

Information du lecteur



Le document ci-après est la transcription (par l'auteur de l'analyse, James Lequeux) du manuscrit de Fizeau (écrit au crayon et difficile à lire, non reproduit ici) : « *Sur un moyen de déduire les diamètres des étoiles de certains phénomènes d'interférence* » (1851), Académie des sciences-Institut de France, Fonds 64 J Hippolyte Fizeau, dossier 9.01. Le dossier contient ce manuscrit, et quelques calculs et images.

(ci-contre, Hippolyte Fizeau, photo par Eugène Pirou, image Gallica)

22 juin 1851 (important)

Application des phénomènes d'interférence à la mesure des angles très petits tels que les angles soutendus par les rayons partis des deux bords opposés des étoiles – (diamètre des étoiles)

Dans les télescopes et les lunettes, les images des étoiles ont toujours un diamètre sensible tout à fait accidentel et qui est dû à l'imperfection des miroirs et des lentilles qui ne réunissent pas exactement au même point les rayons parallèles¹ ; cette circonstance s'oppose à ce que l'on puisse apprécier et mesurer les diamètres très petits que doivent présenter les images des étoiles. Car si le diamètre réel est notablement plus petit que le diamètre apparent accidentel, dû à l'imperfection de l'instrument, ce diamètre réel pourrait décroître indéfiniment sans que le diamètre apparent subisse le moindre changement. Les diamètres des étoiles paraissent être dans ce cas, leur grandeur réelle est tout à fait insensible dans les meilleurs instruments.

Il me semble que les phénomènes d'interférence peuvent conduire à quelque chose de nouveau sur ce sujet en permettant d'apprécier des angles beaucoup plus petits que ceux que l'on observe au foyer des lunettes.

Dans la plus part [*sic*] des circonstances où l'on met en évidence l'influence mutuelle des rayons, telles que la disposition des miroirs de Fresnel, celle des fentes d'Young soit seules soit jointes à une lentille convergente comme je l'ai indiqué il y a plusieurs années, on remarque que la source de lumière doit avoir des dimensions très petites pour que les franges se produisent.

La dimension de la source de lumière est en rapport avec la largeur des franges que l'on produit et pour chaque largeur particulière il y a une grandeur limite de la source que l'on ne peut pas dépasser sans troubler et détruire les franges ; ce phénomène s'explique très bien par la superposition des différents systèmes de franges produits par chaque point de la source lumineuse. Je ne fais que rappeler ici la présence de cette explication sans essayer de la donner d'une manière complète. Il m'a toujours paru très frappant de reconnaître par l'inspection des franges si la source de lumière avait un diamètre de $1/20$, de $1/50$ ou de $1/100$ de millimètre et d'apprécier ainsi les angles très petits soutendus par les rayons partis des deux bords opposés. Ces angles sont souvent de $20''$, $10''$ et même $1''$.

En plaçant deux fentes devant l'objectif d'une lunette de 80 cm de foyer et en regardant l'image de la ligne lumineuse formée au foyer d'une lentille cylindrique je pourrais distinguer à l'inspection des franges si la source lumineuse soutendait un angle supérieur à $2''$ ou même $1''$, tandis qu'en observant avec la lunette elle-même l'image de la source des angles 10 fois plus grands se confondaient sensiblement avec

1. [note JL] En réalité, l'étalement des images stellaires est surtout dû à l'effet de la turbulence atmosphérique, car il existe aussi avec des lunettes et télescopes de haute qualité optique. Fizeau, qui n'était pas astronome, paraît l'ignorer.

ces petits angles, l'image conservant sensiblement le même diamètre malgré la variation de la grandeur de la source.

Cette remarque conduit à penser que l'on peut produire des franges d'interférence avec la lumière des étoiles dans des conditions telles que la source lumineuse ne devrait soutenir qu'un angle inférieur à 1'' ou à 1/10'' pour que les franges soient sensibles. On pourrait décider si une étoile donnée a réellement un diamètre de cet ordre de grandeur bien qu'une lunette ne puisse pas permettre d'apprécier d'aussi petits diamètres qui tous donnent lieu à des images de même grandeur.

Je suppose que le diamètre angulaire de la source étant égal à celui d'une frange (frange centrale) les franges doivent être invisibles pour tous les diamètres plus grands et les franges nettes pour les diamètres plus petits. [*en marge* : il doit être double d'après l'expérience].

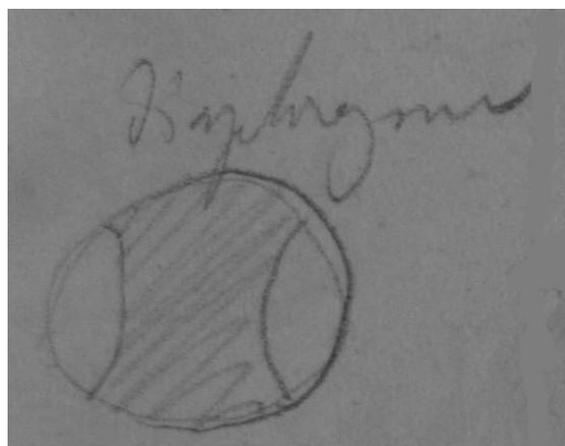
Je suppose donc une lunette suivie d'un appareil destiné à produire des franges dans les conditions où ces franges devraient disparaître pour un diamètre de la source supérieur à 1''. En dirigeant l'instrument sur les différentes étoiles on pourrait décider immédiatement quelles sont celles dont le diamètre angulaire est supérieur à 1'' et s'il en existe de semblables. Pour celles-là en effet les franges ne se produiraient pas, pour toutes les autres au contraire quelque petit que soit leur diamètre les franges seraient visibles.

L'appareil étant disposé de manière à cesser d'obtenir des franges pour un diamètre de 1/10'' on pourrait reconnaître toutes les étoiles dont le diamètre serait supérieur ou inférieur à cette nouvelle limite.

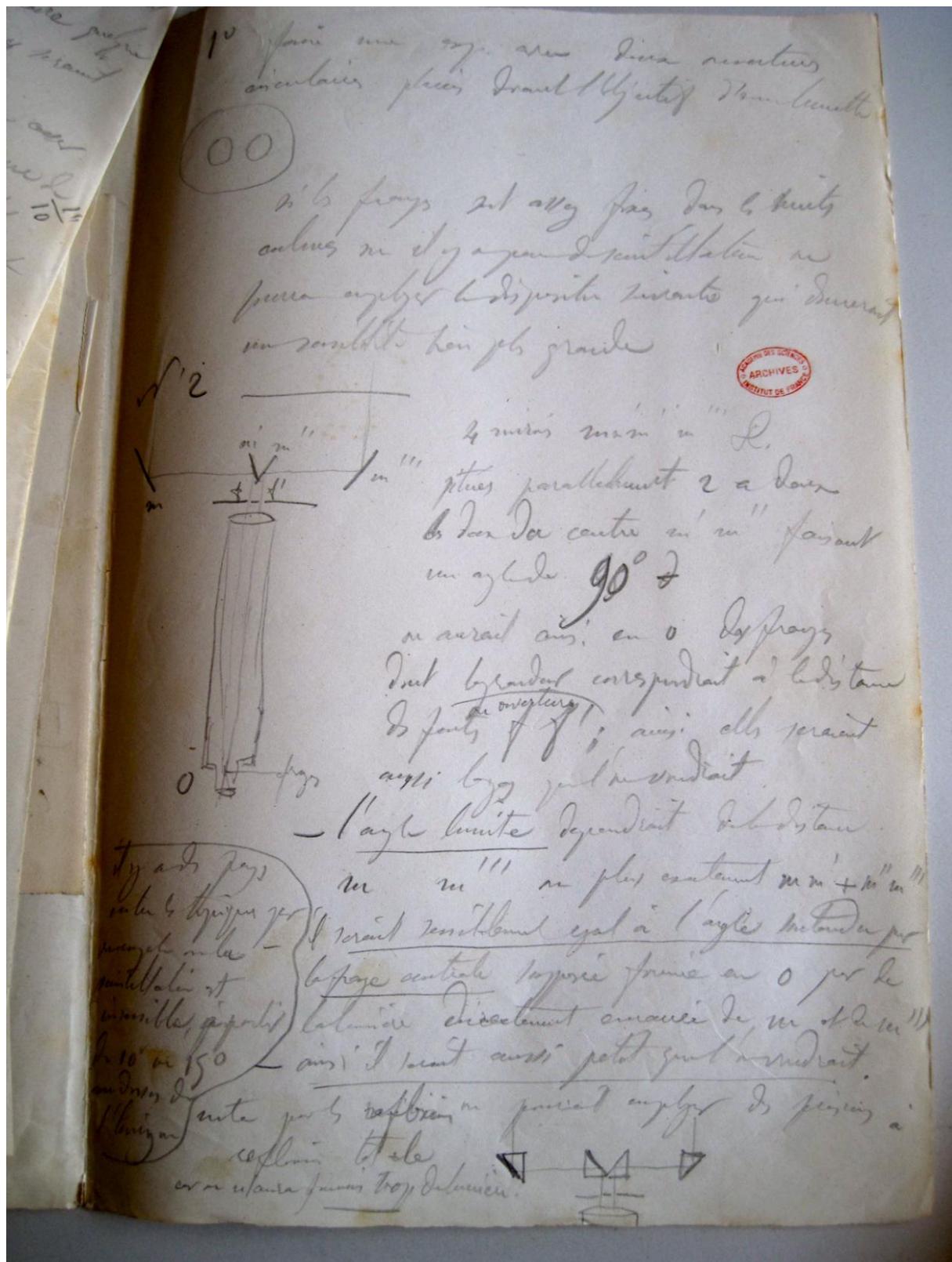
En variant ainsi la limite on pourrait apprécier avec une certaine exactitude ces petits angles qu'il ne paraît pas possible de mesurer avec les instruments connus.

Pour des points lumineux placés à la surface de la terre ou à une faible distance le succès de cette méthode n'est pas douteux ; pour les étoiles il est bien à craindre que les changements de densité, de température, d'humidité que la scintillation révèle dans les couches d'air même les voisines ne s'opposent à la production de franges assez nettes et invariables pour ce genre d'observations, cependant il faut faire des essais, la chose en vaut la peine.

1° Faire une expérience avec deux ouvertures circulaires placées devant l'objectif d'une lunette. [*Fizeau accompagne cette phrase du petit dessin suivant, en marge, avec l'indication « forme la plus avantageuse »*]



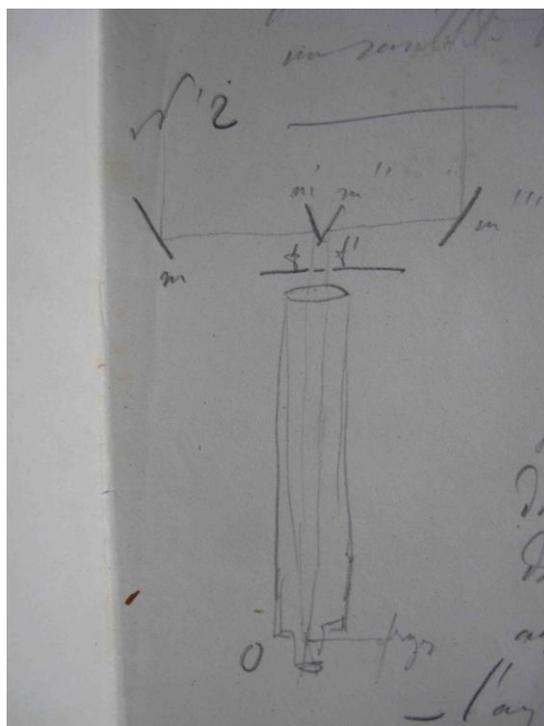
Si les franges sont assez fixes dans les nuits calmes ou s'il y a peu de scintillations on pourra employer la disposition suivante qui donnerait une sensibilité bien plus grande.



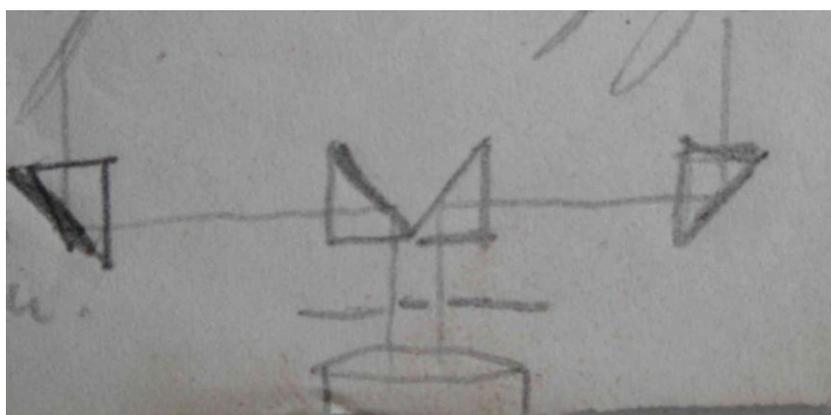
Page du manuscrit qui commence par « 1° Faire une expérience avec deux ouvertures circulaires » (Archives Académie des Sciences – Institut de France, photo James Lequeux)

2° 4 miroirs m m' m'' m''' situés parallèlement 2 à deux, les deux du centre faisant un angle de 90° . On aurait ainsi en O des franges dont la grandeur correspondrait à la distance des fentes des ouvertures f f' ; ainsi elles seraient aussi larges qu'on voudrait.

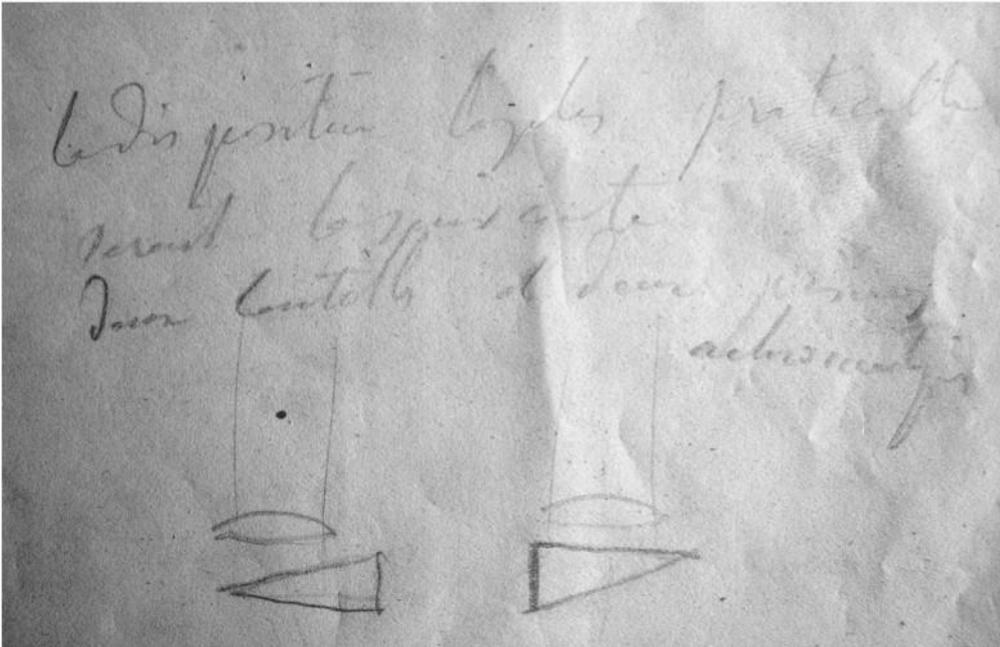
L'angle limite [c'est-à-dire la résolution] dépendrait de la distance m m''' ou plus exactement $mm' + m''m'''$. Il serait sensiblement égal à l'angle soutendu par la frange centrale supposée formée en O par la lumière directement arrivée de m et de m''' . Ainsi il serait aussi petit que l'on voudrait.

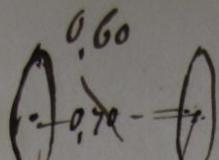


Nota : pour les [biffé, illisible] on pourrait employer des prismes à réflexion totale car on n'aura jamais assez de lumière.



[Sur la page de titre du dossier on trouve le dessin ci-dessous avec l'annotation suivante, visiblement ajoutée plus tard : « La disposition la plus praticable serait la suivante : deux lentilles et deux prismes achromatiques »]

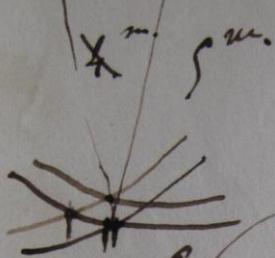




$$\begin{array}{r} 5.0 \quad | \quad 0.60 \\ \hline 20 \quad | \quad 8.3 \end{array}$$

$$2: \lambda :: D: I$$

$$4'' \quad 0.70$$



$$D = 0.0005 \times \frac{D}{I} \quad 40 \quad | \quad 0.7$$

$$= 0.003 = \text{log} D' \text{ au foyer}$$

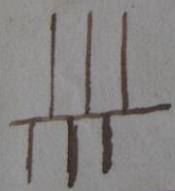
$$0.004 \text{ log} D' \text{ au foyer}$$

$$\begin{array}{r} 5 \text{ mètres} \\ \times 0.60 \\ \hline 300000 \\ 100000 \end{array}$$

$$1'' \text{ à } 4 \text{ mètres} = 0.02 \text{ log} D' \text{ au foyer}$$

$$1'' \text{ à } 5 \text{ m} = 0.025 \text{ log} D' \text{ au foyer}$$

$$\frac{1}{6} = 0.166 \quad \begin{array}{r} 5 \\ 4 \\ \hline 41.5 \end{array}$$



$$\left. \begin{array}{l} x = \text{angle d'un rayon au foyer} \\ \text{ou du centre optique} \\ l = \text{distance de deux foyers} \end{array} \right\} x = \frac{103.1}{l}$$

Page de calculs jointe au manuscrit (Archives Académie des Sciences – Institut de France, photo James Lequeux)