

**Augustin Fresnel**

1788-1827

À partir de 1815, Augustin Fresnel met au point diverses expériences sur la diffraction de la lumière. En 1819, il présente à l'Académie des sciences un mémoire portant sur les interférences lumineuses, sur la polarisation de la lumière et la nature ondulatoire de la lumière. Ce mémoire lui a valu le prix de l'Académie.

Augustin Fresnel

Les premières expériences

Dans ses premières expériences, Fresnel étudie les ombres. Il pratique une petite ouverture dans une feuille d'étain pour obtenir une source ponctuelle de lumière et un corps opaque qui fait obstacle à la lumière

On remarque que les ombres des corps, au lieu d'être terminées nettement, sont bordées à l'extérieur de franges de diverses nuances et de différentes largeurs.

Si le corps opaque est suffisamment étroit, quoique moins que le point lumineux et que l'on reçoive l'ombre à une distance assez considérable, on verra dans son intérieur des bandes obscures et brillantes qui la partagent en intervalles égaux, et qui sont colorées comme les premières.

Il utilise une lentille pour concentrer la lumière qui pénètre par ce trou. Les observations doivent cependant être très rapides à cause du mouvement du Soleil, ce qui ne facilite pas la prise de mesures. À la suggestion d'Arago, il utilise une lentille très convexe et un miroir qui envoie les rayons solaires sur cette lentille, mais dès qu'il éloigne le corps opaque à plus de 50 cm de la source lumineuse, les franges deviennent moins nettes.

N'ayant pas à ma disposition, pendant mes premiers essais de lentille plus forte, j'eus recours à un globule de miel que je déposai sur une feuille de cuivre.

Pour faciliter l'analyse en se concentrant sur une seule série de franges, il masque un des côtés du fil de fer. À sa stupéfaction, toutes les franges disparaissent. Une seule conclusion s'impose :

Le concours des rayons qui arrivent des deux côtés du fil est nécessaire à la production des franges.

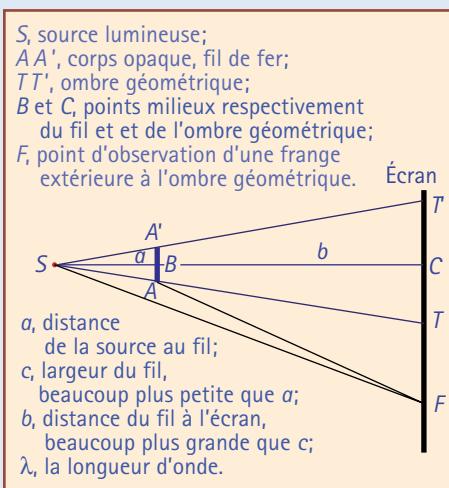
Fresnel prend de multiples mesures lors de ses expériences, en faisant varier les éléments du montage, la distance de la source au corps opaque, et du corps opaque à l'écran. Il mesure également la largeur des franges et la distance de celles-ci à l'ombre géométrique.

Dans sa première approche pour décrire ce phénomène, il considère seulement deux rayons, soit SF , celui passant directement de la source S au point d'observation et AF , celui issu du bord A du corps opaque. Il obtient une figure comme la suivante qui cependant n'est pas à l'échelle.



Le trait noir représente la limite de l'ombre géométrique obtenue par l'intersection avec l'écran des droites partant de la source et passant par le bord du corps opaque.

Source
Corps opaque
Écran
Limite géométrique



En posant $x = FT$, la différence d des trajets suivis par ces rayons pour parvenir en F est alors $d = SA + AF - SF$. Cette différence doit être un multiple de la longueur d'onde pour avoir une interférence constructive qui donne une frange brillante, c'est-à-dire $d = n\lambda$, où λ est la longueur d'onde et n un entier positif.

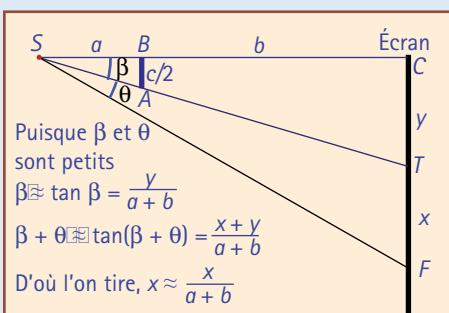
Pour avoir une interférence destructive qui donne une frange sombre, on doit avoir $d = (2n + 1)\lambda/2$.

En considérant le point d'observation F d'une bande extérieure, et en adoptant quelques approximations, il montre que pour les franges brillantes,

$$x = \sqrt{\frac{2n\lambda b(a+b)}{a}}$$

pour les franges obscures,

$$x = \sqrt{\frac{(2+1)n\lambda b(a+b)}{a}}$$

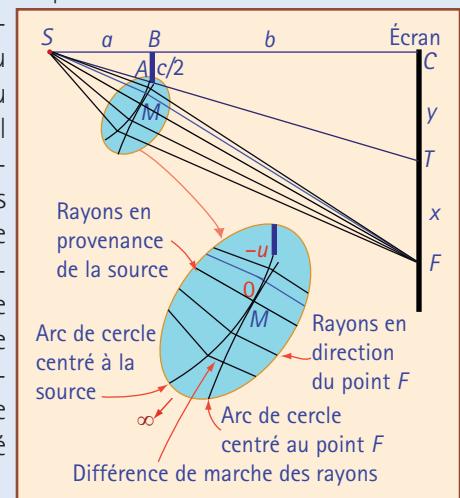


Il répète l'expérience en faisant varier a et b et constate que les franges extérieures sont disposées selon des courbes,

respectant la condition $SF - SA = AF - d$, qui décrit une famille d'hyperbole. Grâce à la précision de ses mesures, il remarque cependant que sa description n'est pas entièrement satisfaisante. Il utilise alors le principe de Huygens, qu'il énonce :

Les vibrations d'une onde lumineuse dans chacun de ses points, peuvent être regardées comme la résultante des mouvements élémentaires qu'y enverraient au même instant, en agissant isolément, toutes les parties de cette onde considérée dans l'une quelconque de ses positions antérieures.

Avec cette nouvelle approche, il ne peut considérer seulement la différence de marche du rayon issu de la source, SF , et celui issu du bord A du corps opaque. Il doit calculer la somme des différences de marche de tous les trajets passant par un point de l'arc de cercle centré à la source et de rayon SA pour se rendre au point d'observation F . Cette différence de marche, est le petit segment entre l'arc de cercle centré à la source et celui centré au point d'observation F .



La somme des différences de marche donne une grandeur proportionnelle à l'intensité. C'est dans le calcul de cette intensité qu'apparaissent les intégrales de Fresnel, soit

$$\int_0^\infty \cos(v^2) dv = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2}};$$

$$\int_0^\infty \sin(v^2) dv = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2}}.$$

Dans sa démarche, Fresnel a réalisé des expériences sur les interférences, tout comme Young, mais il a de plus pris des mesures précises et a utilisé les mathématiques pour décrire ces mesures et fonder une théorie qui permet de faire des prévisions et des vérifications expérimentales.