



Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

# Diffraction de la lumière



Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

1

Intensité diffractée



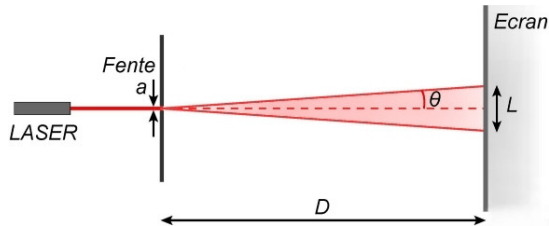
## Intensité diffractée à travers une fente

Diffraction  
de la lumière

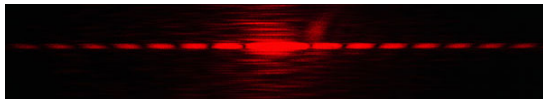
Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

Une fente de largeur  $a$  est éclairée par une lumière monochromatique. On observe la lumière diffractée dans la direction  $\theta$  :



En pratique on observe la figure de diffraction sur un écran situé à une distance  $D \gg a$  ou bien dans le plan focal image d'une lentille convergente (montage de Fraunhofer)

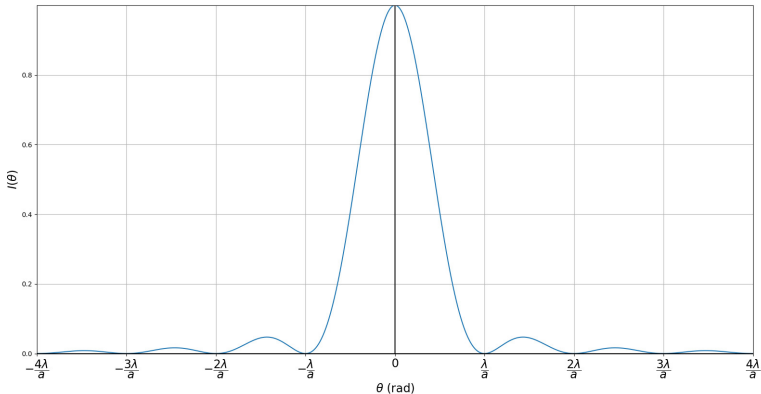




## Diffraction de la lumière

### Intensité diffractée

### Diffraction et formation des images



L'essentiel de l'énergie lumineuse est se trouve dans la tache centrale de diffraction de largeur :

$$\sin \theta \approx \theta = \frac{\lambda}{a}$$



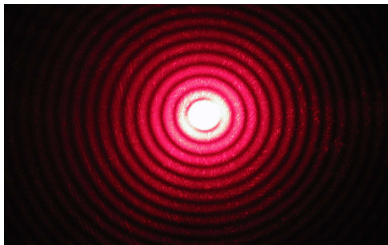
## Intensité diffractée à travers une ouverture circulaire

Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

Une ouverture circulaire de diamètre  $a$  est éclairée par une lumière monochromatique. On observe la lumière diffractée dans la direction  $\theta$  :



L'essentiel de l'énergie lumineuse est se trouve dans la tache centrale de diffraction (tache d'Airy) de largeur :

$$\sin \theta \approx \theta = \frac{1,22\lambda}{a}$$



Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

2

Diffraction et formation des images



## Position du problème

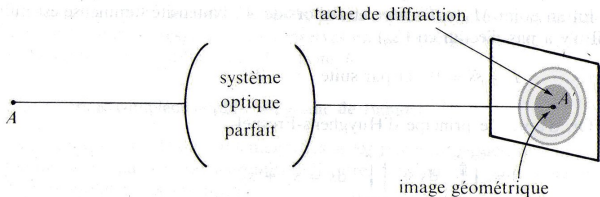
Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

Le rôle de la plupart des instruments d'optique (microscope, objectif d'appareil photo, télescope ...) est de former des images. Du point de vue de l'optique géométrique, un instrument « parfait », c'est-à-dire exempt d'aberrations fait correspondre un point image à chaque point objet .

En réalité, lors de leur cheminement à travers l'instrument, les faisceaux lumineux sont diaphragmés par les montures des lentilles et donc diffractés. L'image d'un point source par un instrument dépourvu d'aberration n'est donc pas un point image mais une tache de diffraction.





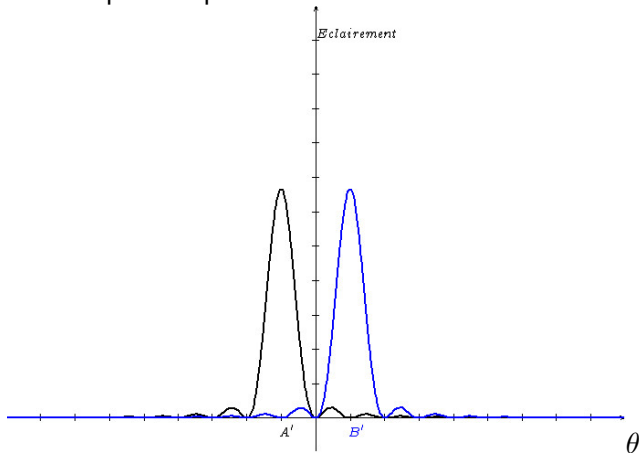
## Pouvoir de résolution

Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

Deux objets ponctuels (sources monochromatiques de même longueur d'onde) A et B sont observés avec un instrument d'optique quelconque. Les images A' et B' de A et B à travers cet instrument ne sont pas des points mais des taches de diffraction.







## Diffraction de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

Ainsi, deux points objets rapprochés peuvent donner deux images trop proches pour être distinguées si la distance entre ces images est du même ordre de grandeur que la taille de la tache de diffraction.

On appelle **pourvoir de résolution** l'écart minimal (angle ou distance) entre deux points objets permettant de les distinguer avec l'instrument d'optique considéré.



## Critère de Rayleigh

Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

Quantitativement pour déterminer la résolution d'un système optique, on utilise le « critère de Rayleigh » :

Pour pouvoir être résolu, un doublet de deux taches d'Airy centrées en  $A'$  et  $B'$ , doit avoir un écart supérieur à une valeur limite. La valeur limite de l'écart entre les deux taches correspond à la situation où le maximum de la tache  $A'$  se trouve au niveau du premier minimum de la tache  $B'$ .



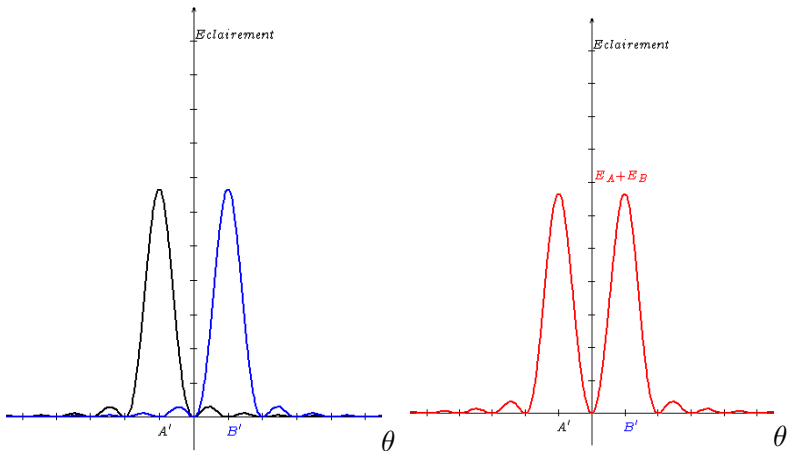
## Exemples de situations

Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

Si les étoiles sont suffisamment éloignées...



Éclairements de  $A$  et  $B$  séparés

Éclairements résultant

... le système optique permet de séparer les deux étoiles

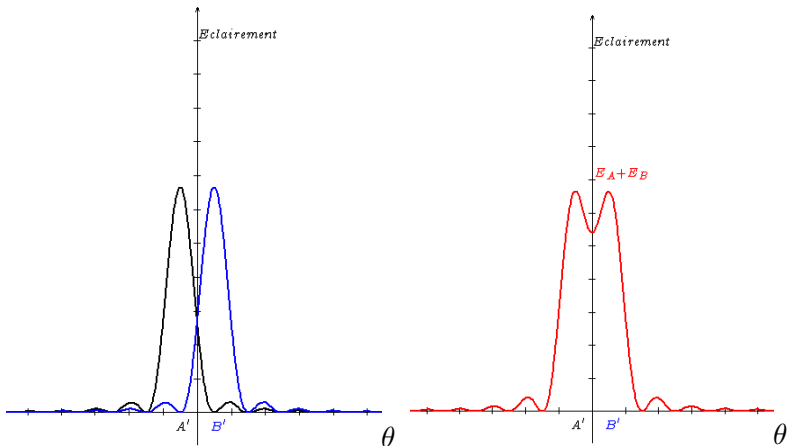


Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

Les étoiles sont maintenant plus proches l'une de l'autre...



Éclairissements de  $A$  et  $B$  séparés

Éclairissements résultant

...on atteint la limite de résolution du système optique.

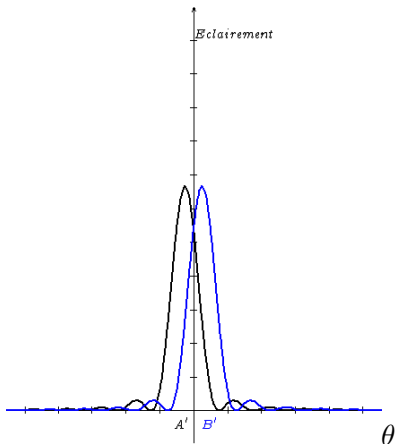


Diffraction  
de la lumière

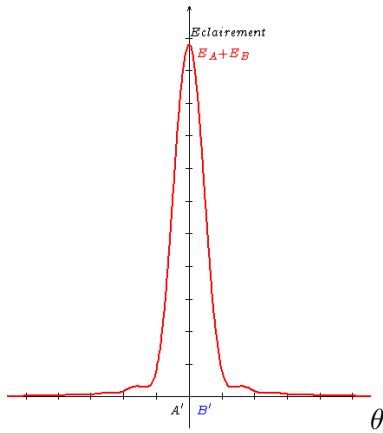
Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

Si les étoiles sont encore plus rapprochées...



Éclairissements de  $A$  et  $B$  séparés



Éclairissements résultant

...alors on ne peut plus les distinguer séparément.



## Observer l'Univers lointain

Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images



L'image du télescope Webb de l'amas de galaxies SMACS 0723 comprend des milliers de galaxies, y compris les objets les plus faibles jamais observés dans l'infrarouge. (Crédits : NASA, ESA, ASC et STScI)

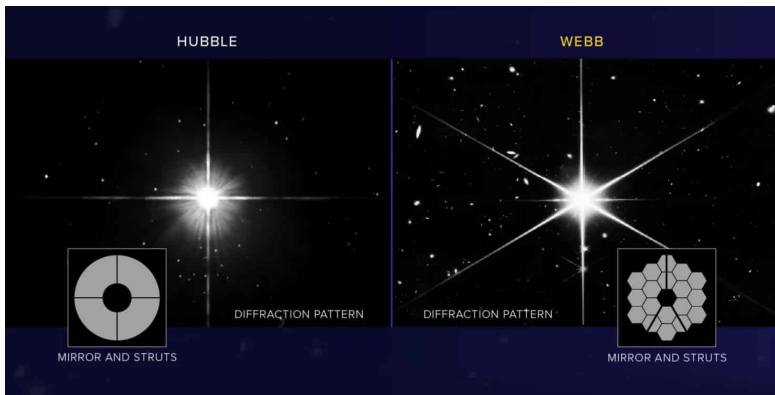


Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images

Le miroir primaire d'un télescope (qui collecte la lumière) et le miroir secondaire sont maintenus à une distance fixe par des entretoises qui ont pour effet de diffracter fortement la lumière. Les figures de diffraction observées dépendent donc de la constitution du télescope.





Diffraction  
de la lumière

Intensité  
diffractée

Diffraction et  
formation  
des images







## Diffraction de la lumière

Intensité diffractée

Diffraction et formation des images

