

SUR LE GROSSISSEMENT DES DIVERS APPAREILS POUR LA MESURE DES ANGLES PAR LA RÉFLEXION D'UN FAISCEAU LUMINEUX SUR UN MIROIR MOBILE ;

PAR M. W. LERMANTOFF.

D'après Verdet, le grossissement d'un système optique est déterminé par la grandeur apparente de l'unité de longueur de l'objet observé à l'aide de ce système. Conformément à cette définition, il faut mesurer le grossissement d'un appareil optique destiné à la mesure des angles par la grandeur apparente du déplacement de l'index sur l'échelle, correspondant à la rotation d'un angle égal à l'unité, par exemple, d'une minute.

Il est bien facile d'appliquer cette règle à la méthode objective : si nous nommons d la distance du miroir à l'échelle, le grossissement g , c'est-à-dire le déplacement de l'index sur l'échelle correspondant à la rotation du miroir d'une seconde angulaire sera

$$g = 2 d \text{ arc } 1'.$$

La distance du trait lumineux au miroir est sans influence sur le grossissement, mais elle détermine l'intensité de l'image, ainsi que le choix du rayon de courbure du miroir ou la distance focale et l'emplacement de la lentille que l'on emploie avec le miroir plan. Pour fixer les idées, prenons 50^{cm} pour la distance d , valeur souvent employée dans la pratique. On obtient

$$g = 1000 \text{ arc } 1' = 0^{\text{mm}}, 29.$$

Dans la méthode subjective de Poggendorff-Gauss, on observe l'image virtuelle du déplacement à l'aide d'une lunette; cette image est formée par l'oculaire, grossissant k fois l'image réelle obtenue à la distance focale conjuguée, f , de l'objectif. Si la distance du miroir plan à l'échelle est d , et sa distance à l'objectif D , le déplacement de l'image de l'échelle par rapport à l'axe optique, placé au début normalement au plan du miroir, sera, de même que dans le cas précédent, égale à

$$2 d \text{ arc } 1'.$$

L'objectif formera une image réelle, diminuée, de ce déplace-

ment, égale à

$$2d \operatorname{arc} r' \frac{f}{d+D}.$$

Enfin l'œil verra à l'aide de l'oculaire une image virtuelle amplifiée k fois,

$$g = \frac{2dfk}{d+D} \operatorname{arc} r' = \frac{2fk}{1+\frac{D}{d}} \operatorname{arc} r'.$$

On voit que le grossissement est proportionnel au produit de la longueur focale par le grossissement de l'oculaire et d'autant plus grand que D est moindre par rapport à d .

Ordinairement on fait $d = D$; dans ce cas,

$$g = fk \operatorname{arc} r',$$

le grossissement est indépendant de la distance de l'objectif et de l'échelle au miroir. Par exemple, une lunette de 25^{cm} de longueur avec oculaire grossissant quatre fois donnera la même sensibilité que l'appareil objectif à la distance $d = 50^{\text{cm}}$.

On voit que les deux méthodes ont une sensibilité à peu près égale quand les appareils sont de dimensions usuelles : ce n'est qu'en employant des lunettes puissantes qu'on peut dépasser de beaucoup le chiffre trouvé dans l'exemple cité. On voit aussi qu'au point de vue du grossissement il est indifférent d'employer une lunette ou un microscope, pourvu que le produit fk soit constant. L'emploi d'un microscope facilite l'éclairage de l'échelle qui doit être, dans ce cas, finement divisée, mais de longueur restreinte; il est probable que l'on peut réaliser de cette manière des grossissements plus grands qu'à l'aide d'une lunette, à cause de la difficulté de bien éclairer une longue échelle, nécessaire dans ce dernier cas.

On double la valeur de g si l'on fait $D = 0$, c'est-à-dire si l'on place l'objectif tout près du miroir, et l'échelle à l'infini

$$g = 2kf \operatorname{arc} r'.$$

Il y a deux moyens de réaliser ce cas : on place l'échelle de côté et l'on incline le miroir de 45°; autrement, l'objectif interceptera la lumière venant de l'échelle, ou bien on emploie le collimateur de Lamont, dont l'échelle est placée au foyer principal de la lunette

et éclairée artificiellement. La réflexion à la surface antérieure rend l'image indistincte dans la première méthode, et la deuxième ne se prête pas facilement aux grands grossissements, à cause de la difficulté de bien éclairer l'échelle, placée dans l'oculaire.

La méthode objective de M. Lang appartient à cette même classe : les rayons venant de la fente passent par une lentille placée devant le miroir mobile, tout près de sa surface; après réflexion, ils traversent de nouveau la même lentille et forment l'image sur l'échelle. Le grossissement sera évidemment

$$g = 2f \operatorname{arc} i'.$$

La méthode de M. Lang a un inconvénient pratique : l'image de la fente contenant le fil éclairé se forme d'autant plus près du miroir que l'angle de sa déviation est plus grand; par conséquent, l'image devient indistincte sur l'échelle droite pour les déviations un peu grandes.

Il existe encore une méthode maintenant délaissée, celle du collimateur mobile. L'objectif et l'échelle y sont attachés à l'aimant mobile, et l'oculaire reste fixe. Si l'objectif est placé sur l'axe de rotation à la distance f du plan focal de l'oculaire, on aura, pour le grossissement, la même expression que pour la méthode de Poggendorff-Gauss

$$g = kf \operatorname{arc} i'.$$

M. d'Arsonval a décrit, dans le vol. XX de la *Lumière électrique*, une méthode nouvelle assez compliquée. Une échelle au $\frac{1}{20}$ de millimètre, bien éclairée, est placée au foyer d'une lentille; son image amplifiée sert d'échelle à un système Poggendorff à miroir sphérique, formé d'une lentille argentée. Cette méthode est bien adaptée pour avoir un grossissement considérable, à cause de l'éclairage parfait de l'échelle; mais il paraît que la disposition des lentilles n'est pas complètement conforme au but : l'objectif de la lunette défait en partie l'ouvrage des autres parties du système amplifiant. La description citée est trop sommaire pour en tirer une conclusion définitive.

On voit, d'après l'analyse précédente, que nos méthodes pour la mesure des angles à l'aide du miroir et de l'échelle sont loin de la perfection. Rien qu'en disposant d'une autre manière les pièces du système Poggendorff-Gauss, en conservant la distance du mi-

roir à l'oculaire, on peut obtenir un grossissement beaucoup plus considérable, même trop considérable pour l'emploi journalier. Dévissons l'objectif de la lunette et plaçons-le entre l'échelle, bien éclairée, et le miroir, de manière à projeter l'image amplifiée des divisions, après sa réflexion sur le miroir, sur l'oculaire, placé à peu près au-dessus de l'échelle.

Pour comparer le grossissement ainsi obtenu à celui du système Poggendorff-Gauss, remarquons que la distance de l'échelle au miroir est égale maintenant à la somme de la distance focale de la lunette et de la distance du miroir à l'échelle de la disposition ancienne. Par conséquent, le grossissement g' du système nouveau sera

$$g' = 2kd \text{ arc } 1';$$

on avait dans l'ancien système

$$g = kf \text{ arc } 1',$$

$$\frac{g'}{g} = \frac{2d}{f} = 2 \frac{f + D}{f} = 2 \left(1 + \frac{D}{f} \right).$$

Mais pour une lunette D est au moins trois fois plus grand que f , de sorte que

$$\frac{g'}{g} = 8.$$

Un résultat semblable peut être obtenu sans objectif, à l'aide d'un miroir concave ou d'une lentille argentée, projetant l'image de l'échelle sur l'oculaire. Une disposition analogue a été employée par MM. Brunner dans leur théodolite magnétique.
