

Sur un nouvel instrument de réflexion

Lettre XXXII.

De M. le Professeur AMICI

«Correspondance astronomique,
géographique, hydrographique et statistique»
du Baron de Zach

Sixième Volume n. VI

(pp. 554-560)

A Gênes

Chez Bonaudo

An 1822

Modène le 3 Juillet 1822

Lorsqu'au mois de septembre 1820, vous me fites l'honneur de venir me voir dans mon laboratoire, parmi plusieurs instrumens que j'eus le plaisir de vous montrer, une combinaison de deux prismes de verre, par le mouvement desquels on pouvait mesurer la distance angulaire de deux objets éloignés, avait particulièrement fixé votre attention. Quand j'avais construit ce petit modèle, mon intention n'était que de donner aux topographes et aux marins un petit instrument, d'un usage commode, et d'une rectification facile pour mesurer les angles depuis 0 jusqu'à 180 degrés à la précision de 2 ou 3 minutes près. Mais l'esquisse de cet instrument vous a tant plu, vous y avez reconnu les grands avantages qu'on pouvait en tirer, que vous m'avez encouragé à poursuivre cette idée, et à donner à cet instrument une plus grande perfection. Depuis ce tems, je m'en suis occupé, ainsi que je vous l'avais promis; ayant achevé cet instrument, j'ai l'honneur de vous en envoyer la description.

Si devant la moitié d'un verre objectif d'une lunette on place un miroir plan, on comprend facilement que deux objets éloignés l'un de l'autre, peuvent être vus en même tems dans le champ de cette lunette, l'un par les rayons directs, l'autre par les rayons réfléchis. Mais s'il s'agit de voir le *même objet* directement, et en même tems par réflexion; on comprend bien que la chose est impossible, parce que les rayons ne sont plus réfléchis lorsqu'ils sont parallèles au plan réfléchissant.

Il s'ensuit de-là, que si à l'ouverture d'une lunette, on plaçait un miroir plan mobile sur un cercle gradué, il ne pourrait pas servir à mesurer des angles, puisqu'il y aurait l'impossibilité de déterminer la collimation, c'est-à-dire, le commencement de la division de cet arc gradué. Mais, si au lieu d'un miroir on faisait usage, ainsi que je l'ai pratiqué, d'un prisme de verre isoscèle et rectangulaire, outre qu'on obtiendra une plus grande quantité de lumière réfléchie, on pourra encore observer la coïncidence de deux images d'un même objet, l'une produite par les rayons directs, l'autre par les rayons réfléchis, et par conséquent déterminer par ce moyen le point *zéro* de la division de l'instrument.

En effet, soit ABC (fig. I), un prisme placé devant l'objectif E , de manière que sa plus grande face BA passe par l'axe de la lunette dirigée sur un objet éloigné Q . Les rayons parallèles qui viennent d'un point de l'objet Q , rencontrant la face BC du prisme, se replieront par l'effet de la réfraction vers le plan BA , et après y avoir subi la réflexion totale, se réfractant de nouveau sur la face AC en sortiront parallèles à leur première direction. Tous ces rayons passant par l'objectif, iront former à

son foyer l'image réfléchi du point Q , laquelle se superposera exactement sur l'image directe, formée dans ce même foyer par des rayons parallèles, qui viennent par la moitié libre de l'objectif; donc, on peut par ce moyen reconnaître le point *zéro* du limbe gradué.

Maintenant, si l'on fait tourner ce prisme autour de son arête A , dans le sens BCA , il présentera successivement des nouveaux objets, qui coïncideront avec l'objet Q , jusqu'à ce que la face AC sera parallèle à l'objectif, on aura alors la superposition de tous les points qui sont éloignés de 90 degrés du point Q . Ainsi il est clair, que par ce moyen on pourra mesurer toutes les distances angulaires jusqu'à 90 degrés et *un peu plus*; je dis *un peu plus*, car cela dépend du terme de la réfraction du verre (*); et si l'on continue à faire tourner le prisme dans le même sens, la réflexion totale des rayons sur le plan BA n'aura plus lieu.

Si au-devant de l'autre moitié de l'objectif que nous avons supposé libre, on place un second prisme égal au premier, mais mobile en sens contraire, alors les deux objets seront également vus par réflexion, et par le mouvement combiné de deux prismes, on pourra porter la mesure d'un angle au double du plus grand angle mesuré par un seul prisme.

Ces principes bien entendus, sur lesquels repose toute la théorie des mesures angulaires par ces prismes, on comprendra facilement la construction et l'usage de ce nouvel instrument. La Figure 2 le représente en perspective, tel qu'il a été tracé à la *chambre claire*.

ABD est un secteur plus grand qu'un quart de cercle de 4 pouces de rayon. Le limbe est divisé de 10 en 10 minutes, et moyennant le vernier, on peut lire 10 secondes. Autour du centre C tourne l'alidade CE , qui porte le vernier à une extrémité, et le prisme isoscèle rectangulaire F à l'autre, avec son arête SC dirigé vers le centre, et perpendiculaire au plan du limbe. L'autre prisme H égal au premier est fixé à demeure sur l'instrument, et disposé de manière que lorsque l'alidade marque *zéro*, les grandes faces des deux prismes sont presque en contact et parfaitement parallèles. Enfin une lunette N portée par le bras LI est mobile dans le plan du secteur autour du centre C , M un microscope pour lire les divisions, et voilà ce qui compose tout l'instrument.

Il résulte de ce double mouvement de la lunette parallèle au limbe, que l'objectif peut recevoir une plus grande quantité de rayons d'un prisme, que de l'autre, de sorte qu'on peut par-là rendre également lumineuses les images des deux objets qui diffèrent en clarté, ainsi qu'on l'obtient dans les sextans à réflexion de *Hadley*, en haussant ou en baissant la lunette sur le limbe. Mais si par ce mouvement on n'obtient pas cette égalité de lumière à cause de la trop grande diversité de clarté dans les deux objets, on applique à l'objectif de la lunette le couvercle A (Fig. 3) dont l'ouverture circulaire reste la moitié libre, et l'autre moitié est recouverte d'un verre plan colorié. Ce verre étant tourné vers le prisme qui réfléchit l'image trop lumineuse, en tempérera la trop grande vivacité; et comme on peut tourner ce couvercle de toute manière, on peut toujours placer ce verre colorié devant cette partie de l'objectif, sur laquelle le prisme renvoie trop de lumière, ainsi lorsqu'on fera l'observation avec l'instrument renversé, on peut faire réfléchir l'image la plus vive du prisme qui tantôt l'avait renvoyée moins vive, la moyenne entre ces deux observations sera alors exempte de l'erreur du parallélisme des plans de ce verre colorié, si un pareil défaut y a lieu.

On peut déterminer avec cet instrument l'erreur de collimation de trois manières :

Premièrement, on peut le faire par la coïncidence ou la superposition de deux images, l'une directe, l'autre réfléchi du même objet. Le disque du soleil mérite la préférence, mais on peut aussi se servir à cet effet d'un objet terrestre quelconque, pourvu qu'il ne soit pas plus près que 50 toises, car ce n'est qu'à cette distance que la parallaxe de l'instrument commence à devenir insensible.

Secondement, par la coïncidence de deux images du même objet réfléchies extérieurement de deux petites faces des prismes. En ce cas, on aura l'angle de 90 degrés. En effet, les deux prismes isoscèles et rectangulaires ayant leurs grandes faces parallèles, quand le vernier marque *zéro*, auront tourné 90 degrés lorsque les deux petites faces seront parallèles.

Troisièmement, en mesurant deux distances angulaires de deux objets à-peu-près diamétralement opposés. L'excès, ou le défaut de la somme de ces deux angles sur 180 degrés, sera égal à la moitié

(*) Avec un prisme de verre commun, on peut mesurer un angle jusqu'à 102 degrés.

de l'angle à ajouter ou à retrancher du point *zéro* donné par le vernier, pour avoir le vrai *zéro*, ou l'erreur de collimation. Soient par exemple, les angles de deux objets diamétralement opposés, l'un de 85 et l'autre de 97 degrés; le vrai *zéro*, ou le véritable commencement de la division du limbe sera $85^\circ + 97^\circ = 182^\circ - 180^\circ = \frac{2^\circ}{2} = 1^\circ$.

En comparant cette dernière vérification avec celle obtenue par la première manière, s'il y a différence, ce sera l'erreur de la division du limbe. Cela suppose cependant, que les prismes soient travaillés avec la plus grande précision, et que l'axe de la lunette soit toujours perpendiculaire à la section commune des faces réfléchissantes des prismes.

Quant à la lunette, il est facile de faire voir, que si son axe est incliné vers la section commune des plans réfléchissans des prismes, *la quatrième partie du vrai angle aura pour sinus, le sinus de la quatrième partie de l'angle donné par l'instrument, multiplié par le cosinus de l'inclinaison de l'axe.*

Effectivement soient (Fig. 4) *SR, ST*, les deux plans réfléchissans, qui se coupent en *SQ*. Supposons un plan *SV*, qui partage en deux moitiés l'angle *dièdre*; qu'on mène la droite *AB* perpendiculaire à *SQ* et la ligne oblique $AD = AB = 1$. De *D* tirez la perpendiculaire *DH* sur *BA*, et abaissez des points *D* et *B* les deux perpendiculaires *DE, BC*, sur le plan *SR*, enfin tirez les droites *EA, CA*, et *HF* parallèle à *CB*. Or l'on sait par les principes d'optique, que si *BA* représente l'axe de la lunette, l'angle formé par deux objets coïncidens par réflexion est quadruple de l'angle *CAB*, ou le double du mouvement de l'alidade. Mais si l'axe a la position oblique *DA*, l'angle vrai est le quadruple de l'angle *DAE*, quoique l'alidade donne le même angle qu'il avait marqué précédemment; donc pour connaître l'erreur, il suffit de déterminer la valeur de l'angle *DAE* au moyen des angles connus *CAB* et *BAD*. Par la construction on a: $AH : HF :: AB : BC$.

ou bien, parce que $HF = DE$

$\cos. DAH : \sin. DAE :: 1 : \sin. CAB$. D'où l'on aura comme j'ai dit: $\sin. DAE = \sin. CAB. \cos. DAH$.

L'on voit par cette formule, que la plus grande erreur doit avoir lieu, lorsque $CAB = 45^\circ$. En ce cas, si l'inclinaison de l'axe de la lunette n'était que d'un seul degré; l'angle observé au lieu de 180° ne serait que $179^\circ 57' 56''$. Mais cette erreur produite par une position défectueuse de la lunette, se réduit à rien, dès qu'on aura l'attention de faire l'observation dans cette partie du champ de la lunette, où le moindre contact des objets a lieu.

Je ne parlerai pas ici des erreurs qui peuvent résulter des imperfections des prismes, on peut facilement en tenir compte par le calcul, où l'artiste peut aisément les corriger. Je ne dirai rien non plus si l'instrument que j'ai construit comme un premier essai, a répondu à l'attente. Vous, Monsieur le Baron, qui l'avez éprouvé, vous en serez le meilleur juge. Tout ce que je peux vous dire, c'est qu'après avoir reconnu par l'usage de cet instrument les défauts, et les correction qu'on pourrait y faire, je me flatte, que si je l'exécute sur des dimensions plus grandes, de le porter à un degré de perfection qui ne laissera plus rien à désirer.