

## Le cercle répétiteur de Borda

*N.D.L.R. Un lecteur des Cahiers Clairaut avait demandé des précisions sur l'utilisation du cercle répétiteur de Borda. Nous devons à l'obligeance de Mademoiselle Suzanne Débarbat, Astronome titulaire à l'Observatoire de Paris, le document que voici. Qu'elle en soit vivement remerciée.*

Le cercle répétiteur, imaginé par Mayer et repris par Borda, consiste en un cercle gradué porté par un pied qui permet de lui donner toutes les orientations possibles ; il est muni de deux lunettes à réticule destinées à viser les côtés de l'angle à mesurer. Le cercle gradué peut tourner dans son plan autour d'un axe qui lui est implanté perpendiculairement, en son centre, de sorte que l'on peut amener le plan du cercle à avoir telle direction que l'on veut.

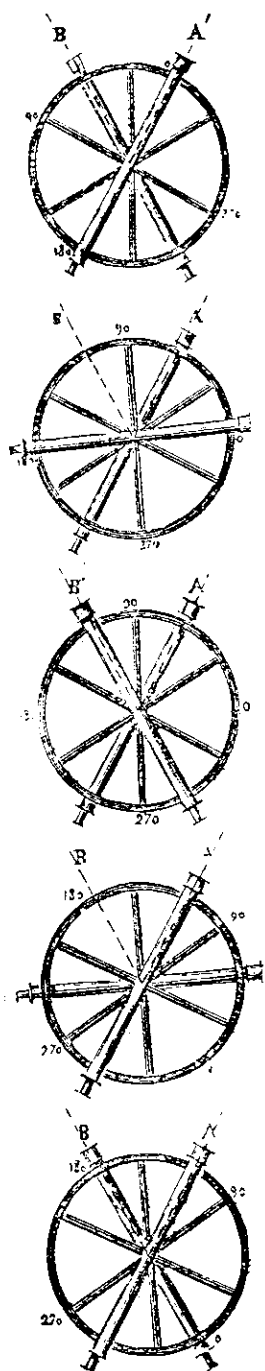
Une première lunette est installée sur la face supérieure du cercle, suivant un de ses diamètres, et peut tourner librement autour de son centre, sans l'entraîner. Une seconde lunette est adaptée de même sur la face inférieure du cercle ; mais elle est placée à côté de l'axe diamétral du cercle, autour duquel elle peut également tourner librement et indépendamment de celui-ci. La position excentrique de cette lunette inférieure n'empêche pas de l'utiliser comme si elle était dirigée suivant un diamètre ; il n'en résulte aucune erreur appréciable dans l'observation des astres, ou des objets terrestres suffisamment éloignés.

Lorsque le plan du limbe du cercle gradué a été amené dans une direction convenable, au moyen des mouvements qu'il peut prendre autour de ses différents axes, on le bloque en se servant des vis de pression. Dès lors le cercle ne peut plus prendre de mouvement que dans son plan ce qu'il effectue en entraînant les deux lunettes ; ces dernières peuvent se mouvoir seule autour de leur centre ou être bloquées par des vis de pression. Chacun de ces trois mouvements, du cercle avec les lunettes, et de l'une ou l'autre des lunettes indépendamment du cercle, peut s'effectuer en deux fois : rapidement d'abord, avec la main, pour donner au cercle ou aux lunettes à peu près la position qu'on veut leur faire prendre ; ensuite lentement, au moyen d'une vis de rappel, pour les amener exactement dans cette position. Voici la disposition adoptée à cet effet pour chacune des lunettes.

Le cercle répétiteur, comme son nom l'indique, permet de mesurer un angle , en appliquant le principe de la répétition des angles. Soient A et B, les deux points très éloignés correspondant aux angles à mesurer. Après avoir placé la lunette supérieure du cercle de manière que son index coïncide avec le zéro de la graduation, et l'avoir fixée au cercle dans cette position, on dispose le cercle dans le plan de l'angle, et on le fait tourner dans ce plan, jusqu'à ce que la lunette supérieure soit dirigée vers le point A ; on fait ensuite mouvoir la lunette inférieure seule, de manière à la diriger vers le point B. Lorsque le cercle a été amené dans cette position et que les lunettes ont été ainsi dirigées suivant les deux côtés de l'angle, on fait tourner le cercle, avec les deux lunettes, jusqu'à ce que la lunette inférieure soit dirigée vers le point A ; on fixe alors le cercle, on détache la lunette supérieure, et on l'amène à être dirigée vers le point B. Il est bien clair que, dans ce mouvement, la lunette supérieure décrit un angle double de celui que l'on cherche, et que son index parcourt sur le limbe un arc exactement de mesure à cet angle double : en lisant le nombre de degrés, minutes et secondes, auquel correspond la nouvelle position de cet index sur le limbe, et divisant ce nombre par 2, on aura déjà la valeur de l'angle cherché. Mais si l'on ne se contente pas d'avoir doublé l'angle, si on veut avoir un plus grand multiple, on continuera l'opération de la manière suivante.

Le cercle et les lunettes se trouvant dans la position précédente, on fait tourner le tout dans le plan de l'angle, c'est à dire autour de l'axe du cercle ; jusqu'à ce que la lunette supérieure soit dirigée de nouveau vers le point A. On détache ensuite la lunette inférieure, et on la fait tourner seule de manière à la ramener vers le point B. L'instrument se retrouve

exactement comme il était antérieurement avec cette différence que l'index de la lunette supérieure n'est plus au zéro de la graduation, mais se trouve à une distance angulaire de ce zéro égale au double de l'angle cherché. On peut donc partir de cette position du cercle et des lunettes, comme on est parti de la première position, pour faire une opération identique à celle que l'on a déjà effectuée ; on fera ainsi parcourir, à l'index de la lunette supérieure, un arc du limbe gradué précisément égal à celui qu'il a déjà parcouru : c'est à dire qu'à la fin de cette seconde opération, l'index se trouvera à une distance angulaire du zéro égale à 4 fois l'angle cherché.



En répétant encore les mêmes manoeuvres, autant de fois que l'on voudra, on fera parcourir à l'index de la lunette supérieure, à partir du zéro de la graduation, un arc total 6 fois, 8 fois, 10 fois... plus grand que celui qui correspond à l'angle dont on veut déterminer la valeur. Cet arc total se composera généralement d'un certain nombre de circonferences entières, et d'une portion de circonference dont on trouvera la grandeur d'après la position que l'index occupera parmi les divisions du limbe. Le nombre de degrés, minutes et secondes, représentant la valeur du multiple de l'angle cherché que l'on a fait décrire à la lunette supérieure, divisé par le nombre qui marque ce multiple, permettra d'en conclure la valeur de l'angle cherché.

Par la répétition des angles, on constate que l'erreur de lecture se trouve diminuée puisque l'erreur commise dans la lecture d'un angle dix fois, vingt fois... plus grand que l'angle cherché, est du même ordre de grandeur que celle que l'on commettrait dans la mesure directe de cet angle, et qu'elle se trouve divisée par 10, 20... Mais il n'en est pas de même de l'erreur de pointé qui se produit chaque fois qu'on fait une nouvelle visée. En sorte que, si toutes les erreurs de pointé, que l'on commet successivement, étaient de même sens et égales entre elles, il en résulterait en définitive, pour l'angle cherché, la même erreur que si l'on s'était contenté de le mesurer sans employer le principe de la répétition. L'erreur de pointé est atténuée, par la répétition des angles, dans la mesure où les erreurs commises dans les opérations successives se trouvent les unes dans un sens, les autres en sens contraire.

[d'après Cours élémentaire d'astronomie, concordant avec les articles du programme officiel pour l'enseignement de la Cosmographie dans les lycées par Ch Delaunay, édition Masson et Garnier, Paris 1860]

Légende de la figure : positions successives du cercle et des lunettes

---

## LUMIERE ET GRAVITATION

### CAHIERS CLAIRAUT HORS SERIE N°5

Onze fiches pédagogiques adaptées aux programmes de Physique du Lycée

Franco de port pour les abonnés : 65 francs - Pour les autres 75 francs

Disponible à la rentrée