

REALISATION

Le parallaxomètre de "Bardin"

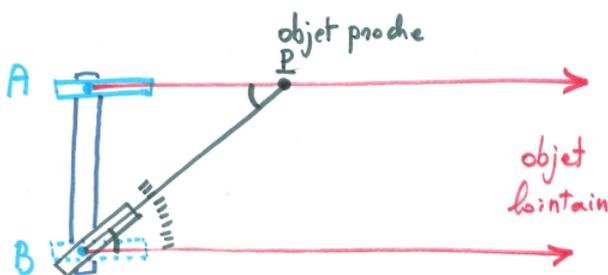
D.Bardin et les stagiaires de l'EEA 2007

Résumé : Lors de la dernière école d'été du CLEA, nous avons réalisé un appareil très simple pour appliquer la méthode des parallaxes à la mesure de distances. Compte tenu de sa simplicité, l'appareil est décrit brièvement. La procédure de mesure est donnée et une application pratique est réalisée. Nous donnons quelques conseils pour une amélioration ultérieure.

Le principe

Tout le monde connaît la méthode de la parallaxe qui permet de mesurer la distance d'un objet lointain sans l'approcher. On vise l'objet P depuis deux points A et B (cf. Figure ci-dessous). On mesure l'angle α par rapport à une direction de référence donnée par un astre lointain, que nous supposons à l'infini. Si on connaît la longueur AB, la distance AP se déduit très simplement par la relation :

$$AP = \frac{AB}{\tan(\alpha)}$$



Dans toute cette explication, on a supposé implicitement plusieurs choses :

- le segment AB est fixe et perpendiculaire aux lignes de visée,
- on possède une direction de référence fixe dans l'espace.

On peut se convaincre facilement de l'effet de la parallaxe en regardant son crayon tenu à bout de bras, avec l'œil droit ou avec l'œil gauche. On voit le crayon se déplacer sur le fond lointain. C'est l'effet de parallaxe. Le même effet affecte la visée avec un appareil photo, car l'axe optique du viseur n'est pas confondu avec l'axe optique de l'objectif. Il y a un décalage entre l'image vue et l'image photographiée. Les appareils photo numériques

permettent une visée reflex en montrant sur un petit écran LCD l'image vue à travers l'objectif.

Réalisation pratique

Un appareil simplifié a été réalisé à l'école d'été d'astronomie 2007 par Daniel Bardin¹. La réalisation est une application stricte du principe. Une base AB faite d'une barre de bois, supporte deux viseurs constitués de tubes en plastique.



Vue générale du parallaxomètre.

Les tubes sont montés sur des platines, en contreplaqué, qui peuvent, chacune, tourner autour d'un axe vertical fait de simples boulons et écrous à oreilles. Chaque tube est tenu sur sa platine par un élastique qui le plaque doucement sur des cornières d'aluminium munies d'un "V" de positionnement. La position du tube est ainsi solidaire de sa platine sans jeu (attention de ne pas trop serrer l'élastique, pour ne pas tordre le tube).

Du côté A, la platine ne comporte pas de graduations, mais elle peut tourner néanmoins d'une dizaine de degrés autour de sa position normale

¹ Il a été convenu par les stagiaires d'appeler l'appareil le "parallaxomètre de Bardin"

(tube perpendiculaire à AB). Ceci permettra le réglage de la direction de référence.



Viseur de gauche, mobile pour "faire le zéro".

Du côté B, il y a une plaque fixe qui possède des graduations en arc de cercle centrées sur l'axe de rotation de la platine mobile. Celle-ci peut tourner d'environ cinquante degrés vers l'intérieur du dispositif et de quelques degrés vers l'extérieur (pour les réglages). Les graduations ont été réalisées par photocopie et agrandissement. La platine mobile possède une pointe qui permet de repérer la graduation.



Viseur de droite tournant devant une graduation angulaire.

Dernier détail de construction, la barre AB est taraudée en son centre à l'aide d'une vis au pas "photo", afin que le dispositif puisse être fixé sur un pied photographique. Une alternative est d'utiliser un serre-joint pour cette fixation.



Fixation de la barre sur un pied photo par taraudage dans le bois.

Application pratique

Nous devons d'abord régler le parallélisme des viseurs du parallaxomètre. La procédure est la suivante. On place la barre du parallaxomètre perpendiculairement à la ligne de visée choisie, en direction d'un repère lointain (par exemple : sommet de montagne, voire même une étoile).



L'appareil monté sur le pied photo.

On place le viseur de droite sur la graduation zéro et on vise le repère lointain. Ensuite, sans bouger le parallaxomètre, on vise le même repère avec le viseur de gauche en le faisant tourner légèrement (nous rappelons que ce viseur a une petite latitude de réglage). On s'assure, sans bouger l'appareil, que le repère lointain est bien centré dans les deux viseurs. On bloque la position du viseur de gauche. Nous n'aurons plus à le modifier. L'appareil est ainsi réglé et prêt à être utilisé.

Nous avons placé un objet P à une distance proche (un tube jaune de colle posé sur une barrière - voir la photo). Nous avons visé cet objet proche avec le viseur de gauche en déplaçant l'ensemble de l'appareil. Puis, nous avons visé ce même objet avec le viseur de droite en le faisant tourner devant les graduations. L'angle dont il a fallu tourner ce viseur de droite était :

$$\alpha = 11,6 \text{ degrés.}$$

La séparation entre les axes des deux tubes de visée, en leur point de rotation, est mesurée. C'est la largeur de la base AB. Nous avons trouvé :

$$AB = 1,035 \text{ m}$$

Une petite correction pour tenir compte de la non perpendicularité de la base vis-à-vis de la ligne de visée (écart de 3 degrés), réduit la base effective à $1,035 \cdot \cos 3 = 1,034$.

La distance est calculée comme :

$$AP = \frac{1,034}{\tan(11,6)} = 5,0 \text{ m}$$

La valeur réelle mesurée après coup à l'aide d'un mètre à ruban donne la valeur réelle $AP = 5,29 \text{ m}$.

Comparaison avec une méthode photo

Nous avons utilisé ensuite une autre procédure pour faire la même mesure. Nous avons fait deux photos en déplaçant l'appareil latéralement d'une longueur $AB = 0,697 \text{ m}$. Les photos sont données ci-après.

Pour la première photo nous avons placé un ruban gradué, à un mètre de distance de l'appareil. Ce ruban permet de faire l'étalonnage du champ, pour obtenir l'échelle de la photo.

On peut soit calculer l'échelle des tirages photos, à l'aide de l'image du ruban : 15 cm vrais du ruban donnent 6,1 cm sur le tirage papier de la photo. Ces 15 cm, visés depuis 1m, apparaissent donc sous un angle de $8,53^\circ$. L'échelle des tirages papier est donc de $8,53/6,1 = 1,398 \text{ }^\circ/\text{cm}$.



Photo de l'objet dont on cherche la distance (tube de colle posé sur la barrière). Le ruban de calibration est fixé à un mètre de l'appareil photo..



Photo prise après un déplacement sur la droite.

Le décalage de l'objet visé entre les deux photos est de 5,3 cm sur les tirages papier, soit un angle de parallaxe de $1,398 \times 5,3 = 7,41^\circ$. La distance de l'objet est donc $0,697/\tan(7,41) = 5,36 \text{ m}$, au lieu des 5,29 m réels.

Une autre méthode, préconisée par Francis, a consisté à mesurer le décalage apparent de l'objet avec un papier calque et à reporter les deux traits repères sur l'image du ruban de calibration. Les deux traits correspondent à une séparation de 0,13m vrais, vus à un mètre. Un simple produit en croix a donné la distance cherchée : $0,697/0,133 = 5,24 \pm 0,04 \text{ m}$, au lieu des 5,29 m vrais.

Comment améliorer l'appareil

Il est possible d'améliorer l'appareil pour obtenir des mesures bien plus précises.

Tout d'abord, comme pour tout instrument de visée, il y a le plus grand intérêt à avoir un pied très stable (ce qui n'était pas le cas de notre pied photo).

L'amélioration la plus simple consiste à perfectionner la mesure angulaire. On peut imaginer de fabriquer un petit vernier comme dans le théodolite (voir CC117, p35). Une solution alternative, serait de faire tourner le viseur de droite avec une vis. Connaissant le pas de la vis, il est possible, en comptant le nombre de tours de vis, de trouver le déplacement à une distance donnée de l'axe de rotation, et partant, d'avoir l'angle de rotation, avec une grande précision.

Enfin, la modification, qui conduirait à la plus grande amélioration, consisterait à remplacer les tubes de visée par des lunettes astronomiques, même très simples. Le but n'étant pas d'avoir de bonnes images mais de pouvoir reconnaître l'objet visé. Il serait même judicieux de doter l'oculaire d'un réticule de pointage.

■