

surgir con este motivo, sea, en fin, para ensayar nuevos métodos ó para introducir en los conocidos los adelantos conquistados en las ciencias y las artes que tienen participio directo en la adquisicion de los datos que sirven de base á la determinacion de la paralaje solar. Por esta razon he insistido tanto en hacer ver las ventajas que podrian sacarse del método de observacion adoptado por la Comision Mexicana en el tránsito que acaba de tener lugar.

Antes de concluir, debo manifestar á vd. que una vez terminadas las observaciones del paso, dediqué unos dias á tomar vistas fotográficas de los Observatorios de la Comision, así como de algunos monumentos y objetos japoneses que pudieran servir de ilustracion al informe general. Para este trabajo pude contar con dos objetivos alemanes que con la mejor voluntad puso á mi disposicion el Sr. Stillfried, hábil fotógrafo austriaco establecido en Yokohama desde hace algunos años. Las negativas obtenidas fueron barnizadas y empacadas con el mayor cuidado á fin de que sufriesen lo menos posible en su transporte hasta esta ciudad.

Como vd. fué testigo presencial de las dificultades de todo género que tuvo que vencer la Comision para poder expedir los trabajos relativos á las observaciones del tránsito, no creo necesario hacer una relacion pormenorizada de las que se me presentaron en lo concerniente á la parte de fotografia; pues para comprender lo difícil de nuestra situacion, bastará decir que á la premura del tiempo se unia la circunstancia de tener que tratar con artesanos chinos ó japoneses, cuyo idioma era enteramente desconocido de la Comision, y quienes no estando, por otra parte, familiarizados con la clase de obra en que teniamos que ocuparlos, necesitaban las mas veces tener á la vista dibujos ó modelos que nos veiamos obligados á ejecutar. Sí, á pesar del esfuerzo conque procuré allanar los obstáculos que se oponian al buen desempeño de mi cometido, no fué posible dejar satisfechos mis deseos, quedame al menos la satisfaccion de haber hecho todo lo que estaba á mi alcance por corresponder al honor que se me hizo nombrándome para formar parte de una Comision importante, cuyo Gefe, con su instruccion y patriotismo, ha sabido colocar muy alto el nombre de México en el catálogo de las naciones civilizadas.

Sírvase vd. aceptar las seguridades de mi consideracion y aprecio.

México, Diciembre 19 de 1875.

A. Barroso.

{ Sr. D. Francisco Diaz Covarrubias, Gefe de la Comision Astronómica Mexicana, encargada de observar el tránsito de Venus.

APENDICE V.

Nouvelle méthode pour déterminer la latitude d'une station au moyen d'observations azimutales, par François-Diaz Covarrubias, Sous-Secrétaire du Ministère des Travaux Publics au Mexique, et Président de l'Expédition envoyée en Asie par le Gouvernement Mexicain pour observer le passage de Vénus.

A M. Angel Anguiano, Ingenieur Inspecteur des chemins au Mexique.

En mer, le 29 Octobre 1874.

Mon cher ami,

Je vous écris cette lettre à bord du steamer anglais "Vasco de Gama," sur lequel je traverse le Pacifique pour me rendre en Asie. C'est pendant cette longue navigation, qui a été dans les premiers jours bien ennuyeuse à cause du mauvais temps, que je me suis occupé à rédiger ma nouvelle méthode pour trouver la latitude, à fin de la publier en arrivant au Japon.

Je vous avais déjà fait connaître ce procédé, que vous avez eu l'obligeante attention de vouloir employer pour fixer la latitude de Jalapa, ma ville natale. Daignez donc accepter la dédicace de ce petit travail, puisque c'est vous qui en avez fait usage le premier après moi.

Au risque de commettre bien des fautes de style et même de grammaire dans une langue qui n'est pas la mienne, j'ai tâché d'écrire ce memoire en français, à fin de le faire imprimer plus facilement à Yokohama ou à Jedo, et qu'il puisse être lu par les autres commissions étrangères que nous trouverons probablement au Japon. Si j'ai eu cette audace, ce n'est point sans avoir compté sur l'indulgence de mes lecteurs, comme je compte sur la vôtre.

Je suis, mon cher ami, votre tout dévoué,

F. Diaz Covarrubias.

Il y a près de quatre ans que je développais les formules au moyen desquelles on peut calculer la latitude d'une station, sans avoir besoin de recourir à la mesure d'angles verticaux, dont comme on le sait, il est très-difficile de déterminer exactement la valeur. Il y a, en effet, tant de circonstances différentes qui tendent à altérer l'exactitude de ces mesures, comme par exemple la flexion des lunettes, l'incertitude des réfractons, la déformation des cercles verticaux des instruments à cause de la pesanteur, & que lorsqu'on désire déterminer la latitude avec toute la precision dont la science a besoin dans quelques cas, on est obligé d'avoir recours à des procédés plus ou moins indépendants des distances zénithales.

Dans un de mes ouvrages (*) j'ai fait mention des meilleurs procédés pour arriver à ce résultat, et j'y ai exposé l'excellente méthode de Talcott; généralement connue sous le nom de *méthode américaine*, qui est sans doute une des plus parfaites. On peut même dire que son seul défaut consiste à être trop dépendante des déclinaisons des étoiles observées, et quoique ce défaut tende évidemment à diminuer chaque jour à mesure qu'augmente la perfection des catalogues d'étoiles, il n'est pas moins vrai qu'en attendant on est obligé de rejeter plusieurs combinaisons d'étoiles, d'ailleurs très-convenables sous d'autres rapports, réduisant ainsi le nombre d'applications qu'on pourrait faire de cette excellente méthode.

(*) Voyez mes *Nouvelles méthodes astronomiques*, &c. page 101 et suivantes.

Ces sortes de considérations sont celles qui m'ont conduit à imaginer la nouvelle méthode dont j'ai parlé ci-dessus, et dont le développement des principales formules va former l'objet des lignes suivantes. Supposant que l'on observe une étoile avec un altazimut ou quelque autre instrument qui permette la mesure d'angles horizontaux, soient :

- h l'angle horaire de l'étoile.
- δ la déclinaison de " " " " " "
- a l'azimut de " " " " " " compté depuis le nord.
- φ la latitude du lieu.

et nous aurons la relation bien connue :

$$\cos. \varphi \tan \delta - \sin. \varphi \cos. h = \sin. h \cot. a \dots \dots \dots (1)$$

laquelle peut se calculer facilement par logarithmes au moyen d'un angle auxiliaire M , savoir :

$$\tan. M = \frac{\tan. \delta}{\cos. h} \quad \sin. (M - \varphi) = \cos. M \tan. h \cot. a \dots \dots (2)$$

Ces deux angles ayant été calculés, leur différence donne la latitude φ que l'on cherche.

Les données h et a s'obtiennent par l'observation, de la manière suivante : si G est la lecture du cercle azimutal lorsque l'étoile est coupée par le fil vertical du centre de la lunette, et m la lecture méridienne du même cercle, c'est-à-dire, son indication quand la lunette est dirigée vers le point nord de l'horizon, on a :

$$a = m - G$$

Je suppose que la graduation de l'instrument soit numérotée de gauche à droite, et que G ait été corrigée des erreurs des micromètres, des niveaux, de la collimation, &c.

Quant à l'angle horaire, désignant par t l'heure chronométrique de l'observation, par Δt la correction du chronomètre dans le même instant et par a l'ascension droite de l'étoile, on aura :

$$h = t + \Delta t - a$$

formule dans laquelle l'angle horaire est exprimé en temps.

Cette méthode telle que nous l'avons exposée jusqu'ici, a l'inconvénient de supposer déterminées, au moyen d'observations préliminaires, les valeurs des quantités m et Δt . Nous allons tâcher maintenant d'établir un procédé beaucoup plus commode, qui est indépendant de ces données et permet même sa détermination ; mais avant de le faire, examinons brièvement les formules fondamentales pour déduire de cette analyse les conditions les plus convenables de l'observation. Pour plus de généralité je supposerai que l'on ait commis de petites erreurs Δh , Δa et $\Delta \delta$ dans les trois données h , a et δ . L'erreur du résultat sera une fonction de celles-là, de la forme :

$$\Delta \varphi = \frac{d\varphi}{dh} \Delta h + \frac{d\varphi}{da} \Delta a + \frac{d\varphi}{d\delta} \Delta \delta$$

Différentiant l'équation (1) par rapport à φ , et successivement par rapport à h , a , et δ , il viendra sans difficulté après la substitution :

$$\Delta \varphi = (\sin. \varphi \tan. a - \cot. h) \cos. a \tan. z. \Delta h + \frac{\tan. z}{\sin. a} \Delta a + \frac{\cos. \varphi}{\cos. \delta \cos. z} \Delta \delta$$

z désignant la distance zénithale de l'étoile au moment de l'observation.

On voit d'après cette expression que le coefficient de l'erreur de l'angle horaire deviendra nul quand l'angle parallactique, dont le sommet est dans l'étoile, sera de 90° , car alors on aura $\sin. \varphi = \cot. a \cot. h$; et que la valeur du même coefficient sera toujours très-petite si l'azimut de l'étoile ne diffère

pas beaucoup de 90° . Dans cette même circonstance le coefficient de l'erreur d'azimut sera aussi très-petit, spécialement si l'observation a lieu près du zénith. Quant au coefficient de $\Delta \delta$, il deviendra le plus petit possible, pour des valeurs données de φ et de δ , quand la distance zénithale de l'étoile ne soit pas considérable.

Le résultat général de cette analyse indique donc la convenance d'observer une étoile qui puisse avoir un grand azimut en même temps qu'une petite distance zénithale ; et pour remplir ces conditions il faut choisir des étoiles dont les déclinaisons ne diffèrent pas beaucoup de la latitude du lieu. En les observant à peu de distance du méridien on aura toujours des résultats presque indépendants des petites erreurs d'observation.

Passons maintenant à exposer la manière de procéder à la détermination de la latitude, sans connaître la lecture méridienne m et l'erreur Δt du chronomètre, ce qui exige la double observation de l'étoile à la même hauteur, des deux côtés du méridien. Admettons en outre pour plus de généralité que les deux distances zénithales ne soient pas exactement égales ; que la colonne verticale de l'instrument et son axe horizontal aient de petites erreurs indiquées par les niveaux ; et finalement qu'il existe aussi une petite erreur de collimation dans le fil central de la lunette.

Cela posé, soit Δz le nombre de secondes dont la distance zénithale occidentale est plus petite que l'orientale : si l'on appelle g la lecture du cercle vertical, n celle du niveau parallèle au même cercle, r la réfraction et si l'on désigne par les mêmes lettres, avec des accents, les éléments semblables correspondants à l'est du méridien, les deux distances zénithales vraies seront :

$$z = g' - g + n' + r'$$

$$z - \Delta z = g - g + n + r$$

g , étant la lecture lorsque le télescope est dirigé vers le zénith. De ces équations on tire :

$$\Delta z = (g' - g) + (n' - n) + (r' - r) \dots \dots \dots (3)$$

formule dans laquelle $n = \frac{1}{2}(o - e)v$ et $n' = \frac{1}{2}(o' - e')v$, o et e étant respectivement les indications des extrémités *oculaire* et *objective* du niveau dont chaque division a la valeur de v secondes. Lorsque Δz est petite on peut supposer $r = r'$, ou du moins prendre pour $r - r'$ la différence des réfractions tabulaires, sans avoir égard aux indications des instruments météorologiques. Si l'on observe dans la position inverse de l'instrument, c'est-à-dire, lorsque g est plus grand que g' ou g' , on doit prendre $g - g'$ au lieu de $g' - g$ dans la valeur de Δz .

Les effets de Δz sur l'heure t et sur la lecture azimutale G correspondantes à l'observation occidentale, seront :

$$\Delta h = \frac{dh}{dz} \Delta z = \frac{\Delta z}{\cos. \varphi \sin. a} \quad \text{et en temps : } \Delta h = \frac{\Delta z}{15 \cos. \varphi \sin. a} \dots \dots (4)$$

$$\Delta G = \frac{dG}{dh} \Delta h = \frac{dG}{dh} \frac{dh}{dz} \Delta z = \frac{\cot. h \cos. a - \sin. \varphi \sin. a}{\cos. \varphi} \Delta z$$

Ce dernier résultat s'obtient aisément à l'aide de l'équation (1).

Avec ces corrections qui ramènent l'observation occidentale à la même hauteur que l'orientale, on a à l'est et à l'ouest du méridien respectivement :

$$-h = t' + \Delta t_0 - u (t_0 - t') - a$$

$$+h = t + \Delta t_0 + u (t - t_0) - a + \Delta h$$

Δt_0 étant la correction du chronomètre dans l'instant milieu t_0 des observations, et u la marche de l'instrument dans l'unité de temps. Ces quantités sont positives lorsque le chronomètre retarde.

Des équations ci-dessus on tire :