendiculaire à l'axe optique est perpendiculaire à l'axe optique.

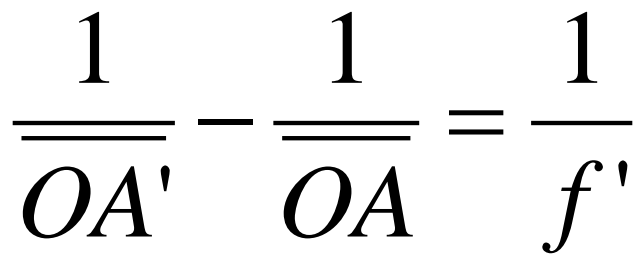


# Approximation de Gauss

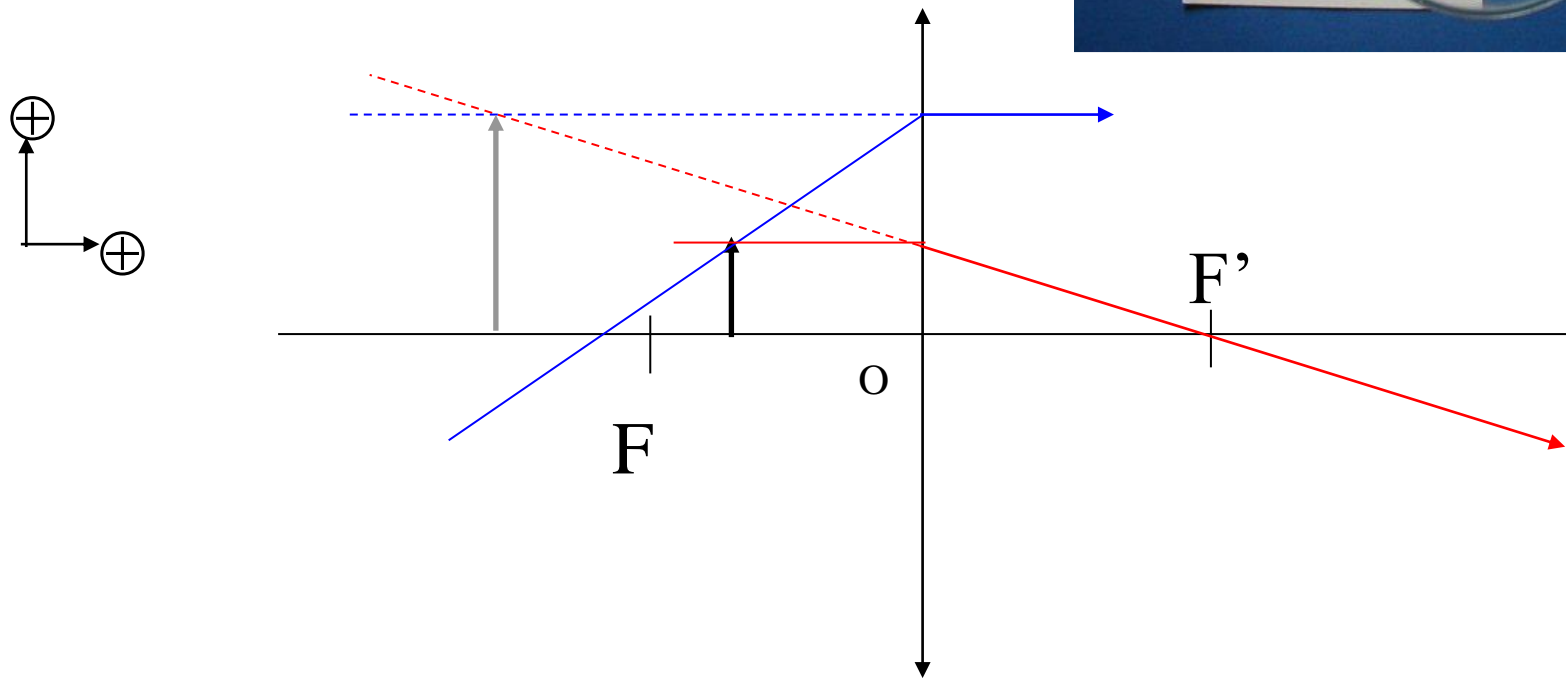


1795 - 1798

- si les rayons sont **peu inclinés** et **peu écartés** de l'axe optique (**rayons paraxiaux**), on se trouve alors dans le cadre des conditions de Gauss.
- Dans ces conditions, on peut souvent faire l'approximation d'un stigmatisme approché.

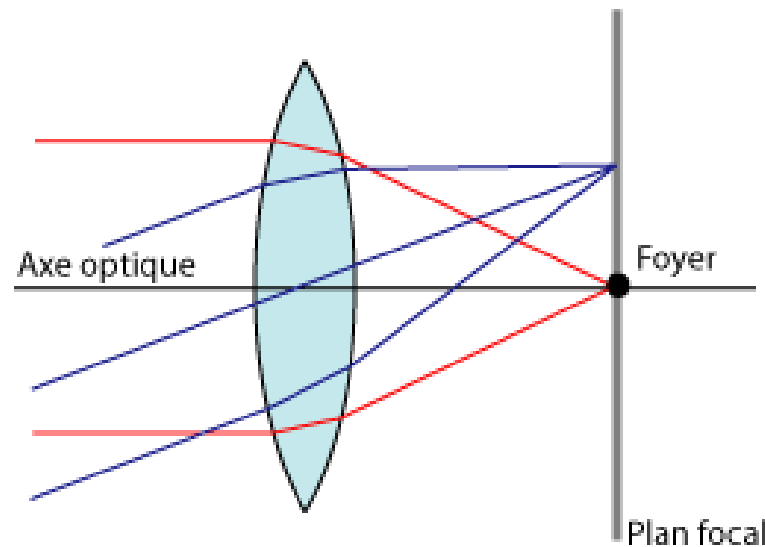


# La loupe

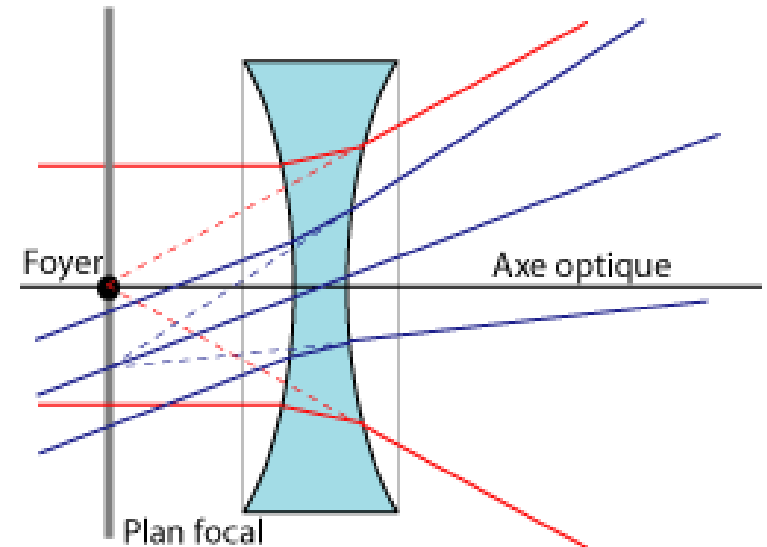


# Plans focaux - Foyers secondaires

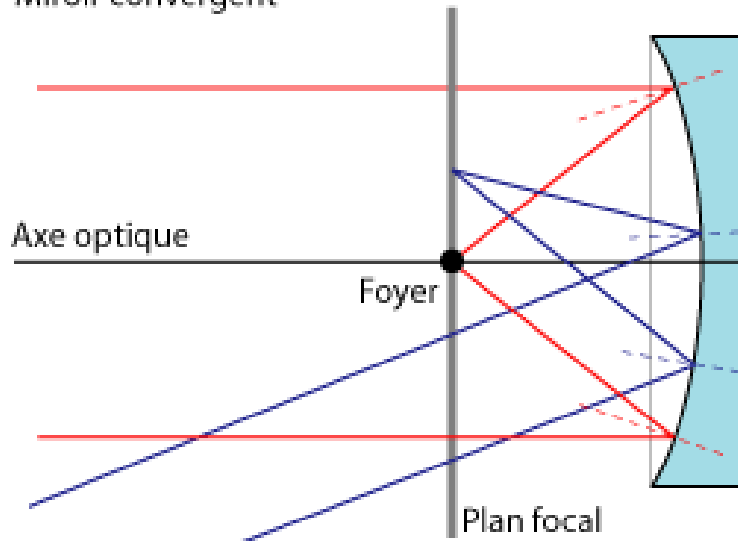
Lentille convergente



Lentille divergente

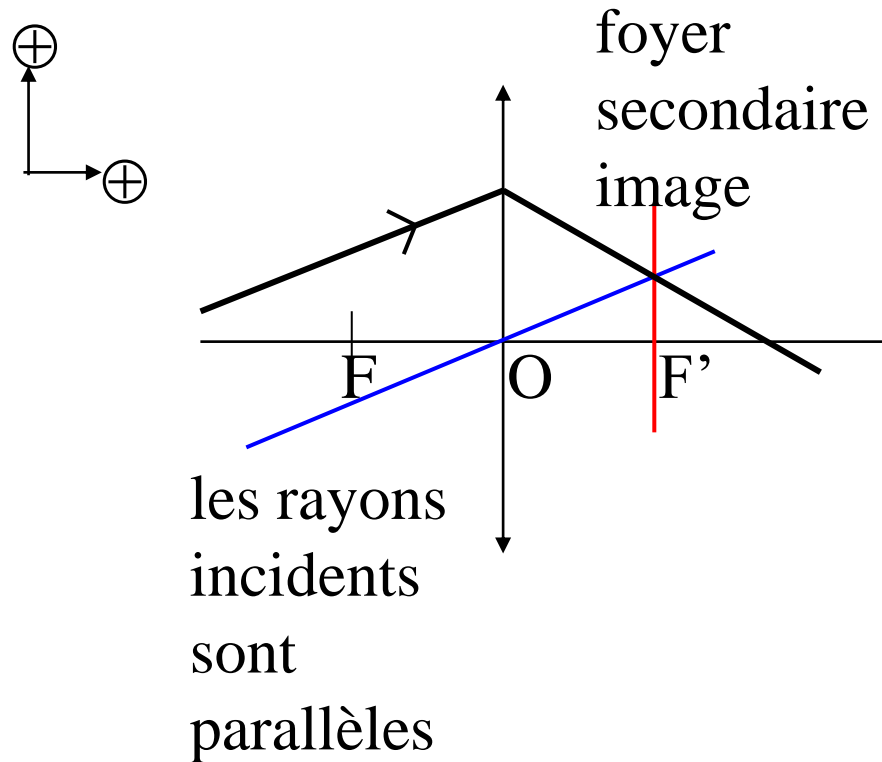


Miroir convergent





# Construction de rayons quelconques



# Instruments d'optique



# Compétences expérimentales

- Mesure de distances focales
- Distance minimale  $4f'$
- Réglage lunette – collimateur
- Réglage et utilisation Goniomètre



# Newton Vs Huygens



1642 - 1727  
aspect corpusculaire  
de la lumière

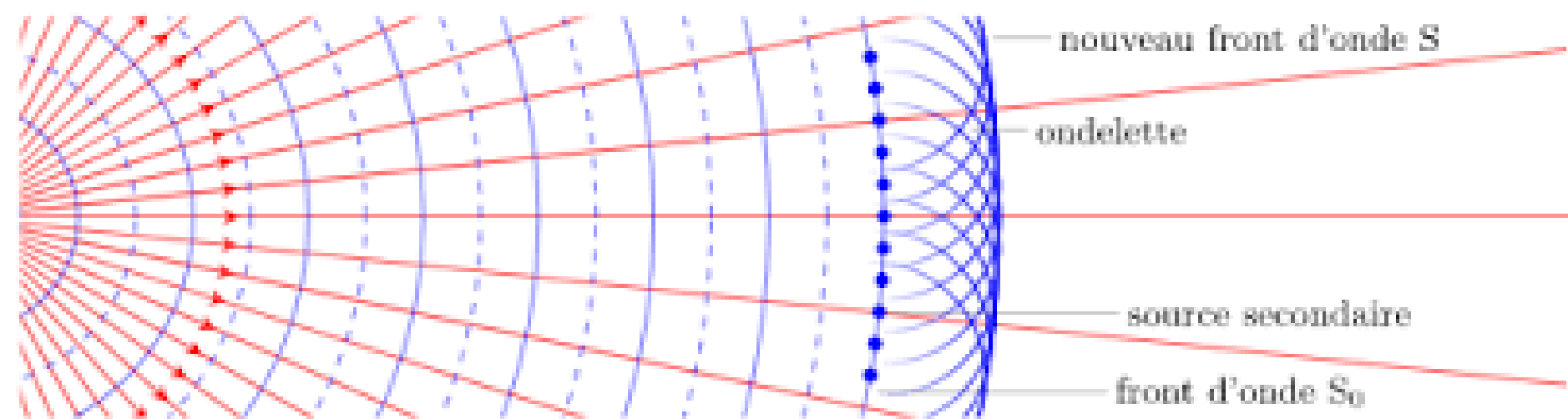


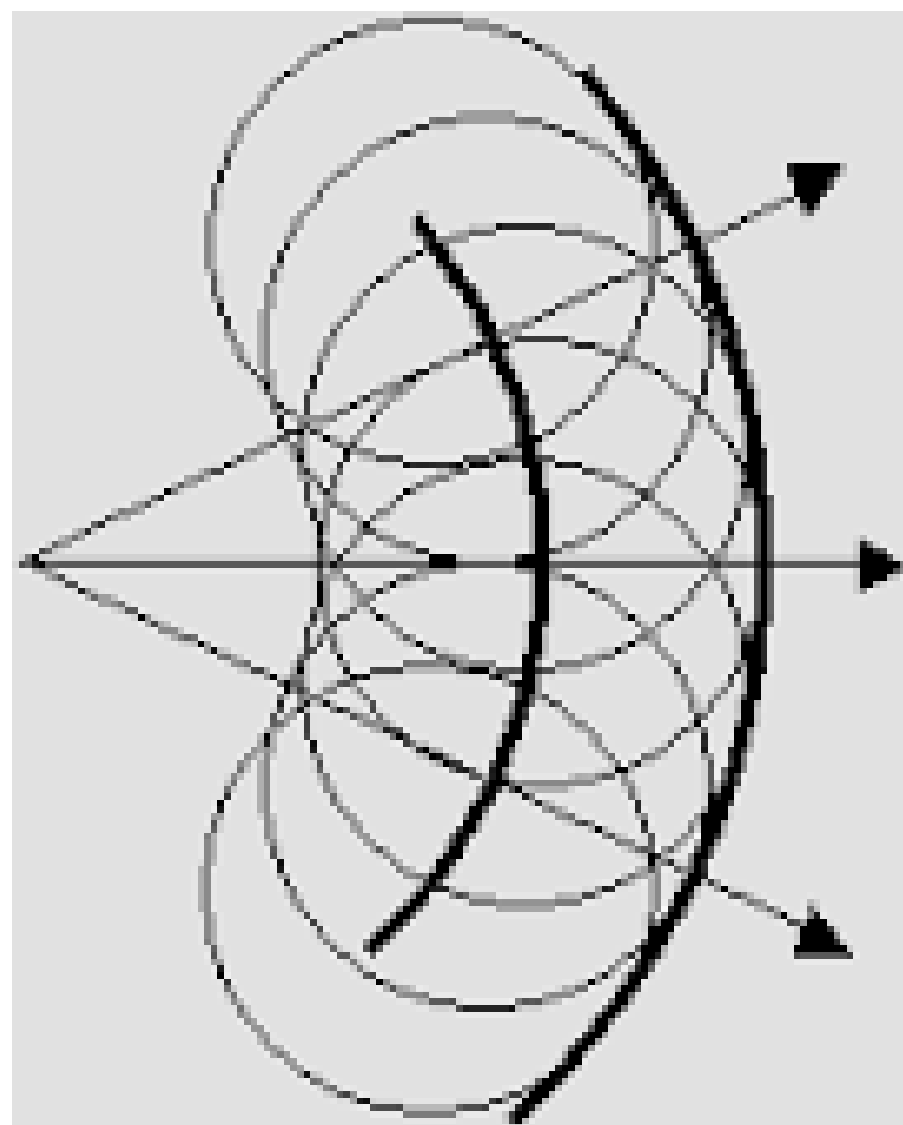
1629 - 1696  
aspect ondulatoire  
de la lumière

# Principe de Huyghens-Fresnel

- **Contribution de Huyghens (1678)**

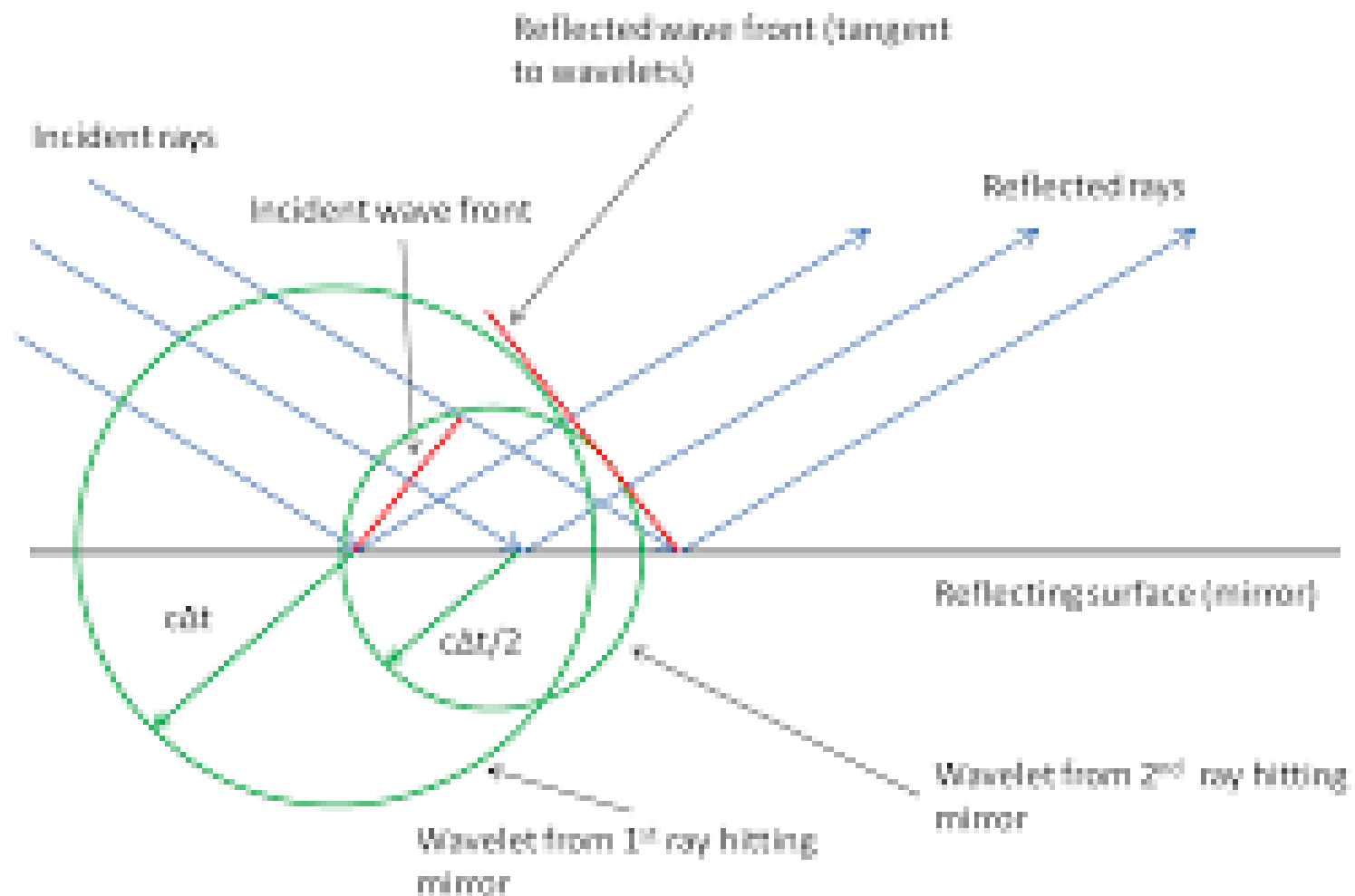
Lorsqu'une source ponctuelle  $S$  émet une onde, tout se passe comme si chaque point de la surface se comportait comme une source ponctuelle secondaire émettant des ondes sphériques. Ces ondes secondaires interfèrent entre elles et la nouvelle surface d'onde est l'enveloppe des surfaces d'onde secondaires.

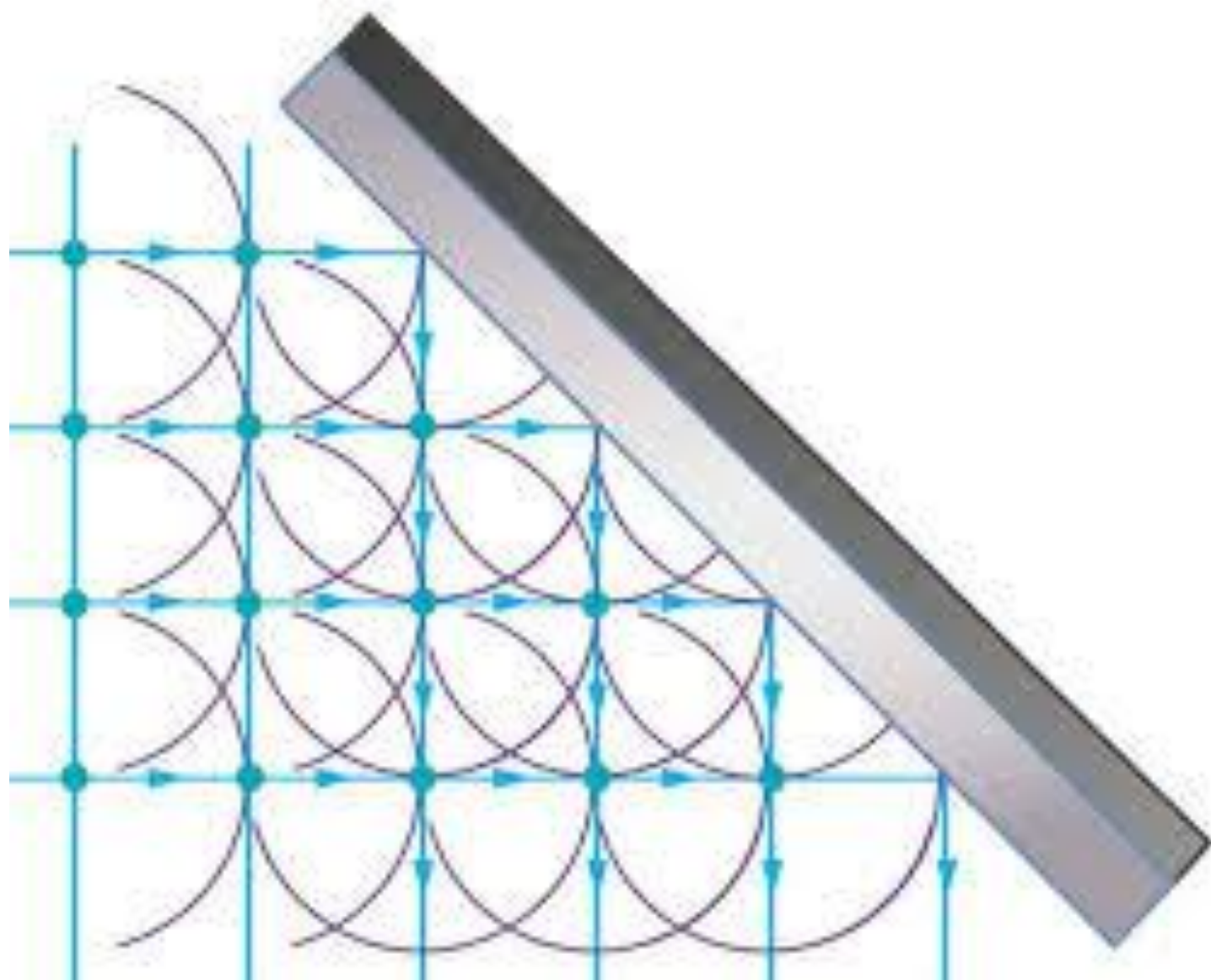




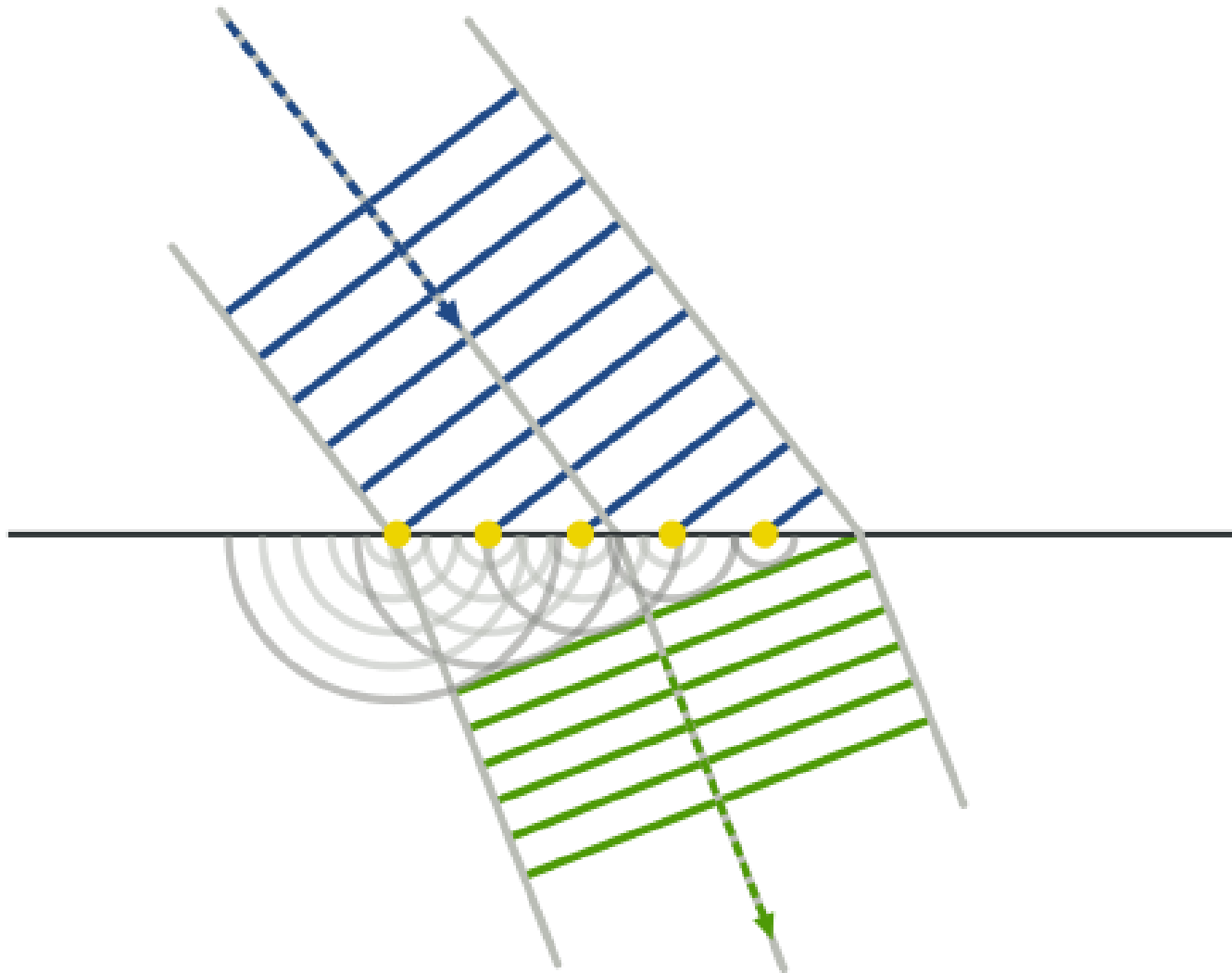


# Huygens' Principle for Reflection: Correct Way

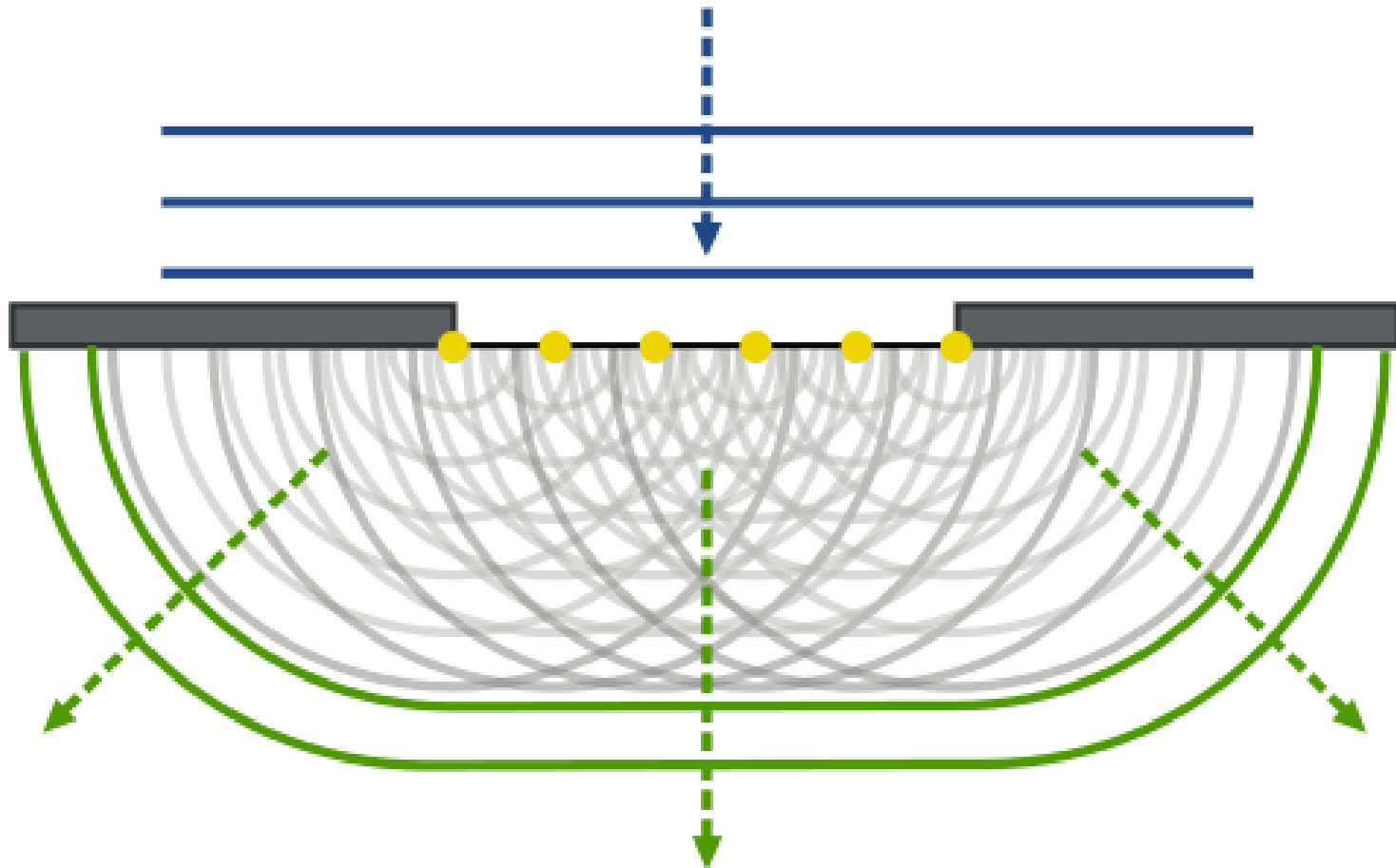




# Réfraction



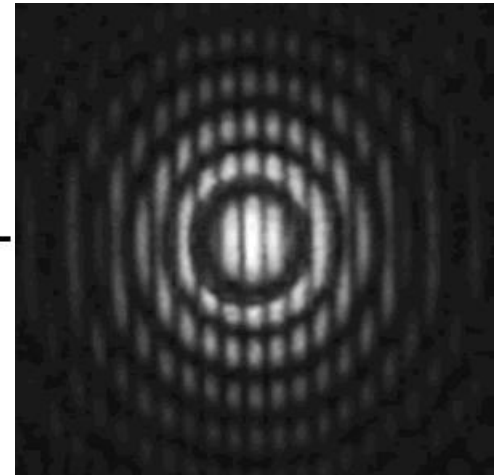
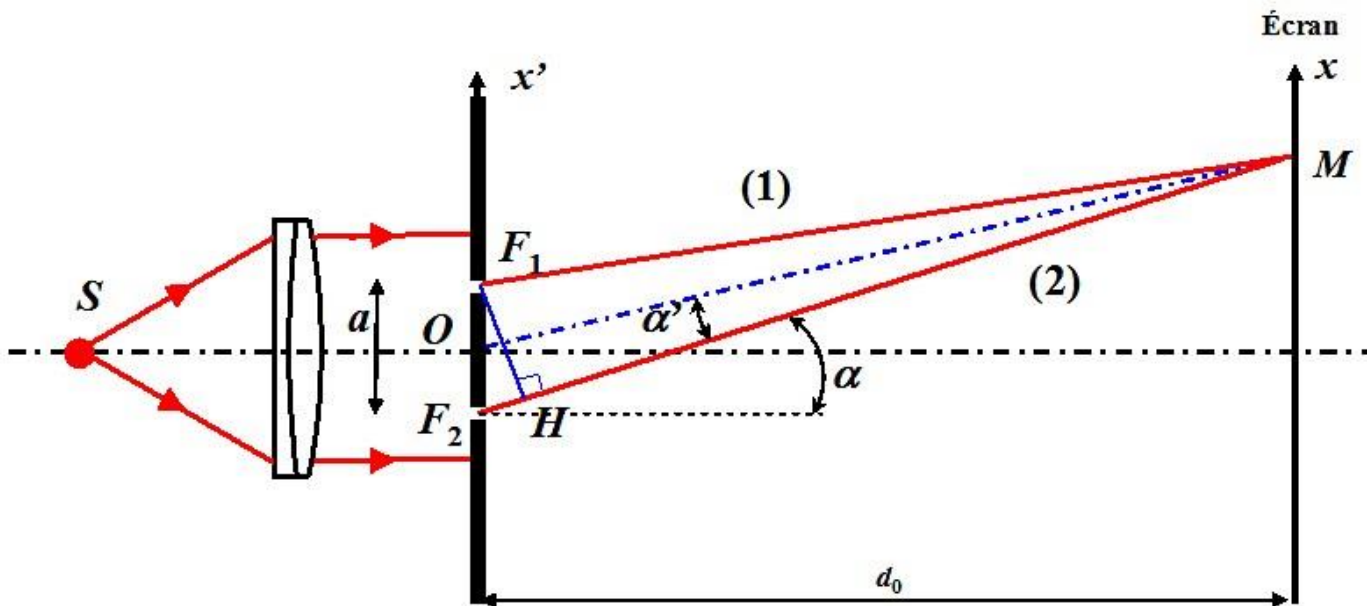
# Diffraction



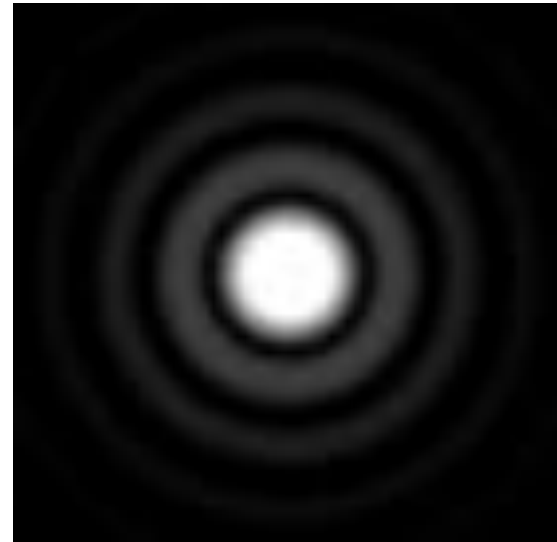
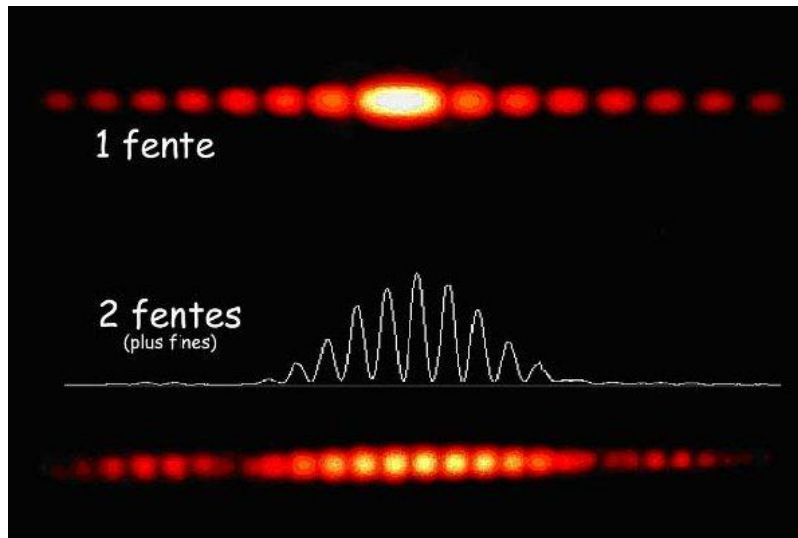
# Trous d'Young



1773 - 1829



# Diffraction et interférences



Tache d'Airy

- **Contribution de Fresnel (1820)**

1788 - 1827



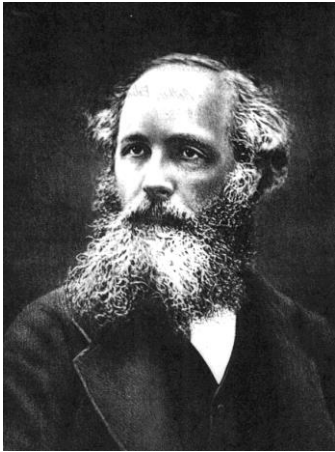
Tout point P de la surface d'onde d'une source primaire peut être considérée comme une source secondaire émettant une onde sphérique. L'amplitude de cette source secondaire est proportionnelle à celle de l'onde incidente en P et à la surface élémentaire  $dS$  entourant le point P. Les vibrations issues des différentes sources secondaires interfèrent entre elles. En un point M, l'amplitude est donnée par:

$$A(M) = \iint_S A(P) \frac{\exp(-i\vec{k}\vec{r})}{r} K(P) dS$$

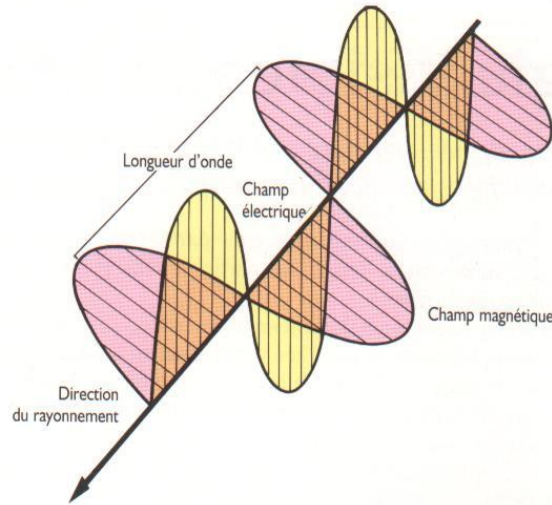


Le cours d'optique ondulatoire est une base  
pour les cours suivants :

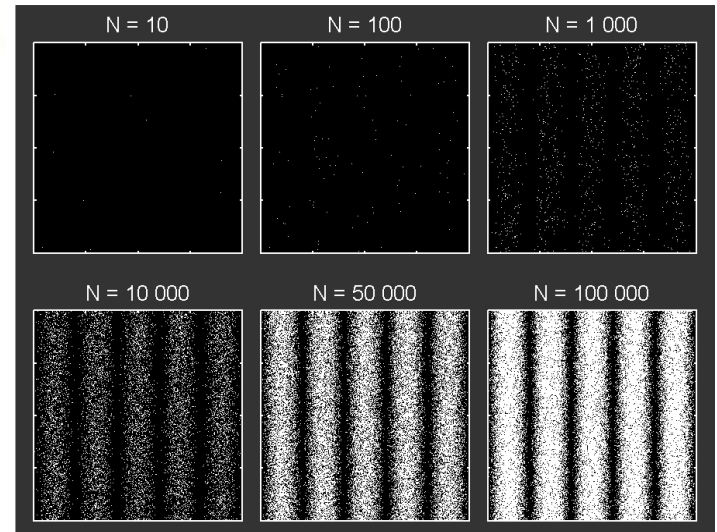
Electromagnétisme (équations de Maxwell)



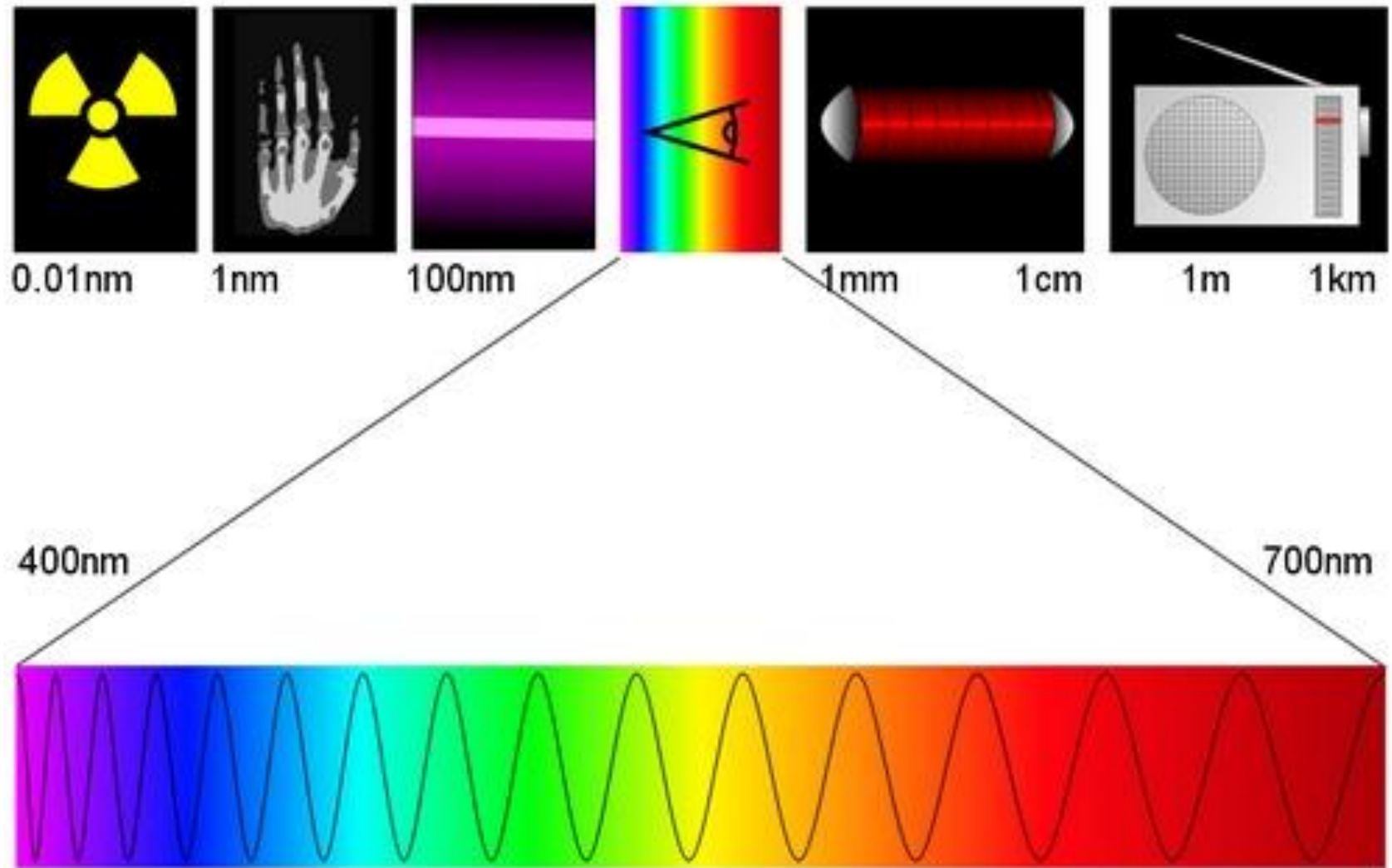
1831 - 1879



et mécanique quantique

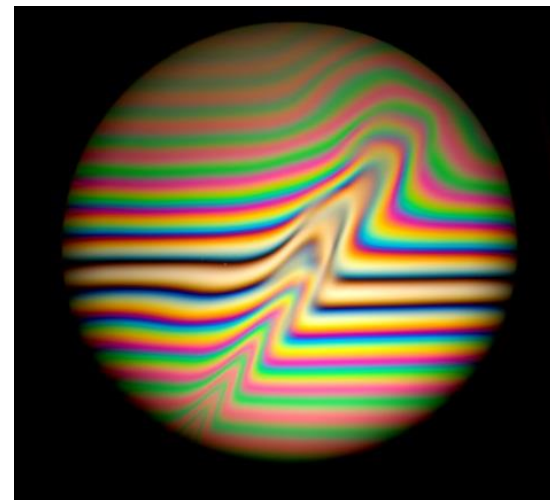


# Spectre électromagnétique



# Conclusion

- Optique géométrique :
  - Rayon lumineux
  - Indice de réfraction
- Optique ondulatoire :
  - Idem +
  - Phase
  - Energie transportée.



# Applications

Recherche, industrie,  
médecine,  
vie quotidienne...

