

CURIOSITES

Le vernier

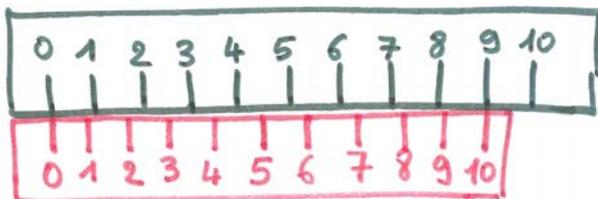
Georges Paturel
Observatoire de Lyon

Résumé : *Le principe du vernier est utilisé en métrologie, et en astronomie en particulier, depuis 1631 date de son invention par le mathématicien Pierre Vernier. Nous expliquons le principe de fonctionnement, génial de simplicité.*

L'inventeur du "vernier", Pierre Vernier, est peu connu. Un collège porte son nom à Ornans (Doubs), sa ville natale. Né le 19 avril 1584, il inventa vers 1631 le principe qui porte son nom, et qui permet d'améliorer la précision d'une mesure d'un facteur 10 ou 20. Ce principe est remarquable de simplicité et d'efficacité. C'est en faisant la cartographie de la Franche-Comté avec son père que lui vînt l'idée de ce principe génial.

Nous allons l'expliquer dans un cas simple. Nous comprendrons alors comment il peut se perfectionner.

Considérons deux réglettes mobiles l'une par rapport à l'autre et graduées de 1 à 10 chacune, mais de telle manière que l'une d'elle soit plus courte de une unité par rapport à l'autre, comme nous le représentons sur la figure ci-dessous.



Quand les zéros des deux règles coïncident, seule la graduation 10 de la règle rouge coïncide exactement avec la graduation 9 de la règle noire. C'est normal puisque sa longueur totale est plus courte d'une graduation noire.

Pour la simplicité des explications nous appellerons les graduations noires des millimètres. La graduation rouge numéro 1 est décalée de 1/10ème de millimètre sur la gauche de la graduation noire numéro 1. La graduation rouge numéro 2 est décalée de 2/10ème de millimètre sur la gauche de la graduation noire numéro 2, etc.. et finalement la graduation rouge numéro 10 est décalée de 10/10ème de millimètre sur la gauche de la graduation noire numéro 10, c'est-à-dire qu'elle coïncide avec la graduation 9.

On comprend alors que, si on fait glisser la réglette rouge de 1/10ème de millimètre sur la droite, la graduation rouge 1 coïncide avec la graduation noire 1. Si on décale de 2/10ème ce sera la graduation rouge 2 qui coïncidera exactement avec la graduation noire 2 etc.. En d'autres termes, pour savoir de combien de dixièmes de millimètre la réglette rouge est décalée, il suffit de voir le numéro des graduations rouges qui coïncident avec une graduation noire. Génial, non !?

Il est possible d'améliorer encore le système. Si les 10 graduations rouges (celles du bas) correspondent à 39 millimètres, par exemple. Cela signifie encore que ces 10 divisions perdent un millimètre. Donc, comme dans le cas précédent, si on décale la règle rouge de 1/10ème de millimètre, la graduation rouge coïncidera exactement avec une graduation noire, non plus la graduation 1 mais la graduation 4. Si on décale de 2/10ème de millimètre c'est la graduation 2 rouge qui coïncidera exactement etc.. Apparemment on ne gagne rien. Mais si, car les 10 graduations rouges étant plus étalées (39mm) on peut faire figurer des sous-graduations et ce n'est plus le dixième millimètre que l'on apprécie mais le vingtième.



Figure 2 : Un vernier de pied à coulisse au 1/20ème.
Le décalage vaut 5,75 mm.

Passons à la pratique

Sur la photo ci-dessus nous montrons le vernier d'un pied à coulisse. Essayez d'évaluer, à l'aide du vernier, la mesure donnée.

En regardant attentivement (c'est plus facile en direct que sur la photo) nous trouvons que la mesure vaut un peu plus de cinq millimètres puisque le zéro de la graduation mobile est clairement à droite de la cinquième graduation fixe. De combien plus à droite ? Regardons de plus près. La graduation 8 de la règle mobile semble presque coïncider avec une graduation (en l'occurrence la graduation 37 mm, mais cette valeur n'a pas d'importance). La graduation 7 de la règle mobile semble aussi coïncider avec la graduation fixe 33mm. En regardant d'encore plus près, on trouve que le 8 est un peu en dessous du 37 et le 7 un peu au-dessus du 33. C'est plutôt la graduation 7,5 de la règle mobile qui coïncide parfaitement (avec la graduation 35). Nous concluons que la mesure est de 5,75 mm avec une incertitude de l'ordre de 0,05 mm (car le 7 et le 8 seraient presque acceptables).

Naturellement, la précision mécanique de l'ensemble de l'appareillage doit être très soignée pour que la précision de la mesure ne soit pas perdue dans des jeux mécaniques.

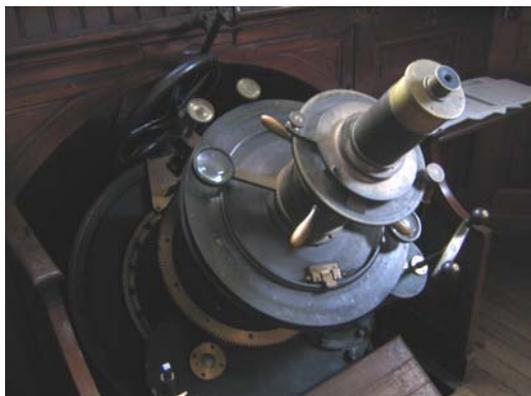


Figure 3 : Le foyer de la lunette coudée de l'Observatoire de Lyon. On remarque les loupes, à gauche et à droite, qui permettent de lire les verniers des graduations concentriques de déclinaison et d'angle horaire.

Exercice au télescope

Le même procédé peut être appliqué à des mesures d'angles. Car en fait les mesures d'angles sont ramenées à des mesures de longueurs sur la circonférence du cercle gradué. Les verniers sont gradués soit en mesure d'angle soit en mesure de temps. Une grande précision dans le centrage du cercle doit être assurée. On parvient à réduire les défauts de centrage en mesurant les angles en plusieurs points de la circonférence et en faisant la moyenne des mesures.

Nous voyons sur la photographie du foyer de la lunette coudée de l'observatoire de Lyon (cette lunette a illustré la couverture de l'année 2006) qu'une loupe était prévue pour faciliter la lecture des verniers. A titre d'exercice essayons de lire les angles affichés sur les graduations en déclinaison (Figure 4 - affichage en degré, minute d'angle) et en angle horaire (Figure 5 - affichage en heure et minute de temps).



Figure 4 : Affichage de la déclinaison. La valeur affichée est : $0^{\circ} 5' 20''$ à plus ou moins $40''$ près.



Figure 5 : Affichage de l'angle horaire. La valeur précise affichée est : 17 h 59 min 25sec. L'incertitude est de l'ordre de quelques secondes de temps, car sur le vernier les graduations en coïncidence vont de 23 à 27 secondes.

Le rapport entre les mesures d'angle exprimées en degré ou en heure¹ est de 15, puisque $360^{\circ}=24$ h. On vérifie que la précision des deux verniers des photos précédentes est similaire ($40''/15 \approx 3$ sec.). ■

¹ Ce même rapport reste valable quand on considère les sous-unités (minute d'angle ou de temps, seconde d'angle ou de temps) car le rapport de transformation est de 60 pour toutes.