

EUROPEAN SOUTHERN
OBSERVATORY



BULLETIN NO. 7

The Governments of Belgium, the Federal Republic of Germany, France, the Netherlands, and Sweden have signed a Convention¹⁾ concerning the erection of a powerful astronomical observatory on October 5, 1962.

By this Convention a European organization for astronomical research in the Southern Hemisphere is created. Denmark became a member of the organization on June 1, 1967. The purpose of this organization is the construction, equipment, and operation of an astronomical observatory situated in the Southern Hemisphere. The initial program comprises the following subjects:

1. a 1.00 m photoelectric telescope,
2. a 1.50 m spectrographic telescope,
3. a 1.00 m Schmidt telescope,
4. a 3.60 m telescope,
5. auxiliary equipment necessary to carry out research programs,
6. the buildings for administration, laboratories, workshops, and accommodation of personnel.

The site of the observatory is in the middle between the Pacific coast and the high chain of the Andes, 600 km north of Santiago de Chile, on La Silla, at an altitude of 2400 m.

The geographical coordinates of the main summit of La Silla are

$$\lambda = + 70^{\circ} 43' 46'' 50$$

$$\varphi = - 29^{\circ} 15' 25'' 80$$

They were determined by the Instituto Geográfico Militar of Santiago/Chile.

¹⁾ The ESO Management will on request readily provide for copies of the Paris Convention of 5 October 1962.

ESO BULLETIN NO. 7

CONTENTS

A. Baranne et E. Maurice : Flexions d'un spectrographe	5
A. Baranne, E. Maurice et L. Prévot : Le Spectrographe Cassegrain du Télescope de 1.52 mètre	11
A. B. Muller: Meteorological observations on La Silla in 1968	19
E. Rieger: The HEOS ion cloud experiment in the earth's magnetosphere	35

FLEXIONS D'UN SPECTROGRAPHE

A. Baranne et E. Maurice

On appelle «flexion» dans un spectrographe tout phénomène mécanique susceptible d'élargir ou de déplacer les raies d'un spectre. Ces «flexions» traduisent le fait que le spectre stellaire et le spectre de référence sont pris à des moments différents et dans des conditions très différentes¹⁾. Il faut les distinguer des divers autres phénomènes qui affectent les deux spectres de manières différentes (trajets optiques légèrement différents, raies «blend», courbure des raies . . .) qui créent des erreurs systématiques.

Est-il possible de faire de bonnes mesures avec un spectrographe qui «fléchit»? Existe-t-il un spectrographe qui ne fléchisse pas? A l'échelle de la métrologie (mesure de l'ordre du micron) la matière qui constitue le spectrographe, la plaque photographique, ou la machine à mesurer, est de la matière vivante. Position, formes et dimensions varient avec le temps. Il faut connaître l'essentiel de ces variations, de ces micro-mouvements pour en réduire les effets.

On peut les ranger sous trois rubriques principales:

- a— la flexion mécanique
- b— la dilatation thermique
- c— les relaxations mécaniques.

Cette séparation est artificielle car ces phénomènes sont étroitement imbriqués. Les phénomènes ne sont pas fondamentalement différents entre la spectrographie au foyer coudé et la spectrographie aux foyers Cassegrain et Newton. Les différences proviennent de l'importance relative de ces phénomènes. En Cassegrain par exemple, les flexions mécaniques d'un spectrographe entraîné dans le mouvement diurne et les dilatations thermiques sont plus importantes qu'en coudé où les relaxations mécaniques prennent davantage de relief.

Si ces trois effets se traitent à la construction différemment et se mesurent ensuite séparément, on peut pour la réduction des mesures les étudier ensemble. Pour ne parler que du spectrographe, on considérera que la plaque ou le film photographique est le produit fini d'une opération. En fait, on peut dire que les «flexions» sont négligeables si l'accord interne des différentes mesures d'un même spectre est du même ordre de grandeur que l'accord interne des mesures moyennes de différents spectres d'un même objet.

Mise en place du spectre de référence

Lors de la pose astronomique ΔT , les flexions provoquent un déplacement $D_A - D_B = \Delta D$ de la raie comme on le voit sur le diagramme D O T ($D =$

mesure de la flexion, $T = \text{temps}$). La courbe (I) est construite expérimentalement. Le déplacement ΔD de la raie affecte le profil de la raie et donne le profil (π) qui peut être dissymétrique. Le sommet de ce profil correspond à une valeur D_S et si l'on voulait annuler les effets de la flexion, il faudrait faire le spectre de comparaison à l'instant T_S .

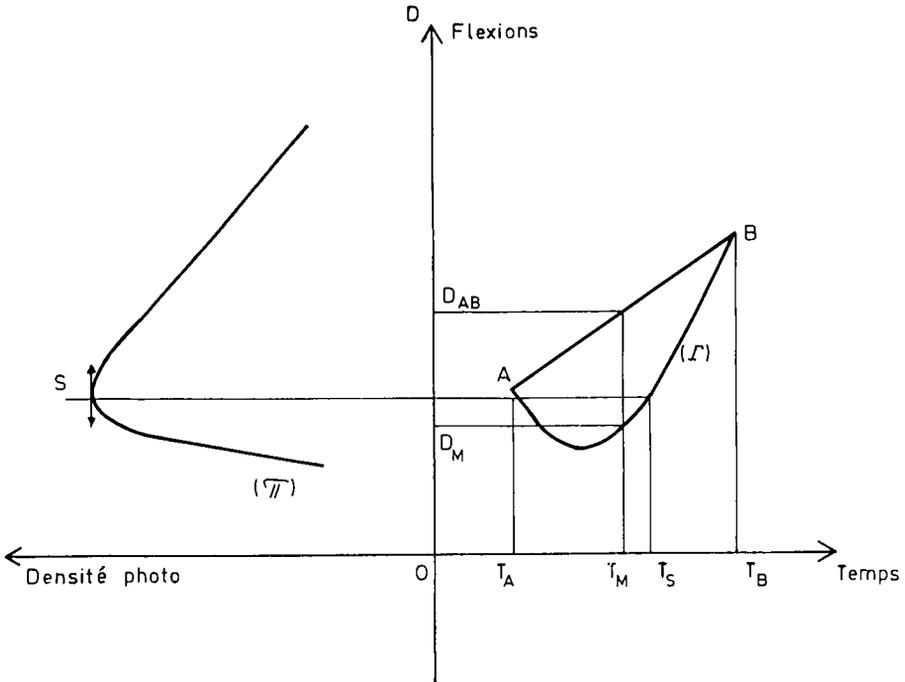


Fig. 1 : Partie droite : Flexions comme fonctions du temps.
Partie gauche : Profil π d'une raie comme fonction du temps.

En fait, cela ne se fait jamais. L'utilisateur peut prendre le spectre de référence en une fois au milieu de la pose stellaire, ou en deux fois (début et fin de pose).

Il y a plusieurs raisons de préférer cette dernière façon de procéder. Chaque méthode peut provoquer des erreurs systématiques non négligeables bien que dites du «second ordre». Nous illustrerons ceci plus loin avec les courbes de flexion du RV Cass 152. L'argument en faveur de la deuxième méthode est surtout qu'elle montrera, par dédoublement des raies de référence, si un choc a eu lieu en cours de pose.

L'amplitude et la forme de la courbe de flexion (I) dépendent de la déclinaison de l'astre et de la position du spectrographe par rapport au télescope. Cette courbe est évidemment périodique de période 24 H.

Flexions d'un spectrographe

Soit T_M le milieu de pose, si le spectre de référence est fait en une fois à mi-pose, le profil de la raie sera centré en D_M ; si le spectre de référence est fait en deux fois en T_A et T_B , le profil résultant sera centré en D_{AB} . Sauf si la courbe (I) est linéaire, D_M et D_{AB} seront distincts de D_S . L'écart ($D_M - D_S$) ou ($D_{AB} - D_S$) dépend de la forme de la courbe (I) et peut atteindre des valeurs importantes pour les longues poses. Dans ce cas, pour réduire l'écart on pourra par exemple prendre le spectre en trois ou même quatre fois pendant la pose. Outre les complications que cela entraîne, on augmente aussi les risques de chocs.

Il faut aussi noter que nous avons jusqu'ici supposé que l'absorption par le ciel était constante tout au long de la pose. Il est évident que si en fin d'une pose très longue, par exemple, l'objet visé approche de l'horizon et que de ce fait l'absorption devient notable, le profil résultant de la raie peut être affecté et devenir dissymétrique pour une autre raison que la seule flexion mécanique. C'est là un facteur dont il serait difficile de tenir compte mais qui peut ne pas être négligeable.

Remarque

On observera des phénomènes semblables dans les « courbes de flexion » des spectrographes coudés; elles correspondront alors à des relaxations thermiques ou mécaniques. Les courbes ne seront plus périodiques et surtout l'utilisateur ne pourra pas, généralement, les tracer.

Les chocs

Les chocs peuvent être d'origine thermique ou mécanique. Ils se produisent avant ou durant la pose. Pendant l'amortissement plus ou moins long, la relaxation mécanique élargit la raie. Quand le choc est trop important, le phénomène n'est plus élastique, la courbe dite de « flexion » présente une discontinuité. Si le spectre a été pris en une fois, l'accident ne risque pas d'être découvert; si le spectre a été pris en trois fois, la largeur naturelle des raies de référence masquera les petits déplacements, c'est le phénomène du taux de modulation qui baisse lorsqu'on augmente la résolution.

Les spectres accidentés ne doivent pas être mesurés, ils ne peuvent donner que de mauvais résultats, c'est pour les écarter qu'il est si important de prendre correctement le spectre de référence et de le prendre en deux fois en début et fin de pose.

Réduction des « flexions »

Les flexions du spectrographe, sans s'éliminer complètement hélas, peuvent du moins être « réduites » à la construction, pendant les manipulations, et dans des cas exceptionnels, au dépouillement des mesures.

La construction

Nous considérerons toujours deux parties dans un spectrographe: la partie noble qui est le spectrographe proprement dit, de la fente au récepteur, et l'environnement qui comporte tout le reste: dispositifs d'étalonnage, viseurs, etc. ...

— au foyer Cassegrain: la structure mécanique de la partie noble doit être simple pour en rendre le calcul sûr. Une enveloppe, chargée de l'environnement, doit lier la partie noble du télescope et ceci sans transmettre de contraintes mécaniques, sans transmettre les chocs thermiques ou mécaniques inévitables. Le montage des pièces optiques à l'intérieur de la partie noble doit être particulièrement soigné. Il arrive fréquemment qu'au cours d'une même pose un réseau ou un miroir change complètement de points d'appui. Un écrasement progressif de touches élastiques ne provoque pas de discontinuité dans la courbe de «flexions»; un jeu si minime soit-il est inadmissible.

— au foyer coudé: dans la mesure du possible, la partie noble doit être isolée de l'environnement de fente pour les mêmes raisons. Les éléments mobiles de la partie noble doivent être bloqués une fois en place. Au spectrographe coudé du télescope de 193, avant la pose, un vibreur accélère la remise en place des pièces mécaniques en diminuant le temps d'amortissement¹⁾.

Les manipulations

La mise en place du châssis est l'une des principales sources d'ennuis: chocs thermiques ou mécaniques, etc. Ces effets peuvent se faire sentir pendant toute la pose par l'action combinée de la dilatation et des ressorts qui appliquent le film sur le châssis.

— Toucher à un spectrographe Cassegrain pendant qu'il travaille est une opération délicate qu'il faut bien faire, ne serait-ce que pour guider. Mais on peut également être amené à déplacer un viseur de champ, faire tourner le spectrographe pour compenser la rotation de champ, etc. Toutes ces opérations menées trop brutalement peuvent faire perdre un cliché, ou bien, chose plus grave, aboutir à un résultat mauvais et non suspect. Ne parlons pas du coup de tête inopportun dans le spectrographe Cassegrain, ni du collègue en visite qui s'appuie nonchalemment sur le spectrographe coudé. Les spectrographes ne sont pas calculés pour ces efforts supplémentaires, le spectre en souffrira.

— La présence d'une personne est, dit-on, au point de vue source de chaleur équivalente à 100 watts, il est facile de constater sur le thermomètre enregistreur d'une salle de coudé l'arrivée ou la présence de 5 à 6 personnes. La température qui doit être tenue constante à un demi-degré près, monte malgré les thermostats. Il serait souhaitable de disposer comme dans certains laboratoires de métrologie de lampes (masquées) de puissance correspondante qu'on pourrait éteindre en entrant. Des lampes témoins dans les sas soigneusement fermés interdiraient un accès abusif de la salle. On notera dans l'autre sens le refroidissement considérable dû à la vaporisation de l'air liquide dans les spectrographes utilisant la caméra électronique. Il faut toujours prévoir une ventilation énergétique de cet air qui se répand au niveau de la chambre photographique.

— Enfin, en ce qui concerne la prise du spectre lui-même, nous ajouterons que s'il ne faut pas perdre de temps lorsqu'on travaille sur le ciel, il ne convient pas non plus de se précipiter. Lorsqu'un spectrographe coudé est prêt pour la première moitié du spectre de référence, l'utilisateur peut attendre une minute ou deux avant de commencer. Ce n'est pas grand-chose sur une pose de deux heures, (il vaut mieux s'appliquer au guidage) le spectre de référence sera mieux en place. Il vaudra mieux aussi, en aménageant son programme, toucher le moins souvent possible aux éléments mobiles du spectrographe, garder même réseau, même domaine, même chambre en évitant les allées et venues inutiles.

Dépouillement des mesures

Pour un spectrographe Cassegrain, on tracera la courbe de flexion (I') correspondant à la pose à faire dans les conditions mêmes de cette pose: déclinaison et position du spectrographe par rapport au télescope. On s'assurera que l'influence de la flexion est inférieure aux erreurs de mesures et autres incertitudes liées à la prise d'un spectre. Dans le cas contraire, qui restera exceptionnel, l'utilisateur décidera soit de prendre le spectre de référence en plusieurs fois, soit de corriger sa mesure à l'aide de la courbe de flexion.

Mesures de flexions au RV Cass 152

Des mesures ont été faites en laboratoire (à Marseille), puis sur le télescope à La Silla.

En mars 1969, le spectrographe a été démonté, la fixation de la chambre modifiée; autant dire que les deux courbes de flexion avant et après modification sont relatives à deux spectrographes différents.

- a) **Résultats obtenus au laboratoire:** ils correspondent à des poses de 12H pour une déclinaison $+15^\circ$ (à La Silla) on trouve environ 1 micron par heure de pose.
- b) **Résultats obtenus au Chili:** (voir Fig. 2) Les trois courbes correspondent à des poses allant de:
 - 4H avant le méridien à 4H après ($\delta = -30^\circ$)
 - du méridien à 10H après le méridien ($\delta = -70^\circ$)

On constate que l'on obtient des résultats du même ordre de grandeur.

Avant la modification du spectrographe un essai analogue avait été fait et donnait des résultats analogues.

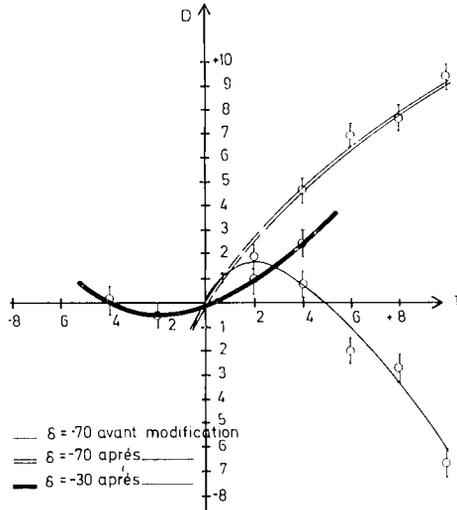


Fig. 2: Flexion D du spectrographe «RV Cass 152» en μ comme fonction du temps T ; temps en heures; origine : passage au méridien.

Il apparaît donc que 1μ / heure soit une limite supérieure des flexions, quand δ varie. Ces essais ont tous été faits avec la même orientation du spectrographe par rapport au télescope (fente parallèle aux ascensions droites).

On notera aussi que plusieurs essais ont été faits et donnent des résultats reproductibles.

REFERENCE

- 1) A. Baranne et L. Prévot, Publications de l'Observatoire de Haute Provence. Vol. 6, n° 15.

Dr. A. Baranne, Observatoire de Marseille
2, Place le Verrier, Marseille 4^e, France

E. Maurice (même adresse)

LE SPECTROGRAPHE CASSEGRAIN DU TELESCOPE DE 1.52 METRE

A. Baranne, E. Maurice et L. Prévot

I. Description

Ce spectrographe appelé «RV Cass 152» a été conçu, étudié et monté à l'Observatoire de Marseille. Il a été réalisé suivant le principe déjà décrit du spectrographe à pupille blanche (Baranne 1965).

Principe du spectrographe

Pour l'essentiel, le procédé consiste à reproduire en diminuant ses dimensions le spectre d'un montage classique de Littrow.

Une lentille de champ au niveau de l'image stellaire forme une image du grand miroir du télescope sur un réseau plan. Ce réseau plan est à une distance telle du ménisque collimateur (traversé deux fois par la lumière) que l'astigmatisme est nul dans le spectre primaire. Un miroir de champ au voisinage de ce spectre primaire reforme l'image du réseau, c'est-à-dire l'image du grand miroir du télescope, sur le doublet correcteur d'une chambre catadioptrique travaillant donc ici à distance finie.

Le réseau est un réseau Bausch & Lomb à 600 tr/mm, angle de blaze 13° . Il est utilisé dans le deuxième ordre au maximum d'efficacité, la pupille sur ce réseau a 50 mm de diamètre.

Le transport pupillaire effectué par le miroir de champ concave avec un grandissement 2 permet de couvrir à pleine ouverture pour tous les faisceaux diffractés une chambre photographique de 10 cm de diamètre. Bien qu'il augmente les dimensions du spectrographe, ce grandissement pupillaire de 2 est avantageux pour les raisons suivantes:

- 1) Il permet l'emploi d'une chambre catadioptrique très ouverte et très transparente à l'ultraviolet. Travaillant à distance finie (ouverture objet 1/15, ouverture image 1/2), un objectif dioptrique eut été beaucoup moins transparent.
- 2) Le champ linéaire du spectrographe restant constant, l'augmentation par un facteur 2 du diamètre pupillaire permet la mise en place du châssis photographique sans augmenter l'obturation centrale du télescope qui est identique pour tous les faisceaux diffractés.

Cette disposition de plus favorise le calcul optique de la combinaison puisque le champ angulaire est, lui, divisé par le même facteur 2.

La propriété essentielle du montage est qu'il n'y a pas d'œil de chat dans le spectre, ni le long des raies, ni dans le sens de la dispersion. Pour changer la dispersion on changera le réseau en conservant les propriétés du montage.

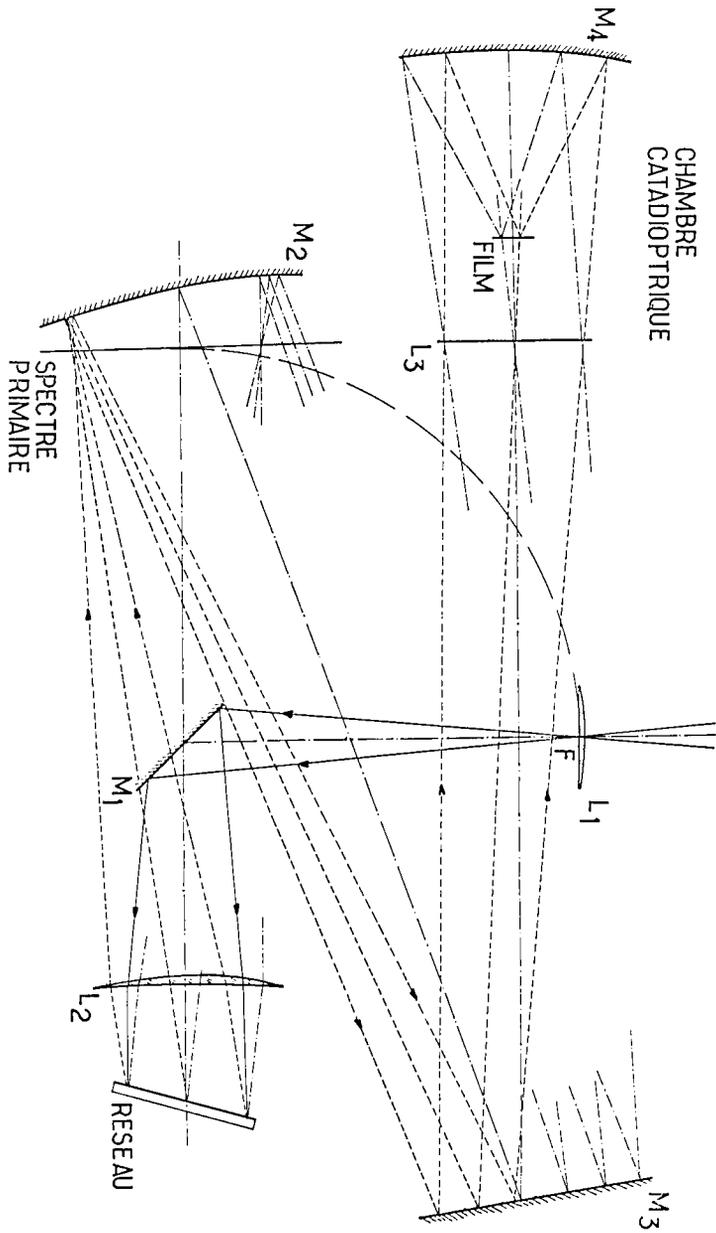


Fig. 1 : Schéma de principe du spectrographe « R V Cass ».

La focale de chambre que nous appellerons focale équivalente s'écrit:

$$F = \frac{\Phi \text{ réseau}}{\Omega \text{ image chambre}} = \frac{50}{1/2} = 100 \text{ mm}$$

La dispersion obtenue à 4200 Å sera égale à

$$D = \frac{\lambda}{2 F \text{ tg } \Theta_{\text{blaze}}} = \frac{21}{\text{tg } \Theta_{\text{blaze}}} \text{ Å/mm}$$

Ici la dispersion est de 73 Å/mm, il n'y a pas de superposition d'ordres à craindre. Si c'était le cas, le séparateur d'ordres est à disposer devant la chambre catadioptrique (la focale intervenant alors est la vraie focale de chambre $F = 200 \text{ mm}$).

Imagerie géométrique, aberrations

Le spectre primaire se forme 45 mm devant le miroir de champ pour éviter une focalisation gênante des défauts éventuels, poussières, etc. sur la plaque photographique. Les lames correctrices de la chambre ont été calculées en tenant compte des aberrations dues au double passage du collimateur qui est, rappelons-le, une lentille simple, et des aberrations introduites par le miroir de champ.

Le calcul a été fait pour un système centré, la tache de dispersion géométrique des rayons ne dépasse pas 15 microns. Restent les aberrations d'excentrement non contrôlées; elles sont dues à la nécessité de décaler en hauteur la fente pour permettre le libre passage du spectre primaire et à la nécessité d'incliner le miroir de champ pour dégager la chambre. Ces aberrations sont petites et n'ont pas été décelées au montage.

Par réflexion sur les deux faces du collimateur apparaissent dans le trajet des faisceaux deux images parasites blanches de la fente. L'une d'elles est arrêtée naturellement par l'envers du châssis photographique, l'autre est arrêtée par une tige filetée de petit diamètre tendue sur le bâti.

La réalisation mécanique

Pour obtenir un ensemble plus compact, mieux équilibré, moins sensible aux flexions et aux dilatations thermiques, nous avons utilisé deux miroirs plans supplémentaires. Un premier miroir (M_1) derrière la fente rend l'axe du spectrographe perpendiculaire à celui du télescope. Un deuxième miroir (M_2) replie le faisceau entre la chambre catadioptrique et le miroir de champ.

Toutes les pièces optiques de la fente à la plaque photographique sont solidaires dans un ensemble triangulé qui se voudrait indéformable. Ce bâti qui constitue à proprement parler le spectrographe est lié rationnellement (point-trait-plan) à une enveloppe carrossée rattachée au télescope; les déformations inévitables de cette enveloppe déplacent plus ou moins l'image sur la fente ce qui est compensé au guidage. Ces déformations possibles sont en fait nécessaires car elles évitent de donner au bâti des contraintes supplémentaires.

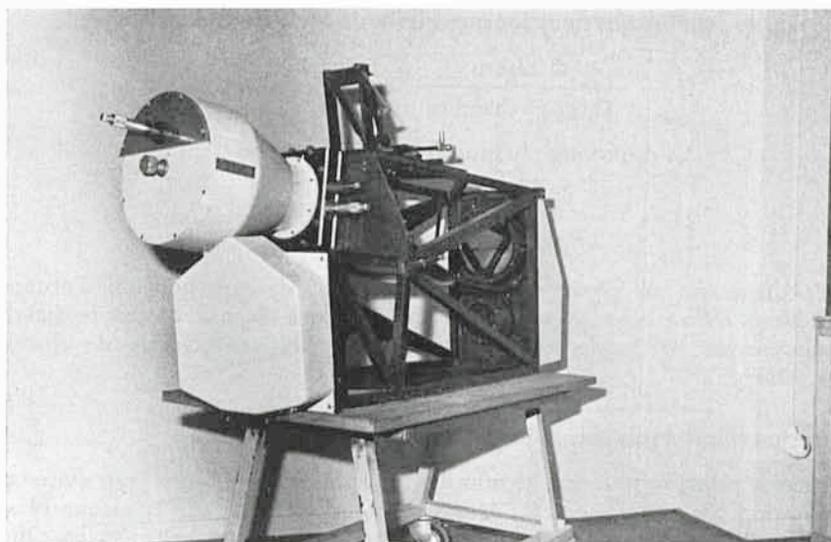


Fig. 2 : La structure triangulée du spectrographe. On distingue: au premier plan, la chambre catadioptrique et le carter du miroir de champ ; au dessus, le support du prisme de renvoi pour les sources d'étalonnage et la commande du cache pour limiter la hauteur de fente.

Le bâti

Le calcul des flexions de cette structure triangulée a été fait en l'assimilant à un système triangulé idéal. En réalité, les nœuds sont les points de rencontre d'un grand nombre de barres soudées, ce qui donne une grande rigidité au système. Les barres travaillent en traction-compression, seule leur section importe. Pour se réserver un accès facile aux diverses pièces optiques autant que pour l'encombrement général, nous avons préféré des barres pleines plutôt que des tubes dont le diamètre eut été trop grand. Seule la flexion dans le sens de la dispersion a été considérée, le calcul a montré que des barres d'acier de 20×20 mm de section suffisaient.

La chambre catadioptrique

Liée rigidement au bâti, elle comporte un châssis photographique particulier. Ce châssis est constitué d'un cadre à l'intérieur duquel le faisceau incident passe, et sur lequel un pied rapporté soutient un porte-film autodécoupant et orientable. Le porte-film est cylindrique, et en déplaçant tout le châssis, donc en faisant glisser ce cylindre sur la surface focale sphérique, un dispositif permet d'obtenir 7 à 8 spectres dans le format 20×26 mm que permet l'obturation centrale du télescope.

Le Spectrographe Cassegrain du Télescope de 1.52 m

Un écran de Hartmann peut se mettre en place devant le doublet correcteur dans l'image du grand miroir. Il permet de vérifier fréquemment avec une précision suffisante (10 microns sur l'axe) la mise au point. L'inclinaison du porte-film se règle par une vis blocable. La mise au point suivant l'axe optique se fait en déplaçant le miroir sphérique.

La fente

La fente est en réalité peinte sur la lentille de champ. Une aluminure a été déposée sur la face arrière plane, traitée auparavant et convenablement masquée. Cette lentille-fente, grâce à un système de glissière, peut être instantanément échangée si une largeur de fente différente est nécessaire.

Légèrement inclinée sur l'axe optique, cette lentille fente renvoie les faisceaux extra-axiaux vers le viseur de champ. Cette lentille travaillant par réflexion a une puissance double et reforme l'image du grand miroir du télescope sur l'objectif du viseur de champ (deux fois plus près, deux fois plus petit que le collimateur du spectrographe soit 25 mm environ).

On conçoit fort bien qu'à la nouvelle lune il soit difficile de repérer la fente noire sur le ciel noir. Un éclairage de la fente en lumière rouge de l'intérieur du spectrographe rend alors le guidage agréablement facile.

L'environnement de fente

Outre le viseur de champ à deux grossissements (pointage aisé jusqu'à la 14^e magnitude) l'enveloppe support comporte les accessoires suivants:

- 1) Un boîtier d'étalonnage en longueurs d'ondes. Lampes au mercure, néon, arc au fer sont utilisés. Le trou source éclairé par une surface recouverte de magnésie est conjugué de la pupille matérialisée sur le réseau.
- 2) Un dispositif de balayage amovible avec came interchangeable permettant d'élargir les spectres stellaires de 180 à 1200 μ .
- 3) Des cache-fentes divers permettant différentes combinaisons quant au nombre, à la hauteur et à la disposition sur le cliché des spectres stellaires et des spectres de comparaison.
- 4) Un système d'étalonnage photométrique Chalonge. La source est un disque de quartz dépoli derrière lequel se trouve une poudre fluorescente excitée par une lampe à mercure. On obtient ainsi un spectre continu et quelques raies d'émission. L'image de la source se forme sur le réseau, un disque tournant, qui donne 150 éclairs/seconde, est projeté sur la fente. On obtient 12 échelons de noircissement sur le cliché qui comportera alors au maximum 4 spectres stellaires.

Le spectrographe est en service depuis octobre 1968. Nous allons maintenant exposer les premiers résultats obtenus.

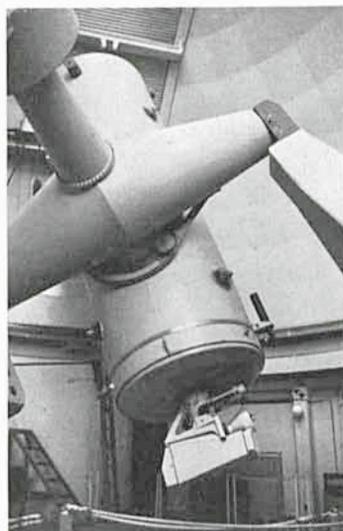


Fig. 3 : Vue générale du spectrographe «RV Cass 152» monté au foyer Cassegrain du télescope spectrographique.

II. Premières déterminations de vitesses radiales

Observations

Nous allons donner quelques détails se rapportant à l'efficacité (transparence et qualité des spectres) du spectrographe.

Au préalable, nous rappelons que les conditions d'observation sont particulièrement favorables à La Silla pendant la saison d'été (Muller 1968); entre octobre 1968 et février 1969, nous avons bénéficié de 120 nuits d'observation sur un total de 129 (93 %). Les courbes de la figure 2 donnent une idée de la qualité des images. Nous avons adopté comme définition de la qualité le diamètre apparent exprimé en secondes d'arc de l'image d'une étoile de 11^e magnitude.

Transparence

Nous avons utilisé une hauteur de spectre de 400 microns et étudié des étoiles jusqu'à la 12^e magnitude. Il semble justifié de penser qu'en réduisant les hauteurs de spectre à 180 μ on obtiendrait la 11^e magnitude en 1 heure de pose avec une fente de 1,1" (= 127 μ), une image de qualité 1,5 et un film IIaO hypersensibilisé par chauffage.

On doit encore pouvoir gagner une demi magnitude en traitant les quatre miroirs qui sont actuellement simplement aluminés. Tout le verre traversé est du SOVIREL B1664S. Les lentilles ont été traitées chez OCLI (Ecosse), le traitement de surface HEA ultraviolet couvrant parfaitement le domaine utilisé 3250—5000 Å. La fente utilisée correspond à la turbulence habituelle du site.

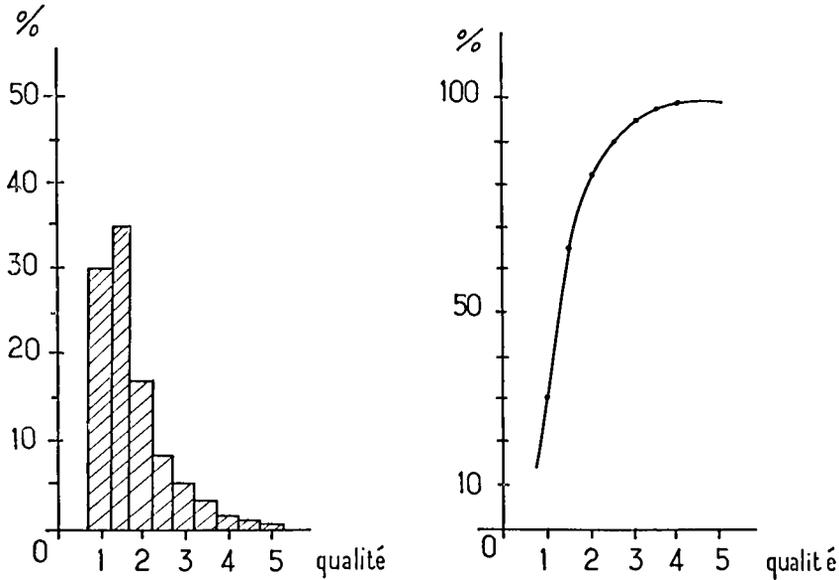


Fig. 4 : Qualité des images à La Silla (17 octobre 1968 au 24 février 1969).
Qualité = diamètre apparent en secondes d'arc d'une étoile de 11^o magnitude.

Avec le grandissement 7,5 fente-film, l'image sur le film est de 17 μ . La qualité des spectres ainsi obtenue est bonne : la limite de séparation de deux raies se situe autour de 1 Å.

L'étude des flexions du spectrographe montre que celles-ci ne dépassent pas 1 micron par heure de pose dans les conditions les plus défavorables. Elles n'altèrent pas la valeur de la vitesse radiale à condition de prendre les précautions habituelles pour effectuer le spectre de comparaison (Baranne, Maurice 1969).

Depuis la mise en service du spectrographe qui a eu lieu en octobre 1968, les observations ont été assurées par F. Dossin, Y. Georgelin, E. Maurice et L. Prévot. 550 spectres ont été obtenus, dont 270 spectres de 201 étoiles du programme GNM. Les autres programmes concernent :

- le Petit Nuage de Magellan (PNM) (A. Florsch)
- les «jonctions» PNM — GNM et GNM-Galaxie (N. Carozzi)
- la Galaxie (A. Laval)
- divers (F. Dossin, Y. Georgelin, M. Mauder, L. Prévot, M. van Hoof)

Vitesses radiales

L'absence d'étoiles de vitesse radiale standard pour les types spectraux OBA nous a conduits à adopter les longueurs d'ondes déjà publiées (Petrie à Victoria, Transactions IAU). Les tables révisées de Rowland (nouvelle édition) ont été utilisées pour les étoiles de types spectraux F G K M. Après élimination des raies aberrantes ou trop variables avec le type spectral, on a réajusté les lon-

guez d'ondes en rendant minimum les écarts quadratiques moyens. Le stade final consiste à se rattacher aux vitesses radiales des étoiles standard. Ce travail est actuellement en cours. Les valeurs ci-dessous donnent un exemple de l'accord interne des mesures entre divers spectres d'une même étoile et entre les diverses raies mesurées sur un même spectre.

HD 157 457

clichés : 1 2 3 4 5 6 7 8 } $|\bar{\Delta}| = 4$
 VR Kms⁻¹: +18 +20 +24 +13 +22 +14 +22 +25

La mesure des raies de l'hydrogène (H₈ à H₂₀) sur un spectre de l'étoile à (Fe II) HD 269 217 a donné des vitesses radiales comprises entre 207 et 223 Kms⁻¹ avec $|\Delta| = 5$.

Les mesures des vitesses radiales des étoiles standard sont en cours.

On peut donc être certain en tenant compte des effets résiduels de flexions, des défauts de guidage, des effets de grain, des déplacements accidentels de l'émulsion ainsi que des effets photographiques et des erreurs de mesure que l'on est très près des possibilités optimum de ce spectrographe.

L'étude des étoiles du GNM est en cours — 110 spectres de 100 étoiles sont déjà mesurés. L'accord entre les vitesses radiales GPO — RV Cass est satisfaisant. Il sera sans doute amélioré par une calibration plus fournie des champs PO.

Ces premiers résultats:

étoile région nord du CNM: $\bar{V}_{R1} = 289$ Km/s
 étoile région centrale $\bar{V}_{R2} = 254$ Km/s
 avec $|\Delta_1| = 4,5$ Km/s et $|\bar{\Delta}_2| = 5$ Km/s

indiquent que le spectrographe RV Cass permettra d'obtenir des résultats assez précis pour une étude cinématique détaillée du GNM.

La qualité des spectres permet d'autre part une classification aisée qui est en accord avec celle de Radcliffe. Les valeurs des vitesses radiales que nous donnons dans cet article sont susceptibles d'être révisées lorsque les tables de mesure seront définitives.

REFERENCES

A. Baranne 1965, CR, 3283—86.
 A. Baranne et E. Maurice 1969, Communication au présent colloque.
 A. B. Muller 1968, ESO Bulletin No. 4, 23.

Dr. A. Baranne, Observatoire de Marseille
 2, Place le Verrier, Marseille 4^e, France

E. Maurice (même adresse)

L. Prévot (même adresse)

METEOROLOGICAL OBSERVATIONS ON LA SILLA IN 1968

A. B. Muller

Introduction

Due to road construction activity in connection with the preparation of the site for the 3.6 m telescope building, meteorological observations, during the first two months of 1968, were only made at site S (see ESO Bulletin No. 3, page 46).

The observations concern clouds, wind velocity, wind direction, temperature and humidity as in previous years, and in addition micro-turbulence measurements with the meteorological mast (see ESO Annual Reports 1966 and 1967, G 1).

The observations were supervised by H. Schuster. Tables were compiled by F. Middelburg who was to a great extent responsible for the execution of the daily observations.

Clouds

The observations cover all 366 nights of the year. In Table 1 the percentages of photometric clear nights are given for each month. The observations of 1965, 1966 and 1967 are also given for comparison. All nights having six or more hours of uninterrupted clear sky are defined as "photometric nights".

Table 1: Percentage of photometric nights

Month	1965	1966	1967	1968
January	—	100	94	71
February	73	96	100	62
March	79	94	90	81
April	33	57	73	70
May	15	58	35	55
June	6	47	67	38
July	9	36	52	42
August	25	64	39	58
September	63	70	52	37
October	63	64	58	49
November	65	50	57	80
December	77	94	71	90

Out of the total of 3690 hours during which observations might have been made, 2197 hours were totally clear in 1968 compared with 2481 hours in 1966 and 2412 hours in 1967.

The number of photometric clear nights for 1968 was 223. For 1966 and 1967 respectively 252 and 239 clear nights were observed.

In Fig. 1 the percentage of clear nights, indicated on the vertical axis, is plotted against the month of the year for 1965, 1966, 1967 and 1968, indicated on the horizontal axis. The results show that the general conditions during the "good" months January and February of 1968 were not as good as during the previous years 1966 and 1967.

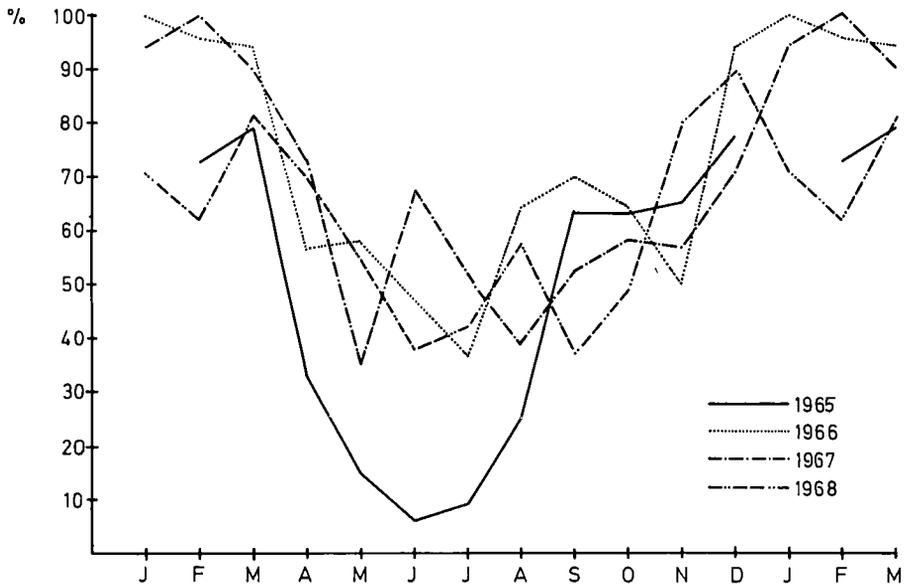


Fig. 1: Photometric nights.

Table 1 shows that in general during the months May, June and July one must count with somewhat less than 50 % photometric nights.

Maximum wind velocities during each month

In Table 2 the maximum wind velocities in m/s are given for each month as recorded at sites S and T. The maximum wind velocities are taken from all observations, regardless of cloudiness.

Table 2: Maximum wind velocity in m/s at S and T

1968	S	T	1968	S	T
January	14	—	July	17	16
February	19	—	August	20	21
March	16	17	September	17	—
April	18	20	October	20	—
May	17	18	November	15	—
June	30	26	December	16	—

In Fig. 2 the maximum wind velocity at S is plotted against the month of the year for 1966, 1967 and 1968. On the vertical axis the wind velocity is given in m/s, on the horizontal axis the months of the year are given.

In September the wind recorder was removed from point T for calibration purposes at point S.

Fig. 2 clearly shows that in general the highest wind velocities can be expected during the months May and June.

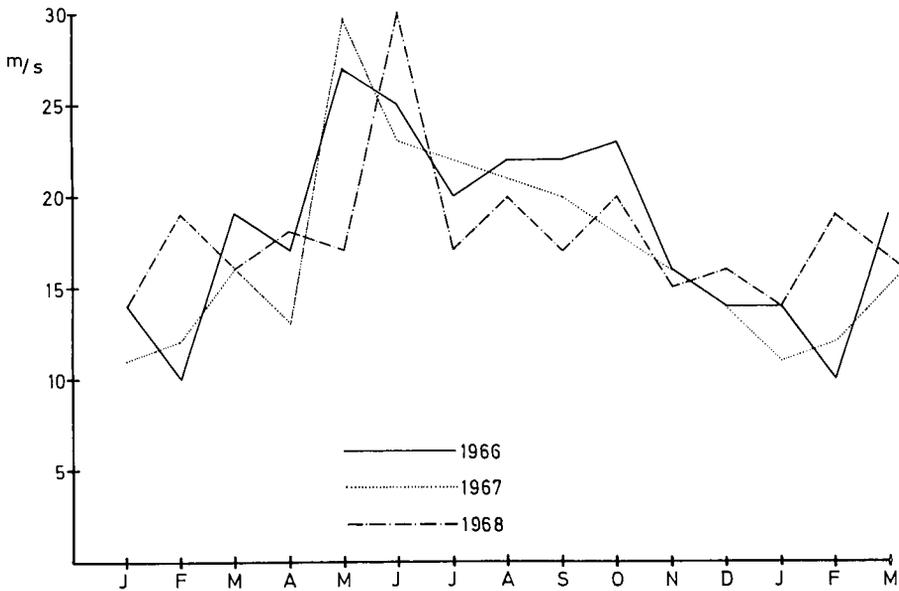


Fig. 2: Maximum wind velocity at site S.

Average wind velocities during photometric nights

Average wind velocities in m/s were read every two hours from recordings obtained at S throughout the year and at T from March till August.

Table 3: Frequency of average wind velocity equal to v or less during photometric nights in 1968 at the sites S and T

v m/s	Jan.		Feb.		March		April		May		June	
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T
1	9	—	6	—	10	7	6	3	7	3	0	4
2	31	—	20	—	28	25	28	17	19	11	2	5
3	45	—	41	—	40	34	42	34	29	19	4	7
4	61	—	55	—	53	47	53	44	35	28	9	12
5	75	—	69	—	62	55	71	55	41	35	17	15
6	83	—	74	—	71	61	89	68	48	40	22	20
7	92	—	79	—	82	72	102	81	55	50	24	20
8	98	—	80	—	91	83	109	95	57	51	30	26
9	105	—	81	—	97	88	121	105	61	57	34	32
10	108	—	83	—	102	94	124	116	65	62	39	38
11	110	—	87	—	104	96	125	120	69	63	42	42
12			88	—	104	101	125	123	72	69	45	46
13			90	—	104	104	126	123	75	74	47	46
14					105	105	126	124	78	76	47	48
15							127	124	79	76	48	50
16								125	80	78	54	53
17								127	83	82	56	57
18										83	59	62
19											61	62
20											63	63
21											64	63
22											65	64
23											65	65
24											66	65
25												65
26												66
\bar{v}	4.5	—	4.5	—	5.2	5.7	5.2	6.3	6.2	7.1	10.6	10.5

Meteorology 1968 on La Silla

v m/s	July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.	
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T
1	6	6	2	4	1	—	2	—	11	—	9	—
2	9	9	10	8	7	—	11	—	24	—	24	—
3	12	19	13	12	9	—	13	—	39	—	39	—
4	28	23	17	16	12	—	20	—	52	—	53	—
5	36	34	19	18	18	—	23	—	67	—	63	—
6	45	43	20	19	21	—	27	—	73	—	71	—
7	49	46	24	21	30	—	32	—	82	—	76	—
8	52	53	29	25	38	—	47	—	88	—	84	—
9	55	56	35	27	44	—	52	—	97	—	92	—
10	56	56	42	36	53	—	58	—	102	—	99	—
11	57	59	47	39	57	—	62	—	108	—	100	—
12	58	59	50	47	63	—	74	—	113	—	100	—
13	64	61	59	53	65	—	80	—	116	—	102	—
14	65	66	64	63	66	—	86	—	118	—	104	—
15	67	67	68	63			88	—	120	—		
16	68	68	68	65			90	—				
17			71	68								
18			72	70								
19			74	71								
20				71								
21				74								
22												
23												
24												
25												
26												
\bar{v}	6.4	6.3	9.4	10.2	7.7	—	8.5	—	5.9	—	5.2	—

Table 3 gives for sites S and T the number of observations with a wind velocity equal or less than velocity v as indicated in the first column.

As far as observations at S and T are given, the observations are simultaneous.

The last row, indicated by \bar{v} , gives for each month of the year the average wind velocity at S and, as far as possible, at T during photometric nights.

In Fig. 3 the average wind velocities for 1966, 1967 and 1968 are plotted against the month of the year. The vertical axis gives the average wind velocity in m/s, the horizontal axis gives the month of the year.

The higher velocities occur normally during the months May till October.

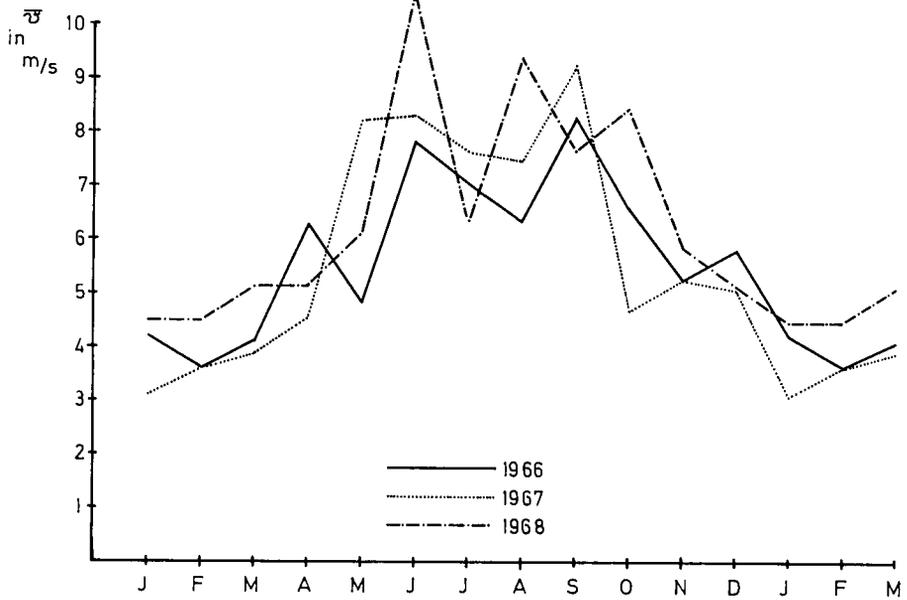


Fig. 3: Average wind velocity at site S.

Wind directions during photometric nights

At site S only, wind directions were observed every hour. Table 4 gives for each month of the year the number of hourly observations with a wind direction as indicated in the first column.

This table is based on observations taken during photometric nights only. The last column gives the total results in percentage for 1968. The results show that throughout the year the prevailing wind during clear nights is from north-north-easterly direction. The same result was found in 1967.

Table 4: Wind directions at site S during photometric nights

Wind direction	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	All 1968 in %
S	30	23	24	11	20	17	11	8	36	1	6	7	10.7
SSW	31	15	6	1	0	4	1	0	0	2	12	34	5.8
SW	6	0	4	0	3	0	2	0	0	1	3	0	1.1
WSW	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
W	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
WNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NW	0	1	1	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0.4
NNW	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	2	1	0.4
N	7	3	34	17	27	21	29	30	13	12	16	14	12.3
NNE	7	11	29	34	5	14	40	44	12	49	60	70	20.7
NE	28	27	56	84	59	76	61	57	66	75	47	25	36.5
ENE	8	8	6	5	1	0	6	0	2	6	5	12	3.2
E	16	5	23	3	1	1	3	4	0	4	4	2	3.6
ESE	0	4	3	0	0	0	0	3	1	0	2	2	0.8
SE	9	11	4	2	2	0	5	4	1	0	0	2	2.7
SSE	6	2	2	6	0	0	1	0	0	0	0	11	1.5

The total results in percentage for 1968 are also given in diagram form in Fig. 4. The percentages are plotted against their compass directions.

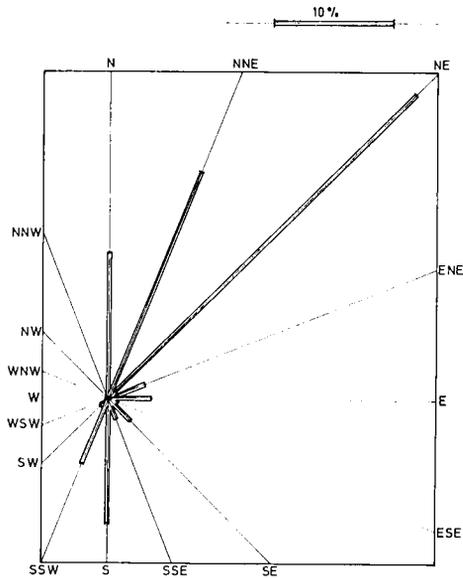


Fig. 4: Wind directions observed during 1968.

Maximum and minimum temperatures during each month

Table 5 gives for each month the maximum and the minimum temperature as measured at S and T. The temperatures were read daily, regardless of the cloudiness, from a maximum-minimum thermometer.

Meteorology 1968 on La Silla

Table 5

1968	(S)		(T)	
	Max. °C	Min. °C	Max. °C	Min. °C
January	+23	+ 8		
February	+24	+ 8		
March	+24	+ 4	+20	+ 4
April	+22	0	+22	+ 2
May	+23	- 1	+21	0
June	+22	- 5	+21	- 4
July	+22	- 3	+22	+ 4
August	+22	0	+19	0
September	+22	+ 2	+22	+ 2
October	+20	- 2	+21	- 2
November	+22	+ 4	+20	+ 3
December	+22	+ 7	+22	+ 7

In Fig. 5 maximum and minimum temperatures as measured at S in 1966, 1967 and 1968 are plotted against the month of the year. On the vertical axis the temperature is given in degrees Celsius, on the horizontal axis the months of the year are indicated.

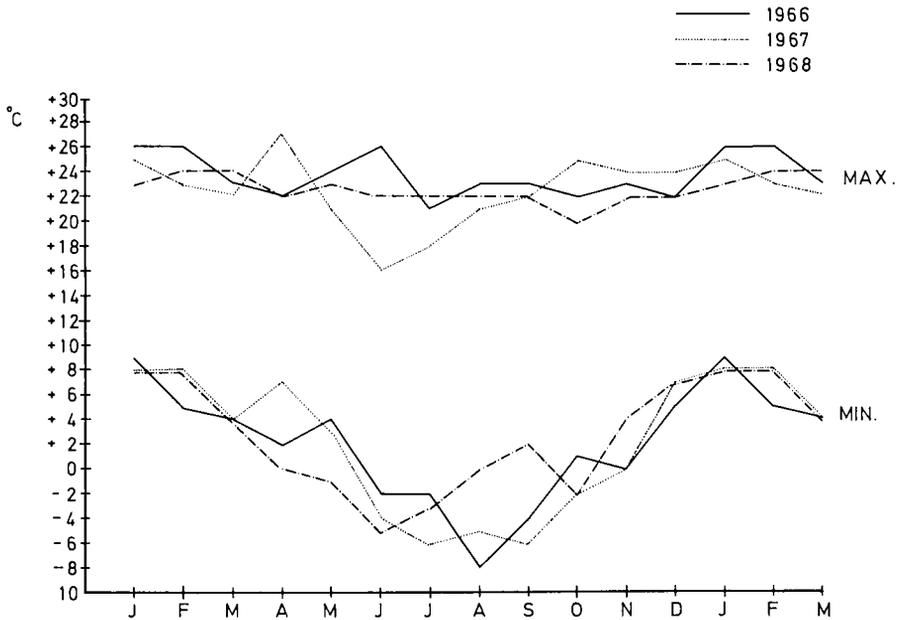


Fig. 5: Maximum and minimum temperatures at site S.

Table 6: Cumulative table of differences between maximum day temperature and minimum temperature of the following night for the sites S and T

Diff. °C	Jan.		Feb.		March		April		May		June	
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T
1	1	—	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	—	0	—	0	0	0	1	0	0	1	1
3	5	—	0	—	0	0	0	1	0	0	1	3
4	8	—	0	—	0	0	0	1	0	0	2	5
5	14	—	0	—	0	0	0	1	3	2	4	5
6	22	—	0	—	1	4	3	5	3	4	4	6
7	27	—	1	—	1	6	6	6	6	5	8	8
8	28	—	11	—	5	6	12	11	9	5	12	9
9	29	—	20	—	14	7	15	14	11	6	14	10
10	30	—	24	—	18	10	18	15	15	7	18	11
11			26	—	20	—	20	16	17	9	18	12
12			27	—	20	—	22	17	21	10	20	12
13			27	—	22	—	24	—	22	—	21	14
14			28	—	22	—	24	—			23	—
15					23	—	24	—				
16							25	—				
17												

Meteorology 1968 on La Silla

Diff. °C	July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.		All 1968 in % S
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
2	1	0	0	2	0	0	0	1	2	2	0	0	2
3	1	0	1	3	0	0	0	1	2	2	0	0	3
4	2	0	1	4	0	1	0	1	4	2	0	0	4
5	2	0	3	6	1	4	0	4	4	2	1	1	9
6	4	2	4	10	2	7	1	4	4	6	3	1	15
7	6	2	8	10	7	14	3	7	7	6	10	5	28
8	13	5	14	13	13	18	3	9	8	7	19	6	46
9	19	7	17	14	17	19	6	15	13	8	24	8	63
10	21	—	20	16	21	19	10	15	21	8	27	12	77
11	23	—	23	17	22	19	14	19	24	9	30	15	85
12	24	—	25	18	22	21	16	—	26	—	30	—	90
13	26	—	27	18	26	23	17	—	26	—	30	—	95
14	27	—	27	18	27	—	18	—	26	—	31	—	97
15			31	19	27	—	19	—	27	—			99
16				19	28	—							100
17				20									

The differences between the maximum day temperature and the following minimum night temperature have been calculated and are given in Table 6 for all days and nights during the month regardless of the cloudiness. The table gives for each month the number of days for which the temperature difference was equal to or less than the value indicated in the first column.

Due to technical difficulties, the number of days shown in Table 6 is often less than the actual number of days of the corresponding month.

The last column in Table 6 gives for site S the total results in percentage over the year.

Maximum temperature fluctuations during photometric nights

Table 7 gives for each month, for sites S and T, the number of photometric nights during which the maximum temperature fluctuation occurring throughout the astronomical night was equal to or less than the values indicated in the first column.

The astronomical night is defined as the interval of time during which the sun is 18° or more below the observer's horizon.

The last column in Table 7 gives for site S the total results in percentage for 1968.

As in the previous years, the observations clearly show the constancy of the temperature during photometric nights.

Meteorology 1968 on La Silla

Table 7: Cumulative table of maximum temperature fluctuations during photometric nights

ΔT °C	Jan.		Feb.		March		April		May		June	
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T
1	4	—	4	—	7	13	2	5	4	5	3	3
2	11	—	8	—	18	21	13	15	10	12	6	7
3	19	—	17	—	20	—	17	21	14	14	7	10
4	22	—	18	—	21	—	19	—	15	16	8	—
5							21	—	16	—	8	—
6											8	—
7											8	—
8											8	—
9											10	—

ΔT °C	July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.		All 1968 in % S
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	
1	6	9	6	8	1	3	3	6	5	10	6	8	26
2	11	11	9	11	6	8	11	11	12	20	13	17	59
3	12	13	13	16	7	10	12	13	17	22	20	20	83
4	12	—	15	16	10	11	15	—	22	23	24	21	96
5	13	—	17	17	10	—			23	24			99
6					11	—							100
7													
8													
9													

Relative humidity during photometric nights

Table 8 gives for sites S and T and each month the percentage of hourly observations for which the relative humidity was equal to or less than the value indicated in the first column. The last column gives the total results in percentage for 1968. The last row, indicated $\overline{\text{R.H.}}$, gives for each month of the year the average relative humidity at S and T during photometric nights.

Table 8: Cumulative table of relative humidity at the sites S and T

Rel. Hum. %	Jan.		Feb.		March		April		May		June	
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T
10	0	—	0	—	5	14	20	28	27	33	24	33
20	3	—	0	—	17	24	44	41	48	55	50	48
30	4	—	1	—	41	43	73	68	60	68	72	66
40	17	—	5	—	59	61	88	84	71	75	92	70
50	40	—	40	—	73	75	90	87	79	83	97	82
60	62	—	70	—	87	89	95	92	86	86	99	94
70	86	—	83	—	96	97	99	96	93	91	100	95
80	97	—	85	—	97	100	100	97	95	94		96
90	99	—	98	—	99			100	98	98		100
100	100	—	100	—	100				100	100		
$\overline{\text{R.H.}}$	59	—	62	—	43	40	29	30	34	32	27	32

Rel. Hum. %	July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.		All 1968 in % S
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	
10	78	72	20	15	26	4	3	4	0	0	0	1	17
20	89	88	47	29	73	44	12	12	1	1	6	8	32
30	99	91	81	55	87	75	51	55	5	19	21	15	49
40	100	99	95	81	93	89	84	82	33	41	49	35	65
50		100	98	88	95	95	91	90	68	71	79	58	79
60			100	98	99	96	95	91	88	88	93	84	89
70				98	100	98	98	92	96	97	98	98	95
80				100		100	99	99	100	98	100	100	99
90							100	100		100			99
100													100
$\overline{\text{R.H.}}$	12	15	26	33	33	30	37	38	51	49	45	50	

Meteorology 1968 on La Silla

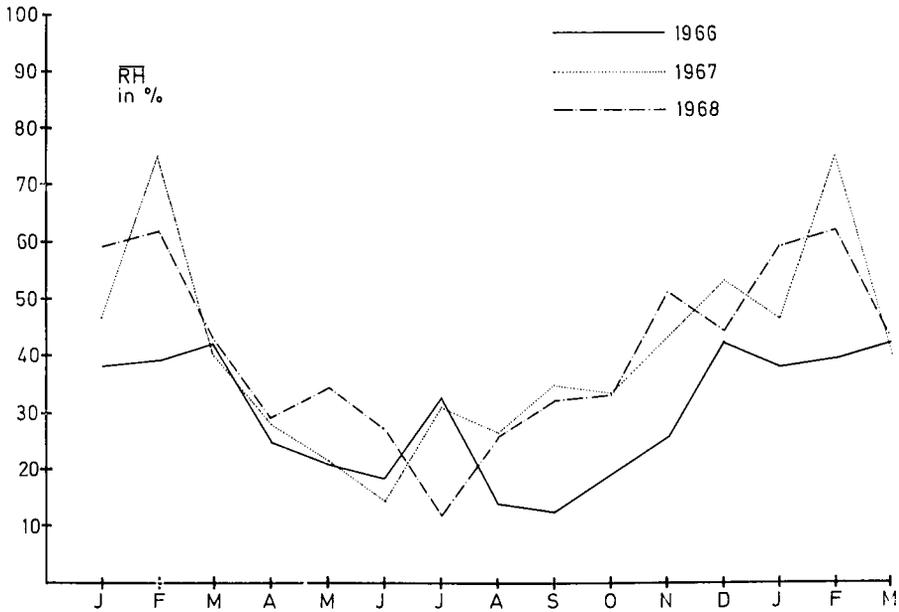


Fig. 6: Relative humidity at site S.

In Fig. 6 the $\overline{R.H.}$ at site S is given graphically for 1966, 1967 and 1968. The vertical axis gives the $\overline{R.H.}$, and the horizontal axis gives the month of the year.

The relative humidities were read from thermohygrographs which were regularly calibrated against a psychrometer.

Dr. A. B. Muller
European Southern Observatory
131 Bergedorfer Straße
205 Hamburg 80
Federal Republic of Germany

THE HEOS ION CLOUD EXPERIMENT IN THE EARTH'S MAGNETOSPHERE

E. R i e g e r

1. History and background of the experiment

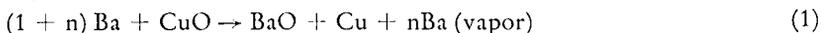
In 1951 L. Biermann of the Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik suggested that the observed acceleration of ionized molecules in comet tails was due to a continuous outpouring of plasma from the sun, the solar wind. To improve the understanding of the detailed mechanism of interaction, L. Biermann et al. (1961) proposed to conduct an experiment involving the release of an ion cloud in the interplanetary medium. In pursuance of this objective MPI has directed effort in the last years to develop the techniques in producing metal vapor clouds in space. Experiments for this purpose were carried out using sounding rocket releases in the upper atmosphere which gave information on vaporization and ionization as well as much useful data on the terrestrial atmosphere and ionosphere. (Foeppl et al., 1965; Foeppl et al., 1967; Haerendel, Lüst and Rieger, 1967; Haser, 1967; Foeppl et al., 1968; Haerendel and Lüst, 1968.)

2. The experiment

The barium-ion cloud experiment is one out of seven experiments carried out by the European Satellite HEOS-A (High Eccentric Orbital Satellite), which has been launched on December 5, 1968 from Cape Kennedy.

The experiment consists of the study of a Barium-ion cloud produced by igniting a mixture of 2418 gr of barium chips and copper oxide powder in a distance of about 12 earth radii from the earth's surface.

The barium, present in stoichiometric surplus in the mixture is released by the following reaction



where $n = 1,5$ the stoichiometric surplus.

The reaction is exothermic and gives enough heat to vaporize partly the excess barium. About 20 sec after the evaporation a substantial fraction of the barium gets ionized by the solar UV radiation (see for instance Haser 1967).

3. The scientific objectives of the experiment

3.1 Expansion of an ion cloud in a weak magnetic field.

The neutral gas will expand like a nearly spherical shell with a velocity of about 1 km/sec^{-1} . The ions generated by photoionization with a time scale of about

20 sec will not be trapped immediately in the magnetic field, but will continue to move with the neutrals, thereby creating a magnetic cavity. This cavity will reach its maximum width, when the kinetic pressure of the artificial plasma is balanced by the magnetic pressure. The release has to be done in a 30γ ($1\gamma = 10^{-5}$ Gauss) magnetic field. The diamagnetic expansion phase is estimated to last at least 30 sec. After that the ion cloud starts to grow predominantly along magnetic field lines. However, flute and interchange instabilities can lead to a further lateral growth beyond the maximum size of an ideal magnetic cavity. So we can expect a final width of the order of 100 km.

3.2 Acceleration of the cloud to the velocity of the ambient low density plasma in the distant magnetosphere

The centers of mass of the neutral and ion clouds will continue to move with the initial velocity of release. However, the ions will lose steadily momentum to the ambient plasma which is pervaded by the same magnetic flux as the cloud. The electric polarization field corresponding to the velocity of the ion cloud with respect to the magnetic field will propagate with Alfvén-velocity parallel to B . More, and more magnetospheric plasma will be affected by the cloud. In an infinite environment with properties nearly characteristic for the point of release (12 earth radii) the time scale of momentum exchange with the ambient plasma is about one hour. However, by interaction with the ionosphere, i. e. ohmic losses in the E-layer, the loss of initial momentum of the cloud can be considerably enhanced. Therefore a sudden change of the cloud's velocity is expected after the signal emitted by the cloud has been reflected at the ionosphere and returned to the cloud. This will take about 4 minutes.

During the period of observability, which depends strongly on the optical instrument, the cloud may not gain the full convection velocity of the ambient plasma.

4. Expected optical phenomena

After about 30—60 sec the ion cloud should have reached its final width of about 100 km and should continue to grow only along the magnetic field lines. Now the barium will be mostly ionized and the main neutral component will be strontium, which is added to the mixture as an impurity.

Consequently, we expect a fast initial drop in surface brightness of the optical phenomenon and after 1 minute a much slower $1/t$ —development. The visual magnitude of the neutral barium cloud ($\lambda = 5535 \text{ \AA}$) after release will be close to 5^m , assuming about 100 gr of barium to be evaporized. Its angular size will grow at a rate of $1'$ every 10 sec. The final width of the ion cloud 4554 \AA , 4934 \AA and 6142 \AA will be about $5'$. Its apparent length depends on the direction of the magnetic field with respect to the observer.

With a 1 : 1 aperture of the lens and a 2485 Kodak film the ion cloud should be visible for about 10 min or even more, if the "pre-exposure" due to night sky radiation is taken into account. For further observation photo-electric devices have to be applied in conjunction with filters to reduce the background radiation. Because of the expected motion of the object exposure times of

The HEOS ion cloud experiment in the earth's magnetosphere

more than 30 sec are not recommended. After about 5 min the ion cloud should be similar in brightness and size to the elliptical galaxy NGC 205, the companion of the Andromeda nebula, only slightly longer and narrower.

5. The payload

The equipment for the barium ion cloud experiment is installed at the bottom side of the HEOS-A satellite concentrically around the spin axis. (Fig. 1 and Fig. 2.) About 10.000 sec before releasing the barium vapor, the container with the mixture is ejected from the satellite on ground command signal. During ejection, microswitches actuate a timer which after about 10.000 sec ignites the chemical reaction. After this time the distance between the container and the satellite is about 40 km, so that a contamination of the satellite by the released barium vapor is prevented.

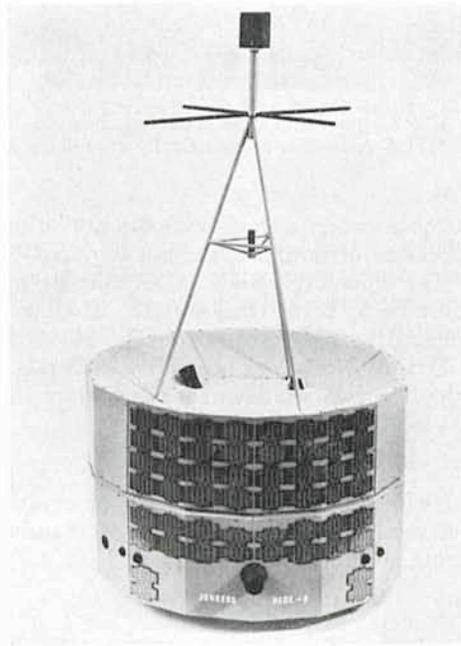


Fig. 1: The HEOS-A Satellite (High Eccentric Orbital Satellite).

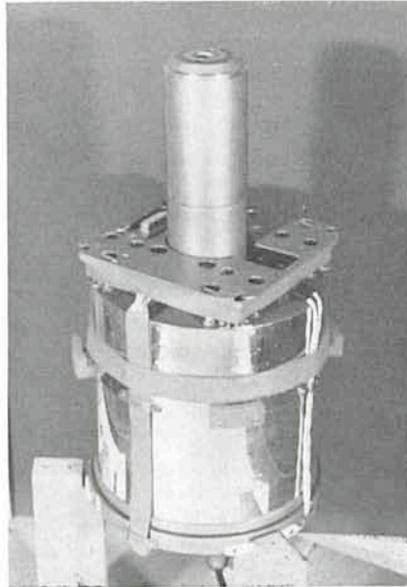


Fig. 2: The HEOS-S 16 Barium cloud experiment, which is installed at the bottom side of the HEOS-A satellite concentrically around the spin axis.

6. Visibility problems

During the period of observation a set of visibility conditions must be fulfilled for the two main observation stations Kitt Peak (Arizona, USA) and ESO (La Silla/Chile) (Fig. 3). The solar depression angle must be more than 20° . The moon, if present, must be 5° below the horizon. The elevation of the cloud above the horizon should be more than 20° . The cloud must be out of the earth's shadow. The distance should not be greater than 100.000 km. With these conditions fulfilled the first two windows for the barium cloud experiment are

March 18, 7.10 UT + 1 hour
and April 15, 5.40 UT + 1 hour.

The command signal will only be given, if both observation sites have clear sky. The zone of observability includes North, Central and the greatest part of South America (Göllnitz and Renard, 1968).

7. The stations

The main stations Kitt Peak and La Silla are equipped with

- a) 2 Super-Schmidt lenses 1 : 1/350 on equatorial mounting. One of these lenses will be used with a film, the other with an image-orthicon.
- b) 2 lenses 1 : 1,4/100 on azimuthal mounting with normal photographic equipment.

Besides from these stations the cloud will be observed from other places with Baker-Nunn cameras, astronomic telescopes and photoelectric devices.

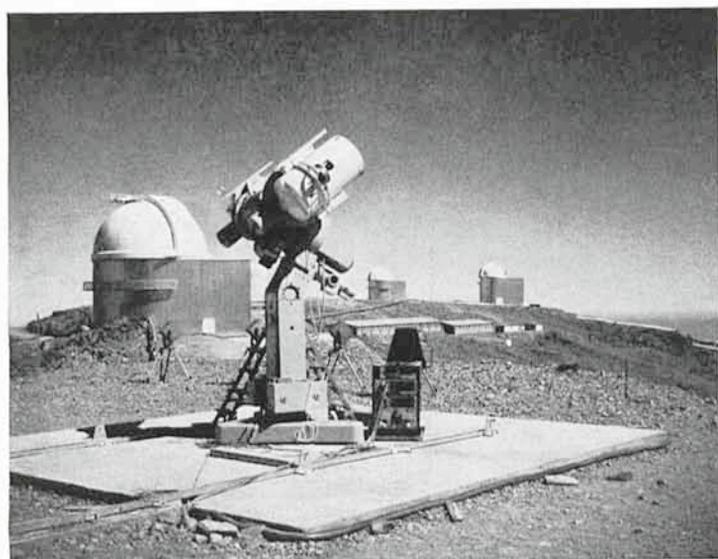


Fig. 3: The observation station of the Max-Planck-Institut on La Silla (Chile).

8. Conclusion

This experiment may be regarded as a test for releasing ion clouds in great distances from the earth. There are many uncertainties concerning the physical aspects and the visibility of the cloud. After a successful mission we will know if the ion cloud technique is a good method of measuring the plasma drifts in the earth's distant magnetosphere, and of investigating the interplanetary medium.

REFERENCES

- L. Biermann, R. Lüst,
Rh. Lüst und H. U. Schmidt
1961, Zur Untersuchung des interplanetaren Mediums mit Hilfe künstlich eingebrachter Ionenwolken. *ZfA* 53, 226.
- H. Foepl, G. Haerendel,
J. Loidl, R. Lüst,
F. Melzner, B. Meyer,
H. Neuss and E. Rieger
1965, Preliminary experiments for the study of the interplanetary medium by the release of metal vapour in the upper atmosphere. *Planet. Space Sci.* 13,95.

- H. Foepl, G. Haerendel, L. Haser, J. Loidl, P. Lütjens, R. Lüst, F. Melzner, B. Meyer, H. Neuss and E. Rieger 1967, Artificial strontium and barium clouds in the upper atmosphere. *Planet. Space Sci.* 15, 357.
- H. Foepl, G. Haerendel, L. Haser, R. Lüst, F. Melzner, B. Meyer, H. Neuss, H.-H. Rabben, E. Rieger, J. Stöcher and W. Stoffregen 1968, Preliminary results of electric field measurements in the auroral zone. *JGR* 73, 21.
- H. Göllnitz and M. L. Renard 1968, Release windows for the ejection of a body along a highly eccentric orbit. *Astronautica Acta* 14, 23.
- G. Haerendel, R. Lüst and E. Rieger 1967, Motion of artificial ion clouds in the upper atmosphere. *Planet. Space Sci.* 15, 1.
- G. Haerendel and R. Lüst 1968, Electric fields in the upper atmosphere. "Earth's Particles and Fields", B. M. Mc. Cormac, 271.
- L. Haser 1967, Use of artificial barium clouds to study magnetic and electric fields in the atmosphere. "Aurora and Airglow", B. M. Mc. Cormac, 391.

Addendum to: The HEOS ion cloud experiment in the earth's magnetosphere

The experiment was carried out on March 18, 1969, 7.20.52 UT in a distance of 74.300 km from the earth's surface.

The cloud has been observed from both Max-Planck-stations on Kitt Peak in Arizona (USA) and ESO (La Silla/Chile) with cameras and image orthicons. The cloud has also been observed from a station in Alaska and different other places in USA. The cloud initially had a brightness of a fifth magnitude star and was photographed with Super Schmidt cameras 21 min. With the photoelectric device the observation time was prolonged to 25 min.

The expansion of the cloud proceeded as expected. After having reached a diameter of about 90 km the ion cloud expanded in the direction of the earth's magnetic field thereby getting a cigarlike shape. Unexpected was the development of field aligned striations which is a common feature for ion clouds in the ionosphere.

The HEOS ion cloud experiment in the earth's magnetosphere

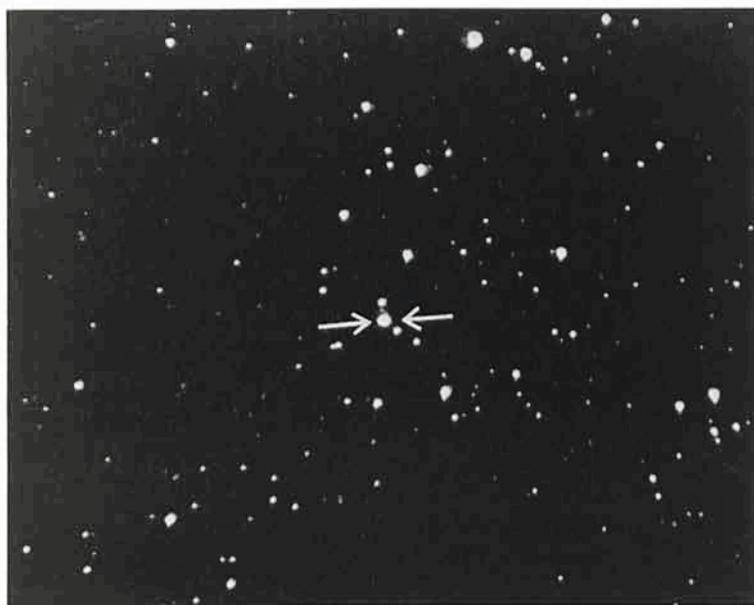


Fig. 1: The cloud (arrows) 4 sec after evaporation as seen from ESO, La Silla. Photographed with a Super Schmidt camera 1 : 1/350 mm on Kodak 2485 film. 10 sec exposure time. East is to the right, north is downward.



Fig. 2: The cloud 3 min 13 sec after evaporation. The neutral barium and strontium expand in a spherical shell, visible as a faint ring around the elongated barium ion cloud. 10 sec exposure time.



Fig. 3: The ion cloud 4 min 33 sec after evaporation. Clearly visible is the field aligned structure of the cloud. 10 sec exposure time.



Fig. 4: The ion cloud 14 min 3 sec after evaporation. 20 sec exposure. The faintest stars on the pictures are of 14th magnitude.

ADDRESSES

ESO Directorate	131 Bergedorfer Straße, 205 Hamburg 80, West Germany, Tel.: 721 30 01.
ESO Administration Santiago	Alonso de Córdoba 3107, Vitacura. Casilla 11 P — Correo 11. Santiago de Chile. Tel.: 285006.
ESO Guesthouse	Gustavo Adolfo 4634, Santiago de Chile. Tel.: 484254.
ESO Sub-Administration La Serena	Balmaceda 595, Casilla 27 D, La Serena, Chile Tel.: 1167, 1177.

