

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 31 (1973)  
**Heft:** 135

**Artikel:** La surface polie d'un miroir de télescope vue au microscope électronique  
**Autor:** Fryder, V.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899695>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.02.2026

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

Der dritte Problemkreis betrifft die Frage nach der zukünftigen Entwicklung des Universums. Wird sich die Welt ewig weiter ausdehnen, oder kommt die Expansion einmal zu einem Stillstand und verwandelt sich dann in eine Kontraktion? Eng damit verknüpft ist die Frage nach der Baryonen-Asymmetrie des Weltsubstrats, die Frage nach dem Vorkommen von Antimaterie. Auch hier helfen keine Spekulationen, sondern mit leistungsstarken Teleskopen – vor allem auch auf der Südhalbkugel – und elektronenoptischen Hilfsmitteln muss mit Ausdauer und Nachdruck die ständige Verbesserung der HUBBLE-Konstante, die vermutlich keine Konstante ist, betrieben werden. Einer Klärung bedarf ferner die ungeheuer energiereiche kosmische Teilchenstrahlung,

deren Herkunft und Entstehung nach wie vor unbekannt ist. Die bisher energiereichsten Teilchen wurden am 10. November 1970 in Japan registriert. Ein Schauer von Primärteilchen mit Energien bis zu  $E_0 = 4 \times 10^{21} \text{eV}$  (!) kam aus Richtung des Sternbildes Vulpecula.

Dieser kleine Aufsatz hat versucht, einen ersten Einblick in die Probleme der Kosmologie zu vermitteln. Die Geburtsstunde des Universums hat stattgefunden. Es darf aber nicht erwartet werden, dass sich das Universum simpel in drei Sätzen beschreiben lässt. Gründliche Kenntnisse der Mathematik sind erforderlich, will man die Strukturen des Alls begreifen lernen. Wir sind erst am Anfang unserer Forschungen.

#### Literatur:

- <sup>1)</sup> A. UNSÖLD, Der neue Kosmos, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1967, S. 314.
- <sup>2)</sup> H. VOGT, Aussergalaktische Sternsysteme und Struktur der Welt im Grossen, Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig, 1960, S. 89 ff.
- <sup>3)</sup> P. A. DIRAC, Proc. Roy. Soc. A 165, 199, (1938).
- <sup>4)</sup> E. P. HUBBLE, Astrophys. Journ. (USA) 64, 321, (1926).
- <sup>5)</sup> E. P. HUBBLE, Astrophys. Journ. (USA) 79, 8, (1934).
- <sup>6)</sup> M. L. HUMASON, Publ. of the Astronom. Soc. Pacific 48, 227, (1936).
- <sup>7)</sup> O. HECKMANN, Theorien der Kosmologie, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1968.
- <sup>8)</sup> A. FRIEDMANN, Z. Physik 10, 377, (1922); 21, 326, (1924).
- <sup>9)</sup> G. LEMAÎTRE, Ann. Soc. Sci. de Bruxelles 47, Serie A 49, (1927).
- <sup>10)</sup> H. BONDI und T. GOLD, Monthly Notices Roy. Astronom. Soc. (England) 108, 252, (1948).
- <sup>11)</sup> H. BONDI, Cosmology, Cambridge 1952.
- <sup>12)</sup> F. HOYLE, Monthly Notices Roy. Astronom. Soc. (England) 108, 372, (1948); Monthly Notices Roy. Astronom. Soc. (England) 109, 365, (1949).
- <sup>13)</sup> E. A. MILNE, Kinematic Relativity, Oxford 1948.
- <sup>14)</sup> Annual Report of the Director HALE Observatories pg 417 (1970/1971).
- <sup>15)</sup> A. A. PENZIAS und R. W. WILSON, A measurement of the background temperature at 1415 MHz, Astronom. Journ. (USA) 72, 315, (1967).
- <sup>16)</sup> R. H. DICKE, Science 129, 3349, (1959).
- <sup>17)</sup> S. A. WHEELER, Einsteins Vision, Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1968, S. 5.
- <sup>18)</sup> W. K. CLIFFORD, Nature 8, 14, (1873).

Adresse des Verfassers: Dr. HANS-ULRICH KELLER, c/o Sternwarte Bochum, Castroper Strasse 67, D-4630 Bochum (BRD)

## La surface polie d'un miroir de télescope vue au microscope électronique

V. FRYDER, Vevey

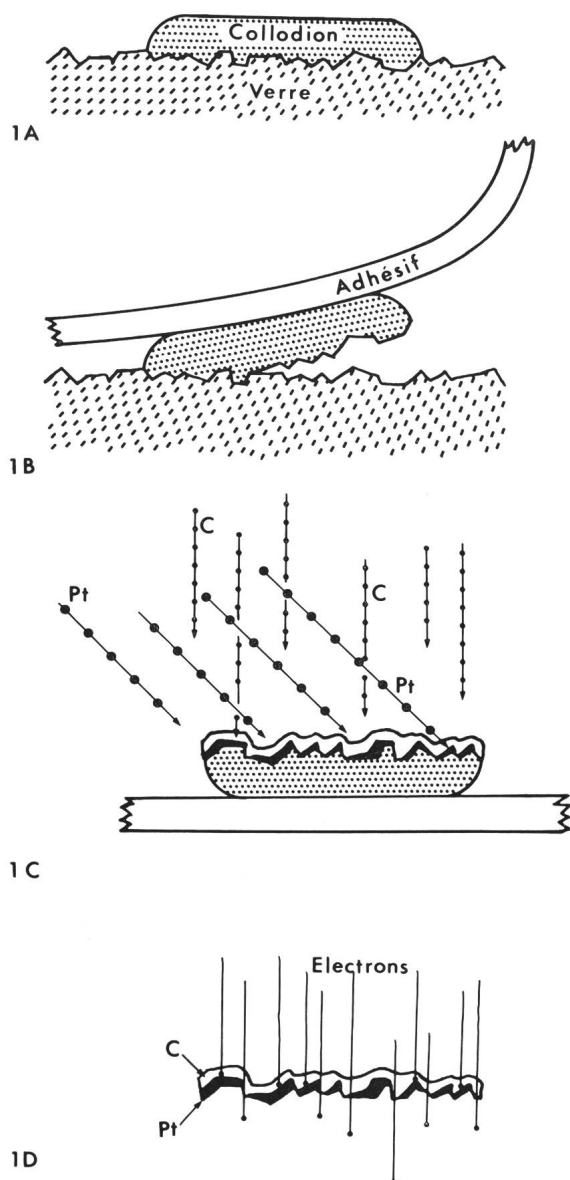
Le présent article n'a aucune prétention scientifique ou technique. L'auteur, astronome-opticien-amateur, disposant d'un puissant microscope électronique (Philips EM 300) de par sa profession, a eu la curiosité d'observer l'état de surface du miroir de 15 cm qu'il était en train de polir. Les résultats obtenus l'ont tellement fasciné qu'il a décidé de montrer ses images à ses collègues, lecteurs d'ORION qui n'ont pas eu et n'auraient sans doute jamais eu l'occasion de voir leur miroir avec une «loupe» grossissant  $50000 \times$  et plus.

#### Technique:

Les photographies de la surface d'un miroir très bien poli (10 à 15 heures de polissage au rouge) ont été obtenues par la méthode de réplique décrite ci-dessous:

Sur la surface à étudier, on coule une goutte d'environ 10 mm de diamètre de collodion en solution de 2% dans de l'acétate d'amylo et on la laisse «sècher» (fig. 1 a); la surface du collodion épouse fidèlement la surface du verre.

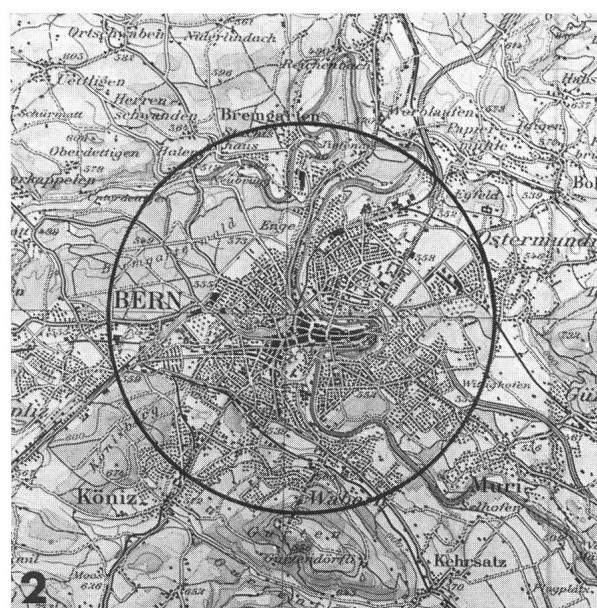
Le collodion «sec» est arraché délicatement à l'aide d'un ruban adhésif (fig. 1 b) puis placé dans un évaporateur sous vide (même appareil que ceux servant à aluminer nos miroirs). Sous un vide de  $10^{-5} \text{mm}$  de mercure on évapore une couche de platine (Pt) très fine, sous un angle de  $45^\circ$  environ (fig. 1 c). Le Pt se dépose plus ou moins suivant l'angle d'impact avec les irrégularités de la surface et pas du tout si un obstacle a fait «ombre». Pour consolider le tout, on évapore une couche de carbone (C) perpendiculairement à l'empreinte. On dissout ensuite l'empreinte de collodion et récupère l'empreinte secondaire (Pt-C)



après l'avoir consciencieusement nettoyée. On la place sur une petite grille porte-objet que l'on introduit dans le microscope électronique pour observation.

Les électrons traversent plus ou moins la couche de Pt, selon son épaisseur (fig. 1 d); ils traversent très bien le C (masse atomique faible). On obtient ainsi, à l'aide d'un système d'optique électronique approprié, une image très plastique de la surface. Sur ces clichés, les ombres sont donc blanches (absence de Pt). Avec cette technique de préparation, des détails de moins de 100 Å peuvent être mis en évidence. (1 Å = 10<sup>-8</sup>cm; 100 Å = λ/50, env.).

Sur un fragment de carte à l'échelle 1/150 000 (fig. 2), le cercle tracé représente la surface que couvrirait tout le miroir de 15 cm si entièrement, il était grossi 50 000 × comme c'est le cas pour les fig. 5 et 7. Il faudrait environ 7,5 milliards de prises de vues sur négatifs 6,5 × 9 cm pour recouvrir une telle aire.

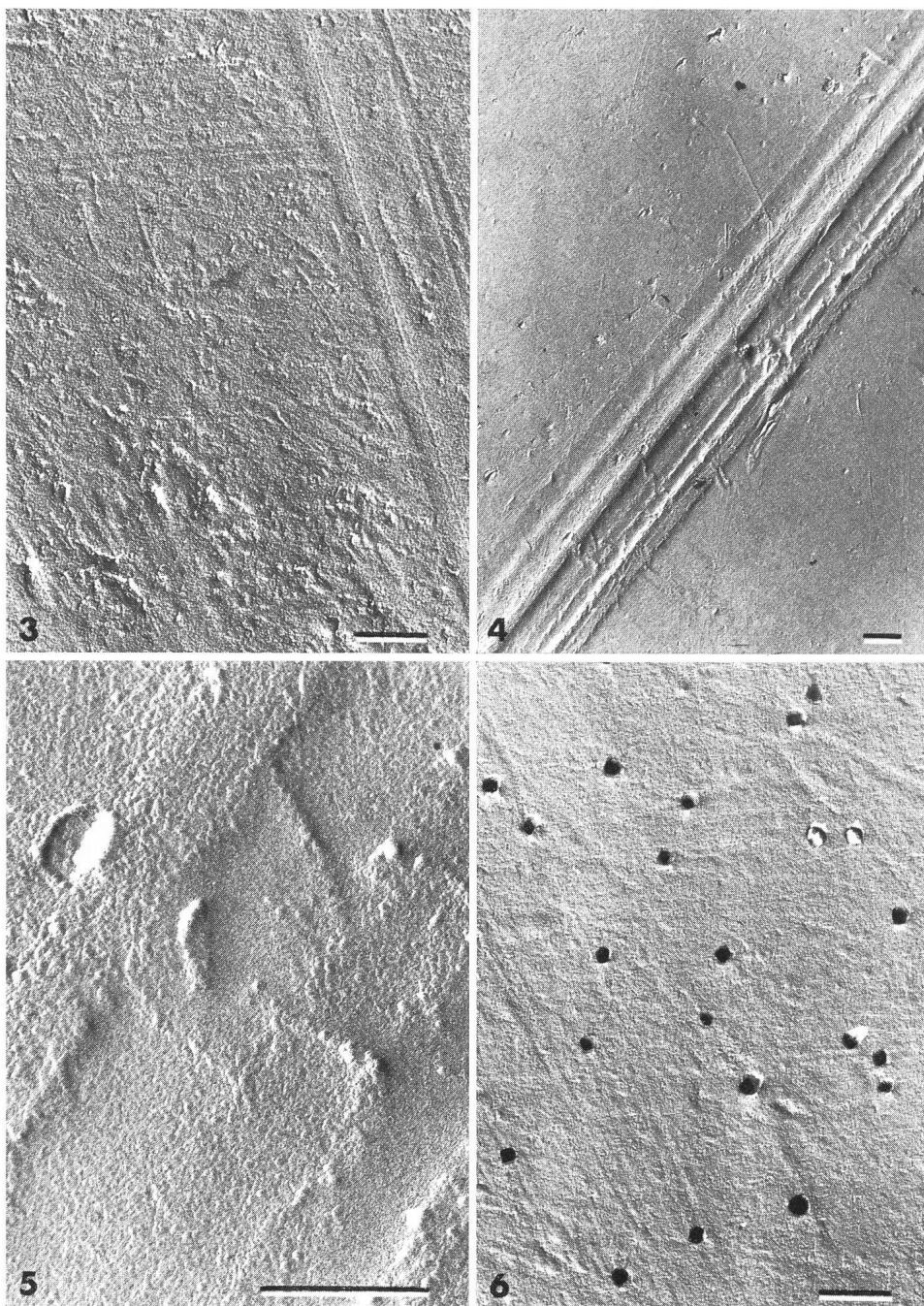


Les traits dessinés au bas de chaque photo représentent la longueur de λ (0,56 μ) à la même échelle, (10 λ sur la photo fig. 10).

#### Résultats:

La fig. 3 représente la surface d'une partie du miroir après 10 heures de polissage environ. Le grossissement de 22 000 × est déjà 20 fois supérieur à ce que pourrait donner un bon microscope optique. Les rayures et autres irrégularités sont donc excessivement petites. Il est à noter que la granularité du fond provient en partie du Pt lui-même. Une rayure plus importante est visible sur la fig. 4 (12 000 ×) et un détail en est donné par la fig. 5 (50 000 ×). Sur la fig. 6 (21 000 ×) on peut voir de petits cubes noirs. Ils ont été identifiés par diffraction d'électrons comme étant du rouge à polir. Ces fragments de rouge étaient restés sur le miroir et ont adhéré au collodion; ils ont résisté aux opérations de nettoyage de la réplique et se trouvent donc présents contre celle-ci. La fig. 7 (50 000 ×) est représentative de l'état général de la surface des régions examinées ainsi que la fig. 8 (15 000 ×) qui montre bien que tous les «accidents» n'ont pas été éliminés.

L'étude de la structure du verre en cours de doucissage pose d'autres problèmes à cause de la grossièreté du relief qui ne permet pas de se faire une idée d'ensemble dans le champ réduit du microscope électronique. A titre d'exemple, la fig. 9 (6 800 ×) a été faite sur un miroir après le travail au carbo 80; le relief visible n'a de signification que s'il peut être directement comparé à la plage adjacente. La même remarque est valable pour la fig. 10 (1 200 ×) prise à l'aide d'un microscope électronique à balayage (microscope électronique fonctionnant selon un principe différent).



### *Conclusion:*

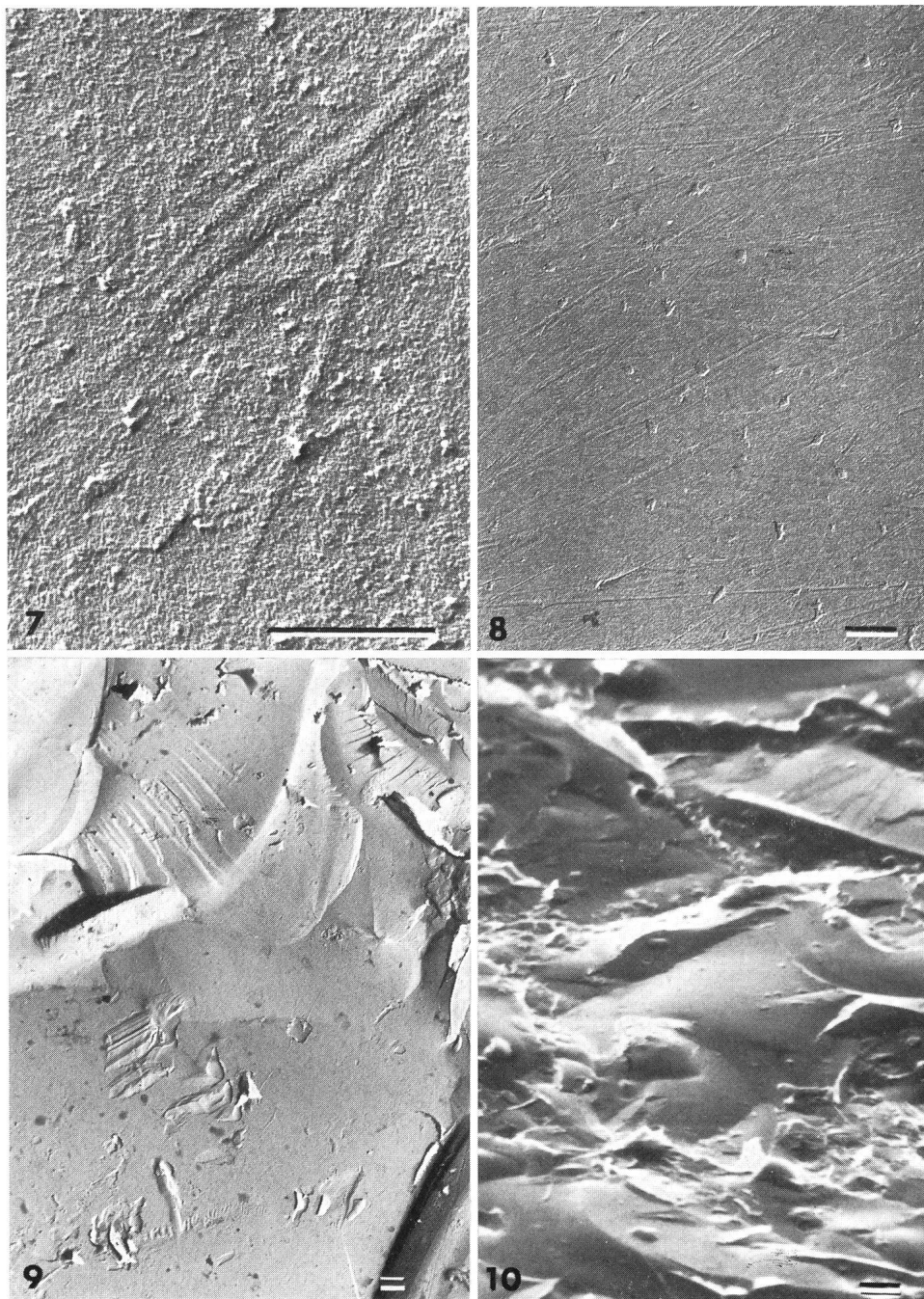
La microscopie électronique offre des possibilités certaines pour une étude de base des phénomènes intervenant lors du polissage de verres. Une telle étude représenterait une somme considérable de travail; un grand nombre d'empreintes et, sur chacune d'elle, un grand nombre de photographies devant être faites à plusieurs stades du polissage en faisant varier divers facteurs. En effet, vu la petitesse des surfaces examinées, seule une étude statistique peut assurer la représentativité des résultats. Ce n'est mal-

heureusement pas le cas de ce petit travail qui n'est finalement qu'un coup d'œil indiscret dans un domaine à explorer.

L'auteur remercie ici son employeur, la Société d'Assistance Technique pour Produits Nestlé S.A. qui a permis l'exécution de ce travail avec ses appareils. Il remercie également Madame M. WEBER, photographe, pour l'aide aimablement apportée.

*Adresse de l'auteur:* VINCENT FRYDER, Groupe d'Astronomie La Tour-de-Peilz, 13, chemin Vert, 1800 Vevey.





## Zusammenfassung

In diesem Text stellt der Autor verschiedene Aufnahmen einer sehr gut polierten optischen Fläche vor (es handelt sich um einen 15 cm Teleskopspiegel, der mindestens einer zehnstündigen Polierarbeit unterzogen wurde). Diese Bilder verdanken wir dem Philips EM 300 Elektronenmikroskop der Beratungsgesellschaft für Nestlé Produkte A.G. Herr FRYDER erklärt, mit welchem technischen Verfahren es ihm

gelingen ist, so eindrucksvolle Bilder zu bekommen (fig. 1a–1d). Fig. 2 zeigt dem Leser, welche Oberfläche unseres Heimatbodens dieser 15 cm Teleskopspiegel bedecken würde, wenn er im selben Maßstab wie Bilder 5 und 7 vergrößert würde ( $50000\times$ ). Die waagerechte Striche unten auf Bildern 3–9 entsprechen 1 Lichtwellenlänge ( $0,56\ \mu$ ). Nur auf Bild 10 bedeutet die Strichlänge  $10\ \lambda$  ( $5,6\ \mu$ ).

RENÉ DURUSSEL