

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: - (1952)
Heft: 35

Artikel: Un opticien d'il y a 300 ans
Autor: Daisomont M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-900531>

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>

Un opticien d'il y a 300 ans

Par Mr. l'Abbé M. DAISOMONT, Ostende

C'est grâce aux indications très précises que M. Am. Dermul, le distingué bibliothécaire de la Société Astronomique d'Anvers a bien voulu nous donner, que nous avons pu examiner à loisir un ouvrage très important d'Optique, datant de bientôt trois siècles.

L'auteur du livre précieux est un Capucin du nom de Père Chérubin d'Orléans. Le volume, imprimé chez Jean Cusson, rue St-Jacques à Paris fut «achevé d'imprimer le dernier de Decembre 1670» et publié en 1671 par Thomas Jolly, au Palais, et Simon Benard, rue St-Jacques (aux armes de Hollande), auxquels le Père Chérubin avait cédé son «privilege du Roy». Les pages du livre mesurent 22.5 cm × 34.5 cm; il y a 420 pages de texte, précédées de 50 pages (frontispice, titre, documents¹), table sommaire), et suivies de 30 pages pour la table alphabétique. Il est solidement relié en cuir de l'époque (dos cassé), et est coté à la bibliothèque de la ville d'Anvers: G 5055.

L'auteur de cet ouvrage d'optique est donc un Père Capucin du nom de Chérubin d'Orléans. Dans notre isolement il ne nous fut pas possible de rassembler des détails sur la vie de ce Religieux. La «*Biographie Universelle*» de Feller (édition 1837), dit de lui: «Capucin, adroit mécanicien et bon géomètre, s'appliqua principalement à l'optique. Ses livres renferment des choses curieuses qui ont fait la fortune de nos savants modernes: *sic vos non vobis.*»

J. C. Poggendorff dans son dictionnaire: «*Biographisch-Literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften*» (édition 1863) a eu à sa disposition la «*Biographie universelle ancienne et moderne par une société de gens de lettres*», éditions de 1811—1828 en 52 volumes, et l'édition de 1843—1862 (A—Quó) en 34 volumes. Il parle de notre auteur en ces termes:

«Chérubin... Capuziner der Provinz Touraine, geboren: Orléans. In der 2. Hälfte des XVII. Jahrhunderts lebend.

La dioptrique oculaire ou la théorie, la positive et la mécanique de l'oculaire dioptrique en toutes ses espèces, Paris 1671. — La vision parfaite ou le concours des deux axes de la vision en un seul point de l'objet. Ib. 1677. — La vision parfaite ou la vue distincte Ib. 1681 (Fortsetzung des vorigen Werkes). — Effets de la force de la contiguïté des corps, par lequel on répond aux expériences de la crainte du vuide, et à celles de la pesanteur de l'air, Ib. 1679. — Expérience justifiée pour l'élévation des eaux par un nouveau moyen à telle hauteur et en telle quantité que ce

¹) Entre autres, les «Approbatons» des Théologiens. Ceux-ci ne trouvent dans l'ouvrage «rien qui choque les bonnes mœurs ou la saine doctrine». Or l'auteur se montre Copernicien (p. 309). L'avis des Théologiens, si peu de temps après la condamnation de Galilée, montre bien que celle-ci n'avait aucune portée dogmatique générale.

soit. Ib. 1681. — Diss. en laquelle sont résolues quelques difficultés prétendues au sujet de l'invention du binocle.

Le livre d'Optique qui nous occupe, nous permet d'apprendre encore quelques particularités au sujet de l'auteur. Dans son avis «Au Lecteur», nous lisons:

«Mon cher Lecteur, Vous n'ignorez pas, que ma profession, ne m'ait destiné à d'autres emplois, qu'à celui que j'ay esté obligé d'entreprendre, en ce petit Ouvrage. Mais les frequentes indispositions, que j'ay euës depuis long-temps, m'ayants contraint, de donner quelque honneste divertissement à mon esprit; l'inclination naturelle que j'ay pour les Mathematiques, m'a insensiblement engagé, à y chercher, celui que la conjoncture du temps, faisoit estimer davantage des Curieux, & des Sçavants. En effet, le livre des belles découvertes, que le docte Galilée, avait faites au Ciel, par le moyen de l'Oculaire Dioptrique, estant tombé entre mes mains, je me sentis puissamment poussé du désir, de seconder l'aptitude naturelle de ma main, et de réduire positivement en pratique, les remarques que j'avois déjà faites, sur la Dioptrique, afin de me donner moymesme, ce que le prix excessif des longs Oculaires, nécessaires à ces observations, sembloit autrement interdire, à l'indigence de ma profession.»

Voilà donc un Capucin, pauvre et malade, qui reçoit de ses Supérieurs (il le dit expressément) la permission de suivre son penchant naturel pour la physique, et en particulier pour l'optique, et qui écrit un livre qui le montre philosophe, théologien, physicien, dessinateur, et avant tout, parfait expérimentateur.

Le titre exact du livre est:

LA
DIOPTRIQUE
OCVLAIRE
OV
LA THEORIQUE
LA POSITIVE
ET
LA MECHANIQUE,
DE L'OCVLAIRE DIOPTRIQUE
EN TOVTES SES ESPECES.
Par le Pere CHERVBIN D'ORLEANS, Capucin.
A PARIS

Chez { THOMAS JOLLY, au Palais }
& { SIMON BENARD, ruë S. Jacques } aux Armes de
Hollande.

M.DC.LXXI

Avec privilege du Roy.

Il est dédié «A MONSEIGNEUR COLBERT, Conseiller du Roy en tous ses conseils, Secretaire d'Etat, etc. etc.»



Fig. 1

Nous pouvons résumer comme suit le contenu de la «Dioptrique Oculaire»:

Première partie, divisée en 5 sections: de la Vision

Seconde partie, divisée en 12 sections: optique géométrique

Troisième partie, A) *Partie positive*, en 12 sections: construction et usage des lunettes, jumelles, microscopes et accessoires

B) *Partie «mechanique»*, en 6 sections: la taille des verres

Appendice: la consruction des tuyaux.

Il y a 60 «Tables» ou belles gravures. On y voit figurées les machines inventées par l'auteur, les instruments spéciaux, les lunettes, les dessins de la Lune, des Planètes, etc. Plusieurs de ces «Tables» sont des dépliants; en particulier la Lune est représentée avec un diamètre de 28 cm, telle qu'elle a été dessinée par l'auteur à la pleine Lune, et avec le même diamètre avec l'indication des principales configurations en relief, dessinées d'après les observations successives du Père Chérubin (fig. 2).

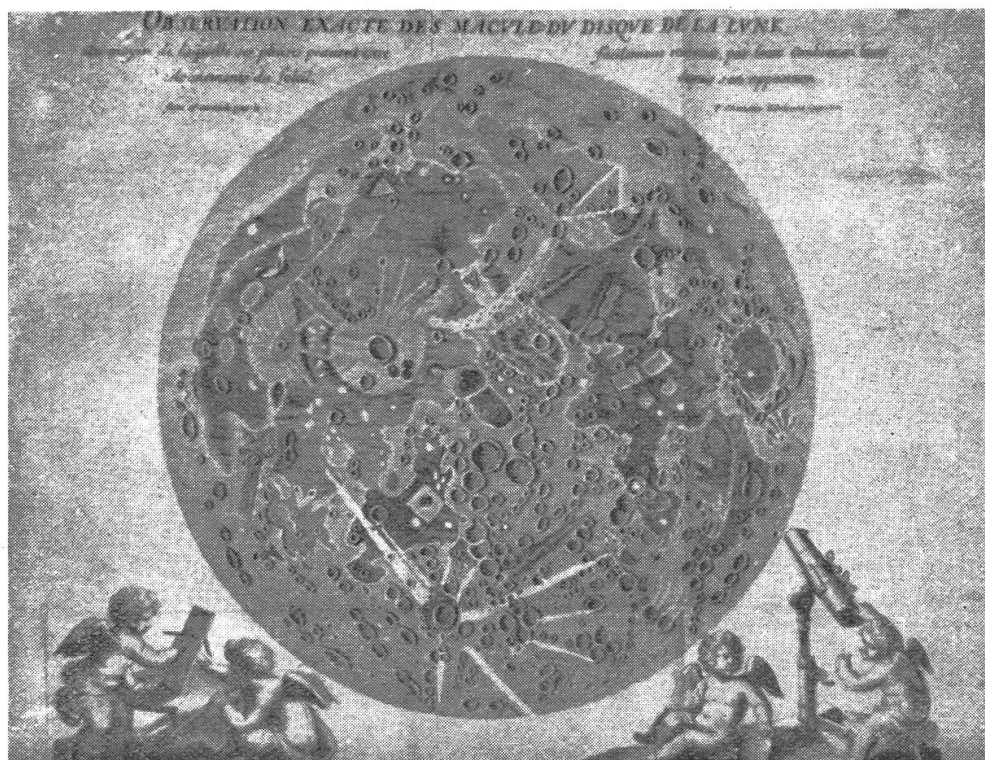


Fig. 2

Quelle est la valeur scientifique et pratique du livre? — A la lecture, l'amateur de l'année 1952 est étonné de la précision de certains détails et, au point de vue de l'observation astronomique, malgré le très grand progrès des sciences en ces trois siècles, il ne peut se défendre de l'impression que l'auteur a fait des observations consciencieuses au moyen de ses lunettes, de façon à posséder des connaissances astronomiques élémentaires qui ne sont pas à dédaigner. En 50 ans le progrès depuis le «Docte Galilée», fut énorme.

Mais au point de vue de la technique de la taille des lentilles, nous avons un avis hautement autorisé chez M. F. Twyman, l'auteur du livre «Prism and Lens making», et attaché à la fabrique d'instruments d'optique de la firme «Adam Hilger Ltd. London». Voici ce que cet auteur écrit:

«Ces descriptions (de la taille des lentilles), sont si bonnes, et montrent une connaissance si profonde et si personnelle du sujet, qu'elles seraient aptes à être placées entre les mains d'un apprenti opticien de notre temps. Les matériaux qu'il employait étaient si près de ceux qui sont encore employés maintenant sur une grande échelle, et sont si bien décrits, qu'une traduction libre de ce qu'il dit ne sera pas superflue, ne fût-ce que pour que l'on comprenne combien peu de foncièrement nouveau a été découvert depuis ce temps, à part certains procédés introduits au vingtième siècle»²⁾.

Ce sont les procédés (datant d'il y a 3 siècles) du travail pratique des lentilles, qui intéresseront peut-être les amateurs de notre temps. Nous tâcherons d'en donner l'essentiel en citant textuellement notre auteur.

Pour tailler les verres d'optique à la main, *le procédé général* conseillé par le Père Chérubin est celui encore en usage actuellement: frotter dans tous les sens le verre sur un outil ayant la forme voulue, en interposant un abrasif; une fois le douci parfait obtenu, on polit le verre sur un support élastique incrusté de poudre impalpable.

Venons en *aux détails*.

Choix du verre

«L'excellent verre, est tres pur, tres-net, et tres égal en sa substance, sans flatuositez, ou bouillons considerables, le moins coloré qu'il se peut, et sur tout sans ondes, sinuositez, nuages, ny fumées, qui le rendroient (pour excellemment travaillé qu'il pust estre), absolument inutile à la construction de l'Oculaire» (p. 355).

Ensuite, l'auteur donne le moyen de contrôler le verre: l'exposer au Soleil et recevoir les rayons sur du papier blanc; regarder à travers ce verre un objet lointain, p. ex. la pointe d'un clocher en haussant ou baissant le verre; contrôler son épaisseur égale, etc. Il recommande «les fragments des miroirs de Venise, ou autres».

Balles et bassins

«La matiere plus convenable pour faire ces formes, est le fer, et le leton, l'un, et l'autre, le plus doux qu'il se peut commodément trouver» (p. 339).

Plus loin d'auteur parlera aussi des formes (outils) en bois ou en étain employées au polissage.

On décrit d'abord la manière de fabriquer ces outils, d'abord bruts, puis rectifiés sur le tour. Des modèles spéciaux de tours sont décrits et recommandés par l'auteur.

Les molettes (poignées)

Les poignées en bois sont écartées; il faut des molettes ayant un certain poids et une bonne forme pour pouvoir les manier efficacement à la main. «En effet, la pesanteur, au moins modérée,

²⁾ F. Twyman, Prism and lens making, 1942, p. 3.

est nécessaire en ces molettes, pour fixer l'instabilité de la main... c'est pourquoy, le plomb et l'estain mesme, sont moins propres à faire ce molettes, que le cuivre» (p. 351).

Le dessous des molettes est irrégulièrement creusé pour y verser le mastic avec lequel le verre qui doit être travaillé y est attaché.

Le mastic

«Ce mastic, qui sert à appliquer, et attacher le verre, sur la molette, doit estre bien doux et neantmoins, de consistance assez forte. Plusieurs ne le font que de poix noire, de la meilleure, qui ne soit point brûlée, et de la cendre de sarment, tamisée; pour moy je mêle un quart de bonne raisine³⁾, et au lieu de cendre, de l'ocre de la plus douce, ou du blanc d'Espagne fin, l'un, ou l'autre, broyé tres-subtilement. Ces deux sortes de poix, estant donc bien fonduës, et incorporées ensemble, ayant mis cette poudre, dans un tamis, on la tamisera sur la poix fonduë, continuant peu, à peu, pendant que de l'autre main, l'on mouvera, et incorporera bien, le tout ensemble, en sorte qu'elle soit bien également mêlée, et que cette composition, soit en consistance assez forte. Ce que l'on connoistra par la resistance, que la composition fera, au mouvement de la spatule; en quoy l'on considerera neantmoins, la qualité de la saison, la faisant plus forte, pour servir dans l'Esté, que dans l'Hyver» (p. 352—353).

Le mordant (abrasif)

«Dans le besoin, l'on ne fait pas élection particuliere, de la matiere du mordant, le sable de riviere, peut passablement servir, à former le verre; il ne dure pas neantmoins assez au travail, perdant en peu de temps sa pointe, il est trop lent en son effet. L'émeril, au contraire, est trop dur, pour le verre, et pour les platines de leton, ausquelles il laisse une mauvaise qualité, incrustant leur superficie, de la poussiere, qui y retenant longtemps sa pointe, gaste ordinairement les verres, que l'on veut adoucir, et conduire au polir, les rayants de traits, que l'on ne peut souvent oster, sans recommencer le travail, ce qui est importun. Le grez mediocrement dur, est donc le plus propre pour ce travail; il se trouve assez communément, chez ceux qui se servent de meules à aiguiser, lesquelles se rompant souvent, leur demeurent inutiles, à autres choses. Ce grez n'a besoin d'autre préparation, que d'estre broyé en poudre; l'on en doit toujourns conserver séparément, de trois, ou quatre degrez de force, pour les employer selon la qualité du travail. On les séparera fort commodément, mettant tout le grez qui a servy, dans un grand vaisseau plein d'eau, et le mouvant bien; car le laissant un peu

³⁾ *raisine* = *résine*, comme il est clair plus loin lorsque l'on dit: «ces deux sortes de poix». — M. F. Twyman semble mal traduire (o. c. p. 3) «a fourth part of good grape jelly». — La «raisine» (résine) du Père Chérubin d'Orléans ne semble rien avoir de commun avec les «raisins» modernes.

r'asseoir, tout le plus gros ira au fond, et alors inclinant promptement ce vaisseau, pour remettre toute cette eau dans un autre, tout le plus subtil, s'y écoulera avec l'eau, que l'on laissera entièrement r'asseoir, écoulant en suite doucement l'eau, pour avoir le grez, qui sera demeuré au fond. Ce que reïterant diverses fois, l'on aura séparément, tant de degrez de force, de ce grez, que l'on voudra. On le conservera en des vaisseaux, séparément» (p. 353).

Poudres à polir

«Pour polir les verres déjà formez, et adoucis par le mordant, l'on se peut servir de tripoly, ou de potée d'estain» (p. 353).

L'auteur indique après cela les moyens de purifier ces poudres et même de préparer directement la potée d'étain. — Encore actuellement, après trois siècles, un éminent spécialiste écrit: «Le tripoli blanc s'emploie surtout à sec pour le polissage au papier. Il convient particulièrement pour polir les matières dures; il polit même le corindon. On l'emploie aussi quelques fois sur du feutre humide pour des polissages rapides.» — «La potée d'étain s'emploie pour polir des matières tendres, miroirs en alliage tendre et certains cristaux. La potée d'étain (ou simplement potée) est de l'oxyde d'étain obtenu par calcination du métal... La potée s'emploie humide, absolument comme les rouges.» (Ch. Dévé, Le travail des verres d'optique de précision, Paris, 1949, p. 44 et p. 46.)

Le travail

Au chapitre I de la Section II (p. 360) l'auteur explique comment on colle le verre sur la molette, et comment on le promène en tous sens sur l'outil (figure à l'appui), armé successivement de grès de différentes «forces». Il ajoute: «Or, je n'ay point spécifié jusques icy à desseïn, si ce travail se fait à grez sec, ou humide, d'autant qu'il se peut faire en l'une, et en l'autre maniere. C'est pourquoy, je laisse le choix à l'Artiste, de celle qui luy agréera davantage» (p. 362).

Pour le fin douci on recommande un abrasif ni trop ni trop peu humide, et à la fin on examine la pièce «avec un verre convexe, qui en puisse faire voir tous les defauts, et remarquer singulierement, s'il est suffisamment doucy» (p. 362). — Dans l'affirmative, on devra nettoyer à fond le verre et l'outil, pour procéder au polissage.

Le polissage

L'auteur désapprouve la manière de polir sur du cuir, du drap, etc. tendus sur un *bois plat*, mais préconise le polissage sur l'outil qui a la courbe voulue «en y étendant dessus quelque matiere fort mince, et regulierement égale d'épaisseur, qui en pust aisément imiter la forme, pour y polir le verre déjà formé» (p. 364).

Il a expérimenté avec du cuir, du drap, du taffetas, etc. tendus sur l'outil et «l'on continuëra regulierement ce travail, tant que le verre ait acquis un parfait poly (ce qui se fait en fort peu de temps, si le verre est bien adoucy, et comme j'ay dit qu'il le doit estre), rebandant mesme, de fois, à autres, le cuir, ou la toile du polissoir, d'autant que plus il est bandé, mieux il fait son effet» (p. 365).

Il conclut: «Il est donc évident, que cette maniere de polir les verres à la main libre, et coulante, ne pouvant alterer leur forme (pour le peu de temps qu'il faut à les polir), est bonne, et suffisante à produire un bon effet, que l'experience, fera toujourn voir conforme, à la raison, supposée l'adresse mesme mediocre de l'Artiste» (p. 365).

Mais dans le Chapitre III de la même Section (p. 366), le Père Chérubin recommande une «seconde maniere, plus exquisite, pour polir les verres de l'oculaire, à la main libre et coulante».

Voici l'essentiel:

«Pour le polir donc, en cette seconde, et plus excellente maniere, la forme où l'on a adoucy le verre, estant nettement lavée, et essuyée, l'on preparera une demie feuille de papier (qui ait les qualitez que j'ay specifiées, sur la fin du Chapitre 7 de la Section precedente⁴⁾) et la mettant premierement, sur une table bien droite, et unie, on la ramera exactement par tout, des deux costez, avec un couteau bien trenchant, pour en oster toutes les inégalitéz, et mesme souvent, des petits graviers, qui s'y trouvent, et qui pourroient gaster le verre. Cela fait, l'on baignera ce papier dans l'eau nette, et l'en tirant doucement, on le mettra essuyer dans un linge blanc, que l'on redoublera par dessus, le pressant legerement de la main, et tandisqu'il s'essuyera à demy, l'on passera par un linge double bien net, un peu de colle, de fleur de farine, que l'on aura fort éclaircie avec de l'eau, afin qu'elle fasse moins corps, de laquelle l'on enduira bien délicatement, et également, la superficie de la forme, car le moins qu'il y en aura (pourvenu qu'il y en ait par tout), sera le meilleur. L'on y appliquera maintenant le papier humecté, l'y laissant tomber peu, à peu, par le devant de la forme, en sorte qu'il ne s'y enferme point de vent. En suite, l'on passera doucement le papier, avec la paume de la main, commençant au milieu, et tirant tout à l'entour du centre, jusques à la circonference, pour y faire bien attacher le papier, et en faire doucement écouler les vents, qui s'y seroient pû enfermer; ce qu'il ne se faut pas contenter, de faire une seule fois, mais le reïterer, trois, ou quatre fois, pendant que le papier seichera; estant de consequence qu'il soit bien attaché, par tout, et bien également, sur la forme, ainsi on le laissera achever de seicher doucement en lieu clos et obscur,

⁴⁾ «L'Artiste doit specialement avoir une main, ou deux, d'excellent papier, bien égal, et bien collé» (p. 354).

excepté dans l'hiver, que le Soleil étant foible, ne le fait pas bander, et détacher de dessus la forme, en le seichant» (p. 366).

Ensuite, l'auteur indique le moyen de rendre le papier très uni, la manière d'y mettre la poudre à polir, et la façon de travailler en disant: «La conduite du verre sur la forme, en cette seconde manière de polir, ne diffère en rien de la première, que j'ay exposée» (p. 367).

Suit le Chapitre IV avec 9 observations contenant «les précautions, qui doivent être nécessairement observées, pour réussir parfaitement, au travail des verres de l'Oculaire, à la main libre et coulante». — Ces «observations» concernent la propreté au travail, l'emploi d'outils en bois, le tripoli et la potée d'étain et la conclusion est: «*le poly en est tres-vif, et exquis... cette manière est excellente, et donne le dernier poly au verre*» (p. 370).

L'on peut constater, comme le faisait remarquer M. F. Twyman, que les méthodes du Père Chérubin, sont encore en usage de nos jours, sans changements essentiels.

En particulier, pour ce qui concerne le polissage sur papier des pièces d'optique, pour le *travail à la main* (la machine travaille mieux avec la poix), l'on pourrait se demander si le procédé du Père Chérubin est vraiment aussi efficace qu'il l'affirme.

Pour en avoir le cœur net consultons les spécialistes de notre époque; nous donnons donc par ordre de date quatre avis provenant de praticiens dont l'autorité n'est mise en doute par personne

Léon Foucault, le génial Savant français, inventeur des miroirs en verre argenté pour télescopes, ainsi que de méthodes de contrôle des pièces d'optique, expérimentateur soigneux hors ligne:

«On connaît plusieurs procédés pour polir le verre; celui qui a paru le mieux convenir au travail des miroirs est le polissage au papier et au rouge d'Angleterre» (1858).

(Recueil des travaux scientifiques de Léon Foucault, Paris, Gauthier-Villars, 1878, p. 250.)

Prof. Dr. A. Miethe, opticien spécialiste, chef d'une grande usine d'optique allemande:

«Le polissage sur papier donne, *au point de vue de la perfection optique*, un résultat qui ne doit en aucune manière céder le pas au poli le plus parfait obtenu par la poix.»

(Prof. Dr. A. Miethe, *Die Selbsterstellung eines Spiegelteleskops*, Stuttgart, 1921, zweite Auflage, p. 36 sv.)

Paul Vincart, Pharmacien, le «père spirituel» de tous les tailleurs de miroirs pour télescopes d'amateurs, de Belgique, et même d'ailleurs. Il a *toujours* poli sur papier.

«Je vous répéterai que mon but est de procurer... une réédition de mon ouvrage tel qu'il est, et qui m'a permis à moi et à d'autres, *de produire de véritables gemmes.*»

(Lettre du 25 août 1943.)

Charles Dévé (Colonel), Directeur honoraire de l'Institut d'Optique théorique et appliquée.

«Les polissoirs en papier conviennent pour le surfacage de précision des plans et des surfaces peu courbes. Les polissoirs en papier sont les seuls qui travaillent à sec et c'est un avantage appréciable de n'avoir pas à se préoccuper de maintenir une humidité égale sur toute la surface du polissoir... les polissoirs en papier ne sont employés que dans le travail à la main.»

(Ch. Dévé, *Le travail des verres d'optique de précision*, Paris, 1949, p. 73.)

Il semble bien que la cause soit entendue: le Père Chérubin a appliqué une excellente méthode de travail qui conserve toute sa valeur, après trois siècles.

Que l'on nous permette de dire en guise de conclusion, que nous avons eu grand plaisir à attirer l'attention sur un Capucin-opticien éminent, du grand siècle de Louis XIV. Nous souhaitons que d'autres aient le même plaisir en compulsant les ouvrages de cet auteur, et que peut-être, ils puissent écrire une étude plus fouillée que les quelques lignes que nous avons cru pouvoir consacrer au Père Chérubin d'Orléans.

Rotverschiebung in den Spektren extragalaktischer Nebel

Bis zum Einsatz der 48-Zoll Schmidt-Kamera auf Palomar Mountain (Sommer 1949) waren ungefähr 40 Nebelhaufen bekannt. Seither sind über 500 weitere dieser Ansammlungen von Milchstrassen gefunden worden. Die Aufnahmen von Spektren dieser äusserst schwachen Nebelflecken mit Hilfe des 200-Zoll Hale-Reflektors durch Milton Humason brachten erstaunlich grosse Rotverschiebungen zu Tage: Die Spektren waren um ca. 1000 Å nach Rot verschoben, d. h. die violette Linie von Kalzium z. B. ist nun im grünen Teil des Spektrums zu finden. Wird diese Rotverschiebung als Doppler-Effekt gedeutet, würde ihr eine Fluchtgeschwindigkeit von ca. 61 000 km/sek entsprechen, d. h. diese Himmelskörper würden mit $\frac{1}{2}$ Lichtgeschwindigkeit von uns wegeilen. Der Nebel mit dieser grössten gemessenen Rotverschiebung ist ein Objekt von der Helligkeit 19^m in einem Nebelhaufen im Sternbild Hydra, in einer Entfernung von 360 Millionen Lichtjahren. Die verwendeten Platten waren nur 12 × 12 mm gross und die Spektren kaum 2 mm lang!

Humason hofft, mit der Kombination von Palomar-Schmidt und Hale-Teleskop die Verteilung der Nebel bis in eine Entfernung von 1000 Millionen Lichtjahren untersuchen und ihre Radialgeschwindigkeiten bis in eine solche von 500 Millionen Lichtjahren messen zu können.

F. E.