

Auteur : Fleurialis, G.

Titre : Rapport présenté au nom de la sous-commission chargée de faire des propositions définitives au sujet de l'installation des appareils photographiques du passage de Vénus en 1882 et des dispositions à prendre pour les mesures micrométriques

Mots-clés : Photographie spatiale

Description : 1 vol. (27 p.) ; 29 cm

Adresse : Paris : Imprimerie de Gauthier-Villars, [1882]

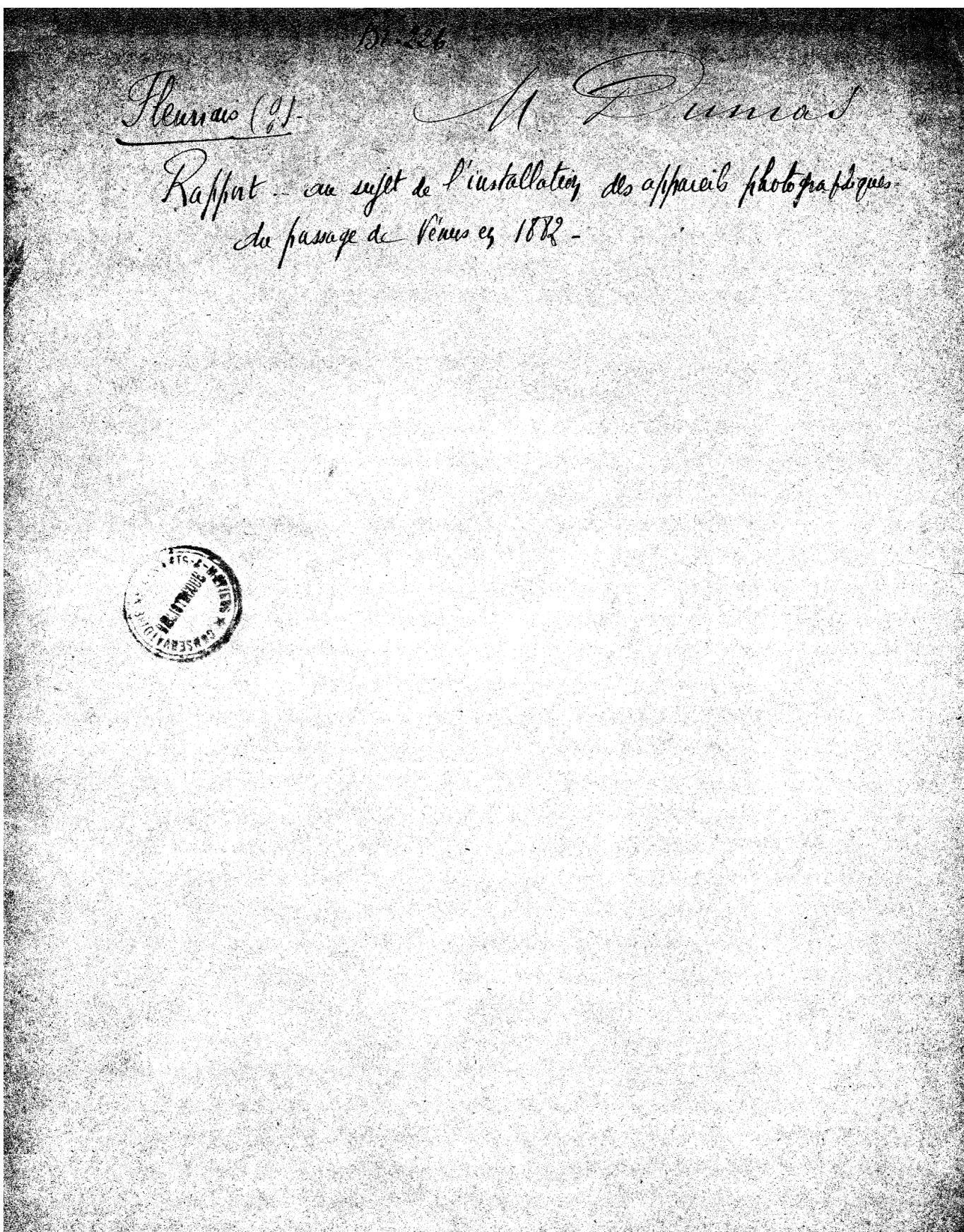
Cote de l'exemplaire : CNAM-BIB Br 226

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?BR226>



La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique <http://cnum.cnam.fr>*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique <http://cnum.cnam.fr>*. You may assemble and distribute links that point to other CNUM documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from CNUM.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

---

## RAPPORT

PRÉSENTÉ AU NOM DE LA SOUS-COMMISSION CHARGÉE DE FAIRE DES PROPOSITIONS DÉFINITIVES AU SUJET DE L'INSTALLATION DES APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES DU PASSAGE DE VÉNUS EN 1882 ET DES DISPOSITIONS A PRENDRE POUR LES MESURES MICROMÉTRIQUES (').

---

La tâche de la Sous-Commission comprenant deux objets entièrement distincts, nous traiterons à part chacune des questions que la Commission a bien voulu nous charger d'étudier et de résoudre dans la mesure du possible.

### APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES.

Les renseignements que la Sous-Commission a pris, à diverses sources, soit en questionnant des savants dont la compétence est hors de doute, soit en consultant des Rapports concernant le passage de 1874, sont loin d'être concordants. Il n'y a pas d'exagération à dire que notre enquête aboutit à ce résultat que toutes les dispositions que l'on pourrait adopter pour les appareils photographiques du passage de Vénus seraient à la fois aussi bonnes et aussi mauvaises l'une que l'autre. Notre embarras eût été grand pour choisir entre divers dispositifs, si l'emploi de la Photographie avait formé une partie essentielle du programme de la pro-

(') Cette Commission est composée de MM. Bouquet de la Grye, Fleurais et Hatt.  
H.

chaine observation du passage de Vénus. Mais tel n'est pas le cas ; la proposition admise par la Conférence internationale, récemment réunie à Paris, disant que les résultats généralement peu satisfaisants obtenus par la Photographie engagent à ne pas recommander ce procédé, qu'il peut être utile, toutefois, de l'appliquer dans certaines stations, cette proposition, disons-nous, caractérise le rôle que doit jouer la Photographie au prochain passage, et permet de la faire figurer au programme de la Commission, principalement à titre d'essai.

En nous mettant à ce point de vue, notre tâche se trouve bien simplifiée, et se réduit, après avoir éliminé les solutions qui ont été presque généralement reconnues mauvaises, à faire en sorte d'appliquer les procédés recommandés par les uns et par les autres, et qui n'ont pas été combattus par des arguments décisifs.

Une première question qui se présentait à nous était de savoir si les rayons du Soleil pénétreraient directement ou par l'intermédiaire d'un miroir dans l'intérieur de la lunette photographique. La première solution a sur la seconde l'avantage de mettre à l'abri des déformations possibles de l'appareil réfléchissant, et de se prêter très simplement à la disposition parallactique qui élimine le mouvement diurne. La seconde solution a, d'autre part, l'avantage d'assurer à la lunette une fixité bien plus grande, grâce à la disposition horizontale dans l'intérieur d'une cabane peu élevée, beaucoup mieux abritée du vent, et celui de permettre l'orientation de l'image par rapport à l'horizon, c'est-à-dire la mesure de l'angle de position. Il nous a paru indispensable d'adopter concurremment ces deux dispositions distinctes et de proposer la construction de deux lunettes montées équatorialement, l'une pour une station boréale, l'autre pour une station austral, ainsi que celle de deux lunettes horizontales à distribuer

également à deux stations situées, l'une au nord, l'autre au sud de l'équateur.

La distance focale relativement petite des objectifs photographiques ( $2^m, 80$ ) obligerait en quelque sorte à grossir l'image de faible dimension ( $0^m, 026$ ) reçue au foyer de l'objectif. Les renseignements que nous avons pu obtenir à ce sujet ont été du reste concordants; on s'accorde à recommander le grossissement pour rendre moins sensible la diffusion de l'empreinte photographique, dont l'importance est en raison inverse de la grandeur de l'image. Nous croyons donc devoir proposer à la Commission d'y avoir recours, en limitant toutefois la dimension de l'image à  $0^m, 12$  ou  $0^m, 13$  environ, pour éviter les inconvénients qui pourraient résulter de l'emploi de clichés trop considérables. Le grossissement devrait donc être d'environ 4, 5 ou 6 fois, et le meilleur procédé pour l'obtenir consisterait à disposer en avant du plan focal le système optique connu sous le nom de *véhicule de télescope*.

Il a paru nécessaire également de disposer dans ce plan focal principal un réseau de fils dont l'image viendrait se former, en même temps que celle de l'astre, sur la plaque sensibilisée, et constituerait un système de repères dont les déformations correspondraient au besoin à celles de l'image, et permettraient de s'en affranchir dans les mesures faites ultérieurement.

Dans ce plan focal, on installera aussi l'obturateur instantané qui devra consister en une trappe équilibrée poussée par un ressort dont la tension, variable à volonté, détermine un mouvement plus ou moins rapide. Le temps de pose dépend de la vitesse imprimée à la trappe et de l'ouverture de la fente pratiquée à son extrémité; il peut être réduit à moins de  $\frac{1}{1000}$  de seconde par la combinaison de ces deux moyens. Mais on ne peut

pas compter sur une durée inférieure à  $\frac{1}{100}$  de seconde, pour faire franchir à la fente le diamètre entier du Soleil ; le mouvement diurne pourra donc occasionner une légère déformation, 0", 15 au minimum, dans les images du Soleil formées au foyer des instruments fixes, et il sera nécessaire d'en tenir compte, si l'on veut pousser à  $\frac{1}{100}$  de millimètre la mesure des photographies.

Le modèle de trappe équilibrée qui nous a paru réunir le plus d'avantages est celui que nous a montré M. Prazmowski, et qu'il a réalisé pour un photo-héliographe ayant figuré à l'Exposition universelle de 1878. Il consiste en un double système de deux secteurs égaux et opposés par leurs sommets, réunis en un point autour duquel ils se meuvent d'un mouvement d'ensemble. Les deux systèmes se recouvrent et peuvent glisser l'un sur l'autre de petites quantités ; leur position relative détermine l'ouverture de la fente ; la symétrie complète de l'appareil fait que cette fente est reproduite à l'extrémité extérieure de la trappe ; on peut donc juger d'un coup d'œil de la grandeur de l'ouverture et de la vitesse de chute. Nous proposons à la Commission d'adopter ce système.

Le point sur lequel nous avons obtenu les renseignements les plus contradictoires est celui qui concerne les procédés photographiques. Trois systèmes sont en présence, également prônés et combattus. Ce sont :

1° La photographie sur plaques argentées, dont on s'est servi en 1874 ;

2° L'emploi du verre argenté par la méthode Foucault,

3° L'emploi du collodion, ou mieux encore, du procédé dit *au gélatino-bromure*.

Les photographies sur argent offrent l'avantage incontestable

de la finesse de l'image; mais on reproche aux plaques de n'être jamais qu'imparfaitement planes, de pouvoir se déformer à la longue et de se prêter extrêmement peu aux mesures, par suite de leur opacité et du miroitement qu'elles présentent, quand elles sont éclairées par une lumière un peu vive. L'emploi des glaçons argentées met à l'abri de ces inconvénients, car on peut espérer, si la couche est mince, arriver à éclairer les images par transparence; mais il expose à l'inconvénient grave de rendre très difficiles le polissage et le nettoyage de la surface argentée. Il ne nous a pas été possible de recueillir une affirmation bien explicite au sujet de ce procédé, qui paraît n'avoir pas été beaucoup pratiqué encore, mais il présenterait tant d'avantages s'il était d'une application commode, que nous croyons devoir le recommander provisoirement à la Commission, en la priant de faire des démarches auprès de M. le Directeur de l'Observatoire, afin qu'il veuille bien faire exécuter quelques essais de photographies sur couche d'argent. S'ils devaient bien réussir, nous n'hésiterions pas à recommander l'emploi de ce procédé, de préférence à celui de l'argent plaqué.

Quant au procédé dit au *gélatino-bromure*, il présente le grand avantage de n'exiger aucune préparation, tout en étant d'une sensibilité extrême. On emporte les glaçons toutes sensibilisées, qui se trouvent couramment dans le commerce; on peut même se dispenser de les révéler sur place et remettre au retour en France le développement de l'image, qui apparaît tout aussi belle après un intervalle de plusieurs mois qu'au premier jour. L'objection que l'on pourrait faire à ce procédé, ainsi qu'à tous ceux qui exigent une préparation par voie humide, c'est d'exposer, par ces alternatives de sécheresse et d'humidité, la couche sensible à subir des déformations rendant illusoire toute mesure

consécutive. Nous devons remarquer toutefois que les Américains ont obtenu, en 1874, de bons résultats par l'emploi du colloidion; la présence de l'image du micromètre obvie du reste, dans une certaine mesure, aux déformations possibles; nous pensons donc pouvoir proposer le procédé du gélatino-bromure concurremment avec les deux autres, certains d'avance de n'imposer aux observateurs qu'un supplément de peine presque insignifiant, grâce aux facilités que présente son emploi.

Il nous reste à traiter la question du corps de la lunette et de la monture des instruments équatoriaux. La dimension des objectifs permet d'utiliser les tubes des appareils qui ont servi en 1874, après les avoir réduits à la longueur correspondant à la nouvelle distance focale. On adapterait à l'extrémité de ces tubes un dispositif spécial, comprenant l'obturateur instantané, le micromètre, l'appareil grossissant et la chambre noire, et qui serait le même pour les quatre instruments. On munirait ceux qui sont destinés à rester horizontaux d'un chercheur analogue à celui qui a servi en 1874 et l'on utiliserait pour le renvoi des rayons solaires deux des miroirs employés à cette époque. Il nous a semblé qu'il y aurait avantage à disposer la lunette dans le prolongement de l'axe optique de l'instrument méridien; on y gagnerait une très grande facilité d'orientation et l'on pourrait faire toutes les mesures micrométriques avec le secours des fils de la lunette méridienne.

M. P. Gautier nous a proposé, pour la monture des deux lunettes équatoriales, une disposition analogue à celle d'instruments qu'il a construits pour l'Observatoire de Meudon; elle consisterait en une plaque de fonte scellée sur un mur parallèle à l'axe du monde et servant de support à l'axe horaire, lequel porte à son extrémité une fourche qui soutient l'axe de déclinaison et le corps de

la lunette. Le mouvement d'horlogerie serait muni d'un régulateur Foucault et d'un système de déembrayage permettant le jeu des manettes. Nous pensons qu'il y a lieu d'adopter cette monture, qui est simple et qui a l'avantage de n'être pas nouvelle pour le constructeur ; nous proposons toutefois de modifier un peu la plaque de fonte, en y adaptant deux talons dont les angles soient calculés pour que l'une des faces reste horizontale. L'installation de l'appareil dans le méridien sera beaucoup facilitée par cette disposition très simple. Nous proposons également d'adapter un chercheur à chacune des lunettes et un obturateur permettant de soustraire l'objectif à l'action des rayons solaires, dans les intervalles des opérations photographiques.

En résumé, la Sous-Commission s'arrête, en ce qui concerne la Photographie, aux propositions suivantes :

Utiliser, pour l'observation du passage de Vénus de 1882, les tubes des quatre lunettes photographiques qui ont servi en 1874, les munir d'un système optique, dit *véhicule de télescope*, destiné à amplifier l'image 4 ou 5 fois, d'une trappe équilibrée, système Prazmowski, pour l'obturation instantanée, et d'une chambre noire d'environ 0<sup>m</sup>, 20 de côté.

Disposer deux des lunettes ainsi transformées sur le prolongement de l'axe optique de la lunette méridienne du côté opposé au pôle élevé, l'objectif étant tourné vers le pôle ; les rayons du Soleil seront renvoyés par l'intermédiaire des miroirs en verre argenté construits pour l'observation de 1874.

Construire pour les deux autres lunettes, munies de chercheurs et d'obturateurs objectifs, la monture équatoriale, avec mouvement d'horlogerie, décrite plus haut.

Employer concurremment les trois procédés photographiques :

1<sup>o</sup> des plaques argentées ; 2<sup>o</sup> du verre argenté ; 3<sup>o</sup> du gélatino-bromure.

Prier M. le Directeur de l'Observatoire de Paris de bien vouloir faire exécuter quelques essais de photographie sur verre argenté, dans le but de donner aux observateurs des notions plus précises sur ce procédé, encore peu répandu, et de renseigner dès à présent sur sa valeur pratique.

Il nous resterait à parler du choix des stations qui mèneront de front les observations photographiques et celles des contacts ; mais nous ne pouvons dès à présent, n'ayant pas reçu la réponse de M. d'Abbadie, préciser que les deux stations australes et l'une des stations situées au nord de l'équateur.

Les latitudes très peu différentes des stations septentrionales nous engagent à tenir le plus grand compte de la composition du personnel disponible et de la bonne volonté des observateurs. A ce double point de vue, la station du Mexique nous paraît désignée pour l'utilisation de l'un des instruments photographiques. Nous proposerons donc de disposer une des lunettes équatoriales pour cette station.

Les deux stations qui nous paraissent désignées pour cet objet dans le sud sont celles de Santa-Cruz et celle de Chubut, et, en raison de la latitude plus élevée de la première, qui est exposée plus que la seconde aux coups de vent, nous pensons qu'il y aura lieu de réservier pour Santa-Cruz la lunette horizontale, en disposant la lunette équatoriale pour la station de Chubut.

## MESURES MICROMÉTRIQUES.

Après avoir pris connaissance des documents relatifs à l'expédition de 1874 et avoir relu notamment les instructions de MM. Yvon Villarceau et Wolf concernant les mesures micrométriques, la Sous-Commission reste convaincue, d'une part, que les seules mesures de distances utilisables sont celles que l'on prendra dans les environs des contacts, et, d'autre part, qu'il est indispensable d'employer, pour les faire, un procédé ayant pour base la simultanéité des opérations de visées pratiquées sur les deux astres. Nous croyons donc qu'il faut rejeter complètement tout procédé consistant à amener un fil mobile successivement sur les bords du Soleil et sur ceux de la planète, qui exposerait à des erreurs allant de 2", 5 sur la distance des astres.

Deux méthodes différentes sont en présence pour arriver à mesurer des distances dans les conditions ci-dessus énumérées : celle des micromètres *bifilaires* et celle des micromètres *à double image*.

Nous nous contenterons de renvoyer aux instructions de MM. Yvon Villarceau et Wolf (tome I des *Documents relatifs au passage de Vénus*, 2<sup>e</sup> Partie, page 341) pour l'emploi des mesures bifilaires, et nous pensons que le micromètre qu'il convient d'adopter pour les lunettes de 6 pouces est celui qui a servi en 1874, et qui consiste en trois paires de fils fixes traversés par un fil perpendiculaire, et trois paires de fils mobiles parallèles aux premiers.

La grande masse et la stabilité plus faible des lunettes de 8 pouces semblent à la Sous-Commission un motif suffisant pour conseiller

d'avoir recours à l'emploi des prismes *biréfringents oculaires* dits *prismes d'Arago*, pour obtenir les distances des astres dans le voisinage des contacts.

L'usage des micromètres à double image, et en particulier des prismes à angle fixe, est avantageux à plusieurs titres. Ils permettent de présenter la mesure des distances sous forme de contacts artificiels, en évitant à l'observateur la double préoccupation de l'inscription de l'heure et de la lecture d'un micromètre.

Ils se prêtent mieux qu'aucun autre procédé à la détermination des distances de cornes, et permettent d'utiliser, dans la mesure du possible, une grandeur dont la variation très rapide constitue une donnée particulièrement propre à déterminer la phase du phénomène,

Nous remarquerons, toutefois, que l'emploi des prismes d'Arago ne peut donner de résultats comparables que si l'on remplit la condition d'assurer à l'image à dédoubler du plan focal, une position invariable par rapport à l'oculaire. On se trouve donc amené, pour réaliser cette condition, à fixer par une croisée de fils un point déterminé du plan focal, et par des crans d'arrêt convenables, une position déterminée de l'oculaire ; la mobilité du cercle de position exige en outre que, dans cette position particulière, l'oculaire soit au centre du mouvement, et que le point fixe du plan focal se trouve sur le prolongement de l'axe optique de l'oculaire. Ces conditions pourront être réalisées par le constructeur ; en prévision d'accidents toujours possibles, il est à souhaiter toutefois que le châssis des fils fixes soit muni de vis permettant de le déplacer de petites quantités dans deux sens perpendiculaires, de manière à pouvoir centrer la croisée des fils, si celle-ci venait à être excentrique. Il serait bon aussi, pour éviter toute confusion, de remplacer par un fil unique chacune

des paires de fils fixes et mobiles disposées au centre du champ. Ce sont là les seules modifications que nous proposons d'apporter aux dispositions adoptées en 1874 pour les micromètres de 8 pouces.

Dans le modèle qui a été expérimenté récemment à l'Observatoire de Paris, et qui a donné des résultats satisfaisants, les prismes sont disposés, suivant l'ordre de grandeur de leur angle, sur une tirette terminée à son extrémité par une ouverture destinée à l'observation directe. Cette disposition nous paraît convenable, et nous n'hésitons pas à proposer à la Commission de l'adopter pour toutes les lunettes de 8 pouces, en insistant particulièrement pour que le numéro d'ordre de chaque prisme soit mis bien en évidence. Les angles des prismes doivent se succéder de manière à permettre à l'observateur de reprendre haleine, d'écrire ou de dicter ses impressions sur chaque contact obtenu, et de rectifier l'angle de position. Ils devront donc répondre à un intervalle de 1<sup>m</sup>,5 ou 2<sup>m</sup> de temps.

La distance des astres variant de 3" par minute aux environs des contacts, il semble que les prismes pourront être facilement échelonnées de 5" en 5" d'arc.

Il convient, du reste, de laisser un intervalle un peu plus grand entre les contacts véritables et les premières mesures de distances ou contacts artificiels, de sorte que l'on doit fixer à 10" le plus petit angle des prismes. Dans la pratique, on ne peut guère dépasser 45", ce qui porterait le nombre des prismes à huit.

Examinons quelles seront les époques des distances de cornes correspondant à ces angles, et de quel secours pourront être les prismes pour effectuer leur mesure. Le calcul nous a montré que la corne de 10" se produisait 8<sup>s</sup> de temps avant ou après le

contact, que celle de  $20''$  avait lieu à  $31^{\circ}$  ou  $32^{\circ}$  de temps du contact. Cet intervalle de temps est trop faible pour que l'on puisse espérer venir à bout d'une opération aussi délicate, surtout dans le voisinage des contacts intérieurs, qu'il ne faut compromettre à aucun prix. L'observateur pourra cependant, avec un peu d'exercice, arriver à mesurer les cornes ou cordes communes suivantes dans le voisinage des contacts extérieurs, dont l'importance est moindre :

$25''$ à $0.51^{\text{m}}$	du contact.
$30$ à $1.16$	"
$35$ à $1.46$	"
$40$ à $2.23$	"
$45$ à $3.17$	"

Comme nous l'avons dit plus haut, il ne faut compromettre à aucun prix l'observation des contacts internes; la prudence exige donc que l'on se tienne prêt deux minutes au moins avant l'entrée, et que l'on accorde environ deux minutes de réflexion à l'observateur après la sortie; les seules cornes qui nous paraissent susceptibles de mesures dans ces conditions sont celles de  $40''$  et de  $45''$ , qui sont distantes des contacts de plus de  $2^{\text{m}}$  de temps (peut-être celle de  $35''$ ). Nous devons dire que cette considération seule nous a engagé à proposer de porter à huit le nombre des prismes.

Une question qui s'élève à propos de la disposition de l'oculaire est celle qui concerne les verres colorés.

Le programme de la Conférence internationale, en signalant comme très importante la condition d'un éclairement déterminé du champ pour l'observation des contacts, nous impose la poursuite du meilleur moyen d'obtenir cet éclairement. Nous pensons qu'il est indispensable d'adopter, dans ce but, l'emploi d'un système:

de verres présentant une atténuation variant d'une manière continue d'une extrémité à l'autre. Ces verres gradués, dont la construction n'est pas nouvelle, devront être appliqués derrière l'œilleton de l'oculaire, et disposés de manière à se mouvoir dans une coulisse et à pouvoir être poussés dans un sens ou dans l'autre, suivant l'éclairage dont on a besoin. La plus grande longueur de la lame de verre devra être dirigée perpendiculairement à la tirette des prismes, afin que les mouvements puissent demeurer parfaitement indépendants.

En résumé, nos conclusions, quant aux mesures micrométriques, sont les suivantes :

Nous pensons qu'il convient :

1<sup>o</sup> De donner aux micromètres des lunettes de 6 pouces une forme identique à celle qu'ils avaient en 1874;

2<sup>o</sup> De modifier les micromètres des lunettes de 8 pouces, en remplaçant les paires de fils fixes et mobiles du milieu par un fil unique, la croisée des fils fixes étant disposée au centre du cercle de position, et le châssis de ces fils étant disposé de manière à pouvoir réaliser au besoin cette condition;

3<sup>o</sup> De munir le porte-oculaire de crans d'arrêt qui le maintiennent également au centre du mouvement;

4<sup>o</sup> De faire construire pour chacune des lunettes de 8 pouces un oculaire spécial comprenant les installations nécessaires pour porter une tirette de huit prismes biréfringents, dont les angles varient de 5° en 5°, entre 10° et 45°, ainsi qu'un verre de couleur dégradé.

Paris, le 21 décembre 1881.

*Le Rapporteur :*

Pn. HATT.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

---

## NOTE

RELATIVE A DES EXPÉRIENCES FAITES SUR L'OCULAIRE D'ABAGO, A PRISMES  
BIRÉFRINGENTS, EN VUE DE L'OBSERVATION DU PROCHAIN PASSAGE DE VÉNUS  
SUR LE SOLEIL.

---

En 1874, les différentes personnes qui ont observé le passage de Vénus sur le Soleil se sont efforcées de déterminer les positions relatives des deux astres par des mesures micrométriques obtenues dans le voisinage des contacts.

La forte ondulation des images et surtout le peu de stabilité des instruments ont amené partout de grandes difficultés et, sur plusieurs points, de véritables impossibilités.

Le seul moyen de se mettre à l'abri de ces graves inconvénients est, comme on le sait, de substituer au procédé de mesure directe celui de l'observation des contacts d'images fournies par le dédoublement des images naturelles.

Dans ce cas, les fils du micromètre n'intervenant plus, l'influence des vibrations instrumentales et des ondulations, du moins de celles qui sont concordantes, disparaît entièrement.

Le dédoublement des images peut être opéré de trois façons différentes, savoir :

- 1° Par l'objectif (héliomètre) ;
- 2° Par l'oculaire (oculaire d'Airy) ;
- 3° Par interposition de prismes biréfringents entre l'œil et l'oculaire (Arago).

L'application des deux premiers procédés entraîne des dispositions instrumentales spéciales.

L'emploi du troisième ne demande que l'adjonction, à l'oculaire ordinaire, d'une tirette garnie d'un certain nombre de prismes. Cette tirette, qui peut être à volonté mise en place ou enlevée, ne modifie en rien l'instrument. L'observateur reste donc libre, suivant les circonstances, d'opérer des mesures micrométriques directes ou de noter les instants correspondant aux contacts artificiels produits par le dédoublement des images.

Ces considérations constituent des avantages tellement importants, que la convenance de l'emploi de l'oculaire d'Arago, pour le cas particulier du passage de Vénus, serait indiscutable, si malheureusement les prismes biréfringents ne présentaient certains inconvénients.

MM. Mouchez, Lœwy, Tisserand, Pratzmowski, disentant la question au point de vue théorique, ont démontré :

Que des prismes, placés entre l'œil et l'oculaire, *pourraient* mais *ne pourraient* fournir les résultats de haute précision, réclamés par l'observation du passage de Vénus, que si l'angle d'incidence des rayons, sur un prisme donné, avait rigoureusement la même valeur dans les deux cas, savoir :

- 1° De l'observation proprement dite ;
- 2° De l'opération de la mesure de l'angle du prisme.

La justesse de ce principe a été expérimentalement mise en évidence en mesurant, pour plusieurs positions de l'oculaire, l'écart des images d'un fil fixe dédoublé. Dans ces essais, l'angle de dédoublement a subi des variations sensibles pour les prismes de  $10''$  à  $25''$ , très notables pour ceux de  $25''$  à  $45''$ .

En outre, M. Pratzmowski, considérant l'existence de deux cristaux dans chaque prisme, a émis l'opinion qu'il y aurait, si-

non nécessité absolue, du moins prudence, à faire les deux observations ci-dessus énoncées, dans des conditions identiques de chaleur et d'humidité.

En résumé, la pensée générale est que, dans le cas d'emploi des prismes, le rôle de chacun de ceux-ci devrait être réduit à celui d'un intermédiaire (d'un véritable magasin de parties du micromètre) que l'observateur interposerait, pendant un temps aussi court que possible, entre la distance à mesurer et l'échalon de mesure qui est et resterait le micromètre.

Considérant que l'appareil des passages artificiels de M. Wolff se prête à des expériences de toute nature, on a cherché à réaliser pratiquement les conditions qui viennent d'être établies. La note ci-après expose la marche suivie et les résultats obtenus.

#### Constance de l'angle d'incidence des rayons.

Les données qui déterminent la valeur de l'angle d'incidence des rayons, sur un prisme quelconque, sont les suivantes :

- 1<sup>o</sup> Position de l'image par rapport aux fils du micromètre ;
- 2<sup>o</sup> Position de l'oculaire par rapport aux fils ;
- 3<sup>o</sup> Orientation du cercle de position ;
- 4<sup>o</sup> Position de l'œil par rapport à l'oculaire.

Si l'œil, le centre de l'oculaire et l'image sont placés sur l'axe principal de l'objectif et si cet axe, défini par la croisée des fils fixes, est sans collimation par rapport à l'axe du cercle de position, il est clair :

D'une part, que l'angle d'incidence des rayons sur la face antérieure de chaque prisme sera très voisin de  $90^\circ$  ;

D'autre part, et par suite, que cet angle sera constant, quelle que soit l'orientation du micromètre.

Il est évident en outre que, si les rayons arrivent normalement sur chaque prisme, l'influence d'une mise au point défectueuse sera minima.

C'est donc cette position relative de l'œil, de l'oculaire et de l'image qu'il est nécessaire de réaliser.

#### Axe principal.

Par construction, la croisée des deux fils fixes du centre de chaque équatorial correspond sensiblement à l'axe du cercle de position ; cette condition n'a d'ailleurs lieu d'être rigoureusement remplie que pour le fil fixe parallèle aux fils mobiles.

En opérant, avec l'un des fils mobiles, des pointés sur une mire, pour des orientations du micromètre différentes de  $180^\circ$ , on obtient exactement la position centrale, sur laquelle il est ensuite facile de conduire le fil fixe, si le cadre sur lequel il est monté peut recevoir un léger mouvement de rectification dans le sens de la vis micrométrique (A), p. 27.

#### Centrage de l'oculaire

Ainsi qu'il a été dit ci-dessus, le centre de l'oculaire doit se trouver exactement sur l'axe du cercle de position.

On a obtenu cette condition en plaçant en regard du tube oculaire une pointe fine, fixée à un montant indépendant, puis en faisant tourner le cercle de position. Les chariots ont été naturellement manœuvrés jusqu'à centrage parfait du tube par rapport à la pointe fixe ; des repères ont ensuite été tracés.

Ces repères seraient remplacés avantageusement par des lin-

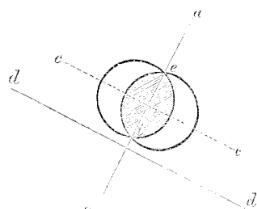
( 19 )

guets permettant de fixer les chariots dans la position voulue (B), p. 27.

Orientation de la tirette des prismes par rapport à la vis micrométrique.

Au moment d'une observation, la ligne *cc* (fig. 1), qui passe par les centres des deux images de la planète, doit être parallèle à la vis du micromètre.

Fig. 1.



Pour réaliser cette condition, il suffit évidemment de faire tourner l'oculaire jusqu'à ce que le fil fixe *dd* ne présente plus aucune trace de dédoublement, puis de vérifier si un fil mobile *aa* passe bien simultanément par les pointes *e* et *i* du segment de recouvrement.

L'oculaire est alors arrêté, et il serait utile d'assurer son immobilité au moyen d'un collier de serrage (C), p. 27.

Il serait également fort utile, pour éviter d'avoir à régler l'oculaire pour chaque prisme, que l'axe de dédoublement de chacun d'eux fût, par construction, parallèle à la direction de glissement de la tirette (D), p. 27.

#### Centrage de l'image.

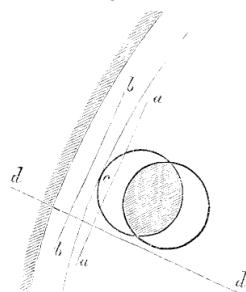
Les prismes biréfringents de Wollaston dédoublent les images symétriquement par rapport à la direction initiale des rayons.

( 20 )

Les deux images du fil fixe dédoublé comprennent donc entre elles l'axe principal de l'objectif, et dès lors, c'est entre ces deux images qu'il convient d'amener le point de contact à observer.

En d'autres termes, si *aa* et *bb* (*fig. 2*) sont les deux images du

Fig. 2.



fil fixe central parallèle aux fils mobiles, c'est en *c* que doit être amené le point de contact des bords dédoublés du Soleil et de la planète.

Quant à l'autre fil fixe *dd*, il peut être laissé sans inconvenients un peu en dessous ou en dessus du point de contact, car la question du centrage sur l'axe principal n'a d'intérêt que dans le sens du dédoublement. Du moins c'est ainsi que nous avons agi avec l'appareil de l'Observatoire.

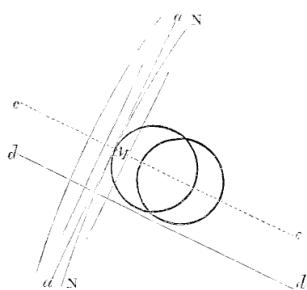
#### Orientation du cercle de position.

1<sup>o</sup> *Pour la mesure d'une distance des bords des astres.* — Au moment où le bord de la planète est près d'être tangent au bord NN (*fig. 3*) du Soleil, la ligne *cc*, qui joint les centres des deux planètes, doit passer par le centre du Soleil.

Mais, par l'opération précédente, cette ligne a été rendue pa-

rallèle à la vis du micromètre. L'orientation du cercle de position est donc déterminée par cette condition, qu'un fil mobile  $aa$ , amené sur le point de contact  $M$ , soit tangent au bord du Soleil, précisément sur ce point.

Fig. 3.



C'est lorsque cette condition est remplie (à vue) qu'il convient d'agir, s'il y a lieu, sur les manettes de l'équatorial pour amener le point  $M$  entre les images du fil fixe.

Le mouvement d'horlogerie maintient ensuite les positions relatives.

L'angle de position varie très lentement il est vrai, mais varie constamment. La tangence du fil mobile, sur le point de contact, doit donc être vérifiée et maintenue le plus longtemps possible. Ce n'est que  $20^\circ$  à  $30^\circ$  avant l'instant du top qu'on doit éloigner le fil mobile pour ne pas être gêné dans l'appréciation du contact.

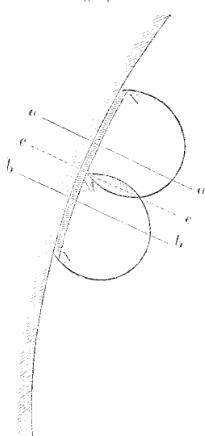
*2° Pour la mesure des distances des cornes.* — Pour la distance des cornes, l'orientation du cercle de position est nécessairement différente de  $90^\circ$  de celle qui conviendrait à une mesure de distance des bords. A l'instant où la pointe  $M$  (fig. 4) du segment de recouvrement quitte ou touche le bord du Soleil, la

( 22 )

distance des cornes se trouve être égale rigoureusement à l'angle de dédoublement du prisme.

A ce moment, les deux images *aa*, *bb* du fil fixe doivent comprendre entre elles le point de contact, et l'axe *cc* du segment de recouvrement doit passer par le centre du Soleil.

Fig. 4.



Une particularité optique permet de remplir très exactement cette seconde condition, sans avoir recours au fil mobile.

Aux approches du contact, le bord du Soleil sur toute l'étendue NN est sensiblement transporté dans le sens de l'axe du segment de recouvrement.

Pour rendre cet axe normal au bord du Soleil, il suffit donc de modifier l'orientation jusqu'à ce que la bande noire NN soit partout d'égale épaisseur.

## Précision obtenue dans l'appréciation des contacts.

Dans l'appareil des passages artificiels, imaginé par M. Wolf, un microscope, dirigé sur une échelle fixée au cadre qui porte la planète, permet de préciser à tout instant les positions relatives des deux astres. M. l'amiral Mouchez a fait diviser cette échelle en secondes de temps. Pour apprécier une erreur commise, il suffit donc de constater la divergence existant entre le chiffre qu'on lit et celui que l'on devrait lire.

Pendant les mois de novembre et de décembre, plusieurs personnes ont observé un grand nombre de contacts répondant à des mesures soit de distance des bords, soit de distance des cornes.

Le sens de marche de la planète a été systématiquement inversé pendant le courant de chaque série.

De l'examen des résultats, il ressort nettement que l'écart maximum entre une observation donnée et la moyenne générale de toutes les observations d'une série reste inférieur à 5° dans le cas d'éclairage défectueux, à 2° dans les cas favorables.

Autrement dit, toutes les séries ont présenté les mêmes concordances que les deux ci-après, que nous donnons uniquement pour faire ressortir la marche suivie.

	M. LE POER,		M. DE BERNARDIERES,		
	Entrée.	Sortie.	Entrée.	Sortie.	
Distance des cornes.	Prisme de 45... Prisme de 35...	13.20 11.59	13.16 11.50	13.12 11.52	13.12 11.48
	Deuxième ou troisième contact.....	10.16	10.13	10.16	10.14
Distance des bords.	Prisme de 15...	5.26	5.20	5.26	5.26
	Prisme de 25...	2.05	1.59	2.04	2.05
	Prisme de 35... Prisme de 45...	— 0.52 — 4.22	— 0.52 — 4.27	Brouillard.	
				4	

Position *vraie* pour deuxième ou troisième contact :

$10^m 17^s, 0.$

La vitesse de déplacement de la planète, dans le sens du rayon du Soleil, étant d'environ  $1''$  d'arc en  $20^s$  de temps, dans le voisinage des contacts, les écarts ci-dessus représentent des erreurs angulaires maxima de  $0'', 2$  et  $0'', 1$  sur la distance des centres des deux astres.

#### Mesure de l'angle de chaque prisme.

L'angle de chaque prisme doit être obtenu dans des conditions de direction, de chaleur, d'humidité identiques à celles de l'observation.

Le meilleur moyen, sans contredit, de réaliser ces conditions est de mesurer immédiatement, après chaque série, *sur le disque du Soleil comme fond*, l'écart des images du fil fixe dédoublé successivement par chacun des prismes.

Dans ce procédé, l'angle de position n'intervient pas ; en outre, le pointé d'un fil mobile sur un autre fil, soit par tangence, soit par superposition, étant une opération facile et rapide, la précision des mesures peut atteindre une haute valeur.

Nous avons obtenu ainsi les nombres suivants :

	Moyenne.			
Premier prisme.....	$14'',90$	$14'',95$	$15'',20$	$15'',01$
Deuxième prisme....	$24,80$	$24,85$		$24,82$
Troisième prisme....	$34,65$	$34,65$	$34,55$	$34,62$
Quatrième prisme....	$44,90$	$44,75$		$44,82$

M. Le Pord, modifiant le point, a obtenu, peu d'instants après,

$15'',09$ ,  $25'',07$ ,  $34'',83$ ,  $44'',95$ .

Ces valeurs ne sont pas absolues, en ce sens que, depuis leur obtention, la position de l'oculaire a été légèrement modifiée; mais leur concordance relative démontre que l'angle du dédoublement de chaque prisme peut être mesuré facilement et rapidement à l'approximation de  $0'',2$  ou  $0'',1$ .

Or, l'observation proprement dite de chaque contact conduit de son côté à une précision du même ordre. La haute valeur de la méthode serait donc démontrée si l'on pouvait être certain que l'angle de dédoublement, mesuré par l'écart des images d'un fil, est rigoureusement la mesure du dédoublement produit sur les bords des astres.

Théoriquement, si les fils et les images sont exactement dans le plan focal principal, leur dédoublement est forcément identique; mais s'assurer expérimentalement de l'exactitude du fait est fort difficile.

Le seul moyen de vérification radicale serait de placer d'avance la planète à une distance du bord du Soleil égale à l'angle d'un prisme donné, puis de constater si, pour cette position, les images, vues dans l'équatorial, sont bien tangentes géométriquement.

La difficulté de porter sur la glace du cadre mobile une distance rigoureusement égale à un nombre donné ne nous a pas encore permis d'obtenir une certitude entière.

On a dû jusqu'ici se contenter d'arrêter successivement le chariot dans chacune des portions correspondant aux tangences géométriques, fournies par les différents prismes, puis de supprimer ces derniers et de mesurer alors directement, avec le micromètre, soit la distance des cornes, soit la distance des bords des astres.

Si l'on n'envisageait que les chiffres trouvés, une ou deux fois,

lorsque l'éclairage était satisfaisant, on serait en droit d'affirmer l'exactitude satisfaisante des résultats; en effet, récemment nous avons obtenu:

Distance des cornes . . . . .	$\left\{ \begin{array}{l} 45'',2 \text{ avec le quatrième prisme.} \\ 34,8 \text{ avec le troisième prisme.} \end{array} \right.$
Distance des bords. . . . .	$\left\{ \begin{array}{l} 15,7 \text{ avec le premier prisme.} \\ 24,9 \text{ avec le deuxième prisme.} \end{array} \right.$

Mais des nombres aussi isolés peuvent d'autant moins être considérés comme constituant une preuve définitive d'exactitude que, dans l'appareil des passages, le fond sur lequel se projettent les images étant absolument noir, il est impossible d'affirmer le contact du fil mobile contre le bord du Soleil à plus de  $0'',5$  ou  $0'',6$ .

Tout ce qu'il est possible de dire aujourd'hui, c'est que l'observation d'un contact d'images artificielles et la mesure d'une distance de fils sont deux opérations très nettes, très faciles à exécuter, en dépit des trépidations instrumentales, dont l'ensemble satisfait mieux l'esprit qu'une moyenne de 8 à 10 mesures micrométriques directes, faites entre les bords ondulants de deux astres.

Si la Commission du Passage de Vénus adoptait l'emploi des prismes biréfringents pour l'observation du phénomène, les dispositions matérielles à prendre seraient probablement les suivantes:

1° Fabrication pour chaque 8 pouces, sinon pour chaque équatorial, d'un oculaire spécial conforme au modèle exécuté par M. Prazmowski. La tirette de chaque oculaire comprendrait cinq ouvertures; la première libre, pour l'observation directe, les quatre autres garnies de prismes répondant aux angles de  $10'', 20'', 30'', 40''$ .

Un verre coloré gradué, conforme au modèle préconisé par

la Conférence internationale, serait disposé perpendiculairement à la tirette.

Enfin, entre l'œil et le verre coloré, une plaque mince, percée d'un trou aussi petit que possible, commanderait l'immobilité de l'œil.

2° Le cadre des fils fixes et le chariot des fils mobiles de chaque micromètre comprendrait, chacun au centre, au lieu du fil double actuel, un fil simple un peu plus gros que les autres.

Les fils doubles latéraux subsisteraient en vue des mesures directes.

3° (A). Le cadre des fils fixes pourrait recevoir un petit mouvement de rectification dans le sens parallèle à celui de la vis micrométrique.

4° (B). Les deux chariots de l'oculaire pourraient être immobilisés au moyen de lingues à ressorts ou à vis.

5° (C). Le tube oculaire serait muni d'un collier de serrage.

6° (D). Les prismes seraient fixés solidement sur leur tirette, de façon que les axes de dédoublement soient tous paralleles au sens de glissement de la tirette.

G. FLEURIAIS.