

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** - (1956)  
**Heft:** 53

**Artikel:** Nouvelles recherches sur la planète Mars  
**Autor:** Dollfus, M.A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-900398>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Nouvelles recherches sur la planète Mars

*Résumé de la conférence donnée le 27 mai 1956 à Fribourg, à l'Assemblée générale de la S.A.S., par M. A. Dollfus, astronome à l'Observatoire de Meudon, d'après les notes prises par G. Goy et E. Antonini.*

C'est en 1941 que le regretté astronome français B. Lyot eut l'idée de créer à l'Observatoire du Pic du Midi, à 2870 m d'altitude, une station d'observation des planètes. Le Pic du Midi se trouve dans une situation absolument privilégiée et unique à cet égard, les images demeurant fréquemment parfaitement calmes durant des heures, grâce aux courants descendant le long des pentes de la montagne et qui brassent l'air de façon à le rendre finalement homogène, en supprimant les couches de température et de densité différentes.

On peut ainsi utiliser pleinement le pouvoir séparateur de l'instrument de 60 cm d'ouverture: 0,2", et se permettre des grossissements allant jusqu'à 1000 fois, ce qui permet de déceler sur Mars des détails au moins deux fois plus fins que ceux visibles sur la Lune à l'œil nu.

Les observations s'y effectuent soit photographiquement, soit visuellement, soit au moyen du polarimètre.

### Observations photographiques

L'observation photographique fait apparaître les variations générales de la surface. L'invention de la technique des images composites a donné un nouvel élan à la photographie planétaire. Jusqu'à cette invention de Lyot, la photo planétaire ne présentait que peu d'intérêt; la petitesse de l'image, le grain de l'émulsion, l'agitation atmosphérique, détruisaient les détails. Lyot a tourné la difficulté par le compositage des clichés. Qu'est-ce qu'une photo composite? L'astronome prend une série de clichés d'une planète en un court laps de temps (5 min. pour Mars, 2 min. au plus pour Jupiter). Les poses sont faites sur la même plaque en déplaçant simplement celle-ci.

On choisit les meilleures images (de 4 à 15), et, au moyen d'un agrandisseur, on projette ensuite les négatifs choisis sur une plaque de reproduction. Chaque négatif original forme ainsi au même endroit une partie de l'image composite. On s'arrange à donner aux poses partielles une valeur telle que l'impression totale donnera une image correctement exposée.

Quels sont les avantages d'un tel procédé?

Le grain de l'émulsion interdit habituellement les forts agrandissements. Cet inconvénient est très atténué par le compositage. La granulation disparaît presque complètement par la superposition

des clichés et le contour des taches est rendu avec plus de netteté. Les contrastes sont fortement augmentés sans pour cela accentuer la granulation ni les fins défauts de l'émulsion\*).

Ce travail de compositage, extrêmement long et minutieux, est effectué dans les laboratoires de Meudon. On a mis deux ans pour composer 415 images de Mars, prises durant les oppositions de 1941 à 1952.



Fig. 1 Mars le 8 octobre 1941, 20 h. 22 à 20 h. 28  
Cliché Lyot. Observatoire du Pic du Midi. Lunette de 60 cm

M. Dollfus présente un certain nombre de ces clichés (Fig. 1 et 2) qui font l'admiration de l'auditoire, malgré la déféctuosité de l'obscurcissement de la salle et une certaine faiblesse de la lampe de projection: c'est dire toute la qualité de ces photographies, prises en 1941 et lors des oppositions suivantes.

Pour pouvoir comparer les oppositions entre elles, il faut réaliser une sorte de synthèse de tous les travaux photographiques exécutés à l'occasion de chacune des présentations de la planète: c'est M. de Mottoni qui s'en est chargé, en dessinant le planisphère de Mars à chaque opposition d'après les clichés qui lui furent remis. Ces planisphères, dont quelques spécimens sont projetés (Fig. 3), permettent ainsi de se faire une idée immédiate des différences qu'offrait

---

\*) Un autre procédé, le contretypage, augmente les contrastes, mais fait ressortir en même temps la granulation, et accentue les défauts de l'émulsion.



Fig. 2 Mars le 16 mai 1952 à 0 h. 35  
Cliché Obs. Pic du Midi

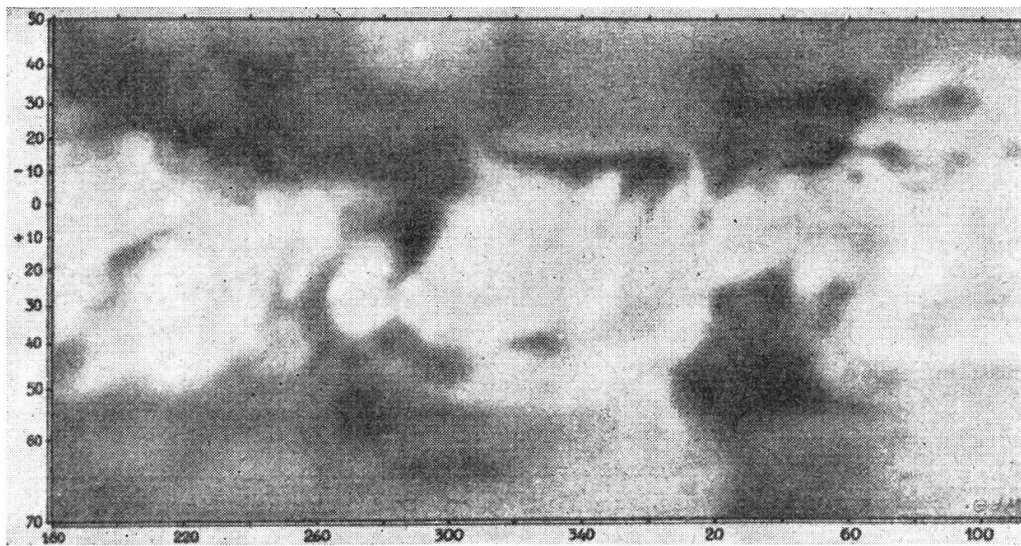


Fig. 3 Planisphère photographique de la Planète Mars en 1943, dessiné par  
M. de Mottoni, d'après les observations photographiques du Pic du Midi

la surface martienne d'une opposition à l'autre. On constate ainsi que la Grande Syrte, par exemple, présente des variations de largeur selon la saison, tandis que d'autres variations sont irrégulières.

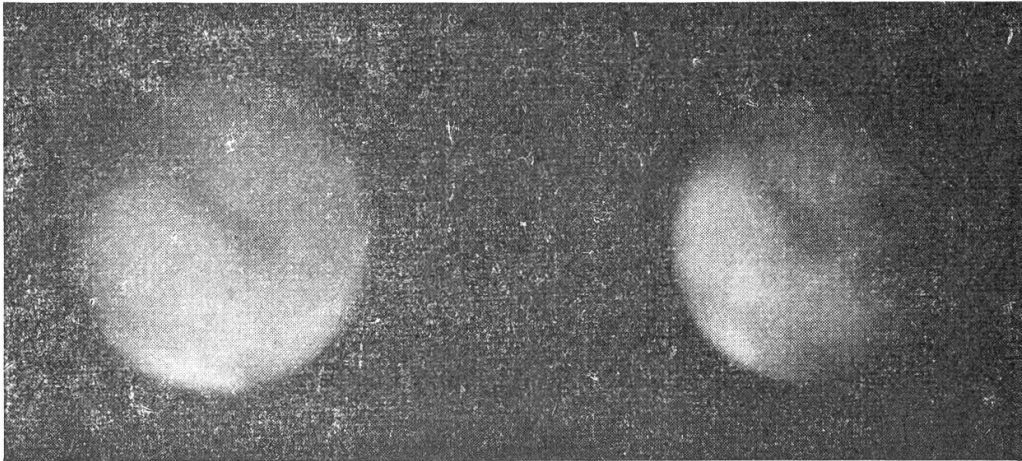


Fig. 4 La même région à quelques jours d'intervalle: Margaritifer S., tache sombre à droite, est voilé par un nuage sur l'image de gauche (Photo A. Dollfus)

Les clichés, eux, sont classés de façon à pouvoir comparer rapidement, soit une même région en des années différentes, soit la même région aux différentes dates de la même année (Fig. 4).

On comprend aisément les services qu'une telle documentation, prolongée sur de nombreuses oppositions, peut rendre aux chercheurs, et les progrès qu'elle leur permet de réaliser dans la connaissance toujours plus approfondie de la planète voisine.

### Observation visuelle

Elle doit compléter l'observation photographique: le dessin, forcément encore beaucoup plus détaillé, montrera la structure profonde des taches. Sur un disque de 13" d'arc, l'instrument du Pic du Midi a permis de noter des taches de 100 km de diamètre. L'opposition de 1956 doit donc permettre d'accéder à des détails de 50 km seulement.

M. Dollfus présente quelques admirables dessins (Fig. 5) qu'il a effectués au Pic du Midi, et montre comment, par images parfaites, les grandes taches sombres se résolvent en une multitude de petites taches d'intensité et de tonalités différentes. Nous comprenons ainsi parfaitement comment l'apparence des canaux, aperçue par images médiocres, disparaît lorsque l'image est bonne, pour céder la place à des plages de structure complexe, sans plus trace de ces étranges lignes fines et droites, que d'aucuns ont interprétées d'une façon parfois si fantaisiste.

Cependant le conférencier fait remarquer qu'il existe certains alignements de taches, qui sont une caractéristique de la surface de Mars.



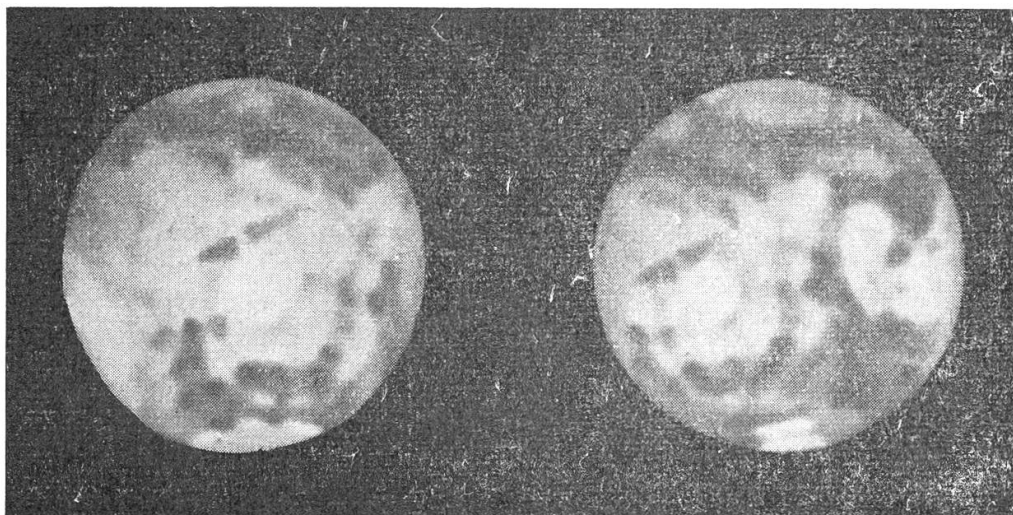


Fig. 5 Deux dessins de Mars pris par M. A. Dollfus au Pic du Midi en 1948

Quant aux calottes polaires, dont le diamètre, important à la fin de l'hiver, diminue progressivement à mesure que le printemps avance, l'observation visuelle permet de constater que leur diminution n'est pas régulière: en fait, elles se morcellent, se disloquent: en certains points la blancheur subsiste longtemps, alors qu'alentour elle a déjà entièrement disparu: ce fait ne peut s'expliquer que par le relief du sol: là où le givre se maintient plus longtemps, il faut imaginer un plateau élevé, d'une altitude de 3000 m environ.

### Méthode polarimétrique

Cette méthode a permis à M. Dollfus d'établir certaines comparaisons du plus haut intérêt sur la composition du sol martien.

On analyse la lumière réfléchie par différentes régions de la surface planétaire, sous divers angles d'éclairement et d'observation, et en différentes couleurs.

Les phénomènes de diffraction, de diffusion, de réflexion, de réfraction, entrent en jeu dans la composition de la lumière réfléchie.

Les quantités intéressantes à mesurer sont: la proportion de lumière polarisée, et la direction de la polarisation. On emploie le polarimètre visuel: des franges se dessinent sur la planète, et on en réalise l'extinction sur la partie du globe qu'on est en train d'étudier. On peut ainsi faire des mesures limitées à un objet bien défini.

*Observation des surfaces claires:* La variation de la proportion de lumière polarisée en fonction de l'angle de phase a une forme bien définie. On constate une diminution de la proportion de lumière polarisée du centre au bord du disque. Après trois ans d'étu-

des et de recherches sur les minéraux terrestres avec un petit polarimètre de poche, M. Dollfus a trouvé un minéral dont la courbe de polarisation (Fig. 6) s'applique très bien aux surfaces claires de

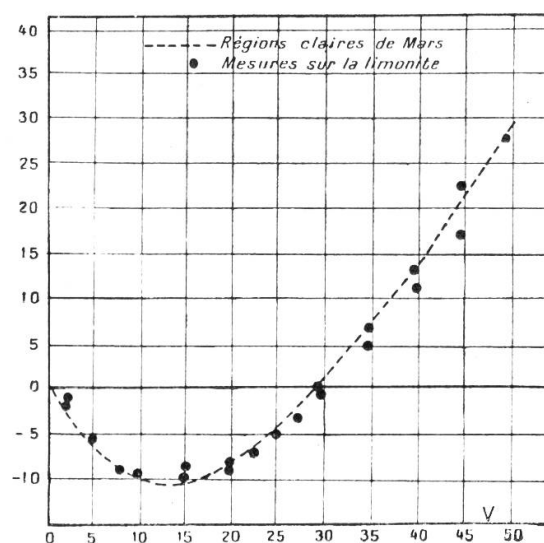


Fig. 6 Courbe de polarisation des taches claires de Mars, comparée à celle de la limonite

Mars: la limonite, à l'état pulvérulent. C'est un oxyde de fer fortement hydraté. Les surfaces claires sont donc probablement formées de vastes déserts de limonite à l'état de sable fin. M. Dollfus fait alors constater que nous connaissons Mars de la sorte à l'échelle microscopique et télescopique, mais que à l'échelle humaine elle nous fait entièrement défaut.

*Observation des surfaces sombres:* Etudiant ensuite au polarimètre les régions sombres, M. Dollfus eut la surprise de constater que leur polarisation varie saisonnièrement, et que cette variation est progressive. Cela indique que les taches sombres *changent de structure*, et qu'elles n'appartiennent probablement pas au règne minéral. On est donc tenté de revenir à l'hypothèse végétale, autrefois admise, puis quelque peu battue en brèche ces dernières années (Fig. 7).

Mais de quelle végétation s'agit-il? Les courbes de polarisation des phanérogame et des cryptogame ne coïncident pas avec celle des taches sombres. Il y aurait lieu plutôt de prendre en considération, selon le conférencier, des micro-organismes végétaux (substances végétales pulvérulentes) saupoudrant la limonite sous-jacente. Ces micro-organismes s'adaptent aisément sur terre à des conditions très défavorables rappelant précisément celles qu'elles rencontreraient sur Mars. On pense par exemple à l'algue rouge *Clamidomonas* colorant parfois les névés, ou à ces bactéries chromogènes qui diffusent même leur couleur, laquelle est très vive, et destinée à les protéger des rayons ultra-violets.

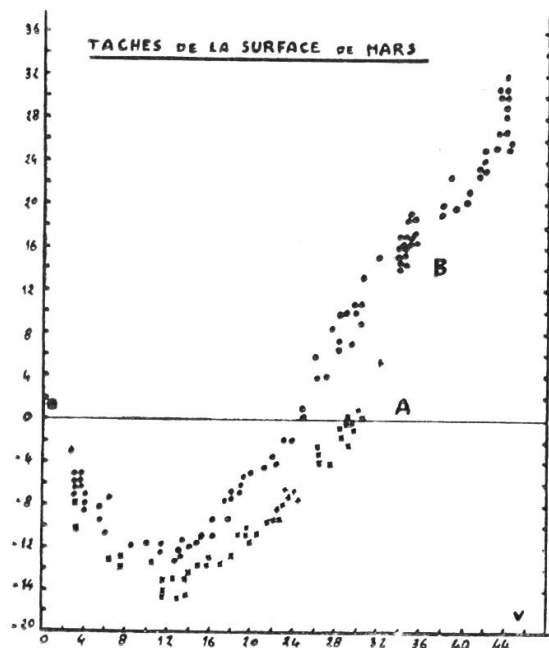


Fig. 7 Courbes de polarisation des taches sombres de Mars:  
 A. Dans l'hémisphère Nord, au printemps  
 B. Dans la zone tropicale, au printemps

*Observations des calottes polaires:* La polarisation montre qu'elles paraissent dues à du givre, produit dans les conditions de pression atmosphérique existant sur Mars. Les nuages, assez rares, semblent formés de glace. Tout cela impliquerait donc l'existence d'une certaine quantité d'eau sur la planète, ce que les études spectroscopiques n'ont malheureusement pas confirmé.

Mais dans une atmosphère qui doit donc être très sèche, les variations sont pratiquement adiabatiques. Sur Mars, le gradient adiabatique vertical est  $3,5^\circ/\text{km}$ . Il est évidemment presque semblable au gradient thermique réel. On peut en déduire la quantité d'eau maximum que l'air peut contenir pour chaque altitude, puis pour l'ensemble de l'atmosphère.

Voici le tableau des résultats, donnés en fonction de la température supposée de l'air au voisinage du sol:

Température au sol	Hauteur d'eau maximum (supposée liquéfiée*)	Idem. Val. probables
0°	18 mm	4,5 mm
—10	8	2
—20	3	0,8
—30	1	0,25
—40	0,3	0,08

\*) Si l'atmosphère de Mars était sursaturée, ce qui est loin d'être le cas. La température près du sol est probablement  $-30^\circ$  ou  $-40^\circ$  C.

Il en résulte que l'atmosphère martienne doit contenir environ 100 fois moins d'eau que celle de la Terre, et que le spectroscopie



ne peut révéler une si petite quantité de vapeur d'eau \*). Mais cette quantité, si faible soit-elle, suffit cependant à expliquer certains phénomènes observés sur la rouge planète: comme on le sait, le givre de la calotte polaire disparaît au cours du printemps. Il faut faire intervenir ici, non la fusion, mais la sublimation, qui se produit avec une rapidité qui atteint le décuple de celle qu'on observerait sur Terre, en raison de la faible pression atmosphérique sur Mars. L'atmosphère martienne s'emplit donc à cette saison de vapeur d'eau, qui s'évacue à très grande vitesse vers l'Equateur, et c'est précisément au moment de son passage que les taches foncées changent de polarisation, et, visuellement ou photographiquement, augmentent d'intensité. Puis cette vapeur d'eau, continuant son trajet, se dirige vers la calotte polaire opposée, où elle se dépose en givre durant l'hiver de cet hémisphère.

On arrive ainsi à une connaissance des conditions météorologiques martiennes très avancée et sur ce point plus complète qu'en ce qui concerne notre planète!

M. Dollfus, qui a volontairement laissé de côté l'important problème des nuages de Mars, termine sa conférence par la projection de quelques fort beaux clichés relatant son ascension en ballon.

Très applaudi, le conférencier répond encore à diverses questions qui lui permettent de préciser des points de détail.

Nous tenons à le remercier très vivement pour la brillante conférence qu'il nous a donnée: dynamique, passionné par son sujet, M. Dollfus nous a révélé les résultats de ses recherches, lesquelles certainement soulèvent un nouveau coin du voile qui nous cachait cette planète énigmatique.

\*) Pour déceler cette vapeur d'eau au spectroscopie, il faudrait s'élever à 7000 m. au moins, afin de supprimer les raies telluriques. C'est ce qu'a tenté M. Dollfus en 1954, au moyen d'une ascension en ballon. Il s'agissait, lors de ce premier essai, d'une mise au point de la méthode, mais le conférencier a affirmé son intention de récidiver à la prochaine occasion.

### Résumé

Auf dem Observatorium des Pic du Midi (2870 m ü. M.) bestehen derartig günstige atmosphärische Verhältnisse, dass es mit dem Instrument von 60 cm Oeffnung möglich wird, 1000fache Vergrößerung anzuwenden. Damit gelingt es, Details auf der Oberfläche des Mars zu identifizieren, die zweimal so fein sind, als man sie mit blossem Auge auf dem Mond sehen kann. Die Beobachtungen werden photographisch, visuell und mittelst Polarimeter durchgeführt.

Die *Beobachtung nach einer photographischen Methode* des verstorbenen Astronomen Lyot, mittelst zusammengesetzter Clichés (Kompositions-Photo), gestattet den Einfluss der Granulation der Platten und die atmosphärische Unruhe weitgehend auszuschalten. Es wird eine Serie von Marsaufnahmen, in Abständen von 5 Min., auf dieselbe Platte exponiert. Die besten Aufnahmen werden ausgesucht, mittelst Vergrößerungsapparat auf eine Reproduktionsplatte projiziert und man erhält damit für jeden Ort ein zusammengesetztes Bild, dessen Gesamteindruck einer direkten Aufnahme ent-

spricht, die eine Vergrößerung, fast ohne sichtbare Granulation, erlaubt. Die Fleckenumrisse werden schärfer und die Kontraste grösser. Der Vortragende zeigte eine Reihe solcher Clichés (Fig. 1 und 2), die aus 415 Aufnahmen aus den Oppositionen 1941 bis 1952 stammen und in zweijähriger Arbeit in den Laboratorien von Meudon hergestellt wurden. Fig. 3 zeigt eines der Kartenbilder des Mars, das nach solchen Clichés von de Mottoni gezeichnet wurde und einen Vergleich der Veränderungen von einer Opposition zur anderen erlaubt. Die gleiche Gegend nach einigen Tagen Intervall aufgenommen macht z. B. in Fig. 4 ersichtlich, wie der dunkle Fleck rechts auf dem Bilde links durch eine Wolke verschleiert wird.

Die *visuelle Beobachtung* auf dem Pic du Midi führte zu klarer Wahrnehmung von Details von 100 km Ausdehnung und wird wohl bei der Opposition von 1956 solche von 50 km Durchmesser zu erkennen geben. Zeichnungen von A. Dollfus (Fig. 5) zeigen, wie die Struktur der früher oft genannten Marskanäle sich aus einzelnen kleinen Flecken von verschiedener Intensität und Schattierung zusammensetzt. Die Polarkalotten nehmen nach Eintritt des Frühlings unregelmässig ab und zwar scheint der Reif sich auf Erhebungen der Marsoberfläche (wahrscheinlich bis etwa 3000 m) länger zu halten als auf der tieferliegenden Umgebung.

Die *polarimetrische Methode* erlaubte Herrn Dollfus interessante Studien über die Beschaffenheit der Marsoberfläche. Ihr reflektiertes Bild wird unter verschiedenen Beobachtungswinkeln analysiert. Von Interesse ist dabei die Proportionalität des polarisierten Lichtes und die Richtung der Polarisation. Der visuelle Polarimeter zeigt Streifen auf dem Planeten und erlaubt Messungen an bestimmten Objekten. Dreijährige Untersuchungen von Dollfus mit einem Taschenpolarimeter an terrestrischen Mineralien ergaben, wie Fig. 6 zeigt, dass die Polarisationskurve des Limonit ähnlich derjenigen der hellen Marspartien ist.

Bei den dunklen Oberflächenteilen ändert die Polarisation mit der Jahreszeit und man vermutet eine Art von Vegetation bestehend aus Mikro-Organismen (Fig. 7).

Die *Beobachtung der Polarkalotten* scheint nach polarimetrischen Messungen Reifbildung zu bestätigen, während die dort selten auftretenden Wolken möglicherweise aus Eiskristallen bestehen könnten. Beides ist durch spektroskopische Untersuchungen leider nicht nachzuweisen. Die Marsatmosphäre dürfte etwa 100 mal weniger Wasser enthalten als diejenige der Erde. Im Frühling, wenn die eine Polarkalotte zu verschwinden beginnt, sättigt sich die Marsatmosphäre mit Wasserdampf, der mit grosser Geschwindigkeit dem Äquator zuströmt und dort die Polarisation der dunklen Partien verändert. In der gleichen Richtung weiterziehend, erreicht er das gegenüberliegende Polargebiet und schlägt sich dort im Winter wieder als Reif nieder. Um diesen Wasserdampf spektroskopisch nachzuweisen, müsste man sich ca. 7000 m im Ballon über den Erdboden erheben, was der Vortragende 1954 versuchte und auch zu wiederholen beabsichtigt.

Ed. B.