

Ronchi, Vasco

La contribution de G. B. Amici au développement de la microscopie optique

Organon 8, 217-229

1971

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Vasco Ronchi (Italie)

LA CONTRIBUTION DE G. B. AMICI AU DÉVELOPPEMENT DE LA MICROSCOPIE OPTIQUE

C'est dans une autre étude¹ que j'ai déjà cité quelques documents dont il résulte que G. B. Amici avait joué vers le milieu du XIX^e siècle un rôle de premier plan dans le développement du microscope optique. Cette étude parut à l'occasion du centenaire de sa mort survenue le 10 avril 1863 à Florence. Comme il fallut traiter de nombreuses activités de Amici dans le domaine de l'optique la place réservée à la microscopie se trouva fort réduite et même, dirais-je, à peine suffisante pour mettre en lumière l'essentiel de son apport, c'est-à-dire l'application de la lentille hémisphérique frontale à l'objectif du microscope et l'introduction de la technique de la microscopie à immersion.

L'importance des innovations introduites par Amici dans ce domaine ayant été déjà signalée et démontrée dans deux mémoires, l'un de 1947 et l'autre de 1951² des époux Van Cittert, mémoires qui du fait de leur parution en période difficile de l'après-guerre n'avaient pas eu le retentissement mérité; je trouve utile de reprendre ici les matériaux que j'ai déjà publiés ainsi que ceux des Van Cittert, car leur réunion permettra de mieux saisir toute la valeur de l'oeuvre de Amici.

Je parlerai d'abord des matériaux que j'ai signalé en 1963, car ils se composent de documents originaux qui nous aideront à mieux situer la contribution de Amici dans le cadre de son époque; les Van Cittert s'étant surtout penchés à étudier de façon expérimentale de nombreux microscopes de l'époque, antérieurs et postérieurs à ceux de Amici, et

¹ V. Ronchi, „Giovanni Battista Amici-Optician”, *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, XVIII, 5, 1963, pp. 481-504.

² P. H. Van Cittert et J. G. Van Cittert-Eymers, „The Amici-microscopes about 1850 in Possession of the University of Utrecht”, *Proceedings of Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen*, L, 5, 1947; P. H. Van Cittert et J. G. Van Cittert-Eymers, „Some Remarks on the Development of the Compound Microscopes in the 19th Century”, *ibid.*, serie B, LIV, 1, 1951.

ayant mis en évidence l'évolution essentielle qu'avait subie le microscope dans la période où Amici s'en occupait. La réunion des deux documentations pour ainsi dire complémentaires permet sans aucun doute de rendre compte des réalisations de Amici du point de vue de l'optique, mais la tâche serait bien mieux accomplie si l'on pouvait y joindre le panorama des découvertes de Amici dans le domaine de la microscopie anatomique, biologique, ou botanique, utilisant les instruments qu'il avait lui même construits et démontrant ainsi par voie expérimentale, c'est-à-dire par l'application à la recherche scientifique, qu'ils rendaient possible une exploration du microcosme jamais réussie auparavant. J'espère pourtant que les savants compétents viendront compléter dans un proche avenir la microscopie de Amici en présentant aux historiens de la science le tableau complet de son apport à la microscopie des sciences de la vie.

*

G. B. Amici se consacra à la microscopie dès le début de sa carrière scientifique et il semble que le problème du perfectionnement optique du microscope composé l'intéressa beaucoup. Jusqu'à ce temps là le microscope utilisé dans les recherches et apportant des résultats merveilleux ne fut autre que le modeste microscope simple; en effet, le microscope composé avait été inventé depuis deux siècles mais n'avait joué aucun rôle efficace dans le développement de la biologie et de l'anatomie: il était resté un objet de luxe dont quelques esprits curieux s'étaient occupés, mais sans grand succès quoique son aspect et sa construction fussent perfectionnés. Les études des Van Cittert, comme je vais le dire tout à l'heure, montrèrent que les choses s'étaient déroulées de la sorte, bien que l'opinion fût divisée.

Amici se mit à s'intéresser aux microscopes à l'époque où dans ce domaine l'application de l'achromatisation d'objectifs ne fut qu'à ses débuts quoique dans celui des télescopes on eût largement utilisé ce procédé depuis un demi-siècle. C'est pourquoi la première chose qu'inventa Amici pour remédier à «l'irisation d'images» vues dans un microscope (c'est-à-dire en termes modernes, pour éviter l'aberration chromatique) fut de munir l'instrument d'un système d'objectifs constitué d'un miroir concave; idée d'ailleurs qu'avait déjà réalisée Nicolas Zucchi de Parme qui dans son *Optica Philosophia Experimentis et Ratione a fundamentis constituta*³ de 1652 décrivait un télescope à miroir parabolique; idée que vingt ans plus tard allait reprendre Isaac Newton et qui amena une large application dans l'astronomie de ce système appelé cou-

³ Nicolò Zucchi da Parma, *Optica philosophia experimantis et ratione a fundamentis constituta*, Lugduni 1652, G. Barbier, partie première, pp. 34-35.

ramment «système newtonien», car l'oeuvre de Zucchi resta fort peu connue.

Amici construisit des microscopes catoptriques, mais sans grand succès. Il retourna alors aux instruments avec objectifs constitués d'éléments achromatiques, c'est-à-dire de deux (ou plus) doublets (groupes composés d'une lentille positive en verre crown et d'une autre négative en verre flint chacun) comme en avaient fabriqué d'autres constructeurs de l'époque. Mais il ne fut pas satisfait, car les doublets singuliers quelques puissants qu'ils fussent n'obtenaient pas, un meilleur résultat que le microscope simple du fait que l'objet restait toujours trop loin de la première lentille de l'objectif. Pour surmonter cette difficulté Amici eut une idée géniale et marqua ainsi une date mémorable dans l'histoire du microscope composé: il relata lui même dans une lettre du 25 octobre 1855 adressée à «Sign. Cav. Prof. Fabrizio Ottaviano Mossotti» à Crespina pres de Lari (Pisa) et conservée à la Bibliothèque Estense de Modène⁴ le raisonnement qu'il avait fait à ce propos. Après quelques phrases n'ayant aucun rapport avec cette question il écrit:

«Vous avez raison de penser que, avec deux verres de différente puissance dispersive ou mieux avec trois verres, il est possible de détruire les couleurs de façon supportable et de construire de bons objectifs composés. Les objectifs de mes microscopes composés de sept lentilles, trois en crown et trois en flint restent achromatiques. Mais je trouve que les séries composées de trois couples de lentilles, comme je l'ai déjà dit, sont loin d'être le plus utiles pour les agrandissements les plus grands, en particulier à cause de ceci que la couple inférieure par rapport à l'objet est trop grosse et empêche d'obtenir la plus courte distance focale du système et la plus grande ouverture.

Alors j'ai eu l'idée de substituer à le couple inférieure une lentille simple, c'est-à-dire une demi sphère d'une substance transparente soit crown, soit flint, rubis pourpre, diamant, cristal de roche fondu etc. et de supprimer les aberrations de celle-là avec deux couples supérieurs soigneusement travaillées. J'ai eu besoin ainsi d'un flint de grande puissance dispersive que je pouvait avoir de Faraday par l'intermédiaire de Airy.

Les opticiens anglais se sont moqués de ma demande, mais lorsque je leur ai eu montré à Londres en 1844 les avantages de la nouvelle construction, ils se sont mis à l'imiter et les Américains ont emboîté le pas. Les Français qui ne s'en sont guère souciés ou ne l'ont pas compris, restaient en arrière.

D'ordinaire je me sers pour la construction de ces séries à cinq lentilles de cinq substances diverses, non pas par nécessité de détruire les couleurs (car je possède des objectifs que je crois être les meilleurs que j'aie jamais construit malgré une légère apparence de teinte qu'ils laissent aux bords de l'objet), mais pour certaines facilités de travail et pour obtenir certaines courbatures dans les surfaces extérieures des deux couples correctrices supérieures, ce qui influse considérablement sur la puissance d'agrandissement...»

⁴ Biblioteca Estense di Modena, reg. 759, f. 5336-5337: *Correspondenza Amici—Mossotti*.

Cette lettre est la preuve indiscutable de l'invention de la lentille hémisphérique frontale par Amici; type de lentille devenu indispensable dans tous les objectifs de microscopes de grande puissance. C'est l'introduction de la lentille hémisphérique frontale qui permit au microscope optique de se développer jusqu'à la limite théorique de sa pénétration dans le microcosme.

Mais ce qui plus est Amici se rendait compte que pour améliorer encore les réalisations du microscope composé il fallait agrandir au maximum l'ouverture angulaire de l'objectif et pour ceci il introduisit entre l'objet et la lentille hémisphérique frontale un liquide très réfracteur. Il fut donc le premier à employer la microscopie à immersion, technique qui est aujourd'hui d'usage général dans la microscopie optique plus évoluée.

Pietro Pagnini⁵ a mit en lumière les mérites de Amici en ce qui concerne le microscopie à immersion. En effet, Amici avait écrit:

«Je n'ai jamais rien publié sur les microscopes achromatiques, mais chacun peut juger de résultats obtenus examinant mes instruments dans divers cabinets de physique et chez des naturalistes éminents. Ils sont accompagnés de notes et d'instructions indiquant le mode d'emploi témoignant des perfectionnements que de temps en temps j'avais introduit. Dès la fin de 1827 je me suis rendu compte qu'une mince et plate couche de verre à faces parallèles introduite entre l'objet et les objectifs à large ouverture amène une aberration de rayons de lumière, ce qui altère sensiblement la netteté de l'image.

J'ai cru que ce défaut pouvait être réparé et j'ai mis en oeuvre pour ce fin diverses moyens. Le premier pas qui m'avait porté à accroître les agrandissements c'était d'imaginer une lentille simple, très forte au lieu de la troisième lentille composée des séries ordinaires; il en est résulté le nouveau principe, que j'avais introduit des 1847, d'immerger la surface inférieure de l'objectif dans un liquide. C'est ainsi que mon microscope accéda à ce degré de puissance que je voulais obtenir en tant qu'observateur...»

Pagnini depouillant les notes et les écrits laissés par Amici, en particulier son *Libro dei conti di laboratorio*, en tira la conclusion que, en ce qui concerne la microscopie à immersion, Amici

«perfectionnait graduellement l'emploi de liquides à indice de réfraction de plus en plus grand jusqu'à porter l'immersion à la presque homogénéité; commençant par l'immersion dans l'eau, vite il passa à celle dans l'huile d'olives pour aboutir à celle de sassafras...»

Encore une lettre de juin 1852 adressée à Brachet semble intéressante car elle donne une idée des progrès qu'il avait fait dans la construction des nouveaux microscopes composés:

«pour vous donner une idée de la puissance optique à laquelle je suis parvenu avec mon système dans la construction de certains objectifs que je garde pour mon propre usage, sachez que je peut faire

⁵ P. Pagnini, *L'ottica geometrica in Italia nella prima metà del secolo XIX et l'opera di G. B. Amici*.

entrer à travers les lentilles un cône de lumière de 160° . Cette enorme ouverture, d'où vient une précision maximale, garantit une parfaite netteté de l'image et donne un agrandissement considérable...»

Une confirmation digne de foi se voit apportée à cette documentation par les mesures et les notes publiées par les Van Cittert, comme nous allons le voir dans les pages suivantes.

*

Je parlerai ici de deux études des époux P. H. Van Cittert et J. G. Van Cittert-Eymers dont la première fut présentée à la Koninklijke Nederlandsche Akademie Van Wetenschappen le 29 mars 1947 et la seconde le 23 décembre 1950⁶.

La première décrit et commente *The Amici-microscopes about 1850 in possession of the University of Utrecht*. Les auteurs après avoir exposé les raisons bien connues du fait que les microscopes composés jusqu'à Amici avaient donné des résultats inférieurs aux microscopes simples, disent entre autres:

«This explains by the resolving power of the compound microscope, though increased considerably by achromatizing, still remained below that of the simple microscope. It is due to the ingenious Amici (1786–1863), among others, that these difficulties were overcome. He showed that in order to arrive at a high resolving power the objective must be composed of different parts, each of which separately still can give rise to aberrations, but which are so computed that they neutralize each other's impairing influence. He was also the first to draw attention to the part played by the cover glass and the great advantage of having at one's disposal a number of eyepieces of different powers, as well as a number of different objectives. He pointed out, moreover, the influence of a larger aperture and the great advantage of immersion».

La description détaillée des microscopes de Amici achetés par l'Université d'Utrecht surtout par P. Harting qui y fut professeur de 1843 à 1882 ne nous intéresse pas ici, toutefois il n'est pas inutile de citer le passage suivant:

«Concerning microscope C. Harting⁷ informs us that he regarded this microscope, though surpassed by several microscopes in mechanical respect, as the most perfect microscope in optical he ever examined...»

La première étude des Van Cittert se termine par un diagramme particulièrement intéressant (fig. 1): en abscisses sont donnés les agrandissements et en ordonnées les pouvoirs de résolution qu'ils déterminèrent

⁶ Cf. la note 2.

⁷ Comme le disent les Van Cittert dans leur première étude sur ce sujet (voir la note 2): „le microscope C fut acheté en 1849 pour 250 florins par le prof. Harting personnellement et offert par lui au Laboratoire Zoologique de Utrecht. Ce microscope est décrit en détail dans l'ouvrage de Harting intitulé: *Het Microscoop*, part III, pp. 205, 1850”.

personnellement en les observant avec les nombreux microscopes de la collection du Musée d'instruments scientifiques de l'Université d'Utrecht: il en résulte que le premier microscope composé qui donna des réalisations de meilleure précision que celles du microscope simple fut de toute évidence celui de G. B. Amici de l'année 1836. Dans le diagramme la lettre *L* indique la puissance de résolution dont disposait Antony Van Leeuwenhoek, «père de la microscopie». Comme on sait, il avait construit de nombreux microscopes au cours de sa vie, mais tous furent des microscopes simples. Avec les exemplaires conservés aujourd'hui au Musée les Van Cittert réussirent à résoudre $1/700$ de mm avec environ 270 agrandissements.

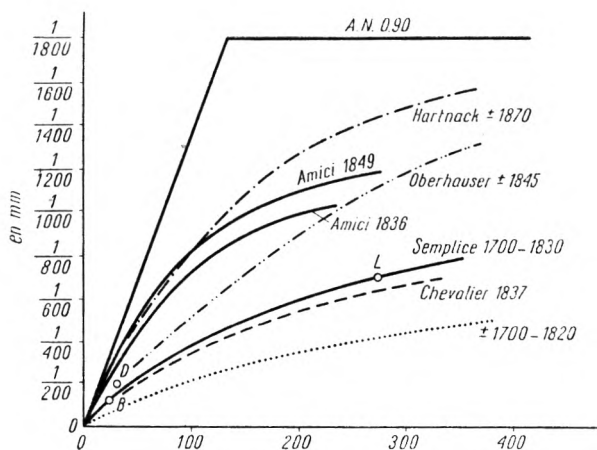


Fig. 1

Mais le rôle de Amici dans cette phase cruciale de l'histoire de la microscopie avait été analysé en détail dans la seconde de ces études.

Les Van Cittert rappellent que «In 1791 the amateur F. Beeldsnijder at Amsterdam (1755–1808) was the first to succeed in making an achromatic microscope-objective⁸, that formed a satisfactory image. This objective was very weak; it resolved only $1/100$ mm. About 1806 Harmanus Van Deyl, also at Amsterdam, was the first to introduce achromatic microscopes on the market. These had a magnification of about 150 and a resolution of $1/200$ mm»⁹. Ils présentent la table suivante «to trace the increase of the resolution and of the magnification of these microscopes as a function of the years...»

«In this study only continental microscopes are subjected to an examination», ajoutent-ils et ils l'expliquent ainsi: «British ones of the 19th century are practically absent in the Utrecht Collection. The

⁸ P. H. Van Cittert, *Descriptive Catalogue of the Collection of Microscopes in Charge of the Utrecht University Museum*, 1934, p. 63.

⁹ Les Van Cittert, seconde étude (voir la note 2), p. 1.

reason for this is that through Napoleon Continental System the English microscopes disappeared from the European market». Mais ensuite on tiendra compte aussi de microscopes de fabrication anglaise.

Quoique la table I soit très claire et explicite le diagramme de la figure 2 est encore plus évident et intéressant. Les auteurs y rapportent le pouvoir de résolution indiquée dans la table I en ordonnées et les années du XIX^e siècle en abscisses. Le diagramme se compose de deux parties: celle antérieure à l'invention de Amici et celle postérieure. Les auteurs ont voulu mettre en évidence le clivage entre les deux parties en évitant de les lier ensemble: le rôle de Amici ressort clairement de l'écart entre les deux branches du diagramme. On ne pouvait trouver mieux.

Table I

No	Nom	Année	Agrandissement maximum	Résolution maximum
1	Beeldsnijder (obj.)	1791	—	1/100 mm
2	van Deyl	1801	100 à 150 x	1/200 mm
3	Ch. Chevalier	1837	1000 x	1/800 mm
4	Amici	1837	6000 x	1/1000 mm
5	Lerebours-Secretan	1840	1100 x	1/800 mm
6	Plössl	1845	1320 x	1/1200 mm
7	Oberhäuser	1845	1200 x	1/1400 mm
8	Amici	1849	2500 x	1/1200 mm
9	Nachet N. 7	1849	1400 x	1/1400 mm
10	A. Chevalier	1869	1200 x	1/1600 mm
11	Hartnack	1870	1550 x	1/1600 mm
12	Zeiss	1890	—	1/1800 mm
13	Zeiss	1920	950 x	1/1900 mm

Aussi bien la première partie du diagramme que la seconde montrent une augmentation du pouvoir de résolution assez lente; on peut dire que cette augmentation est l'effet du perfectionnement mécanique que l'appareil subit grâce au progrès de la technique des verres et d'une meilleure élaboration optique. Au contraire, le grand bond en avant qui sépare les deux parties du diagramme et qui témoigne d'une grande amélioration en un temps très court est de toute évidence le fruit d'une idée nouvelle: celle d'introduire la lentille hémisphérique frontale: l'idée de Amici.

Les Van Cittert représentèrent sur le diagramme de la fig. 1, outre le point *L* qui se rapporte aux microscopes simples de A. Van Leeuwenhoek, deux points *B* et *D* se référant aux réalisations des microscopes de Beeldsnijder et de Van Deyl; preuve tout à fait évidente de l'infériorité des microscopes achromatiques du début du XIX^e siècle par rapport au microscope simple.

L'étude des Van Cittert comporte encore d'autres diagrammes et tables particulièrement intéressantes. Comme ils le disent eux-mêmes: «In the 18th and in the beginning of the 19th century one was generally convinced that the optical power of the microscope was determined by the magnification». Ils font encore un diagramme (fig. 3) où les agrandissements des microscopes de la table I sont reportés sur les années du XIX^e siècle représentées en tant qu'abscisses: on voit une lente montée des agrandissements dans les premières décades du siècle tandis que les microscopes de Amici marquent un saut énorme s'élevant jusqu'à 6000 agrandissements; un autre appareil de Amici, postérieur à celui de 1837 avec le nombre d'agrandissements si extraordinaire, à savoir celui de 1849 réalisa un nombre d'agrandissements (2500) supérieur à la moyenne. Ensuite on observe une lente décroissance de ce chiffre.

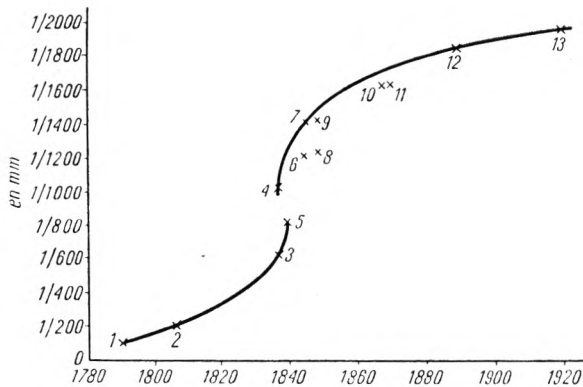


Fig. 2

Évidemment Amici au début avait pensé aussi que l'agrandissement était l'élément déterminant, en ce qui concerne les réalisations d'un microscope composé, c'est pourquoi il avait recherché avant tout à parvenir au nombre d'agrandissements le plus élevé. Il l'avoua presque lorsqu'il écrivit dans lettre à Fabrizio Ottaviano Mossotti, citée plus haut:

«Mais je trouve que les séries composées de trois couples de lentilles, comme je l'ai déjà dit, son loin d'être les plus utiles pour les agrandissements les plus grands, en particulier à cause de ceci que la couple inférieure par rapport à l'objet est trop grosse et empêche d'obtenir la plus courte distance focale du système et la plus grande ouverture...»

De cette phrase on pourrait déduire que Amici voulait employer la lentille hémisphérique frontale pour la rapprocher le plus possible de l'objet, afin d'obtenir le plus grand agrandissement possible étant donné que ce dernier croit à mesure que diminue la distance entre l'objet et la lentille (il faut pourtant que la distance qui les sépare soit plus grande

que la distance focale de la lentille elle-même). C'est en cherchant à obtenir un agrandissement énorme, et dans ce but il avait construit un microscope de 6000 agrandissements, qu'il inventa le nouveau système; mais vite il comprit que ce fut s'engager dans une mauvaise voie en ce qui concerne le principe même. Cependant cette voie s'avéra fructueuse du point de vue pratique, car la lentille hémisphérique frontale permettait non seulement d'obtenir des agrandissements très grands, mais aussi d'avoir des «ouvertures» angulaires très grandes, ouvertures qui s'appellent aujourd'hui «numériques» et qui constituent effectivement l'élément déterminant la qualité et les réalisations du microscope.

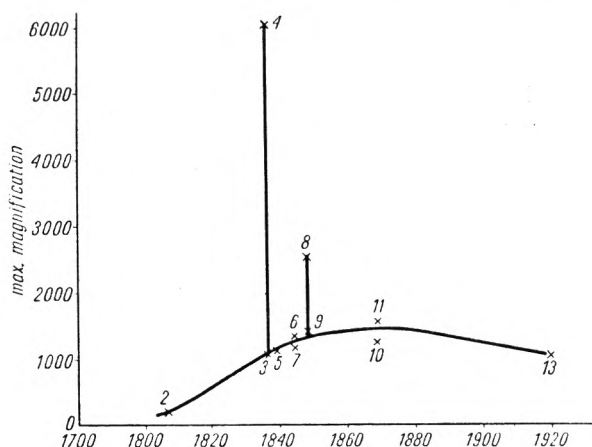


Fig. 3

Qu'il l'eût vite compris, apparaît du fait que dans les appareils suivants il ne se préoccupe plus d'accroître coûte que coûte les agrandissements mais les réduit considérablement. Mais ceci apparaît aussi du fait que dans la lettre de juin 1852 adressée à Brachet (citée plus haut) il ne se réfère plus à l'agrandissement, mais à l'ouverture angulaire de l'objectif et parle de «l'énorme ouverture» de 160° pour démontrer les réalisations optiques de ses microscopes.

Aujourd'hui les Van Cittert ont mesuré les ouvertures numériques des microscopes de la collection présentés à la table I, et ont classés les résultats de ces mesures dans la table II, mais ils ont encore représenté les résultats en un diagramme (fig. 4).

Dans ce diagramme aussi, les Van Cittert ont voulu mettre en relief l'importance décisive de l'invention de Amici, car, en ce qui concerne l'ouverture numérique, le diagramme se divise visiblement en deux parties nettement distinguées: celle qui précède l'innovation de Amici et celle qui la suit.

Ainsi la valeur de la contribution de G. B. Amici au développement du microscope optique est mise en lumière de façon brillante par les

Table II

No	Nom	Année	Ouverture numérique maximum
1	Beeldsnijder (obj.)	1791	0,1
2	van Deyl	1807	0,1
3	Ch. Chevalier	1837	0,39
4	Amici	1837	0,54
5	Lerebours-Secretan	1840	0,42
6	Plössl	1845	0,63
7	Oberhäuser	1845	0,66
8	Amici	1849	0,68
9	Nachet N. 7	1849	0,70
10	A. Chevalier	1869	0,82
11	Hartnack	1870	0,88
12	Zeiss	1890	0,90
13	Zeiss	1920	0,95

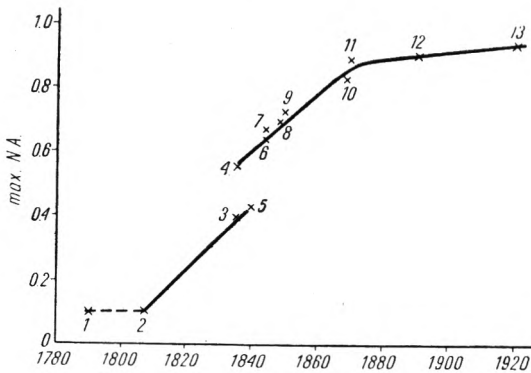


Fig. 4

mesures effectuées par les Van Cittert sur les microscopes de la collection d'Utrecht: il est évident que c'est grâce à l'apport de Amici que le microscope composé commence à donner des résultats supérieurs à ceux du microscope simple et parvient en quelques années à une puissance de pénétration du microcosme qui n'est dépassée que par les réalisations du microscope électronique. Aujourd'hui on oublie trop que le microscope simple avait été le vrai protagoniste des recherches dans le champ de la microscopie du milieu de XVII^e jusqu'au milieu du XIX^e siècles et que seulement à la suite d'innovations introduites par Amici dans la construction du microscope composé celui-ci devint «le microscope» par excellence, indispensable à la recherche scientifique.

Les Van Cittert complètent leur étude par les remarques particulièrement intéressantes sur les réalisations des microscopes anglais. Ils citent de nombreux éléments puisés dans les oeuvres de P. Harting.

Ils donnent aussi l'ouverture numérique des microscopes de Tulley et de Pritchard, mais ils examinent surtout ceux de Ross et ils donnent dans la table III les données concernant les appareils de Ross construits entre 1832 et 1853: c'est-à-dire dans la période la plus intéressante des inventions de Amici.

Table III. Les microscopes de Ross

	Année	Ouverture maximum	Ouverture numérique maximum
Harting III, p. 258	1832	14°	0,12
Harting III, p. 258	1833	18°	0,16
Harting III, p. 258	1834	55°	0,46
Harting III, p. 258	1836	64°	0,53
Harting III, p. 258	1842	74°	0,60
Harting III, p. 258	1850	120°	0,87
Harting	1851	135°	0,92
Harting	1853	155°	0,975

Encore bien plus significative et instructive est la fig 5, où est transcrit le diagramme de la fig. 4 relatif aux microscopes continentaux mais où sont marqués des points, distingués par les lettres *T*, *P*, et *R*, indiquant les ouvertures numériques des microscopes de Tulley, de Pritchard et de Ross. D'ailleurs, en ce qui concerne les appareils, on voit que avant Amici les ouvertures numériques avaient été assez peu élevées; aucun

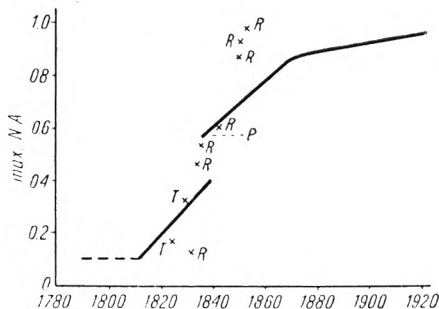


Fig. 5

d'eux ne différait sensiblement des microscopes continentaux; mais on observe un développement rapide des microscopes de Ross qui de l'ouverture numérique de 0,12 en 1832, parviennent à celle de 0,975 en 1853, ce qui constitue un progrès énorme en une vingtaine d'années à peine.

Mais il semble utile de rappeler ici ce que Amici écrivait à Mossotti et que j'ai cité dans les pages précédentes:

«Les opticiens anglais se sont moqués de ma demande, mais lorsque

je leur ai eu montré à Londres en 1844 les avantages de la nouvelle construction, ils se sont mis à l'imiter et les Américains ont emboîté le pas. Les Français, qui ne s'en sont guère souciés ou ne l'ont pas compris, restaient en arrière...»

Ces mots de Amici trouvent une confirmation frappante dans le diagramme de la fig. 6. Et la confirmation est d'autant plus intéressante que lorsque les Van Cittert composaient les diagrammes en question la lettre de Amici à Mossotti restait ensevelie dans le dossier de Amici conservé à la Bibliothèque Estense de Modene et ils ne la connaissaient pas. Comme on l'a déjà dit, cette lettre avait été commentée et publiée seulement en 1963 à l'occasion de la célébration du centenaire de la mort de G. B. Amici.

*

Ces remarques étaient déjà sous presse lorsque le professeur Clelia Pighetti-Bonatti me communiqua un nouveau document qui éclaire mieux encore nos informations sur l'époque où Amici imagina et construisit les premiers objectifs avec la lentille hémisphérique frontale. Comme on l'a déjà dit plus haut, le document le plus important à ce propos est la lettre à Mossotti du 25 octobre 1855, lettre où Amici rappelait que pour construire le nouveau type d'objectif il avait obtenu une couche de «flint de grande puissance disperative [...] de Faraday par l'intermédiaire de Airy», et il ajoute entre autre que «les opticiens anglais se sont moqués de cette demande, mais lorsque il leur a eu montré à Londres les avantages de la nouvelle construction, ils se sont mis à l'imiter...» D'où on peut tirer la conclusion que déjà en 1844 l'objectif avec la lentille hémisphérique frontal avait été construit.

D'autre part la table III et surtout la fig 6 montrent que les microscopes de Ross évoluèrent considérablement entre 1836 et 1842 et parvinrent à des résultats très intéressants entre 1850 et 1853.

En confrontant ces dates avec la période où Amici écrivit à Mossotti, c'est-à-dire l'année 1855, l'influence de Amici sur les microscopes de Ross semble très probable sans être toutefois prouvée du moins en ce qui concerne les années avant 1844.

Récemment le professeur Clelia Pighetti trouva en examinant le dossier de Amici conservé, comme je l'ai dit plus haut, à la Bibliothèque Estense de Modene, le brouillon d'une lettre de Amici à George Airy Astronome Royal à Greenwich, datée du 4 juin 1838, lettre, où il y a beaucoup de choses intéressantes, mais pour notre propos un passage de celle-ci présente une valeur toute particulière, passage que M^{me} Pighetti m'a aimablement communiqué en m'autorisant à le publier en complément à la documentation recueillie dans cette étude:

«Le docteur Robinson que j'ai eu le plaisir de connaître ici m'a promis une pièce de verre que pourtant, je n'ai pas encore reçue, de Fara-

day, semblable à celle que vous m'avez gentilement envoyée. On m'a raconté que les fabricants les plus renommés de microscopes à Londres avaient ri peut être en pensant qu'avec ce verre il était impossible d'obtenir de bons résultats. Pour montrer les avantages de la substance qu'avait composée le célèbre Faraday, j'ai préparé avec un autre de vos verres une combinaison à cinq lentilles destinée au Docteur Robinson qui la fera voir et les incrédules vont peut être se laisser persuader...»

Voilà un document extrêmement intéressant: le fait qu'il est daté du 4 juin 1838 et qu'à cette date Amici avait déjà reçu le verre de Feraday par l'intermédiaire de Airy et qu'avec ce verre avait été construite «une combinaison à cinq lentilles destinée au Docteur Robinson qui la fera voir» fait reculer dans le temps l'invention de la lentille hémisphérique frontale. «La combinaison à cinq lentilles» contenait certainement la lentille hémisphérique frontale, car tous les objectifs précédents étaient composés de deux ou trois doublets achromatiques et ainsi avaient toujours un nombre pair de lentilles. C'est pourquoi Amici souligne dans la lettre à Airy que la combinaison n'avait que cinq lentilles et donnait des résultats supérieurs au précédents.

Mais la combinaison mentionnée dans la lettre avait été préparée spécialement pour le Docteur Robnison, «pour qu'il la fit voir»; cela prouve aussi qu'elle ne fut pas la première, qu'elle ne fut pas le prototype de l'objectif à lentille hémisphérique frontale, mais un exemplaire fabriqué après que les exemplaires précédents eussent déjà fait leurs preuves en démontrant qu'il s'agissait d'une innovation digne d'être rendue publique.

Étant donné le temps nécessaire pour avoir le verre, pour calculer le système optique à base des caractéristiques du verre, pour confectionner les lentilles selon le calcul, pour les ajuster dans une monture métallique, pour mettre tout à l'épreuve, il semble raisonnable de reporter la naissance de l'idée de l'objectif à lentille hémisphérique frontale à l'année 1836.

Ce passage confirme aussi que «les fabricants les plus renommés de microscopes à Londres», et certainement Ross en était, suivirent quoique non sans scepticisme les expériences de Amici. Ainsi donc le progrès manifesté par leurs appareils à partir de 1836 est dû justement aux informations qui leur sont parvenues à ce propos.

M^{me} Pighetti, que je remercie de m'avoir communiqué ces renseignements si précieux, publiera prochainement plusieurs lettres de Amici qu'elle a étudiées à la Bibliothèque Estense de Modene ¹⁰.

¹⁰ Dans un article parut dans les *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, XXV, 1, 1970, pp. 41-75, M^{me} Pighetti a déjà publiée les 21 lettres de Amici.