

TEN GELEIDE

Op 26 oktober 1991 organiseerde de NFWO-Contactgroep "Vergelijkende Geschiedenis van de Exacte Wetenschappen", samen met "ALTAIR" (Centre d'Histoire des Sciences et des Techniques, ULB), een Internationaal Colloquium, met als thema

ASTRONOMIE EN TOEGEPASTE ASTRONOMIE.

Wij stelden het ten eerste op prijs hiervoor de medewerking te hebben bekomen van sprekers — uit Nederland, Duitsland, Spanje en België — die op het deelgebied van hun onderzoek als dé specialist gelden.

Het niveau en het belang van deze lezingen was voor een dankbare Redactie aanleiding tot publikatie ervan.

Dat één zelfde onderwerp hier voor verschillende tijdperken en streken bestudeerd wordt, deed ons besluiten deze teksten te groeperen in een themanummer. Vermoedelijk zal een dergelijk initiatief af en toe voor herhaling vatbaar zijn, met dien verstande dat het onderwerp telkens uiteraard een ander gebied zal beslaan.

R. Jansen-Sieben
Redactielid *Scientiarum Historia*,
Voorzitter Contactgroep "Vergelijkende
Geschiedenis van de Exacte Wetenschappen"

Les textes publiés dans ce numéro de *Scientiarum Historia* sont les Actes du Colloque International "Astronomie et Astronomie Appliquée au Moyen Age" qui a eu lieu à l'Université Libre de Bruxelles le 26 octobre 1991. Ce colloque est le résultat d'une étroite collaboration entre deux organismes scientifiques qui ont pour but ultime la propagation de la discipline de l'histoire des sciences et des techniques au sein des instances académiques, de l'enseignement supérieur et moyen, et du grand public. Ces deux organismes sont : le Centre d'Histoire des Sciences et des Techniques (Altaïr) à l'Université Libre de Bruxelles et le Groupe de Contact F.N.R.S. Histoire Comparée des Sciences Exactes. Le pro-

gramme de recherche, d'enseignement et de colloques qui est élaboré par les deux organismes est étendu sur de nombreuses années. C'est l'enthousiasme et l'encouragement des autorités académiques, notamment de l'Université Libre de Bruxelles, qui avaient inspiré ce programme ambitieux.

C'est avec des sentiments de reconnaissance et d'appréciation que j'adresse mes sincères remerciements à la Rédaction de *Scientiarum Historia* qui assure la publication des communications de ce dernier colloque.

Hossam Elkhadem
Directeur du Centre d'Histoire
des Sciences et des Techniques (Altaïr)
Université Libre de Bruxelles

SOME REMARKS ON ISLAMIC ASTRONOMICAL INSTRUMENTS

To my friend Hossam Elkhadem,
in appreciation

David A. KING

1. INTRODUCTION

Our knowledge of astronomical instrumentation in the medieval Islamic world between the eighth and nineteenth centuries is derived essentially from two sources : 1. the instruments which survive in various museums and private collections around the world, and 2. the treatises on the construction and use of instruments which are preserved in manuscript form in libraries mainly in Europe and the Near East (1). The surviving instruments are legion, over six hundred astrolabes and a few dozen each of quadrants and sundials, although most postdate the creative period of Islamic science that lasted from the eighth to the fifteenth century. No inventory of these instruments has been published yet, and important new examples are continually showing up in dealers' salons. The texts exist in similar profusion, and several were compiled during the early period of Islamic science. Also some describe instruments far more interesting than the standard astrolabe or quadrant or sundial, and of which there are no surviving examples. Many more manuscripts have yet to be uncovered in the various uncatalogued collections of Arabic (and also Persian and Turkish) scientific manuscripts, particularly those in libraries in the Near East and India.

The Islamic astronomical texts, let alone such illustrations as that of the Observatory in Istanbul in the late sixteenth century — see *Plate 1*, bring these instruments back to life again and save us from the antiquarian attitudes so prevalent amongst those who deal only with instruments. The study of Islamic instruments is but a small chapter in the history of Muslim interest in astronomy for over a millennium. We also need to be liberated from the notion that Islamic instrumentation is of consequence only as a prelude to European developments.

1. This paper is abridged from the English original of a study now published as "Strumentazione astronomica nel mondo medievale islamico," in G. L'E. TURNER, ed., *Storia delle scienze — Gli strumenti*, Turin, 1991, pp. 154-189 and 581-585 (extensive bibliography). A useful study which pays considerable attention to transmission to Europe is J. SAMÓSÓ, "Instrumentos astronómicos," in (J. VERNET et al.), *Historia de la ciencia árabe*, Madrid, 1981, pp. 97-126. See also various papers reprinted in E.S. KENNEDY et al., *Studies in Islamic Exact Sciences*, Beirut, 1983 ; and D.A. KING, *Islamic Astronomical Instruments*, London, 1987.



Plate 1 — An artist's view of the astronomers at the Istanbul Observatory in the late sixteenth century and their instruments. The Director of the Observatory is depicted holding a standard astrolabe, and most of the other instruments are well-known. However, many far more interesting instruments are described in Arabic manuscripts, such as those stacked vertically on the shelves on the upper right. (Taken from MS Istanbul U.L. Yildiz 1404, courtesy of Istanbul University Library.)

Only some of these various Islamic instruments and related mathematical procedures were influential in Europe, but to the historian of science they should none the less be of interest.

It is convenient to consider Islamic instruments in two main categories, namely, observational and non-observational instruments. Those instruments used by Muslim astronomers for observations followed closely in the tradition of the devices described by Ptolemy of Alexandria (*fl. ca. 150 A.D.*) : the armillary sphere — a physical representation of specific astronomically-significant circles on the celestial sphere, such as the horizon, the meridian, the celestial equator and the ecliptic ; the mural quadrant — a device for measuring the meridian altitudes of celestial bodies ; and the parallactic ruler — a structure for measuring the zenith distance of a celestial body (2).

Instruments whose primary function was not observational are mainly for solving problems of spherical astronomy, the mathematics of configurations on the celestial sphere about the observer. The main problems are related to timekeeping, using the risings and settings of the sun and stars over the local horizon, or more commonly, the culminations of the sun and stars across the local meridian. Such instruments include : 1. the celestial sphere — a model of the universe in which the sun and stars are represented on a sphere that can rotate about the celestial axis, so that risings and settings can be simulated over any horizon ; 2. analogue computers like the astrolabe and the astrolabic quadrant for representing — in two dimensions rather than three — the positions of the sun and the fixed stars with respect to the local horizon ; 3. mathematical grids like the sine quadrant for obtaining numerical solutions to problems of trigonometry without calculation ; and 4. sundials and other devices for measuring the time of day by means of shadows. Another variety of Islamic instrument was 5. the equatorium, a device for determining planetary positions according to geometric models of the Ptolemaic kind for the sun, moon, and planets. With the exception of the astrolabic quadrant and the trigonometric grids, these instruments were known to the Muslims from Greek sources.

No satisfactory account of Muslim achievements in astronomical instrumentation exists yet. Descriptions of a few of the available instruments are scattered throughout the learned journals, and most of the major textual sources are still available only in manuscript form. However, three new monographs dealing with Islamic instruments promise to revive some scholarly interest in this subject. These studies are firstly the survey of Islamic celestial globes by E. Savage-Smith (published 1985) (3), secondly, the repertory of Islamic astrolabists and their works by A. Brioux and F. Maddison (in press) (4), and thirdly, my own catalogue of

2. The fundamental study of Islamic observatories is A. SAYILI, *The Observatory in Islam...*, Ankara, 1969, reprinted New York, 1981.

3. E. SAVAGE-SMITH, *Islamicate Celestial Globes : Their History, Construction, and Use*, Washington D.C., 1985.

4. A. BRIEUX and F. MADDISON, *Répertoire des facteurs d'astrolabes et leurs œuvres*, I : Islam, etc. (in press).

Islamic (and also early European to ca. 1550) astrolabes, quadrants, sundials and other instruments, currently in preparation (5).

In the present paper — because of the limitations of space — I shall concentrate on portable instruments — globes, astrolabes, and quadrants — and shall not mention Islamic equatoria (6) or sundials (7).

2. CELESTIAL GLOBES

The problems of spherical astronomy can be illustrated by means of a three-dimensional celestial globe. The stars and the ecliptic, the apparent path of the sun against the back-ground of fixed stars, are represented on the outside of a sphere of arbitrary radius which is set inside a horizontal ring representing an arbitrary horizon. The axis of the sphere is fixed in the plane of the meridian, but its inclination to the horizon can be adjusted so that the ensemble represents the heavens with respect to the horizon of any locality. One rotation of the sphere about its axis corresponds to one twenty-four-hour period of time. See *Plate 2* for a globe from the eleventh century.

The Muslims inherited the celestial globe from the Greeks, and a description of such an instrument was available to them in Ptolemy's *Almagest*. Several Arabic treatises were written on the celestial globe over the centuries. The instrument was called in Arabic *al-kura* or *al-bayda* or *dhāt al-kursi*, terms meaning "the sphere," "the egg" and "the instrument resting in a horizontal frame." Some two hundred Islamic celestial globes have recently been surveyed for the first time by E. Savage-Smith.

3. ASTROLABES

The theory of stereographic projection, developed by Hipparchus of Rhodes ca. 150 B.C., enables the same problems of spherical astronomy to be solved with equal facility and with but a slight stretching of the imagination by means of a two-dimensional instrument (8). The Muslims inherited such a device — the planispheric astrolabe — from their Hellenistic predecessors, and they

5. On this see my "Medieval Astronomical Instruments — A Catalogue in Preparation," *Bulletin of the Scientific Instrument Society* 31 (Dec., 1991), pp. 3-7. Numerous Islamic astrolabes are presented in vol. 1 of R.T. GUNTHER, *Astrolabes of the World*, 2 vols., Oxford, 1932, reprinted London, 1976. A survey of their makers — shortly to be superseded by the *Répertoire* of BRIEUX and MADDISON — is L.A. MAYER, *Islamic Astrolabists and Their Works*, Geneva, 1962.
6. On Islamic equatoria see various articles by E.S. KENNEDY, reprinted in *idem et al.*, *Studies*. On Andalusian equatoria see the chapter in Julio SAMSÓ, ed., *Andalusian Science* (forthcoming in 1992).
7. For an overview of Islamic sundials see my article "Mizwala" in the new edition of the *Encyclopaedia of Islam* (hereafter *EI*).
8. The best account of the basics of the astrolabe is J.D. NORTH, "The Astrolabe," *Scientific American* 230 (1974), pp. 96-106. For more details see Henri MICHEL, *Traité de l'astrolabe*, Paris, 1947. On the astrolabe in the Islamic context see W. HARTNER, "The Principle and Use of the Astrolabe," reprinted without plates in *idem*, *Oriens-Occidens*, Hildesheim, 1968, pp. 287-311, and with plates in *Astrolabica* (Paris: Société Internationale de l'Astrolabe) 1(1978). See also the shorter article "Asturlāb" by HARTNER in *EI*, reprinted in *idem*, *Oriens — Occidens*, pp. 312-318.

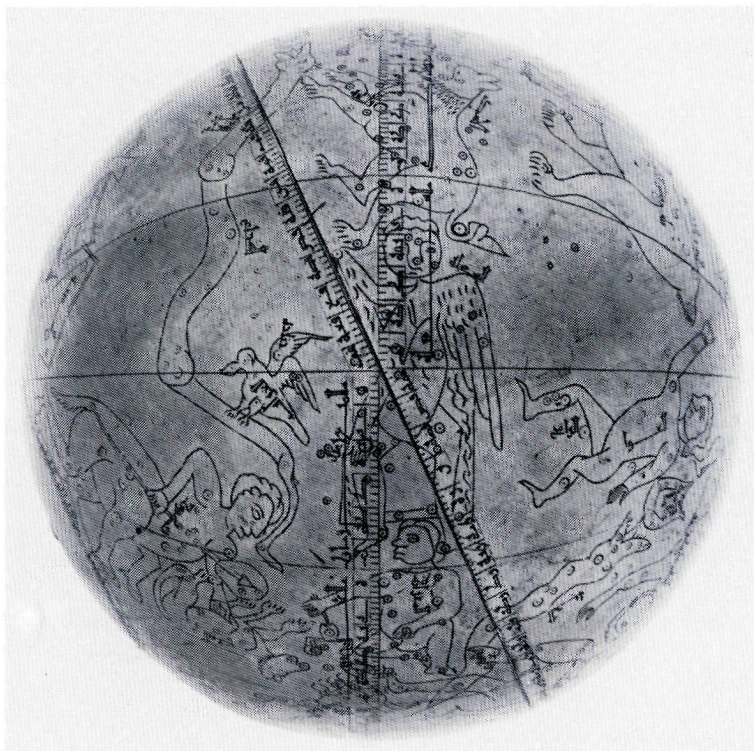


Plate 2 — The earliest dated celestial sphere constructed by Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī and his son Muḥammad in Valencia in the year 1085. (Courtesy of the Istituto e Museo di Storia della Scienza, Florence.)

developed it in virtually all conceivable ways. The device results from a projection, called stereographic, of the celestial sphere onto the plane of the celestial equator from the south celestial pole. This projection has the property that circles on the sphere project into circles on the plane and that angles are preserved.

The standard astrolabe consists of two main parts, one “celestial” and the other “terrestrial”. First, there is a grid called a *rete*, bearing pointers representing the positions of certain prominent fixed stars and a ring representing the ecliptic. Second, there is a plate for a specific latitude bearing markings representing the meridian and the local horizon. Curves called *almucantars* showing the altitude, and an orthogonal set showing the azimuth, are also included on the plate. When the *rete* — the “celestial” part — rotates over the plate — the “terrestrial” part, the apparent rotation of the sun and stars across the sky above the horizon of the observer is simulated. The typical medieval astrolabe contained several plates for a series of latitudes as well as various markings on the back of the instrument either for measuring celestial altitudes or for performing calculations. Literally dozens of treatises on the use of the astrolabe were compiled between the ninth

and the sixteenth centuries, and hundreds of astrolabes survive, including a few dozen from those earliest centuries. These are currently being investigated, the majority for the first time. Muslim developments to the simple planispheric astrolabe are of considerable historical interest.

Astrolabe construction

First, the construction of astrolabe plates for different latitudes can, of course, be achieved by geometry, but it can also be effected, if somewhat tediously, by calculation. One needs to know the radius of each of the altitude and azimuth circles and the distances of the centres of these circles from the centre of the astrolabe. In early-ninth-century Baghdad, the astronomer al-Farghānī compiled a set of tables displaying the radii and centre distances of both altitude and azimuth circles for each degree of both arguments, for each degree of terrestrial latitude. These tables, which contain over 13,000 entries, were used by astrolabists alongside geometrical construction in the following centuries, and similar but less extensive tables were prepared for specific localities by a series of later astronomers.

Ornamental Rets

The Muslims developed the retes of astrolabes into objects often of great beauty — see *Plate 3*. Stars were sometimes selected for inclusion on the retes by virtue of their positions, in order to achieve symmetry about the solstitial colure. Zoomorphic representations for constellations or groups of stars, or even for single stars, were used albeit not commonly from the tenth century onwards. Floral patterns were particularly popular on Indo-Persian astrolabes from the sixteenth century onwards.

It is now possible to trace the astronomical and artistic development of astrolabe retes ; particularly important were the instruments of al-Khujandī of Baghdad in the tenth century, which broke away from the earliest spartan retes inherited from the Hellenistic tradition and introduced quatrefoils and zoomorphic figures ; those of al-Khamā'irī of Seville in the thirteenth century, which were imitated in the Muslim West for six centuries ; and those of Jalāl al-Kirmānī of Central Asia in the fifteenth century, which mark the beginning of the floriated patterns on Eastern Islamic instruments.

On the geography of astrolabes

Geographical and astrological information was often engraved on the maters or plates of astrolabes. Originally astrolabe plates served each of the seven climates. The first geographical tables on astrolabes gave only the latitudes of a series of localities, their purpose being to indicate which plate one should use. (Medieval texts often advocate interpolating between the results derived from two plates with a lower and higher latitude than one's own.) Later astrolabe plates were engraved for a series of latitudes no longer corresponding to the seven climates (although these often lurk in the background in a disguised form). Often the length of longest daylight at those latitudes would be included, this being

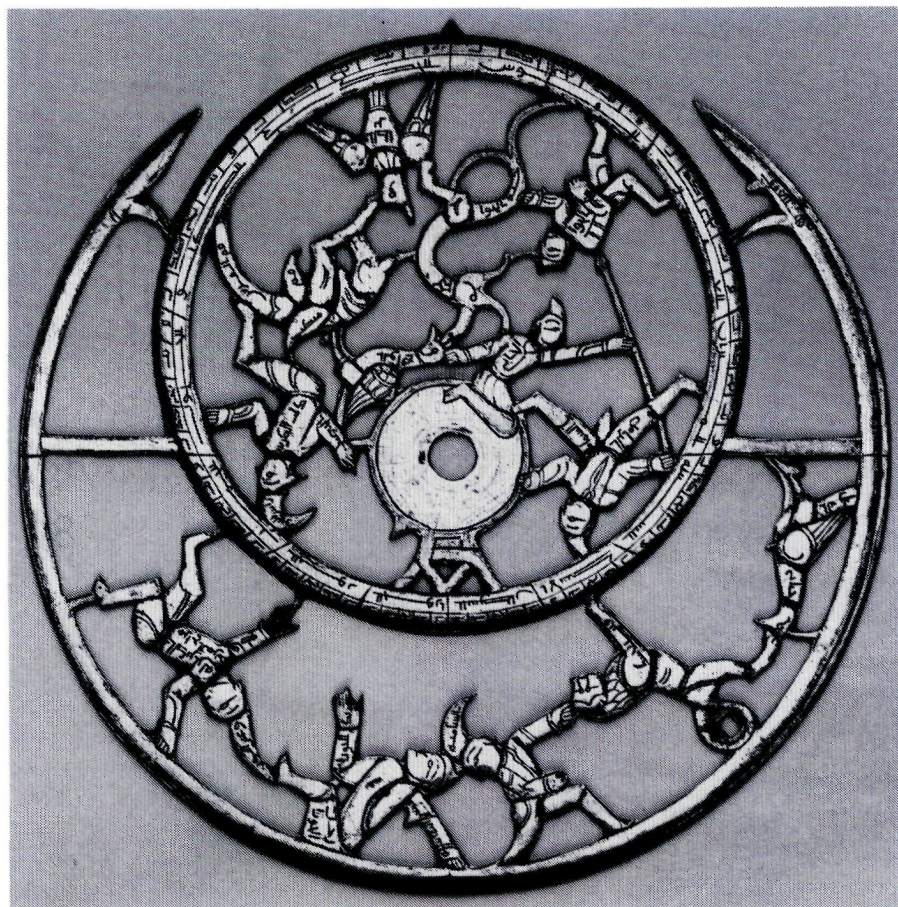


Plate 3 — The rete of an astrolabe by al-Sahī al-Nisābūrī, Syria, ca. 1100 (?), with numerous figures representing constellations. This particular rete is for astronomical purposes over-decorated and the star-pointers are not clearly identified. (Courtesy of the Germanisches Nationalmuseum, Nuremberg.)

another feature reminding the user of the notion of the climates. Sometimes a list of localities served by each of the plates would be included. The plates of an astrolabe often yield clues as to the provenance of the instrument because usually the plate for the latitude of the locality where the instrument was made has additional markings.

Special markings relating to prayer

Some of the markings introduced by Muslim astronomers on the standard astrolabe have to do with Muslim prayer. It is the duty of every Muslim to face Mecca during prayer, and it is thus required to know the direction of Mecca from

any locality (9). At least for the scientists, this involved calculating the direction from the latitudes and the longitude difference. By medieval standards, the formula for finding the qibla is complicated in the extreme ; however, correct formulae were derived already in the ninth century. Especially in the Eastern Islamic world, astrolabists after about the thirteenth century engraved lists of localities together with their latitudes, longitudes, and qiblas on the maters of their astrolabes, or palettes of qibla directions in a quarter-circle. After the sixteenth century the latter were replaced by graphs displaying the altitude of the sun throughout the year when the sun is in the direction of Mecca in various places.

Also, it is the duty of every Muslim to perform five prayers each day at times which are astronomically defined (10). These prayers begin when the sun has disappeared over the horizon at sunset, at nightfall, at daybreak, either at astronomical midday or shortly thereafter, and at mid-afternoon. The beginnings of the permitted intervals for the daylight prayers are defined in terms of shadow lengths, and the corresponding times for the night prayers are defined in terms of sunset and twilight phenomena. Most astrolabic plates for specific latitudes show special markings for the prayers at mid-afternoon, nightfall and daybreak, and the times of midday and sunset are easily determined with an astrolabe anyway.

Additional markings

A set of scales for finding the solar longitude from the date in any one of the solar calendars (Syrian, Persian, Coptic or "Western") is a feature on the backs of certain Eastern astrolabes and virtually all Western Islamic instruments. Sometimes extensive calendrical scales were included on Western Islamic instruments. Also astrological information was occasionally engraved on the mater or back.

The other markings introduced by Muslim astrolabists on the backs of astrolabes were shadow scales and quadrants. The latter were usually sine quadrants or horary quadrants, and are best considered separately — see below.

Non-standard retes

The northern and southern halves of the ecliptic project into dissimilar arcs of the ecliptic on the rete of the standard astrolabe. This fact motivated several astronomers in the ninth and tenth centuries to devise retes on which the two halves of the ecliptic were represented symmetrically (11). Such astrolabes required special kinds of plates, and the compilation of treatises on their use called for considerable ingenuity on the part of their inventors and dexterity on the part of their users.

9. See my articles "Kibla" and "Makka : As Centre of the World" in *EI*.

10. See my article "Mikāt" in *EI*.

11. The available literature on non-standard astrolabes is currently being investigated by Dr. Richard LORCH of Munich.

Of considerable interest are two instruments devised by Ḥabash al-Ḥāsib in the mid-ninth century and known to us only from manuscripts. The first is the so-called "melon" astrolabe, in which the meridians on the sphere are projected into radii through the south pole in the tangential plane. The ecliptic and the almucantars are no longer circular, hence the name of the astrolabe. The second is a device for time-keeping for any latitude by the stars ; in this the information on the stellar coordinates is stored graphically.

Spherical astrolabes

An Islamic development of the planispheric astrolabe — see below — was the spherical astrolabe (12), an instrument in which a spherical frame bearing markings representing the ecliptic and fixed stars could be rotated over a sphere with markings for the horizon and altitude circles of any locality and the hours. The instrument has the advantage over the planispheric astrolabe in that it is universal, that is, it can be used for any latitude. A series of treatises was written on the instrument between the tenth and seventeenth centuries, but it does not appear to have been widely used, and only two examples survive.

The linear astrolabe

The ingenuity of the mathematician Sharaf al-Dīn al-Tūsī (*fl.* Iran, *ca.* 1200) was such that he conceived a linear astrolabe (13). The instrument consists of a series of scales marked on a baton which represents the meridian for a specific latitude. Two of the scales represent the intersections of the declination circles and the almucantar circles with the meridian. The basic idea is that any circle on the standard planispheric astrolabe can be represented on the baton by the position of its centre and its radius. Threads are attached to the baton, and with these and the various scales one can perform the standard operations of an astrolabe. Angles are measured by means of an additional scale of chords. The device is impractical but brilliant in its conception. No examples are known to have survived.

The universal plate and astrolabe

In Baghdad in the mid-ninth century, Ḥabash devised a plate with markings representing the horizons of various localities. He noticed that the problems relating to risings, culminations and settings of celestial bodies could be solved for all latitudes using such a plate and a rete displaying the ecliptic and fixed stars. This notion was developed further in Toledo in the eleventh century. Muslim astronomers there developed a universal plate from the markings on an astrolabic

12. On the spherical astrolabe see H. SEEMANN, *Das kugelförmige Astrolab nach... arabischen Quellen*, Erlangen, 1925. On one of two surviving examples see F. MADDISON, "A Fifteenth-Century Spherical Astrolabe," *Physica* 4 (1962), pp. 101-109.

13. On the linear astrolabe see CARRA DE VAUX, "L'astrolabe linéaire ou baton d'al-Tousi," *Journal Asiatique*, 11. Ser., 5 (1895), pp. 464-516 ; Henri MICHEL, "L'astrolabe linéaire d'al-Tusi," *Ciel et Terre* (1943), nos. 3-4, pp. 101-107.

plate for latitude zero and thence an astrolabe which would function for all latitudes with a single plate (14).

The astronomer al-Zarqāllu, better known in the West as Azarquiel, appears to have developed the universal plate called *al-shakkāziyya* with a regular alidade, with which some of the problems of spherical astronomy can be solved only approximately. He also devised the plate called *al-zarqālliyya* which consisted of two *shakkāziyya* grids inclined at an angle equal to the obliquity; the alidade is now equipped with a movable cursor and the combination serves only to convert between ecliptic and equatorial coordinates.

The astronomer 'Alī ibn Khalaf al-Shajjār, a contemporary of al-Zarqāllu, developed a more sophisticated and more useful instrument. Taking the basic notions — that the *shakkāziyya* plate could be used to represent in two dimensions any orthogonal spherical coordinate system, and that two such plates superposed one upon the other could be employed to solve any problem of coordinate transformation, which problems are the essence of spherical astronomy — to their natural conclusion, he invented the universal astrolabe. This instrument is known only from the thirteenth-century Andalusian compilation entitled *Libros del saber*: the rete consists of one semi-circle of *shakkāziyya* markings and another comprising an ecliptic and starpointers with northern and southern halves of the ecliptic superposed one upon the other, and the plate is a *shakkāziyya* grid.

The universal astrolabe of 'Alī ibn Khalaf and his treatise on its use do not seem to have been known in the Muslim world outside Andalusia. The same instrument was "reinvented" in Aleppo by Ibn al-Sarrāj in the early fourteenth century, and a unique example designed and constructed by him survives in the Benaki Museum in Athens — see *Plate 4*. In his treatise on a simplified version of the instrument he claims to have invented it himself, and this there is no reason to doubt. But the surviving astrolabe of Ibn al-Sarrāj is far more complicated and sophisticated than that of 'Alī ibn Khalaf or the same instrument described in Ibn al-Sarrāj's treatise: it contains a set of quarter-plates for all latitudes, a plate of horizons for all latitudes, and other features such as a universal trigonometric grid; indeed, the instrument can be used universally in five different ways. It is undoubtedly the most sophisticated astronomical instrument from the entire medieval and Renaissance periods.

In the fourteenth century the Granada astrolabist Ibn Bāṣo devised a modification of the *shakkāziyya* for use with a standard astrolabe rete. Each of the *zarqālliyya* and *shakkāziyya* plates and the plate of Ibn Bāṣo were also known in the Muslim East.

The Zīj al-safā'ih

One unusual astrolabe devised by Abū Ja'far al-Khāzin in the tenth century contained, in addition to at least one standard astrolabic plate, a series of addi-

14. On the universal astrolabe and plate see KING, *IAI*, VII and IX and the earlier studies of J. MILLÁS VALLICROSA there cited. Most of the relevant texts have now been published in Barcelona — see the paper in this volume by Dr. Emilia CALVO.

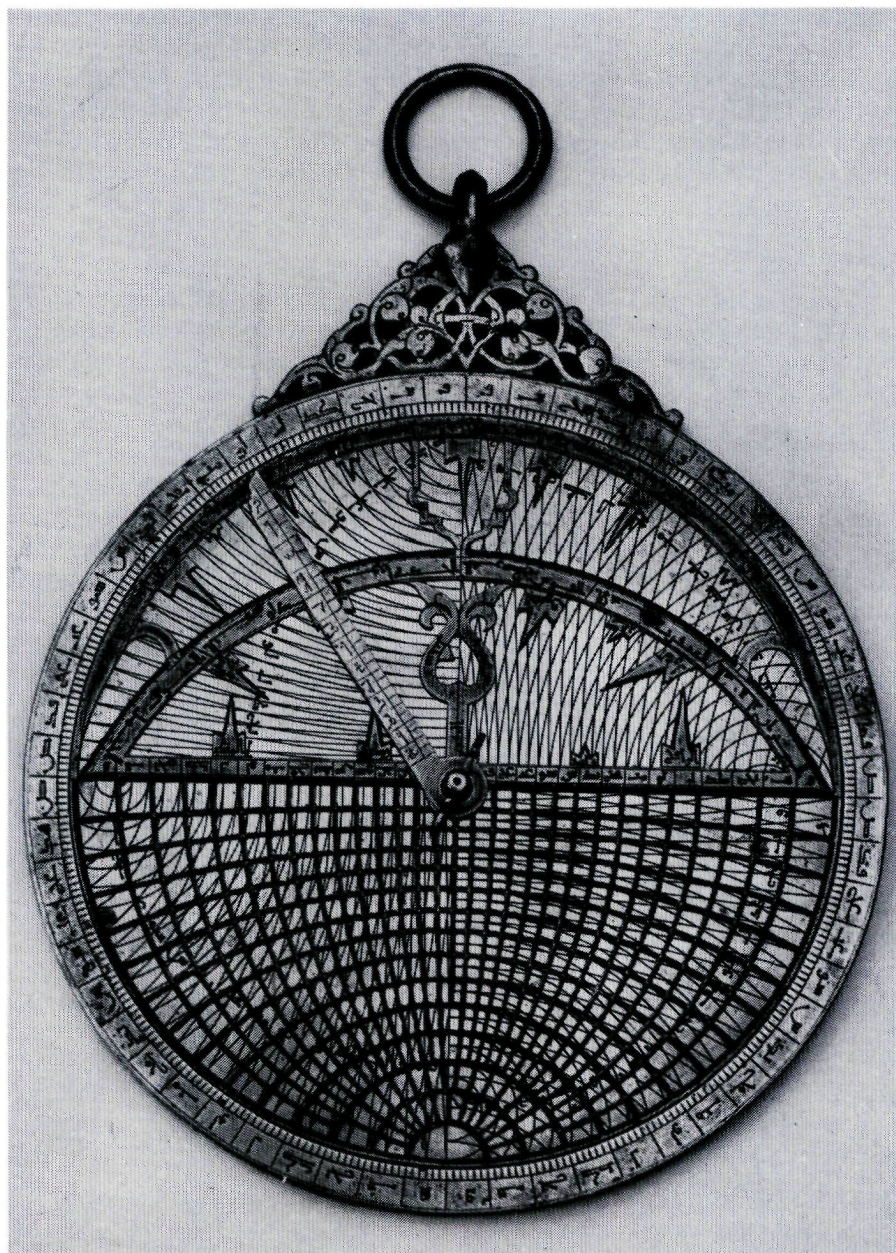


Plate 4 — The most sophisticated astrolabe ever made. The universal astrolabe of Ibn al-Sarrāj, made in 1328/29 in Aleppo, well merits such a description for it can be used universally — that is, for any terrestrial latitude — in five different ways. (Courtesy of the Benaki Museum, Athens.)

tional plates (*saḡā'ih*) bearing various astronomical tables of the kind usually found in astronomical handbooks (*zīj es*). It appears that al-Khāzin wrote a book to be used alongside his instrument. A unique example of his *zīj al-saḡā'ih*, constructed by the celebrated early-twelfth-century astrolabist Hibatallāh, was preserved in Munich until 1945, but only photographs of it survived World War II. A copy of al-Khāzin's treatise is extant in India but is not available to scholars yet.

Geared astrolabes

A unique example of an astrolabe fitted with a geared mechanism for reproducing the relative motions of the sun and moon survives from thirteenth-century Iran. We also possess an account of a similar mechanism by the eleventh-century Scholar al-Bīrūnī (15).

Astrolabic clocks

A large device for time-keeping resembling an astrolabe was seen by a fourteenth-century historian in the home of the contemporary Damascene astronomer Ibn al-Shāṭir, and the face of an astrolabic clock made in Fez in the fourteenth century survives to this day. Thus these instruments existed, but they were certainly not common.

Some Italian texts of the early fourteenth century, if not earlier, provide evidence of the design of astronomical clocks of a highly complex variety with extensive gear mechanisms to reproduce solar, lunar and planetary motions. They seem to represent an Islamic tradition for which we have no evidence from the Islamic world itself. It is known, however, that in 1232 ambassadors of the Ayyubid Sultan al-Ashraf presented to the Emperor Frederick II, whilst in S. Italy, a kind of planetarium which had "within itself the course of the planets."

4. QUADRANTS

There are essentially four varieties of quadrant of concern to us here : 1. the sine quadrant — for solving numerically problems of trigonometry, usually those deriving from spherical astronomy ; 2. the horary quadrant — for reckoning time by the sun ; 3. the astrolabic or almucantar quadrant — developed from the astrolabe ; and 4. the universal *shakkāziyya* quadrant — for solving problems of spherical astronomy for any latitude. Each of these was invented by Muslim astronomers, but the early history of the different kinds of quadrants has only recently been investigated for the first time (16), and the problems

15. On al-Bīrūnī's description of a gear mechanism (first studied by E. WIEDEMANN) see now Donald R. HILL, "Al-Bīrūnī's Mechanical Calendar," *Annals of Science* 42 (1985), pp. 139-163.

16. On the quadrant in Islam see already P. SCHMALZL, *Zur Geschichte des Quadranten bei den Arabern*, Munich, 1929, and KING, *al-Khwārizmī and New Trends in Mathematical Astronomy in the Ninth Century*, New York (NYU/NELL), 1983, pp. 29-31 (on the earliest texts dealing with the sine and horary quadrants), and also D. GIRKE and D.A. KING, "An Approximate Trigonometric Formula for Astronomical Time-keeping and Related Tables, Quadrants and Sundials from 800-1800," *Frankfurt University Institute for the History of Science Preprints* 1 (1988).

associated with their transmission to Europe now have to be considered afresh.

The sine quadrant was developed in Baghdad in the ninth century and remained popular for a millennium. Originally it was devised to solve just one problem : the determination of time as a function of solar altitude and solar meridian altitude using an approximate formula adequate for low latitudes. Later it was developed into a kind of medieval astronomer's slide-rule. With a device bearing markings resembling modern graph-paper, fitted with a cord attached at the centre of the quadrant and carrying a movable bead, one can solve numerically the most complicated problems of medieval trigonometry, such as, for example, the problem of determining the qibla for any locality. Often a sine grid of one kind or another would be incorporated on the back of an astrolabe.

The horary quadrant bears either a series of markings for the seasonal hours, which are one-twelfth divisions of the length of daylight, or for the equinoctial hours. In the first case, the markings serve all latitudes (the underlying formula — already mentioned above — being approximate) ; in the second case, they serve one specific latitude. When one edge of the quadrant is aligned towards the sun, a bead on a plumbline attached at the centre of the quadrant indicates the time of day. A text from ninth-century Baghdad recently discovered in Cairo describes the horary quadrant with both fixed and movable cursor and shadow-box superposed, previously thought to have been a much later European invention (the so-called *quadrans vetus*). Universal horary quadrants of this kind are common on Islamic astrolabes from the tenth century to the nineteenth.

Two early horary quadrants for specific latitudes survive, one from Iran and the other from Egypt, and others are attested on the backs of astrolabes from the tenth century onwards. A simple variety of horary quadrant which I shall label zodiacal quadrant, displaying only solar meridian altitudes or solar altitudes at the afternoon prayer (and from the sixteenth century onwards, also the altitude of the sun when it is in the qibla) was often included on the backs of astrolabes from the twelfth century onwards.

Considerable mystery surrounds the invention of the almucantar or astrolabic quadrant. The basic idea is simple : since the markings on a standard astrolabe plate are symmetrical with respect to the meridian, one uses just half of such a plate engraved on a quadrant. The rete is replaced by a cord attached to the centre of the quadrant and this carries a bead that can be moved to represent the position of the sun or a fixed star, either of which can be found from markings for the ecliptic and star positions which are now included on the quadrant itself. The almucantar quadrant is such a handy device that by the sixteenth century it had generally replaced the astrolabe in most parts of the Islamic world except Morocco on the one hand and India and Iran on the other — see *Plate 5*. Most surviving astrolabic quadrants are of Ottoman Turkish provenance, although we do have a few Mamluk examples from the fourteenth century.

Until recently, the earliest known treatises on the use of the astrolabic quadrant were those compiled in Syria in the fourteenth century. Yet not one of the authors of these treatises claims to have invented the instrument. A manuscript on the use of the almucantar quadrant, which is of Egyptian origin and is datable

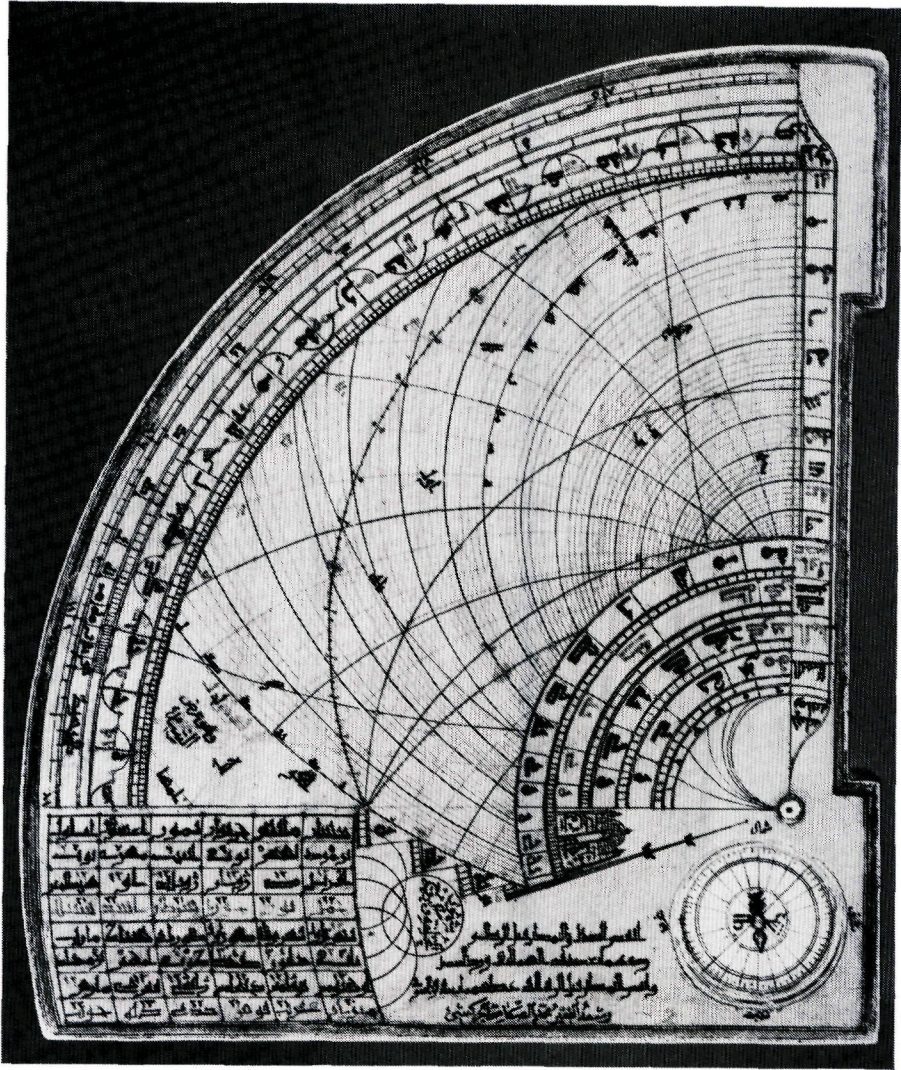
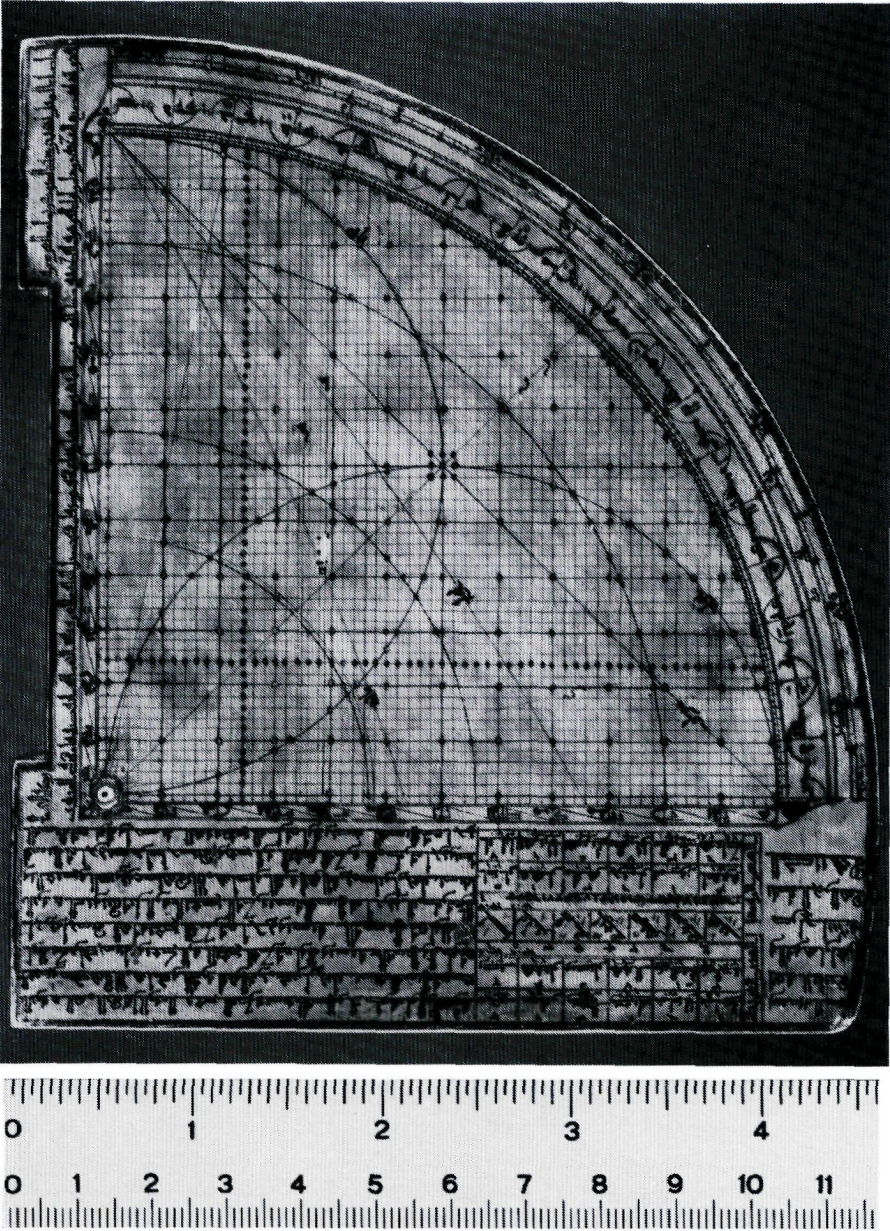


Plate 5 — The two sides of an astrolabic quadrant for Damascus made by al-Jirkashi ca. 1800. The markings for Damascus on the astrolabic side are standard, and the trigonometric grid on the other side bears a complicated set of curves and lines for various purposes relating to the determination of the times of prayer. (From a private collection, courtesy of the owner.)



to the twelfth century, has recently been discovered in Istanbul, but again the author makes no claim to have invented it.

New kinds of trigonometric grids were invented in Syria in the fourteenth century as alternatives to the sine quadrant, and for these the astronomers who invented them have left us treatises on their use. The universal *shakkāziyya* quadrant with one or two sets of *shakkāziyya* grids is a singularly useful device. A few examples of other grids survive, and they were apparently quite popular in Egypt, Syria, and Turkey for several centuries. Some of these grids were of very considerable sophistication, notably the one on the back of the astrolabe of Ibn al-Sarrāj. All of these grids serve the same purpose of providing universal solutions to the problems of spherical astronomy.

5. MISCELLANEOUS INSTRUMENTS

The compass

The earliest reference to the magnetic compass in the astronomical literature occurs in a treatise compiled in the Yemen in the thirteenth century. Here, however, the author of the treatise makes no claim to be the first to write on the compass, and it is certain that he was not. From other thirteenth-century sources, we know that the compass was in widespread use amongst the navigators of the eastern Mediterranean at that time. (See further below.)

Astronomical compendia

During the fourteenth and fifteenth centuries, Muslim astronomers developed compendia, devices performing several different functions (17). Ibn al-Shāṭir (*fl.* Damascus, *ca.* 1350) devised a compendium in the form of a box, the lid of which could be raised to serve the astronomical function of the box and its appendages for any of a series of terrestrial latitudes. This lid bears a set of astrolabic horizon markings, and a removable plate inside the box bears a universal polar sundial and a set of qibla markers for different localities. All of the other parts of this compendium, which are missing from the only surviving specimen of it now preserved in Aleppo, such as a magnetic compass for aligning the instrument in the cardinal directions and the sights for reading the time from an equatorial scale on the lid of the box, are described in a treatise on its use, preserved in Berlin and authored by Ibn al-Shāṭir himself.

The fact that the compass needle may deviate from the meridian by a certain number of degrees was first recorded in the Islamic world by the fifteenth-century Egyptian astronomer al-Wafā'ī, who modified this Syrian instrument into a semi-circular equatorial dial with a sighting device, compass and qibla indicator, and wrote a treatise on its use. Several Ottoman examples survive.

17. On Islamic compendia see KING, *Instruments* (note 1 above), XII and XIII, and the literature there cited.

Qibla-indicators

The compendia of Ibn al-Shāṭir and al-Wafā'i bore markings similar to those found on various Persian astrolabes from the eleventh to sixteenth centuries which enabled one to find the qibla or local direction of Mecca in various localities. Simplistic maps of the world centred on Mecca, specifically intended for finding the qibla approximately, were also available. In later centuries, simple qibla-indicators consisting of a compass and a gazetteer of qibla values for major cities were in widespread use.

It has recently been discovered that the qibla problem was also pursued by the instrument-makers of Safavid Isfahan. The ultimate solution was achieved about the year 1700 in the form of a qibla-indicator — see *Plate 6* — on which the direction of Mecca (and distance therefrom) of any locality indicated on a cartographic grid which stretches from Spain to China, Europe to the Yemen, can be found directly. This spectacular instrument came to the attention of scholars only in 1988.

6. SCHOOLS OF INSTRUMENT-MAKERS

The most important contributions to instrumentation were made by individuals working alone. As the leading lights in this field we may mention Ḥabash and Ḥamid ibn 'Alī al-Wāsiṭī from the ninth century and al-Khujandī from the tenth, all of Baghdad; 'Alī ibn Khalaf and al-Zarqāllu from the eleventh, both active in Toledo; and Ibn al-Sarrāj from the fourteenth, working in Aleppo. The most influential authors on the other hand were al-Bīrūnī in Central Asia in the eleventh century and al-Marrākushī in Cairo in the thirteenth, but neither was particularly original. al-Bīrūnī relied heavily on his teacher al-Sijzī, who was familiar with developments in Baghdad in the ninth and tenth centuries, and al-Marrākushī's only virtue is that he seems to have incorporated into his compendium every treatise on instruments that he could find.

But there were schools of astrolabists, who also made globes and quadrants, functioning in the following major centres:

- Baghdad in the ninth and tenth centuries (we have the names of the most important of these and, happily, a few of their instruments) and again in the twelfth (Hibatallāh and his followers);
- Various centres in Andalusia in the eleventh century (we have a dozen instruments), and especially Cordova and Toledo in that same century for universal astrolabes and plates (for these we have texts but no instruments);
- Isfahan in the eleventh to thirteenth (we have several instruments, especially those of Ḥamid ibn Maḥmūd al-Iṣfahānī and his son Muḥammad);
- Marrakesh and Seville in the early thirteenth century (see the numerous instruments of Abū Bakr ibn Yūsuf and al-Khamā'irī, respectively, and their imitators in later centuries);
- Damascus and Cairo in the thirteenth (whence the spectacular instruments of 'Abd al-Rahmān ibn Sinān al-Ba'labakkī and 'Abd al-Karīm al-Miṣrī);
- N. Iran and Central Asia in the fourteenth and fifteenth (we have several in-

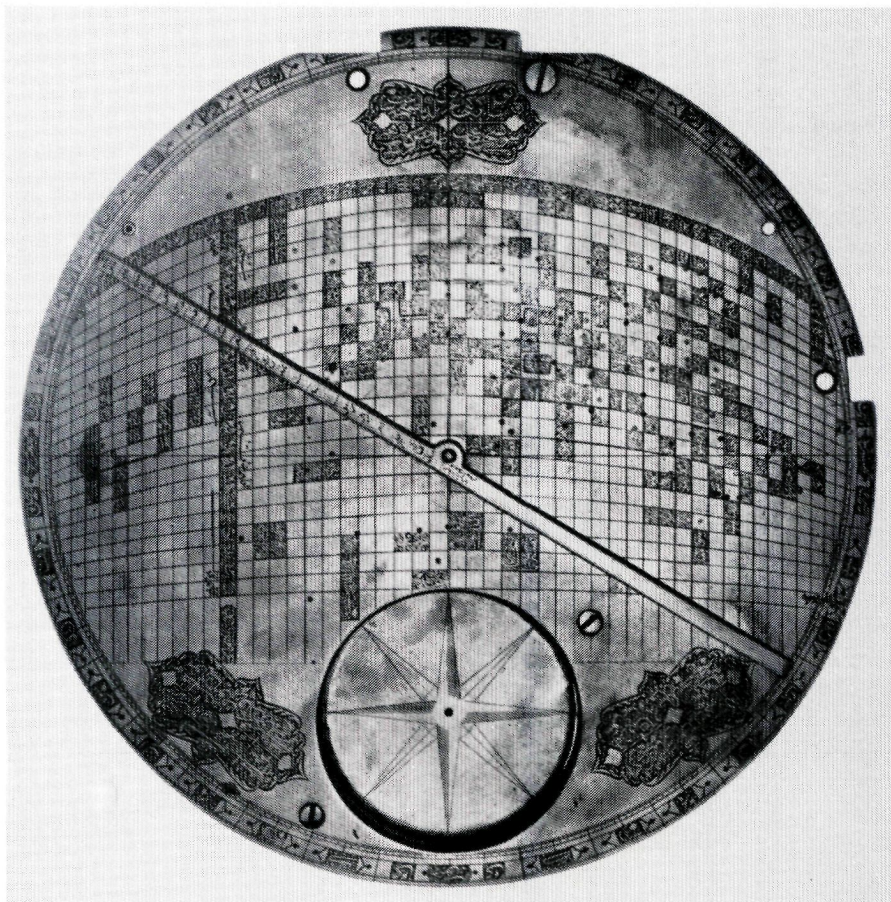


Plate 6 — A highly sophisticated qibla-indicator, probably from Isfahan ca. 1700. Unique of its genre, this cartographical grid centred on Mecca enables the user to find the qibla of any locality from Spain to China. One simply places the alidade on the stud representing the locality and reads off the qibla on the outer scale and the distance from Mecca along the scale. (Sold at Sotheby's, London, 1989 ; photo from the Museum of History of Science, Oxford, courtesy of the owner.)

struments by the al-Kirmānī family, of which the most important are those of Muḥammad ibn Ja'far al-Kirmānī known as Jalāl ;

- Granada in the fourteenth (represented by the Ibn Bāṣo father-and-son team ; a treatise by the father and several instruments by the son survive) ;
- Damascus in the fourteenth (several unusual instruments, notably by Ibn al-Shāṭir, and numerous treatises) ;

- Isfahan (and also Meshed) from the sixteenth to the nineteenth (several prolific astrolabists, all competent but none in any way innovative, including Muḥammad Muqīm Yazdī, Muḥammad Zamān Mashhadī, Muḥammad Mahdī, Khalīl Muḥammad, ‘Abd al-‘Alī, Muḥammad Ṭāhir, Muḥammad Amīn and ‘Abd al-A’imma) ;
- Lahore from the sixteenth century to the eighteenth (at first, mainly one family stemming from Allāh-dād, and generally more adventurous than their colleagues in Isfahan) ; and
- Marrakesh and Meknes from the seventeenth (?) to the nineteenth (especially al-Baṭṭūṭī around 1700).

The main centres for the construction of quadrants were Damascus and Cairo in the fourteenth and fifteenth centuries (several instruments, notably by al-Mizzī, and numerous treatises preserved) ; and Istanbul from the sixteenth to the nineteenth (numerous late quadrants available).

*Institut für Geschichte der Naturwissenschaften
Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main*

SUMMARY

Islamic astronomical instruments bear witness to a tradition of over one thousand years of serious activity in astronomy in the Muslim world. Even some of the earliest and most important of these instruments are only now being catalogued, and many treatises on the construction and use of these instruments remain unstudied. Also many late instruments are the sole surviving evidence of earlier developments in instrumentation. The most popular instrument was the astrolabe, to which Muslim astronomers developed numerous improvements and modifications. In this paper other kinds of instruments will also be discussed. The available corpus of medieval Islamic instruments represents a mine of material of interest to historians of science, of technology and of art.

LE TRAITE DE L'EMPLOI DU GLOBE CELESTE D'AL-'URDĪ (XIIIe siècle)

Hossam ELKHADEM

LES GLOBES CELESTES ISLAMIQUES

Le monde islamique, pas plus que l'antiquité classique, ne conçut de cartes du ciel à deux dimensions qui, avec un système de coordonnées, auraient ressemblé aux cartes terrestres. Seul le rete de l'astrolabe fait exception. Les cartes d'étoiles n'apparurent qu'au début du XV^e siècle en Europe (1). Les manuscrits astronomiques islamiques n'offraient jamais une vision complète du ciel, avec les constellations assemblées dans un système coordonné et cohérent : chaque constellation, au contraire, était dessinée séparément, sans rien qui la rattachât aux groupes d'étoiles voisins. Seuls les globes célestes pouvaient résoudre le problème de ces constellations isolées comme elles apparaissaient sur les folios des manuscrits. D'autre part, les globes célestes sont valables pour toutes les latitudes de ce qui leur donne un avantage par rapport aux astrolabes.

Un globe céleste islamique contient en général le cercle écliptique divisé en 12 sections de 30° chacune représentant le zodiaque tandis que le cercle équatorial est gradué par degré. Un cercle méridien gradué permet de trouver les coordonnées des étoiles et le cercle d'horizon est également gradué. Un globe pouvait être incliné pour correspondre à n'importe quelle latitude en ajustant le cercle méridien par rapport au cercle d'horizon ou en changeant la position de son axe dans le cas d'un globe à cercle méridien fixe.

Différentes espèces de globes circulaient dans le monde islamique. Al-Bīrūnī, dans son *Fī taṣfīḥ al-ṣūwar wa tabḥīḥ al-kuwar* parle de globes de différentes dimensions. Selon lui, la fonction d'un globe céleste est de donner une représentation générale et complète du ciel (2). Al-Šūfī affirme avoir examiné "une grande sphère" faite par 'Alī Ibn 'Īsā al-Ḥarrānī (3) ce qui laisse supposer l'existence de petites sphères. Les globes de grandes dimensions étaient chers et souvent faits

1. Deborah J. WARNER, *The Sky Explored, Celestial Cartography 1500-1800* (New York — Amsterdam : Alan R. Liss — Theatrum Orbis Terrarum 1979) : X.
2. *Fī taṣfīḥ al-ṣūwar wa tabḥīḥ al-kuwar* (Leiden, Rijksuniversiteit te Leiden, MS 1068 14 (15), fol. 2v.) Une traduction allemande est publiée par Heinrich SUTER "Über die Projektion der Sternbilder und der Länder von Al-Bīrūnī" in *Beiträge zur Geschichte der Mathematik bei den Griechen und Arabern, Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin* 4 (1922) : 79-93.
3. *Šūwar al-kawākib al-thābita*, traduit en français par H.C.F.C. SCHJELLERUP, sous le nom *Description des étoiles fixes, composées au milieu du dixième siècle de notre ère par l'astronome persan Abd-Al-Rahman Al-Šūfī* (St. Petersbourg : Académie Impériale des Sciences, 1874) : 31.

d'argent ou d'une autre matière précieuse. Al-Qifī explique que l'astrolabiste et fabricant d'instruments Ibn al-Sanbādī racontait qu'en 435/1043 il avait vu au Caire, dans une bibliothèque publique, deux globes. L'un "en bronze", était fait par Ptolémée et, selon l'inscription, avait été acquis par le prince Khālīd Ibn Yazīd Ibn Mu'awīya (4). "Je me suis demandé en le contemplant quel âge il avait et j'ai trouvé qu'il avait 1250 ans. L'autre globe avait été fait par Abi al-Ḥusain al-Šūfī pour le roi 'Aḍud al-Dawla (5). Il pesait 3000 dirhams et avait coûté 3000 dinars" (6). L'autre espèce de globes était beaucoup plus petite et était faite de matériaux plus modestes : bois, cuivre, alliages variés, papier mâché, pulpe de papier ou tissu. Cependant, la plupart d'entre eux étaient en métal.

Comme source sur la fabrication des globes célestes, les astronomes du moyen âge islamique ont eu comme référence disponible le livre VIII, 3, de l'*Almageste* de Ptolémée. Cependant les sources islamiques elles-mêmes ne sont pas explicites concernant les techniques de construction des globes célestes. Toutefois, on trouve dans les *Libros del saber de astronomia* (7) une traduction en castillan du traité de Qusṭā Ibn Lūqā *Kitāb al-'amal bi al-kūra al-falakīyya* (8) qui jette quelque lumière sur le sujet. Par ailleurs il est très probable que les astronomes musulmans connaissaient des globes célestes grecs qu'ils purent utiliser comme modèles.

Dans la traduction castillane de Qusṭā Ibn Lūqā, on trouve des indications sur la façon de construire un globe (9) : après avoir examiné les qualités et les défauts de chaque matériau possible, il décrit les techniques de construction d'un globe en bois, solide ou creux. Dans le cas d'un globe solide, l'artisan doit indiquer sur son bloc de bois deux points qui représentent les deux pôles, puis il donne à l'ensemble une forme sphérique en travaillant au tour. Les constellations seront ensuite dessinées ou peintes sur ce globe.

Dans le cas d'un globe creux, on part de disques de bois coupés dans une sphère puis évidés et ajustés ensemble à la colle. La surface du globe est polie et les constellations y sont alors dessinées.

On peut aussi fabriquer un globe creux à partir d'anneaux de bois qui sont ensuite recouverts d'abord de parchemin appliqué avec une colle très forte puis de cuir. Le cuir est poli jusqu'à ce qu'on obtienne une sphère. Cette sphère est enduite de plâtre et polie jusqu'à obtention d'une sphéricité parfaite.

Une autre technique consiste à assembler des anneaux de bois graduellement plus petits jusqu'aux extrémités. Ces anneaux sont collés ensemble et le volume ainsi obtenu est couvert de cuir puis de plâtre.

4. Alchimiste qui, selon les sources islamiques, patronna les premières traductions scientifiques faites en arabe ; (m. ca 85/704).

5. Un sultan buwayhid (325/936-373-983) patron et élève d'al-Šūfī.

6. *Ta'riḫ al-ḥukamā'*, éd. Julius LIPPERT (Leipzig : Dieterich'sche Verlagsbuchhandlung, 1903) : 440.

7. *Libros del saber de astronomia del rey D. Alfons X* de CASTILLA avec commentaire par Don Manuel Rico y Sinobas (Madrid : Don E. Aguado, 1863-1867) : Livre VII.

8. W.H. WORREL, "Qusṭā Ibn Lūqā on the use of the Celestial Globe," *Isis*, 35 (1944) : 285-293. Pour les différents titres du traité de Qusṭā Ibn Lūqā, voir Fuat SEZGIN, *Geschichte des Arabischen Schrifttums*, Band VI (Leiden : Brill, 1978) : 181.

9. Emilie SAVAGE-SMITH, *Islamicate Celestial Globes, Their History, Construction and Use* (Washington, D.C. : Smithsonian Press, 1985) : 88 ff.

La plupart des globes célestes islamiques existants sont des sphères métalliques creuses, parmi ceux-ci on distingue ceux qui ont une jointure apparente et ceux qui n'en ont pas. Les sources littéraires médiévales restent muettes en ce qui concerne la fabrication des globes sans jointure tandis que les *Libros del saber de astronomia* expliquent sommairement les techniques pour construire les autres types de globes. Emilie Savage-Smith les résume ainsi : Un globe céleste creux est fait de deux hémisphères fondus ou martelés séparément puis soudés ou joints ensemble par une bande intérieure. L'ancienne technique métallurgique de cire perdue a été également appliquée dans la fabrication des globes creux (10).

D'autre part, lorsque al-Šūfī parle des positions des étoiles, il mentionne des globes célestes qu'il a lui-même examinés, et il nous donne l'impression qu'il s'agissait d'un objet facilement accessible. Dans le *Šūwar al-kawākib* il critique deux types de globes dont aucun ne lui donne satisfaction sur le plan scientifique. Le premier type est fait par des artisans peu familiers avec l'astronomie qui ne déterminaient pas eux-mêmes scientifiquement la position des étoiles sur le globe. L'autre type de globes est basé sur des catalogues d'étoiles dont les auteurs se contentaient d'ajouter quelques minutes aux longitudes de Ptolémée tout en prétendant s'être livrés à des observations originales. Un autre point qu'al-Šūfī critique est la mauvaise indication des magnitudes ou même des localisations erronées dues, selon lui, à un manque d'observations personnelles.

La littérature astronomique du moyen âge islamique mentionne quant à elle trois types (11) de globes célestes. Dans son *Kitāb al-ʿamal bi al-kūra al-falakīyya* Qusṭā Ibn Lūqā décrit le plus simple des trois types qui est probablement aussi le plus répandu : ce globe a un cercle méridien et un cercle horizontal divisés chacun en 360° et un pied. Sur le globe lui-même sont dessinés l'écliptique et l'équateur également divisés en 360°. Six grands cercles coupent l'écliptique en 12 sections de 30°, chacune représentant un signe du zodiaque. Le globe ne montre que les étoiles les plus marquantes, celles de l'astrolabe, sans reproduire les silhouettes des constellations. Le long de l'écliptique sont tracées les 28 *manāzil* lunaires (12).

Le second type de globes est décrit par al-Battānī (13). Il consiste en une sphère armillaire pivotante. Il a une armille supplémentaire qui pivote autour du zénith et du point opposé pour pouvoir mesurer les altitudes et les azimuts ailleurs que sur le méridien. Ces globes sont pourvus d'une alidade mobile qui pointe vers le haut et vers le bas en direction du soleil.

Le troisième type de globes célestes islamiques possède un quadrant gradué qui permet de mesurer l'altitude et l'azimut ; la rotation se fait de façon mécanique (14). Un modèle de ce type de globes a été décrit par al-Khazīnī dans

10. *Idem* : 90-95.

11. Richard LORCH and Paul KUNITZSCH, "Habash al-Hasib's Book on the Sphere and its Use," *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 2 (1985) : 68-70.

12. WORREL, *op. cit.* et *Los libros del saber de astronomia*, 163-208.

13. AL-BATTANĪ, *Al-Battani sive Albatēnii, Opus Astronomicum*, trad. & éd. par Carlo Alfonso NALLINO, 1-3 (Milano : 1899-1907).

14. LORCH and KUNITZSCH, *op. cit.*, 69-70 ; Richard LORCH, "Al-Khazīnī's Sphere That Rotates by Itself", *Journal for the History of Arabic Science* 4 (1980) : 287-329.

un ouvrage qui date de la première moitié du XII^e siècle et dont Richard Lorch a fait une étude critique et une traduction anglaise. Le mécanisme est mis en mouvement par le poids du sable qui descend lentement en actionnant un ensemble de roues, de roues dentées et de tympan, ce qui provoque la rotation d'un axe qui entraîne le globe. Comme la plupart des mécanismes islamiques, celui-ci repose sur les travaux des ingénieurs mécaniciens hellénistiques.

Parmi les trois systèmes de coordonnées décrits par Ptolémée dans l'*Almageste*, à savoir l'horizontal, l'équatorial et l'écliptique, les fabricants de globes islamiques ont choisi le dernier comme moyen de localiser les étoiles. A vrai dire, Ptolémée lui-même avait choisi la longitude et la latitude écliptiques comme coordonnées des étoiles fixes dans son catalogue d'étoiles. La raison de ce choix réside dans le fait que la latitude écliptique ne change jamais et que la longitude écliptique n'a besoin d'être modifiée qu'en fonction d'un degré de précession fixe, tandis que les coordonnées équatoriales exigeraient des calculs compliqués pour établir la position d'une étoile à toute autre époque que celle du catalogue.

Il est vrai aussi que tous les catalogues d'étoiles islamiques, d'al-Šūfī à Ulug Bēg sans exception, ont suivi celui de Ptolémée à tous points de vue, y compris le système de coordonnées écliptiques. Par conséquent, les fabricants de globes islamiques qui employaient ces catalogues pour dessiner les constellations et placer les étoiles fixes ont adopté la longitude et la latitude écliptiques de préférence au système de l'équateur céleste et de l'horizon.

Il existe une relation étroite entre les globes célestes et les catalogues d'étoiles. Cette relation est bien illustrée quand on réalise que le catalogue de Ptolémée prévoyait la construction d'une sphère sur laquelle les constellations célestes devaient être figurées avec leur dos vers l'observateur, dans l'idée qu'elles faisaient face à la terre. La même relation existe dans le monde islamique entre les catalogues d'étoiles et les globes. Dans ce contexte, le catalogue le plus employé par les fabricants de globes est celui d'al-Šūfī qui d'ailleurs se prête facilement à cet usage, en offrant une double iconographie pour chaque constellation telle qu'elle apparaît dans le ciel et telle qu'elle est dessinée à la surface d'un globe. Cependant, à partir du XVI^e siècle presque tous les globes sont basés sur le catalogue d'Ulug Bēg. Les deux catalogues d'étoiles avaient comme point de départ le catalogue de Ptolémée.

La précession dans les globes varie selon le catalogue d'étoiles choisi par le fabricant : pour Ptolémée elle est d'1° tous les 100 ans, pour al-Šūfī d'1° tous les 66 ans, pour Ibn A'lam, Ibn Yūnīs et Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī d'1° tous les 70 ans. Par conséquent, un globe céleste islamique n'est valable que pour une époque déterminée et cette validité, comme pour l'astrolabe, varie entre 50 et 75 ans.

Dans la préface de son catalogue d'étoiles al-Šūfī annonce qu'il gardera les latitudes données par Ptolémée puisqu'elles n'ont pas changé, mais qu'il modifiera les longitudes en y ajoutant 12°42' pour être en concordance avec l'année 353/964. Ulug Bēg de son côté souligne qu'il a observé toutes les étoiles mentionnées par Ptolémée sauf 27 qu'il n'a pas pu localiser. A son tour il modifie les longitudes d'al-Šūfī en y ajoutant 6°59' pour l'année 841/1437.

Bon nombre de catalogues d'étoiles du moyen âge islamique sont arrivés à nous tandis que seulement 126 globes ont survécu aux vicissitudes du temps alors

que les globes étaient certainement l'instrument le plus commun en Islam après l'astrolabe (15). Le plus ancien globe céleste islamique qui nous soit parvenu date du XI^e siècle. Il a été fait à Valence par Ibrāhīm Ibn Sa'īd al-Sahlī al-Wazzān et son fils Muḥammad. Ce globe se trouve maintenant au Museo di Storia della Scienza à Florence (16). Le globe céleste islamique le plus récent date de la deuxième moitié du XIX^e siècle.

MŪ'AYYĪD AL-DĪN AL-'URDĪ

L'auteur du traité intitulé *Risālat al-'amal bi al-kura* (17) (Essai sur l'emploi du globe céleste) est Mū'ayyid al-Dīn al-'Urḍī, astronome et ingénieur syrien de la deuxième moitié du XIII^e siècle. Après avoir achevé à Damas l'élaboration d'un certain nombre de constructions hydrauliques et d'instruments astronomiques, al-'Urḍī se trouvait dès 658/1259 à l'observatoire de Maragha (18) en Azerbaïdjan, récemment fondé par le Mongol Hulagu, petit-fils de Gengis Khan.

Al-'Urḍī fut membre de l'équipe d'astronomes attachés à cet observatoire et qui travaillaient sous la direction du mathématicien et astronome Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī (598/1201-673/1274). Au sein de l'équipe se trouvaient des astronomes chinois et le nom d'un certain Fao-Mun-Ji est arrivé jusqu'à nous.

L'observatoire de Maragha produit ce qui est connu dans la littérature astronomique islamique comme le *Zīj Ilkhānī*. Muḥammad, le fils d'al-'Urḍī, se trouvait aussi à l'observatoire de Maragha. Il construisit vers 678/1279 un globe céleste pour cet observatoire. Ce globe se trouve aujourd'hui au Mathematisch-Physikalischen Salon à Dresde (19).

Dans la littérature astronomique arabe, il existe un traité anonyme dont le titre est : *Risala fī Kaifiyat al-raṣd wa ma yuḥtaju ila ilmihī wa 'amalihi min al-ṭuruq al-mu'adiya ilā ma 'rifat 'awdat al-kawākib* (Essai sur les méthodes des observations astronomiques et ce qu'on a besoin de savoir de façon théorique et pratique concernant les méthodes qui permettent de connaître les régularités des étoiles). L'auteur y décrit les instruments employés à l'observatoire de

15. E. SAVAGE-SMITH donne une description détaillée de leurs caractéristiques (213-275). Dans l'Addendum à son catalogue, elle signale l'existence de six globes supplémentaires (275-276).

16. F. MEUCCL, *Il globo celeste arabico del secolo XI esistente nel gabinetto degli strumenti antichi di astronomia, di fisica e di matematica* (Firenze : Le Monnier, 1878) : 1-13 ; *Répertoire chronologique d'Epigraphie Arabe* (Le Caire : Institut Français d'Archéologie Orientale, 1936), 7 : 208-209 ; Maria Luisa RIGINI BONELLI, *Il Museo di Storia della Scienza a Firenze* (Milano : Electa, 1976) : 156 ; E. SAVAGE-SMITH : 217-16.

17. Le traité se trouve à l'état actuel en manuscrit à Topkapi Sarai, Istanbul. Il porte la cote : Ahmet III 3505 et il est non daté.

Pour l'instant André Koeckelenbergh et Hossam Elkhadem préparent l'édition critique et la traduction française de ce traité.

18. Sur l'Observatoire de Maragha voir, Aydin SAYILI, *The Observatory in Islam* (Ankara : Turk Tarih Kurumu Basimevi, 1960) : 187-223.

19. Adolph DRECHSLER, *Der Arabische Himmelglobus des Mohammad ben Muyid al-'Ordi vom Jahre 1279 im Mathematisch-physikalischen Salon zu Dresden* (Dresden : Baensch Stiftung, 1922) : 3-19 ; *Répertoire chronologique d'Epigraphie Arabe* (Le Caire : Institut Français d'Archéologie Orientale, 1943), 12 : 200.

Maragha. La critique historique moderne nous permet d'attribuer ce traité à Mū'ayyid al-Dīn al-'Urḍī lui-même (20).

Al-'Urḍī a également écrit plusieurs autres traités astronomiques :

Un sur la détermination de la distance entre le centre du soleil et l'apogée. Un autre sur l'astronomie de Ptolémée, ainsi qu'un manuel astronomique intitulé *al-Zīj al-'Alāʾ*.

RISĀLAT AL-'AMAL BI AL-KURA

La *Risālat al-'amal bi al-kura* (Essai sur l'emploi du globe céleste) d'al-'Urḍī contient 97 feuillets. Il est divisé en trois parties dont la première partie est une introduction. Al-'Urḍī y constate que le globe céleste, parmi les différents instruments astronomiques, est le plus ressemblant à la voûte céleste. Il remarque cependant que plusieurs opérations astronomiques ne sont pas réalisables avec le globe, tandis qu'elles le sont facilement avec d'autres instruments comme l'astrolabe sphérique et planisphérique. C'est précisément ce qui apparaît comme une lacune dans l'usage du globe céleste qui l'a motivé pour essayer de perfectionner cet instrument et tenter de le rendre le plus parfait et le plus utile des instruments d'observation. Les perfectionnements apportés au globe céleste, pour al-'Urḍī, doivent lui permettre de réaliser toutes les opérations astronomiques exécutées par les autres instruments basées sur les observations de l'ombre et des rayons de lumière, et en plus il garde évidemment ses propres avantages. Al-'Urḍī, en effet, a écrit l'*Essai* pour analyser les multiples usages du globe céleste (21).

Dans la première partie du traité, al-'Urḍī examine la littérature astronomique relative au globe céleste. Son examen est critique et il n'hésite pas à montrer les lacunes ou les défauts qu'il découvre dans chaque oeuvre. Le premier traité qui est discuté par al-'Urḍī est : *Sur l'emploi du globe céleste* de Qusṭā Ibn Lūqā (22), un célèbre ouvrage du IX^e siècle dont le contenu a été incorporé au XIII^e siècle dans les *Libros del saber de astronomia*.

Ce qu'al-'Urḍī critique dans le traité de Qusṭā Ibn Lūqā, c'est que lorsque ce dernier a voulu fixer les latitudes et les longitudes des étoiles, il l'a réalisé au moyen d'un cercle qui passe par le point d'intersection du méridien avec l'écliptique, alors que pour al-'Urḍī ce cercle-là sert, en fait, à obtenir le degré du passage d'une étoile en relation avec l'équateur céleste. Mais on n'obtient pas par ce cercle, comme le prétend Qusṭā Ibn Lūqā, le degré de longitude et de latitude des étoiles, à l'exception de certaines qui se trouveraient accidentellement soit sur le cercle de l'écliptique ou la ceinture zodiacale, soit sur le cercle passant par les quatre pôles (23). Qusṭā Ibn Lūqā, selon al-'Urḍī, au lieu de préciser les

20. Hugo J. SEEMANN, "Die Instrumente der Sternwarte zu Maragha nach den Mitteilungen von al-Urdī", *Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen*, Band 60, (1928) : 15-126 ; Amable JOURDAIN, "Mémoire sur l'observatoire de Mēragha et les instruments employés pour y observer", *Magasin Encyclopédique*, 6 (1809) : 43-101.

21. fol. 3r.

22. voir supra n 8.

23. fol. 3r-3v.

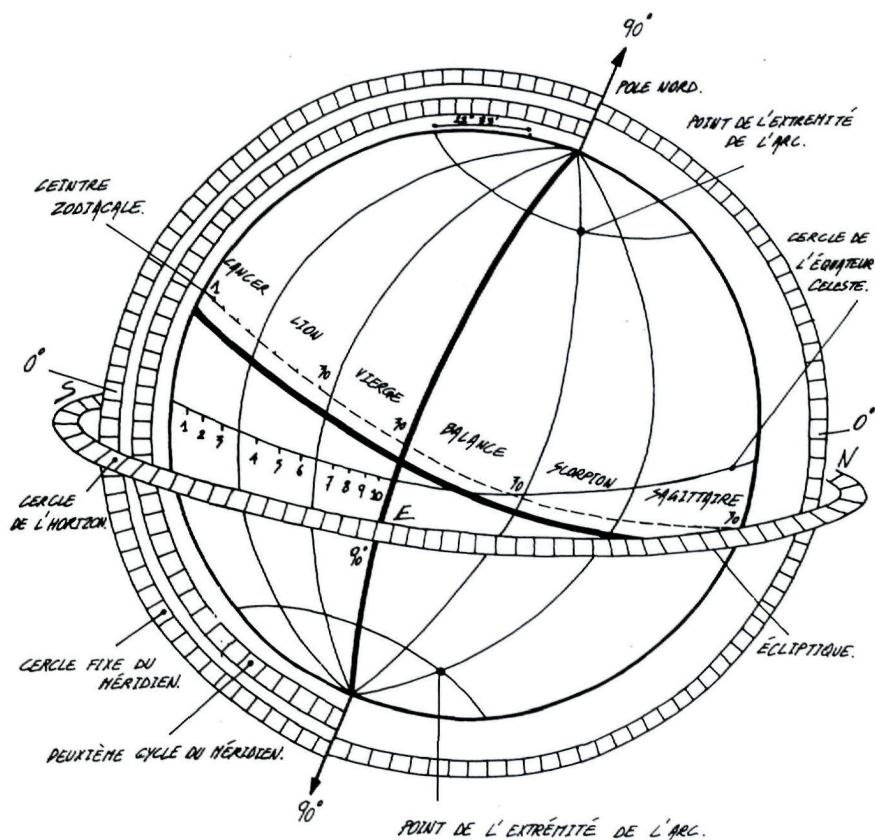


Fig. 1 — Le globe céleste classique islamique décrit par al-'Urdī.

cas exceptionnels, a établi indûment une règle générale qu'il applique à toutes les étoiles. En plus le degré de passage d'une étoile peut précéder son degré de hauteur, ou être en retard sur le degré de hauteur, ou encore il peut y avoir simultanéité par rapport au cercle du méridien.

Après cette critique de Qusṭā Ibn Lūqā, al-'Urḏī expose sa propre solution au problème : le point auquel il est correct de prendre la longitude et la latitude d'une étoile est un cercle dont le tracé passe d'une part par l'extrémité présumée de la ligne droite qui sort du centre de l'étoile, abouti à la surface du globe et, d'autre part, par les pôles de l'écliptique sur le globe.

Al-‘Urdī forme une autre critique du traité de Qusṭā Ibn Lūqā : au chapitre 53 Qusṭā mentionne un moyen de prendre la hauteur du soleil : on fixe à un angle droit un gnomon sur la surface du globe dans la partie où se trouve le soleil, puis on fait tourner le globe jusqu’à ce que le gnomon n’ait plus d’ombre. Dans cette position on peut lire la hauteur du soleil.

Al-'Urdī signale la difficulté de prendre la hauteur du soleil de cette façon.

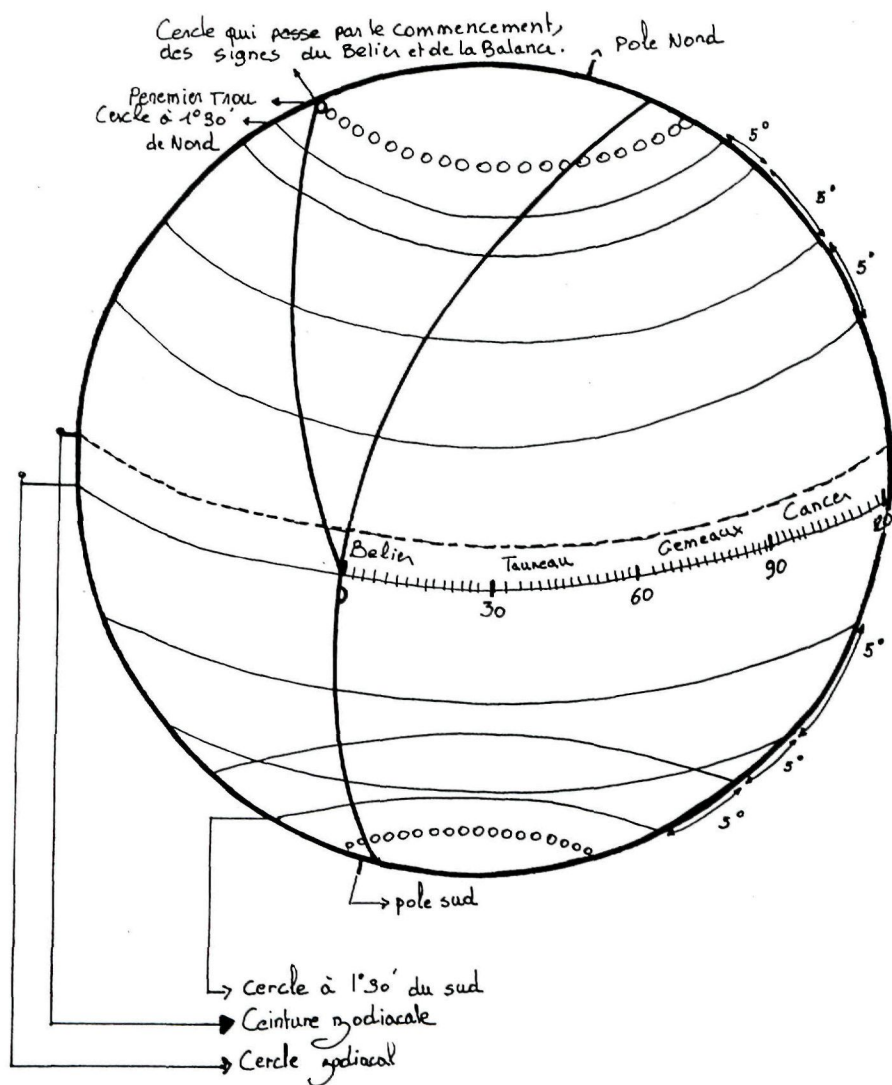


Fig. 2 — Le premier globe d'al-'Urḍī.

En plus, selon lui, Quṣṭā Ibn Lūqā ne montre pas comment prendre la hauteur des étoiles au moyen d'un globe céleste, car même si on réussit à obtenir la hauteur du soleil, la mesure est impossible dans le cas des étoiles (24).

Al-'Urḍī critique également, mais cette fois de façon moins spécifique, l'as-

tronome 'Alī Ibn 'Īsā al-Aṣṭurlābī (actif ca 246/860). Pour al-'Urdī, 'Alī Ibn 'Īsā n'a pas montré d'originalité dans son traité. En effet, l'ensemble ne diffère pas de ce que Qusṭā Ibn Lūqā a exposé dans le sien. En plus la description qu'Alī Ibn 'Īsā donne de son globe est, pour al-'Urdī, obscure et n'aide le lecteur ni à imaginer le globe en question, ni à le dessiner (25).

Un autre astronome qui fait également l'objet de critique de la part d'al-'Urdī est Ziyadatallāh Ibn al-Qadīm. Al-'Urdī constate qu' Ibn al-Qadīm a ajouté un cercle à ceux qui se trouvent habituellement sur un globe céleste afin de permettre de prendre la hauteur du soleil. Al-'Urdī rejette ce cercle pour son inutilité et son manque de maniabilité (26).

Ce sont ces défauts sérieux, et d'autres encore, qui motivent al-'Urdī pour composer son traité. En plus, il promet d'introduire des solutions aux problèmes qui n'ont pas été traités dans les oeuvres précédentes. En conséquence, il divise son traité en trois parties. La première est consacrée aux tracés qui figureront sur la surface du globe. Al-'Urdī mentionne ici ses propres contributions dans ce domaine, ainsi que ce qui était généralement connu dans les autres traités sur le sujet. La deuxième partie du traité est relative aux différents emplois du globe. Al-'Urdī, pour cette partie offre au lecteur une table des matières détaillée (27). La troisième partie du traité est consacrée aux techniques d'observations et aux justifications de chaque opération astronomique réalisée par le globe.

LA DESCRIPTION PAR AL-'URDĪ DU GLOBE CÉLESTE CLASSIQUE ISLAMIQUE

Al-'Urdī commence son traité en donnant une description du globe céleste classique islamique (28). Pour lui c'est un corps sphérique dont tous les points de la surface sont également distants du centre. Sur sa surface on trouve le cercle de l'équateur céleste, ainsi qu'un autre grand cercle qui passe par les pôles de l'équateur céleste et coupe l'équateur à angle droit. On prend deux arcs de ce cercle dont la valeur correspond à l'obliquité de l'écliptique par rapport à l'équateur céleste. Les débuts de ces deux arcs sont les deux pôles. La valeur de chaque arc, chez Ptolémée est de $23^{\circ}51'$, tandis que chez les contemporains (29), elle est de $23^{\circ}33'$, et chez d'autres (30) de $23^{\circ}35'$. On marque deux points à chaque extrémité d'un arc. Ces deux points sont les pôles d'un grand cercle qui est celui des signes du zodiaque. On indique sur l'un des pôles de l'équateur céleste "le pôle nord" ainsi que sur l'un des pôles de l'écliptique "le pôle de l'écliptique".

On prend sur le cercle du pôle de l'écliptique qui passe par les quatre points cardinaux, un arc de 90° et on trace autour de ce pôle un grand cercle que l'on appelle "la ceinture zodiacale" ; elle divise l'équateur céleste en deux moitiés. La ceinture zodiacale, elle aussi, sera divisée en deux moitiés ainsi que les arcs

25. fol. 4r.

26. fol. 4v.

27. fol. 18r-24r. Le traité contient 111 chapitres.

28. fol. 9v-17r.

29. Les astronomes de la deuxième moitié du XIII^e siècle.

30. Comme al-Battānī (X^e siècle).

qui représentent les demi-cercles qui passent par les quatre pôles. La moitié de la ceinture zodiacale qui suit les pôles nord contient les signes zodiacaux appelés "signes zodiacaux du nord". Quant à l'autre moitié, ses signes sont appelés "signes zodiacaux du sud".

Ensuite on divise la ceinture zodiacale en 12 secteurs égaux. On divise le globe lui-même de la même façon.

La partie de la ceinture zodiacale qui va de l'équateur céleste en direction de l'est et du nord est désignée sous le nom du signe du Bélier. Celle qui la suit en direction de l'est le signe du Taureau, puis les Gémeaux, ensuite le Cancer, le Lion et la Vierge.

La partie qui va de l'équateur céleste en direction de l'est et du sud, est le signe de la Balance suivi des signes qui se succèdent dans cette direction jusqu'au Sagittaire. Ensuite en direction de l'est et du nord jusqu'à la fin du signe des Poissons.

Il faut encore, pour al-'Urḏī, diviser l'écliptique et l'équateur céleste chacun en 360°. Le début de cette division est le signe du Bélier. Cependant dans le cas de l'écliptique, il faut que chaque signe zodiacal trouve ses limites entre 1° et 30°, tandis que dans le cas de l'équateur céleste la graduation est continue de 1° à 360°, ce qui correspond à la fin du signe des Poissons.

Après avoir tracé les cercles nécessaires sur le globe, al-'Urḏī aborde le tracé des étoiles et des constellations. On trace sur la surface du globe la position des étoiles selon leur longitude et leur latitude après avoir changé la valeur de leur longitude en fonction du décalage de temps entre la date de la compilation du catalogue d'étoiles employé et la date de construction du globe. Après avoir localisé la position des étoiles, on dessine les configurations représentant les 48 constellations. Ensuite on note le nom de chaque configuration et de chaque étoile connue.

Pour le cercle fixe du méridien, al-'Urḏī précise qu'on prend un cercle [métallique] dont la concavité corresponde parfaitement à la convexité du globe. Le cercle du méridien qui entoure le globe est fixé à celui-ci en deux points symétriques.

A l'intérieur du cercle fixe du méridien on attache un autre cercle directement accroché au globe par ce cercle [fixe] qui représente le méridien. Les cercles de méridien contiennent chacun dans leur ensemble 360°. La graduation de ces cercles commence au point d'attache des cercles méridiens au globe jusque 90°, puis en sens contraire de 0° jusque 90°. On répète alors la graduation pour les 180° restant.

Al-'Urḏī recommande une autre graduation contraire à la première car, au lieu de prendre les points d'attache des cercles méridiens au globe comme 0°, elle les prend pour 90° et elle régresse jusqu'à 0°. Al-'Urḏī estime que la deuxième méthode de graduation rend la lecture des coordonnées d'une étoile plus facile. Le cercle du méridien, signale al-'Urḏī, contient les arcs de jour et les arcs de nuit. Le méridien du globe est parallèle au méridien céleste.

Un autre cercle sur le globe est celui de l'horizon. Comme pour les cercles méridiens, la concavité de ce cercle doit être calculée sur la convexité du globe. La surface supérieure du cercle d'horizon divise le globe en deux moitiés égales :

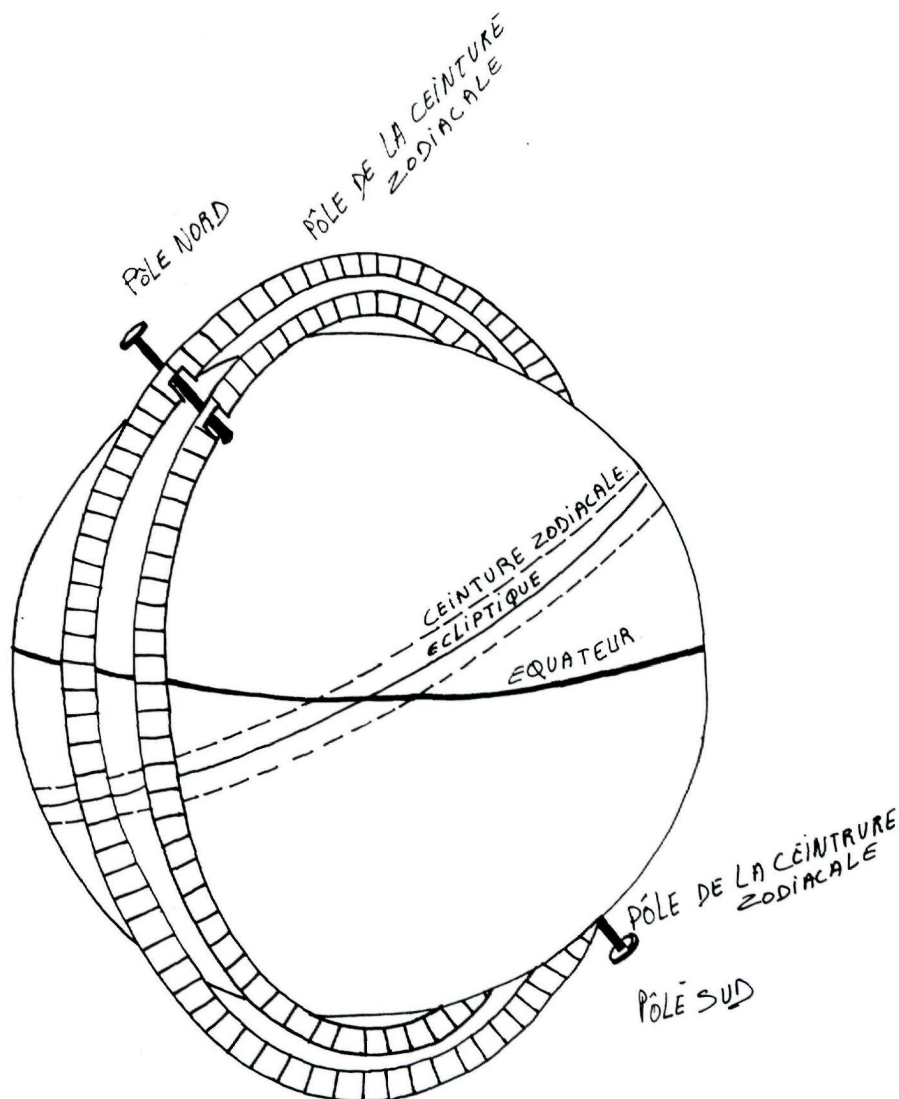


Fig. 3 — Le deuxième globe d'al-'Urdī.

une moitié est apparente pour l'observateur et l'autre est cachée. Le cercle d'horizon comporte 360° qui commencent au point d'intersection à angle droit du cercle du méridien avec le cercle d'horizon. La graduation se répète tous les 90° . On indique les quatre points cardinaux sur le cercle d'horizon.

La dernière étape est la construction de l'armature dans laquelle le globe sera enchâssé. Al-'Urdī ne donne pas d'instructions particulières pour cette étape.

D'un autre côté al-'Urđī nous propose la construction d'un autre globe de sa propre invention (31). L'avantage de ce globe pour al-'Urđī est que, contrairement aux globes traditionnels, sa validité et son emploi ne sont pas limités dans le temps. En effet, si le globe céleste classique avait, comme l'astrolabe, une durée de validité voisine de 50 à 75 ans, le globe qu'al-'Urđī nous propose restera utilisable pour une durée indéterminée.

Al-'Urđī constate que son invention est la première du genre (32). On procède pour le tracé de globe selon les étapes suivantes :

On trace légèrement sur la surface du globe un grand cercle qui représente le cercle zodiacal. On prend un point sur le cercle pour indiquer le commencement du signe du Bélier en un temps donné. On inscrit sur les deux pôles du cercle le nord et le sud. Ensuite on divise le cercle en 360° et on marque le commencement de chacun des signes zodiacaux ainsi que son nom. Puis on fixe les positions des étoiles sur le globe en déterminant pour chacune sa longitude et sa latitude, selon le catalogue d'étoiles de Ptolémée dans l'*Almageste* ou selon un autre catalogue sans additionner ni soustraire de degré (33). On écrit l'époque du catalogue sur le globe. Ensuite on trace un grand cercle qui passe par le commencement du signe du Bélier, par le pôle de la ceinture zodiacale et par le commencement du signe de la Balance. Ce cercle doit être dessiné légèrement sur la surface du globe. A partir de ce cercle, et précisément à partir des deux points par lesquels il passe, on trace deux arcs égaux dont la valeur de $1^\circ 30'$ plus grande que celle de la déclinaison majeure.

Ensuite on trace autour de ces deux pôles et à la même distance, deux cercles parallèles entre eux et à la ceinture zodiacale. De ces deux cercles sortent, vers les deux pôles, une série de cercles à 5° de distance l'un de l'autre. Puis on trace aussi autour des pôles deux cercles dans lesquels on perce autant de trous que possible : ce sont des pôles de l'équateur céleste et ils entourent les pôles de l'écliptique (34). Les premiers trous doivent être percés sur le cercle qui passe par le commencement du signe du Bélier et du signe de la Balance. Les distances entre eux doivent être égales, pour que tous les deux trous, on trouve un pôle qui passe par le centre du globe.

Après on trace autour des pôles de l'écliptique deux cercles sur lesquels on perce des trous qui sont [en même temps] des pôles. Puis on trace aussi autour des pôles deux autres cercles de $1^\circ 30'$ en moins que la valeur de la déclinaison majeure pour que tous les pôles soient enfermés entre ces deux cercles : le nord et le sud et les deux autres cercles tracés précédemment.

Les chiffres sont ensuite écrits dans les places qui ont été réservées à côté de l'intersection des cercles. Pour le cercle qui passe par le commencement du signe du Bélier et du signe de la Balance les chiffres sont écrits à rebours de la succession des signes zodiacaux, jusqu'à ce qu'on arrive au commencement de la notation des chiffres. On divise la graduation comme on le fait pour l'écliptique et ses pôles, soit en 360° .

31. fol. 13v. seqq.

32. fol. 14r.

33. fol. 14r.

34. fol. 15v-16r.

On peut remplacer tous les petits cercles, sauf le cercle sur lequel se trouvent les trous des pôles de l'équateur céleste, par la graduation du cercle zodiacal dont on écrit la graduation à rebours à partir du commencement du signe du Bélier. Toutefois la première méthode, pour al-'Urđī, est plus facile pour localiser les étoiles.

Lorsqu'on désire employer ce globe pour une date donnée, ou pour la date du catalogue d'étoiles que l'on a employé pour déterminer les positions des étoiles sur le globe, on fixe les pôles de l'équateur céleste dans les deux trous par lesquels passe le grand cercle qui touche les points de commencement des signes du Bélier et de la Balance.

Mais si la date à laquelle on ajuste le globe précède la date du catalogue d'étoiles employé, on fixe les deux pôles selon la succession des signes du zodiaque à 1° pour tous les 100 ans, selon l'opinion des anciens, et à près de $1^{\circ}30'$ selon l'opinion des contemporains. Il est très rare qu'on demande de réaliser cette opération.

Mais lorsque la date donnée pour fixer le globe est plus tardive que celle du catalogue d'étoiles, on doit procéder dans le sens contraire.

Il faut remarquer ici, et al-'Urđī insiste, qu'on doit écrire sur le globe la date du catalogue d'étoiles sur lequel les positions des étoiles ont été copiées pour connaître le laps de temps écoulé entre la date du catalogue et la date donnée pour l'exécution de l'opération demandée ; ensuite généralement on ajuste les positions des pôles selon le besoin (35).

D'un autre côté on doit, pour al-'Urđī, déplacer les deux pôles en sens contraire au sens de la succession des signes du zodiaque du côté du grand cercle qui est à angle droit sur le cercle qui passe par les premiers points du signe du Bélier et du signe de la Balance en reprenant, par exemple, 1° tous les 100 ans.

On ajuste le globe, selon la position déduite de ce calcul, sur un seul pôle. Ce pôle est le pôle du globe pour la date de cette opération.

En ce qui concerne les autres cercles et l'armature du globe, on les fait comme il a été expliqué plus haut sans aucun changement.

D'un autre côté, al-'Urđī précise que le point d'intersection est celui qui se trouve à une distance de 90° des deux pôles, à partir du cercle passant par les quatre pôles.

Lorsque après avoir tourné le globe, il est revenu à sa position initiale, le point d'intersection est situé sur le cercle de l'équateur céleste pour ce moment donné.

En conséquence l'entrée dans le signe du Bélier à un moment donné est indiqué par le point de l'écliptique qui atteint 90° avant de changer la position du pôle après rotation du globe. L'écliptique étant orienté vers l'est et le nord. Si au contraire l'écliptique est orienté vers l'est et le sud, ce point est l'entrée dans le signe de la Balance.

Cependant al-'Urđī signale qu'on peut substituer aux trous que nous avons faits comme pôles de l'équateur céleste, deux cercles mobiles attachés au corps même du globe et animés d'un mouvement circulaire (36). Les surfaces de ces

35. fol. 16v.

36. fol. 17r.

cercles doivent être face à la surface du globe. On fait dans chaque cercle un seul trou qu'on peut déplacer selon le nombre de degrés qu'on présume nécessaire pour un intervalle de temps donné. On fixe les centres de ces deux trous sur le grand cercle qui passe par les pôles de la ceinture zodiacale ainsi que par le degré nécessaire pour le temps donné.

Ce type de globe, selon al-'Urḍī, ne doit pas non plus changer avec l'écoulement du temps. On peut l'employer à tout moment. On utilise le fil à plomb lorsqu'on emploie le globe afin d'ajuster sa position de telle façon que son horizon soit parallèle à l'horizon réel.

Dans l'introduction à la deuxième partie de son traité, al-'Urḍī donne les deux définitions suivantes :

1. "Lorsque nous disons que nous faisons tourner le globe dans un premier mouvement, nous entendons par là déplacer la partie qui se trouve sur le cercle du méridien en direction de l'horizon de l'ouest et la partie qui est sur l'horizon de l'est vers le cercle du méridien" (37).
2. "Lorsque nous disons que nous faisons tourner [le globe] à l'inverse de ce premier mouvement ou de l'ordre de la succession des signes du zodiaque, nous entendons par là déplacer la partie qui se trouve sur le cercle du méridien en direction de l'est" (38).

Après les deux définitions, al-'Urḍī nous donne la table des matières du traité. Elle contient 111 chapitres : 105 chapitres relatifs aux différentes opérations astronomiques et géodésiques et 6 chapitres consacrés au tracé des cadrans solaires. A titre d'exemple voici quelques problèmes astronomiques et les solutions proposés par al-'Urḍī au moyen du globe céleste :

CHAPITRE 1 : *Sur la technique pour ajuster la position du globe de façon à déterminer la hauteur angulaire et le méridien.* Al-'Urḍī propose deux techniques : soit en déposant le globe sur une surface parfaitement horizontale et en ajustant la mise à niveau au moyen d'un fil à plomb, soit en suspendant le globe par des chaînes après avoir déterminé la longueur de ces chaînes au moyen d'un fil à plomb. Dans les deux cas l'horizon du globe doit être parallèle à l'horizon réel (39).

CHAPITRE 2 : *Sur la technique pour déterminer la hauteur angulaire du soleil.* On ajuste le globe dans sa position horizontale. On introduit un gnomon dans un trou du cercle méridien, ensuite on tourne le globe jusqu'à ce que le cercle méridien ne projette plus d'ombre sur la surface du globe. On relève le gnomon, le rayon de soleil passe alors par le trou et se projette, en forme circulaire, sur le globe. On lit ensuite sur la graduation du cercle méridien la hauteur angulaire du soleil à ce moment-là (40).

CHAPITRE 7 : *Sur la détermination de la latitude d'une localité en observant une étoile qui apparaît de façon permanente dans cette localité.* On ajuste la position du globe et on prend la culmination supérieure et la culmination inférieure

37. Mouvement diurne ; fol. 18r.

38. Mouvement annuel ; fol. 18r.

39. fol. 24r.

40. fol. 24r-24v.

d'une étoile qui apparaît toujours dans la localité. Cette observation doit avoir lieu pendant une nuit d'hiver, c'est-à-dire au début et à la fin d'une telle nuit et non à un autre moment. Cette observation doit être faite sur une étoile particulière. On additionne les deux valeurs des deux hauteurs angulaires. Ensuite on divise le résultat par deux. Le résultat [de la division] est égal à la hauteur angulaire du pôle pour cette localité qui est également la valeur de la distance du zénith de l'équateur céleste. C'est aussi la latitude de la localité.

Si on veut, on peut aussi prendre la moitié de la soustraction des valeurs des deux hauteurs angulaires et ensuite la soustraire de la valeur la plus élevée des deux altitudes tandis qu'on l'additionne à la valeur moindre. Ce qui reste est l'altitude du pôle qui est aussi la latitude de la localité (41).

CHAPITRE 8 : *Sur la détermination de l'obliquité de l'écliptique de celle de l'équateur céleste en vue de connaître la latitude d'une localité.* On observe le soleil jusqu'à ce qu'il soit proche de l'un des solstices et avant qu'il l'atteigne. Savoir cela est facile : on ajuste le globe dans un endroit où le ciel est découvert pour effectuer des observations. On observe le soleil plusieurs jours successivement à midi. Lorsque [le gnomon attaché au] cercle méridien ne projette plus d'ombre, il y a culmination supérieure du soleil ou culmination inférieure dans le cercle méridien pour ce solstice considéré. J'entends par "culmination inférieure" ici l'altitude minimale du soleil dans le méridien pour tous les jours de l'année. De même j'entends par "culmination supérieure" l'altitude maximale du soleil pour l'ensemble des jours de l'année également.

On obtient de ces deux observations les déclinaisons de deux endroits extrêmes auxquels le soleil peut se trouver sur l'arc de la sphère céleste à midi. On divise cet arc en deux. Le point [de commencement] d'une moitié est [sur un cercle] parallèle à l'équateur céleste. La valeur de cette moitié est un extremum de la déclinaison de l'écliptique par rapport à l'équateur céleste. Cette valeur correspond à celle du point situé à 90° sur le cercle d'azimut et à sa distance angulaire au zénith lorsqu'il atteint l'un des points de solstice, [tandis qu'] il est à sa valeur angulaire maximale du zénith lorsqu'il atteint l'autre point solsticielle. On peut ainsi connaître l'ordre de grandeur de la hauteur du soleil et on déduit la latitude de la localité (42).

CHAPITRE 9 : *Sur la détermination de la latitude d'une localité au moyen d'une étoile tracée sur le globe.* On fixe le globe à la position d'observation et on prend la hauteur d'une étoile qui se trouve sur le globe dans la direction du nord ou du sud par rapport au zénith. On fait une marque de la même valeur d'altitude sur la moitié de la culmination supérieure de l'étoile et dans la même direction. Ensuite, on fait coïncider la valeur de cette moitié sur le cercle du méridien, qui n'est que la face biseautée du cercle complet des pôles. Alors on fixe le globe et on ajuste le pôle apparent jusqu'à ce que le centre de l'étoile atteigne la hauteur de la marque sur la moitié de la culmination supérieure de l'étoile. Lorsqu'on a réalisé l'opération, on arrive à rendre la position du globe parallèle à celle de

41. fol. 26v-27r.

42. fol. 27r-28r.

la sphère céleste à ce moment-là. Lorsqu'on regarde le pôle apparent dans cette position du globe, on trouve que la valeur numérique, qui est plus élevée de celle de la moitié de la culmination supérieure de l'étoile, est celle du pôle apparent et aussi la latitude de la localité (43).

CHAPITRE 14 : *Autre technique pour déterminer dans quelle partie de l'écliptique se trouve le soleil au moyen de sa culmination supérieure, de la saison et de l'attitude de la localité.* On ajuste le globe à la position d'observation et on prend l'extremum supérieur du soleil ce jour-là. On marque l'endroit éclairé du cercle méridien au moment où le soleil atteint son extremum supérieur. Ensuite on côtoie le quart de l'écliptique où le soleil se trouve avec le cercle du méridien où le soleil se trouve à ce moment-là (44).

CHAPITRE 15 : *Sur la détermination de la partie ascendante de l'écliptique et des autres points cardinaux durant la journée.* On détermine le degré [de la hauteur angulaire] du soleil et on ajuste le globe pour l'observation. On prend la hauteur angulaire du soleil à ce moment là. On fixe [la position] du degré, le cercle d'azimuth et le pôle en accord [avec cette mesure]. On fait tourner le globe jusqu'à ce que la partie [face au] soleil soit éclairée par le rayon qui passe à travers l'appareil de mesure sur la surface du globe. Lorsque cette partie du globe se trouve au centre de la lumière du rayon, c'est à ce moment-là que nous mettons le degré du soleil à sa hauteur angulaire et que nous côtoyons la position du globe avec celle de la sphère céleste. J'entends par "côtoyer" que chaque point sur le globe dans sa position en relation avec le cercle d'horizon du globe et les autres cercles, correspond à sa position dans la sphère céleste, [c'est-à-dire] sur l'horizon et sur les autres cercles astronomiques équivalant aux cercles du globe.

On regarde l'horizon est, ce qu'on y trouve de degrés des signes du zodiaque, c'est l'ascendant, [tandis que] ce qui se trouve sur l'horizon ouest, ce sont [les signes du zodiaque] couchants. Sur le cercle du méridien se trouve la deuxième [partie des signes du zodiaque] et sur la moitié inférieure de ce cercle, la quatrième [partie des signes du zodiaque] (45).

CHAPITRE 19 : *Sur la détermination du nombre d'heures égales et de fractions d'heures qui se sont écoulées de jour et de nuit pour une localité dont la latitude est connue, lorsque le degré du soleil sur l'écliptique est connu.* On détermine l'arc du jour pour la partie traversée par le soleil dans la localité. On le divise par 15. Le résultat est le nombre d'heures égales complètes [car l'arc du jour qui contient 360° est traversé par le soleil en 24 heures, donc une heure est égale à 15°]. Les fractions, on les multiplie par 4. Le chiffre obtenu est une fraction de 60 qui représente le nombre de minutes dans l'heure égale. Ce qu'on obtient de fractions d'heures égales et de fractions du jour est une partie de l'ensemble de 24 heures qui représente les heures de jour et de nuit (46).

43. fol. 28r.

44. fol. 31r.

45. fol. 31v-32r.

46. fol. 32r-32v.

CHAPITRE 21 : *Sur la détermination de la durée des heures inégales de jour et de nuit pour un degré connu dans une latitude connue.* On détermine l'arc du jour pour ce degré dans cette latitude. On le divise par 12 [pour obtenir la durée des heures inégales]. Le nombre obtenu est celui des heures inégales de ce degré dans cette latitude. Ensuite on soustrait de la longueur des heures 30. Le reste est le nombre des heures inégales de la nuit dans cette latitude.

L'heure inégale est un douzième du temps qui sépare le lever du coucher du soleil pour le jour et le coucher du lever du soleil pour la nuit (47).

CHAPITRE 36 : *Sur la détermination de la distance entre une étoile et l'équateur céleste ainsi que l'orientation de cette distance.* On détermine le centre de l'étoile dont on désire connaître la distance [de l'équateur céleste] et on le marque sur le cercle méridien. On note le chiffre sur le cercle méridien qui se trouve à la même hauteur que celui qui correspond au centre de l'étoile. Ce chiffre est celui de la distance entre l'étoile et le pôle le plus proche d'elle. Ce chiffre moins 90° est celui de la distance [de cette étoile] à l'équateur céleste. Le chiffre au-dessus de 90° est celui de sa distance à l'autre pôle (48).

CHAPITRE 40 : *Sur la détermination des ascensions des signes zodiacaux sur un globe ajusté.* On place les deux pôles du globe sur l'horizon et on fixe le premier point du signe dont on veut déterminer l'ascension sur l'horizon, puis on marque son équivalent sur l'équateur céleste. Ensuite on fait tourner le globe une première fois jusqu'à ce que les degrés des signes zodiacaux soient sur l'horizon est. On marque l'équivalent sur l'équateur céleste. Ensuite on compte [les degrés] entre la première et la deuxième marque. Ce qu'on obtient est le degré de l'ascension du signe du zodiaque [choisi]. Selon le même procédé, on obtient les ascensions des autres signes zodiacaux (49).

CHAPITRE 51 : *Sur la détermination de la longitude et de la latitude des étoiles tracées sur le globe.* On observe l'étoile, si elle est dans la moitié nord de la ceinture zodiacale, on fixe le pôle nord des signes du zodiaque sur le point du zénith et on fixe le globe [sur cette position-là]. Ensuite on fait tourner le cercle d'azimut jusqu'à ce qu'on voie au milieu de l'incision le centre de l'étoile dont on désire connaître la latitude et alors on le fixe aussi. Ensuite on manoeuvre l'index jusqu'à ce qu'on voie au milieu de la pinnule de l'appareil de mesure. On regarde l'index de hauteur pour connaître le degré [que le centre de l'étoile occupe] sur sa graduation. Ce degré est celui de la latitude de l'étoile. Le degré qui figure sur le cercle d'azimut dans la ceinture zodiacale est celui de la longitude de cette étoile (50).

*Université Libre de Bruxelles
Faculté de Philosophie et Lettres
50 av. F. Roosevelt
B-1050 Bruxelles*

47. fol. 33v.

48. fol. 41v.

49. fol. 44r.

50. fol. 47v-48r.

SUMMARY

The first part of this article presents an overview of the general principles of construction and fabrication of Islamic celestial globes. The second part analyses the treatise *Risālat al-'amal bi al-kura* (On the use of the celestial globe) by the 13th century Syrian astronomer and engineer Mū'ayyid al-Dīn al-'Urḍī, who invented a celestial globe that could be used for an indefinite period of time.

LA PRECISION DES MESURES ASTRONOMIQUES AVANT TYCHO BRAHE.

André KOECKELENBERGH*

Alors que depuis l'antiquité l'homme s'est efforcé d'imaginer des modèles géométriques, reflets de la perfection, en vue de mieux représenter les phénomènes célestes observables, il a peu tiré les conséquences des différences entre tables calculées et positions observées (en jargon de métier : O-C). Il avait peu confiance dans la valeur de ses observations et était amené à trancher le dilemme "réalité observée- connaissance théorique" en faveur de son second terme. C'est un des traits propre à la science expérimentale moderne que d'être en état de donner la prééminence aux observations. Copernic en fut la victime pendant des décennies durant lesquelles il n'avait aucun argument observationnel déterminant en faveur de son système. Newton connut durant vingt ans l'attente d'une valeur expérimentale meilleure du rayon terrestre avant de publier ses Principia. Un des rares exemples anciens date d'Hipparque (250 av. notre ère) qui disposait de compte rendus d'observations d'éclipses de Soleil et de Lune remontant à un millénaire dans le passé. Grâce à la cumulation des effets (50'' par an, inobservables sur un intervalle court) sur une longue période (1° 23' par siècle), il put mettre en évidence et calculer l'effet de la précession des équinoxes.

La cause en tient au fait que l'observation visuelle directe a été la seule ressource de l'astronomie depuis ses premières descriptions des événements célestes, entre 4000 et 6000 avant notre ère, jusqu'à la mise en service des lunettes vers 1610. Il fallut encore attendre Flamsteed à la fin du XVIIe siècle (près d'un siècle plus tard) avant que des systèmes optiques soient convenablement couplés — en lieu et place des alidades — aux cercles, quadrants et sextants.

AVANT 1600, QUE MESURE-T-ON ?

Des angles par rapport à la Lune, au Soleil, aux planètes et aux étoiles, dans des plans parallèles à l'équateur céleste ou à l'écliptique ainsi que des hauteurs angulaires ou des distances zénithales angulaires par rapport à l'horizon de mer ou la direction verticale matérialisée par un fil à plomb. Les heures sont données par des cadrans solaires et l'ombre incertaine des gnomons rythme l'histoire. Les sabliers, rampes à huile, clepsydras, pendules mal entretenus et horloges à poids médiocrement régulées mesurent les intervalles de temps.

* Chargé de Cours à l' Université Libre de Bruxelles, à l'Institut des Hautes Etudes, astronome à l' Observatoire Royal de Belgique.

COMMENT MESURE-T-ON ?

Oeil et oreille. La direction d'un astre est matérialisée par une ligne de visée qui s'appuie sur l'oeil de l'observateur et deux repères alignés sur un support de rigidité non garantie. C'est le dispositif universel de l'alidade équipée d'oeil-letons, de pinnules, de pastilles ou de fentes. Ce sont aussi le guidon à cran et mire et le couple oculus — gnomon pour repérer les deux luminaires.

L'observation consiste en un difficile centrage des éléments de repérage installés aux deux extrémités de l'alidade et leur alignement sur l'objectif. Avec le bâton de Jacob ou l'arbalestrille, il s'agit de mener deux alignements divergents au moyen d'un encombrant dispositif, souvent mal soutenu, en faisant glisser une réglette. Des petits angles pouvaient être mesurés au moyen d'un "micromètre à découpe" apparenté au dispositif précédent.

La mesure elle-même s'effectue directement au moyen de graduations gravées ou dessinées sur le tour ou la tranche du cercle instrumental. Trois méthodes permettent de lire des valeurs intercalaires: le nonius du portugais Nunes (1492-1577) et qui permet d'exprimer les angles par plusieurs fractions de quart de cercle de valeur très voisines, les transversales déjà utilisées par les anciens et, au profit desquelles Tycho Brahé sera vite amené à abandonner le système précédent, et enfin, le système de division par vernier imaginé à la fin du XVI^e siècle par Pierre Vernier (1580-1637) qui reste aujourd'hui le seul qui soit en usage généralisé (pied à coulisse, palmer etc...).

L'oeil humain est évidemment un merveilleux et puissant système optique naturel. Il limite irrévocablement la finesse des mesures. On sait qu'il consiste en une poche de 2 cm de diamètre, environ, fermée par un voile transparent d'épaisseur et d'homogénéité à peu près constante (la cornée), suivie d'une pupille dilatable de diamètre utile compris entre 3 et 8 mm (on admettra une moyenne de 5 mm en éclairage modéré) derrière laquelle un cristallin transparent à deux rayons de courbure variables construit une image du champ observé sur la rétine porteuse des éléments cellulaires photosensibles (cônes et bâtonnets de 5 micromètres d'extension).

Un oeil humain moyen est capable de discerner deux sources ponctuelles (étoiles) de même éclat modéré lorsqu'elles sont séparées d'un angle supérieur à une minute d'arc de degré.

Pour rappel, à bout de bras (60 à 70 cm),

un poing fermé couvre	10 degrés d'arc
un pouce dressé	2°
un fil de 1mm d'épaisseur	0°.1 soit 6'
un fil de 0.3mm	0°.03 2'

De même, sur la tranche d'un cercle de 60 cm de diamètre, un degré d'arc représente 5.2 mm. L'oeil distingue mal 0.1mm.

Sur un petit astrolabe de diam. =	11.4 cm,	1 mm = 1° et 0.1 mm = 6'	
astrolabe	20 cm	1.8	3'.3
petit cercle	60 cm	5.2	1'
grand cercle	1.80 m	15.7	23''
	2.70 m	23.5	15''

Le pouvoir de résolution angulaire d'un système optique de bonne qualité quant à la perfection de ses faces et à sa transparence vaut :

$$P(\text{en radian}) = 1.22 \lambda / D$$

λ est la longueur d'onde (en l' occurrence 390 à 700 nm pour la lumière blanche) et D est le diamètre de la pupille d'entrée du système optique (objectif réfracteur ou miroir réflecteur)

soit, en '' (seconde) d'arc de degré :

$$P('') = 14 \text{ cm} / D(\text{cm})$$

Pour l'oeil humain, $3 \text{ mm} < D < 8 \text{ mm}$, et $\lambda = 550 \text{ nm}$, il vient :

$$18'' < P < 47''$$

En supposant la longueur focale de l'oeil de 20 mm en moyenne, et la séparation des éléments rétinien à 5 micromètres, la perception angulaire des éléments d'information sur la rétine (pixels), vaut :

$$\beta = 5.10^{-3} / 20 = 2.5.10^{-4} \text{ soit } 50''$$

Les deux termes qui commandent la perception oculaire moyenne sont du même ordre de grandeur : $50''$.

En fait, en lumière bleue, la performance peut être légèrement améliorée. La sensibilité photonique s'effondre et seul un observateur habile peut exploiter l'hypermensibilité et le pouvoir résolvant amélioré de la petite tache jaune située sur la rétine. Ceci signifie que dans des conditions exceptionnelles très rarement remplies un observateur bien entraîné peut gagner un facteur 2 sur cette estimation ($25''$).

Lors de mesures d'angle relatives au Soleil, le diamètre apparent moyen de l'astre (par ailleurs à peu près identique pour la Lune) vaut un demi degré. Le flou (épaisseur) de la pénombre d'un gnomon correspond à $30'$. On peut donc vraisemblablement tenir toute mesure d'angle faite sur l'astre solaire pour précise au quart de cette grandeur soit comprise entre $\pm 7.5'$ à $\pm 15'$ selon les circonstances (brume, inclinaison du faisceau, hauteur de l'astre).

Sur la détermination d'un instant correspondant cela représente $\pm 1 \text{ min}$. Sur un intervalle de temps (deux mesures), l'erreur peut atteindre $\pm 2 \text{ min}$.

Un dernier élément de précision en matière d'alignement géométrique concerne l'alidade à deux fentes (ou oeillets) d'ouverture voisine de 0.3 mm. On peut difficilement concevoir une fente plus mince en raison des franges de diffraction qui apparaissent assez aisément. Dans le cas qui nous intéresse, la fente voisine de l'oeil n'est pas gênante et la séparation angulaire est définie par la demi ouverture.

Au bout d'un bras de 20 cm la précision est de $\pm 1' 30''$

$$1 \text{ m} \quad \pm 30''$$

Tycho Brahé utilisait 2 m, ce qui autorisait $\pm 15''$

Ces valeurs correspondent bien aux meilleures déterminations de Tycho, selon les instruments dont il faisait usage.

Un des problèmes majeurs de l'estimation des erreurs d'observation, avant l'intervention de Tycho Brahé, tient au caractère occasionnel, non systématique et non répétitif des observations faites par les anciens, par les arabes et durant le moyen âge. En réalité, nous manquons totalement d'informations sur la manière dont procédaient les astronomes et dont ils traitaient leurs données d'observation en raison de leur manque de rigueur dans la tenue des notes au cours

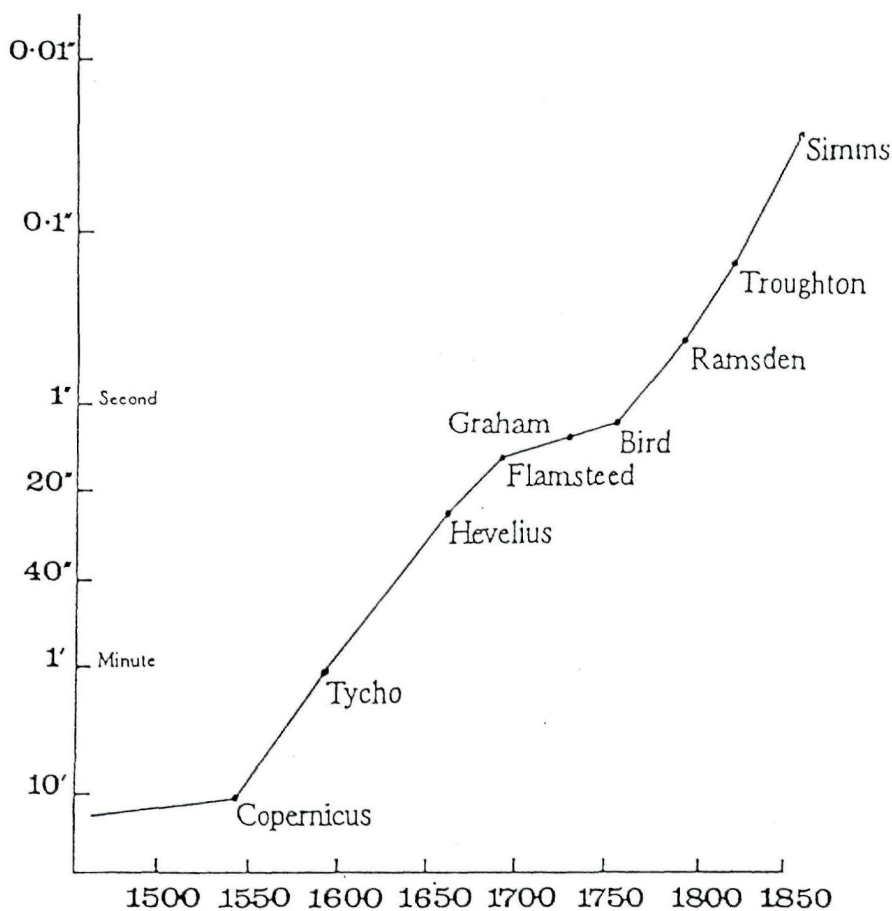


Fig. — Précision de la graduation des échelles de mesure (d'après Allan Chapman).

On voit la considérable amélioration des gravures au cours du XVI^e siècle. Entre Tycho Brahé et Jean Hévélius, un système dioptrique complète le dispositif de visée et une loupe-oculaire permet de mieux lire les graduations. D'où la précision du quart de minute qui peut être attribuée aux meilleures observations de Tycho.

des séances d'observation. Grace aux observations de son patron, Tycho Brahé, et aux siennes, Képler a pu disposer de positions planétaires dont la différence avec les tables qu'il possédait se trouvaient souvent inférieures à $\pm 10''$. Cela lui a donné le moyen de tracer des orbites de Mars et de la Terre avec une précision suffisante pour qu'apparaissent les effets de leur excentricité. Les lois des mouvements planétaires, les lois de Képler, en sont les fruits les plus illustres. Tycho explique qu'il travaille à l'exemple de Regiomontanus (1423-1476) et de Bernard Walther (1430-1504) son élève. Et il semble bien que ce soit essentiellement

l'exemple de Walther qui l'ait influencé dans la mesure où ce dernier est le constructeur d'instruments de Régiomontanus, qu'il devint son élève et fut son continuateur pendant trente ans. Il semble avoir compris que faire de bonnes observations par séries nombreuses et répétitivement pendant des périodes longues, permet de stabiliser l'ordre de grandeur des erreurs d'observation au niveau le plus bas compatible avec les instruments de mesure. En outre, dans la plupart des cas après le décès de son maître, il innove des techniques. Tant qu'il use d'un bâton de Jacob, jusqu'en 1484, ses erreurs sont de l'ordre de $\pm 30'$, dès qu'il se sert d'une alidade montée sur une grande sphère armillaire, les erreurs descendent au voisinage de $\pm 10'$. Il est un des découvreurs du phénomène de réfraction atmosphérique ce qui impose une erreur inférieure à $\pm 7.5'$ sur les mesures de hauteur angulaire du Soleil et de la Lune. Il comprend que l'utilisation de l'horloge pour déterminer des intervalles de temps par différence sur des périodes courtes augmente la précision relative, ce qui suffit souvent.

Il réalise qu'il est plus intéressant de mesurer des différences angulaires de longitude avec un instrument écliptique entre Vénus et les autres planètes ou étoiles qu'en se rapportant à la Lune qui présente un diamètre apparent sensible, source d'imprécisions. Il comprendra de même l'amélioration qui s'introduit lorsqu'on effectue deux mesures angulaires par rapport à deux étoiles convenablement choisies plutôt que d'utiliser la Lune dont le déplacement rapide de $30'$ par heure est de l'ordre des erreurs de mesure et ne peut que les accroître. Tycho se saisira de ces procédures et comprendra qu'avec des instruments plus grands et plus stables, il peut espérer atteindre les limites de la précision accessible. C'est ce qu'il fera en déplaçant son observatoire d'Uraniborg où il est édifié sur pilotis à Stellanborg, à quelques centaines de mètres de là, où il construit pour ses instruments des fondations plus stables dignes des petits observatoires modernes.

Ainsi l'oeuvre de Tycho est-elle déjà empreinte de l'esprit qui animera la science observationnelle moderne. Avec trois quart de siècle d'avance, la marque du génie touche Tycho Brahé. Paradoxe étrange qui fait d'un hobereau moyen-âgeux, seigneur contesté d'une petite île au large du Danemark et au sud du shakespeareien manoir d'Elseneur, un de ces hommes qui ont participé au prodigieux bouleversement de la vision que nous avons de l'Univers. Curieux, méticuleux, maniaque, sans doute acariâtre, Tycho Brahé occupe une toute première place à la charnière des siècles, je suis heureux d'avoir pu contribuer à en avancer quelques éléments de la preuve.

BIBLIOGRAPHIE

- DANJON A. et COUDER A. *Lunettes et Télescopes*, (1935), Paris, Editions de la Revue d'Optique.
- DAISOMONT M. *La pratique de la lunette astronomique d'amateur*, (1943), Bruges, Edit. De Tempel.
- DE BEAVER D. Bernard Walther: Innovator in Astronomical Observations, (1983), *Journal for History of Astronomy*, 1, 39-43.

- HARTNER W. The rôle of observations in ancient and medieval Astronomy, (1971), *J.H.A.*, VIII, 1-11.
- GOLDSTEIN B. R. Levi Ben Gerson : on instrumental errors and the transversal scale, (1977), *J.H.A.*, VIII, 102-112.
- CHAPMAN A. The accuracy of angular measuring instruments used in astronomy between 1500 and 1850, (1983), *J.H.A.*, XIV, 133-137.
- SHEVCHENKO M. An analysis of errors in the star catalogues of Ptolemy and Ulugh Beg, (1990), *J.H.A.*, XXI, 188-201.
- STEPHENSON F.R. and SAID S.S., Medieval islamic eclipse measurements, (1991), *J.H.A.*, XXII, 195-207.

Summary

The author evaluates the angular and time precisions of the astronomical instruments before the introduction of the optical pieces (1609).

He presents the very important rôles of Regiomontanus instruments' factor, Bernard Walther (1430-1504) who introduces the practice of systematical observations in current astronomical procedures. Tycho Brahé profits directly of the experiences of Walther.

Thus, he approaches an angular precision of $\pm 15''$ on his measures.

EEN MIDDELNEDERLANDS CENTILOQUIUM

Erwin HUIZENGA (*)

André Koeckelenbergh (**) heeft ons duidelijk gemaakt dat Tycho Brahe een fijne neus had voor nauwkeurige astronomische observaties met het blote oog. Maar met die neus van hem was meer aan de hand. Tijdens een duel in volledige duisternis in december 1566 verloor de Deense astronoom een deel van zijn reuk-orgaan. Hij liet het stuk vervangen door een ingenieuze constructie van goud, zilver en, naar men later ontdekte, koper. Want toen in 1901 ter gelegenheid van de viering van zijn sterfdag zijn graf werd geopend, ontdekte men bij zijn neusholte een groene vlek, veroorzaakt door het geoxydeerde koper. Hij was in meer dan één opzicht een bijzonder persoon (1).

Tycho Brahe leefde aan het eind van de zestiende eeuw. Tussen zijn dood in 1601 en de tijd waarover ik het wil hebben, de periode rond 1490, zit slechts iets meer dan honderd jaar verschil. Waarom dat jaartal 1490? In die tijd werd ergens in de Zuidelijke Nederlanden een omvangrijk handschrift geschreven in de taal die daar toen gesproken werd, het Middelnederlands. Uit dat handschrift leren we o.a. hoe men dacht over de maan, de planeten en sterren, en welke rol de mens hierbij speelde.

Er is een groot verschil tussen de bedoelingen van de bekende astronoom en die van de compiler van de codex. Tycho Brahe, levend op de grens tussen middeleeuwen en Renaissance, mat de baan der planeten door middel van objectieve astronomische waarnemingen, om meer over hun exacte bewegingen te weten te komen; in het handschrift daarentegen wordt juist gesproken over de invloed van deze planeten op het dagelijks leven van de middeleeuwer, en wordt de lezer geleerd hoe daarmee rekening te houden. De één beschouwt de planeten dus als dode onbezielde materie, de ander als levende invloedrijke personen. Het is dit laatste nu, waarover ik vandaag iets wil vertellen.

Welbeschouwd ben ik een nogal vreemde eend in dit gezelschap, dames en heren. De meeste sprekers onderhouden u vandaag over middeleeuwse, toegepaste astronomie, zoals daar zijn astronomische instrumenten en tabellen. Zelf ben ik meer een filoloog, een literair-historicus, iemand die onderzoek doet naar teksten en hun oorsprong. Van het merendeel van de onderwerpen die vandaag ter sprake komen ben ik niet tot in detail op de hoogte. Toch kom ik er regelma-

* Drs. E. Huizinga is als assistent in opleiding voor het Netwerk Mediëvistiek werkzaam aan de Rijksuniversiteit van Groningen, waar hij onderzoek doet naar Hs. 2818, ÖNB Wenen.

Dit artikel is de bewerking van de tekst van de lezing, zoals die tijdens het colloquium is gehouden.

** Zie vorige bijdrage in dit nummer.

1. D. BOORSTIN, *De ontdekkers. De zoektocht van de mens naar zichzelf en zijn wereld*. Amsterdam/Brussel, 1987, p. 335-336.

tig mee in aanraking, omdat de teksten waar ik me mee bezig hou niet goed te begrijpen zijn zonder tevens ook de geschiedenis van de exacte wetenschappen te bestuderen. Ik ben geïnteresseerd in de vraag hoe het middeleeuwse wereldbeeld zich weerspiegelt in met name de Middelnederlandse teksten.

Al in mijn jeugd maakte de zwarte hemelbol die we 's nachts zien en wat zich daar afspeelt een grote indruk op mij. Ik probeerde de sterrenbeelden te herkennen, die onbeweeglijk zijn, en de beweeglijke planeten. Natuurlijk keek ik door de ogen en met de kennis van een westerling uit de twintigste eeuw. Door onze moderne kennis wéét ik dat de aarde één van de negen planeten van ons zonnestelsel is, en wéét ik dat al die planeten om de zon draaien, en dat de maan rondom de aarde draait. Al die dingen weten wij allemaal, en deze kennis vormt de grondslag van ons hedendaagse wereldbeeld.

In de middeleeuwen moest men het zonder deze kennis doen. Men gaf een verklaring voor datgene wat men waarnam, uitgaande van het kennisniveau dat men had. Wanneer we het over het middeleeuwse astronomische systeem hebben, dat toch zeer afwijkt van het onze, moeten we daarbij steeds goed voor ogen houden dat het voor de mensen in die tijd een volstrekt logische verklaring was voor datgene wat zij waarnamen en ervoeren wanneer ze omhoog keken en de hemel zagen. De grote kracht en charme van het middeleeuwse wereldbeeld is dat het enorm gesloten is, voor alles is een verklaring, alles hangt met elkaar samen. Ons hedendaagse wereldbeeld is veel opener, laat veel meer ruimte voor twijfels en onbegrip.

Mijn verhaal vandaag valt in twee delen uiteen. In het eerste deel zal ik u vertellen over enkele aspecten van dat middeleeuwse wereldbeeld, vooral over de astronomisch-astrologische implicaties ervan. Het is belangrijk als achtergrond waartegen het tweede deel van mijn betoog gezien moet worden.

Daarin kom ik dan te spreken over een middelnederlands *centiloquium* en het handschrift waarin het zich bevindt, waarmee ik u het één en ander hoop te vertellen over hoe er in de late middeleeuwen op een praktische manier werd omgegaan met astronomische en astrologische kennis in een op de praktijk gericht traktaat. Kort zal ik de inhoud van deze tekst schetsen, en iets vertellen over het genre waartoe hij behoort en over de context van het handschrift waarin hij zich bevindt.

Visies op de wereld en de natuur in het algemeen zijn cultuurgebonden, zoals we zagen. Dit brengt mij op het onderscheid tussen astronomie en astrologie. Tot nu toe heb ik vooral gesproken over de astronomie. Voor ons heeft het woord 'astrologie' een wat vieze bijmaak. Het is gereduceerd tot oppervlakkige babbelletjes in pulpbladen van bedenkelijk alooi; vrijwel niemand neemt de voorspellingen nog serieus. Aan de andere kant nemen de astronomische wetenschappen een vlucht als nooit tevoren.

De middeleeuwers kenden dit onderscheid niet op deze manier. De *scientia stellarum*, de 'wetenschap der sterren', werd in de middeleeuwen opgedeeld in twee apart te noemen maar onscheidbare takken: aan de ene kant de *scientia motus*, de wetenschap van de bewegingen van de hemellichamen, datgene wat

wij nu 'astronomie' noemen, en aan de andere kant de *scientia iudiciorum*, de wetenschap van de eigenschappen van de planeten en hun invloeden op elkaar en op de mens, de 'astrologie'. Deze 'wetenschap der sterren' bestond daarom uit zowel astronomie als astrologie, en geen van beide werd mogelijk of compleet beschouwd zonder de ander (2). Wanneer ik daarom te spreken kom over astronomische verschijnselen of begrippen, is het onvermijdelijk dat ik daar nadrukkelijk ook de astrologie bij betrek.

Als ik het heb over het astronomische en in dit geval dus vooral ook over het astrologische systeem moet ik daarbij twee dingen onderscheiden : de elementen van dat systeem die men gebruikt enerzijds, en de methoden, de manier waarop men de elementen gebruikt anderzijds. Laat ik met die elementen zelf beginnen.

Het heelal zoals de middeleeuwers dat in hun teksten beschrijven is als bekend geocentrisch van aard (3). Rondom de aarde bevinden zich een aantal 'sferen', dat wil zeggen concentrische bollen. Hierin bewegen zich de zeven planeten, elk in hun eigen sfeer. Voorbij de planeten zijn de 'vaste sterren', de sterren die niet van plaats veranderen, in tegenstelling tot de planeten die zich duidelijk langs de hemel bewegen. Deze vaste sterren vormen het *firmament*, de achtste sfeer.

In het leven van de middeleeuwer bestaat er een 'harmonie der werelden', alles in de natuur én in de mens is het werk van God, alles hangt met elkaar samen. Er is dan ook een nauwe relatie tussen de micro-wereld, de mens, en de macro-wereld, de natuur om hem heen, waartoe ook de planeten en de sterren behoren. Men rekent de zon en de maan eveneens tot die planeten, en zo komen we op het volgende rijtje : Saturnus, de verst verwijderde, vervolgens Jupiter, Mars, de zon, Venus, Mercurius en tenslotte de maan. Aan de planeten worden menselijke eigenschappen toegedacht : ze kunnen overheersend goed (Jupiter bijvoorbeeld), of slecht zijn (Saturnus).

Optisch lijkt het alsof de planeten zich rond de aarde bewegen binnen een ongeveer 15 graden brede band aan het firmament, de *Zodiak* of *dierenriem*. Binnen deze band ziet een mens vanaf de aarde de planeten zich langs de hemel begeven. Deze dierenriem wordt verdeeld in twaalf gelijke delen van elk 30 graden, die de tekens van de dierenriem worden genoemd. De planeten die zich door de dierenriem bewegen bevinden zich daar natuurlijk niet steeds op dezelfde plek en in dezelfde combinatie. Door de erg uiteenlopende omlooptijden staan de planeten nu eens vlak bij elkaar, dan weer een heel eind bij elkaar vandaan. Soms naderen twee planeten elkaar, soms verwijderen ze zich. Deze onderlinge verhoudingen van de planeten, de manier waarop ze zich ten opzichte van elkaar bewegen, zijn een heel belangrijk onderdeel van de astrologie. Ze heten *aspecten*.

2. Zie R. LEMAY, 'The teaching of astronomy in medieval universities, principally at Paris in the fourteenth century.' In : *Manuscripta* 20 (1976), p. 197-217.

3. Een veel uitgebreider bespreking van de astronomische en astrologische elementen dan dit noodgedwongen zeer beknopte overzicht is te vinden in : J.C. EADE, *The forgotten sky. A guide to astrology in english literature*. Oxford, 1984. Veel informatie geven daarnaast ook : W. KNAPPICH, *Geschichte der Astrologie*. Tweede druk. Frankfurt am Main, 1988 ; W.E. PEUCKERT, *Astrologie. Geschichte der Geheimwissenschaften*. Band I. Stuttgart, 1960 ; S.J. TESTER, *A history of western astrology*. Bury St. Edmunds, 1987.

Zulke aspecten worden uitgedrukt in de hoek die de planeten ten opzichte van elkaar, en vanuit de aarde bekeken, in de dierenriem met elkaar maken. Aan deze elementen kan ook de mens zélf worden toegevoegd. Immers, de bouw van de macrocosmos weerspiegelt zich in de visie van de middeleeuwer in de bouw van de microcosmos, het menselijk lichaam.

Over al deze elementen heen ligt als het ware een heel 'netwerk' van ingewikkelde relaties en verbindingen : alles hangt met elkaar samen zoals ik zojuist al constateerde. Als gevolg van dit netwerk is de middeleeuwse *geneeskunde* één van de belangrijkste toepassingen van de relatie tussen de hemellichamen en de mens, zoals straks nog zal blijken wanneer ik kom te spreken over het centiloquium en het handschrift waarin het zich bevindt (4).

Het aantal middeleeuwse teksten over wat wij 'astrologie' noemen overtreft de literatuur over 'astronomie' verre. Omdat ook ons *centiloquium* als genre meer met astrologie dan met astronomie te maken heeft, noodzaakt mij dat kort nog iets te zeggen over het astrologische systeem.

Met behulp van de planeten, hun stand ten opzichte van elkaar en in de dierenriem, hun eigenschappen en hun invloed op de mens en de verschillende delen van het lichaam doet de middeleeuwse astroloog voorspellingen over het menselijk doen en laten hier op aarde. Dat lijkt simpel gesteld, maar het doen van die voorspellingen gebeurt volgens een heel scala van regels en voorschriften. In feite is zo'n voorspelling één grote optelsom van een soort puntensysteem, aan de hand waarvan de kracht van de voorspelling wordt bepaald. Een voorbeeldje zal duidelijk maken wat ik bedoel.

De tekens van de dierenriem kunnen worden onderverdeeld in hoofdtekens, vaste tekens en beweeglijke tekens en zijn gekoppeld aan de seizoenen (5). Aan het traditionele begin van het astrologische jaar, het begin van de lente in maart, staat de zon in het teken Aries of Ram. Ram is één van de hoofdtekens, en wordt gevolgd door Taurus (Stier), een vast teken, en Gemini of Tweelingen, een beweeglijk teken. Staan nu bij het doen van een astrologische voorspelling één of meer planeten in een hoofdteken, dan is de kracht van die voorspelling groter dan wanneer de planeten in een vast of beweeglijk teken zouden staan. Hetzelfde geldt voor bepaalde aspecten tussen de planeten. Op deze wijze ontstaat een zeer ingewikkeld samenspel tussen elkaar versterkende en tegenwerkende krachten, die uiteindelijk de waarde van de voorspelling vastleggen.

In de middeleeuwen werden voor het doen van astrologische voorspellingen vooral twee methoden gebruikt. Ten eerste de *interrogationes* : met behulp van een aantal regels worden vragen gesteld over een bepaald onderwerp, bijvoorbeeld of het een koude of zachte winter zal worden, of : of een vriend wel te vertrouwen is. Met behulp van de stand van de planeten in de dierenriem wordt geprobeerd een antwoord op deze vragen te krijgen.

Daartegenover staan de *electiones*, waarbij men niet uitgaat van de actuele stand van de planeten op het moment dat de vraag gesteld wordt, maar van het

4. LEMAY, 'The teaching of astronomy', p. 205-209.

5. Zie EADE, *The forgotten sky*, p. 70, en E. HUIZENGA, 'Die 100 capittelen van astronomijen. Tekst en traditie van een Middelnederlands astrologisch traktaat', In : *Scientiarum Historia* 16 (1990), nr. 1-2, p. 29-55 (= p. 53, de toelichting bij cap. 67).

meest gunstige ogenblik om iets te doen. In het centiloquium waarover ik het zometeen zal hebben, wordt vooral gebruik gemaakt van deze methode. Eveneens is voor de astroloog bij het doen van een voorspelling de individuele geboortehoroskoop van groot belang, waarbij het moment van de geboorte van de vragensteller centraal staat.

Een belangrijke toepassing van de astronomisch-astrologische kennis was ongetwijfeld de geneeskunde, zoals ik eerder zei. Bestudering van de astrologie was zelfs een voorwaarde om een bekwaam medicus te zijn, zo vond men. Deze opvatting vinden we in veel middeleeuwse teksten terug (6). Een traktaat in het genoemde handschrift bijvoorbeeld vertelt het volgende: "Hippocrates zegt dat diegene die arts wil worden en niets weet van astronomie, onbekwaam en onvolleerd is" (7). Teksten die zich bezighouden met de relatie tussen astrologie en geneeskunde behoren tot de *iatromathematika*, het volgens astrologische berekeningen voorspellen van ziekten en hun verloop (8).

Veel van wat ik tot nu toe heb verteld over het middeleeuwse astronomisch/astrologische wereldbeeld vinden we terug in een omvangrijk Middelnederlands handschrift. Dit handschrift bevindt zich nu onder signatuur 2818 in de Österreichische Nationalbibliothek te Wenen. Het is een codex van in totaal 302 folia, met in twee kolommen dichtbeschreven bladen. In haar *Repertorium* dateert Mevr. Jansen-Sieben het compendium rond 1490, op grond van het handschrift en de watermerken in het papier (9). De codex is vrijwel in z'n geheel door één copist afgeschreven.

In het handschrift vinden we een groot aantal kortere, en enkele lange traktaten. De teksten vallen inhoudelijk uiteen in vier groepen. De eerste groep loopt tot f. 83v. Deze groep bestaat uit een groot aantal vaak hele korte prozatraktaatjes, waarvan de onderwerpen uiteenlopen van de tekens van de dierenriem, de leer van de aspecten, van de planeten en hun eigenschappen, tot de viercomplexiënleer, fysiognomie (ofwel het afleiden van karaktereigenschappen aan de hand van iemands uiterlijk) en veel kleine prognoseteksten, die heel divers van aard zijn. In dit deel van het handschrift worden, vooral in het begin, de algemene astrologische beginselen uitgelegd.

Daarna, in de tweede groep, volgen vijf grote Middelnederlandse teksten, vertalingen uit het Latijn, en veel langer dan de voorgaande traktaten. Deze vijf langere teksten waren standaardwerken op het gebied van de geneeskunde en de farmacie in de middeleeuwen. Daarop komen we dan vanaf folio 236 weer een groot aantal kortere teksten over de chirurgie en de geneeskunde tegen, soms

6. LEMAY, 'The teaching of astronomy', p. 206 e.v.

7. ÖNB, hs. 2818, f. 6r.b : "Ipocras seit dat die ghene die medicijnre willen wesen, ende van astronomijen nyet en kan, hy is onconstich ende nyet volmaect."

8. Zie voor een editie van de bovengenoemde Middelnederlandse iatromathematische tekst : R. JANSEN-SIEBEN, *De Pseudo-Hippokratische iatromathematika in vier Middelnederlandse versies*. Brussel, 1983, (Scripta. Mediaeval and renaissance texts and studies 11.) Voor de verschillende Latijnse vertalingen zie L. THORNDIKE, 'The three Latin translations of the pseudo-Hippocratic tract on astrological medicine'. In : *Janus* 49 (1960), p. 104-129.

9. R. JANSEN-SIEBEN, *Repertorium van de Middelnederlandse artes-literatuur*. Utrecht, 1989. Een beschrijving van het handschrift is daar te vinden op p. 472-477, code W80.

niet meer dan een enkel recept. Het gaat daarbij vaak om praktische toepassingen van medische kennis en technieken. De laatste groep tenslotte wordt gevormd door vier berijmde teksten, de enige in het handschrift (10).

De eerste indruk die we van het compendium als geheel krijgen is dat er goed lijkt te zijn nagedacht bij het samenstellen van de collectie teksten : eerst wordt de lezer ingewijd in de basisbegrippen en regels van de astronomie, astrologie en iatromathematika, en daarna leert hij uit enkele handboeken en allerhande medische teksten hoe hij met deze begrippen kan omgaan. In heel eenvoudige bewoordingen worden zaken die onmisbaar worden geacht uitgelegd. Een voorbeeld daarvan is het volgende.

In de late middeleeuwen waren de waarnemingen van de planeten met het blote oog sterk verbeterd door de opkomst van een aantal door met name de Arabieren sterk verbeterde astronomische instrumenten. Met behulp van deze instrumenten was het mogelijk de posities van de vaste sterren en bewegingen van de planeten veel beter vast te leggen, en nauwkeurig de tijd te bepalen. Een astronoom of astroloog, maar ook een arts, moest natuurlijk het één en ander afweten van deze tamelijk ingewikkelde instrumenten.

In handschrift 2818 is dan ook een traktaat opgenomen over het omgaan met een *astrolabium*, één van de belangrijkste instrumenten. Met behulp van een vizierlineaal en een aantal in elkaar vallende schijven met daarop onder andere de posities van enkele vaste sterren voor een bepaalde breedte, kon de draaiing van de hemel als het ware geïmiteerd worden.

In het handschrift lezen we nu het volgende : "Degene die een astrolabium wil maken, of het aflezen, die moet letten op alle cirkels die zich in de hemel bevinden, want zo'n astrolabium is niets anders dan de hemel, toegepast op een plat vlak en gegraveerd met alle bewegingen van de hemellichamen en overige elementen van de hemel. En er zijn op dat astrolabium ook nog andere dingen want onder de horizon zijn de ongelijke uren en erboven is de *almucantar*, dat zijn de graden die de zon klimt vanaf het moment dat ze opgaat tot dat ze ondergaat, 's ochtends klimmende en 's middags dalende." (11). U merkt dat het hier gaat om praktische informatie, echt bedoeld voor iemand die met een astrolabium wil leren omgaan.

Op deze plaats wil ik kort ingaan op de vraag naar het mogelijke publiek van het handschrift. Voor wie is de codex eigenlijk samengesteld ? En : dóór wie ? We zullen denk ik voor een antwoord op deze vragen naar het handschrift als geheel moeten kijken. Hoewel ik de codex nog niet diepgaand heb kunnen bestuderen, kan ik er wel iets over zeggen.

10. Zie voor meer details over het handschrift HUIZENGA, 'Die 100 capitelen van astronomijen', p. 32 e.v.

11. "Die dat astrolabe wil maken of lezen, hy moet merken alle die circle bynnen ende buten die in die spera sijn, want dat astrolabe en is anders nyet dan die spera betogen in een pleyn of be-
worpen met dat alle die voerseide circlen. Ende diverse dingen van speeren sijn in dat astrolabe
ende oeck meer, want onder onder den orizont sijn die ongelike uren, ende boven sijn die almi-
cantarack, dat sijn die grade die die sonne clymt van datse opgaet tot datse neder gaet, voer
middach clymmende, ende namiddach dalende."

Ik heb verteld hoezeer de combinatie tussen de astrologie en de geneeskunde een heel gangbare was in de late middeleeuwen. Ook heb ik het gehad over de opbouw van het handschrift, waaruit deze combinatie duidelijk naar voren komt. Hieruit zouden we kunnen concluderen dat met name artsen en medici belang zullen hebben gehad bij een dergelijk compendium. Vooral op de universiteiten was de astrologie steeds meer ingebed in de medische wetenschappen. Er zijn voorbeelden bekend van de produktie van astronomische tabellen en teksten speciaal voor medici (12). Maar we moeten een onderscheid maken tussen de geleerde *doctores*, die op academisch niveau aan de universiteiten omgingen met de geneeskunde, en de in de praktijk werkende *chirurgijns*, die hun patiënten moesten genezen. En deze laatste groep had het vaak te druk om de astrologie net zo grondig te bestuderen als de *doctores* deden.

Toch konden ze niet om de astronomie en astrologie heen, en daarom bestond er grote behoefte aan samenvattingen en uittreksels van belangrijke teksten. Er is een voorbeeld bekend van een handschrift in Barcelona dat na het *Centiloquium* van Pseudo-Ptolemeus, waarover verderop meer, een compilatie bevat die speciaal was samengesteld voor artsen die geen tijd hadden om astrologische handboeken uitgebreid te lezen (13). Ik vermoed dat het Weense handschrift 2818 voor deze doelgroep, die van de praktiserende artsen, is samengesteld.

Maar, nogmaals, door wie? Het handschrift geeft hiervoor een aantal aanwijzingen, hoewel er daarmee ook vragen worden opgeworpen. Wat te denken bijvoorbeeld van een planeten Almanak, waar op f. 57v. staat: "Want toen men 1384 schreef, toen was Saturnus in Stier, toen versloeg de koning van Frankrijk de Vlamingen in Vlaenderen. En toen men 1371 schreef, toen was de strijd te Baeswilder, en was Saturnus in Schorpioen, en werden de Brabantse heren verslagen." (14). Het is duidelijk, hier wordt verwezen naar de slag bij Baesweiler tussen de Hertogen van Gulik en van Brabant in 1371. Deze gegevens hoeven niet direkt betrekking te hebben op onze kopiist (ze kunnen per slot van rekening ook één of zelfs meerdere malen overgeschreven zijn), maar in ieder geval vormen ze een indicatie voor de bronnen die de kopiist ter beschikking stonden.

Ook noemt ergens een ik-figuur zich Lodewijck (15). Wie is deze Lodewijck? Zijn we hier de bewerkster van het compendium op het spoor, of stond de naam ook al in de legger, die door een gedachtenloze kopiist klakkeloos is overgepend? Lodewijck vertelt ons op de breedtegraad van de steden Tienen en Diest de hoogte van de poolster te hebben gemeten. Wanneer ik het juist heb bevonden de steden Tienen en Diest zich in de zuidelijke Nederlanden, ten oosten van Brussel. Het lijkt dus mogelijk dat het bij ons handschrift om een Brabants/Bourgondisch milieu gaat, maar om daar uitsluitsel over te kunnen geven is nog veel meer onderzoek nodig.

12. LEMAY, 'The teaching of astronomy', p. 206-207.

13. Barcelona, Bibliotheca Central, no. 634.

14. "Want doemen screef 1384, doen was Saturnus in Tauro, doen versloech die coninck van Vran-crijke die Vlemyngen in Vlaenderen. Ende doemen screef 1371, doen was die strijt te Baeswilder, doen was Saturnus in Scorpione, doen waren die Brabantsche heren verslagen."

15. Nl. op f. 57v: "Ende ick, Lodewijck, hebbe gemeten polus articus die is hoge vander stadt van Tienen 50 graden, ende rechte onder die werelt soe steet enen, ende heyt polus antortaticus (!) die men hier nyet sien en mach. Ende polus articus is oeck hoge vander stat van Diest 50 grade."

In mijn artikel 'Die 100 capittelen van astronomijen' in *Scientiarum Historia* (16) heb ik mij geconcentreerd op één traktaat uit handschrift 2818, en daarvan een kritische editie gegeven (17). In deze tekst ligt de nadruk nog op de astrologie en minder op de astronomie of de geneeskunde. Zoals de naam al zegt, is het traktaat opgebouwd uit honderd korte hoofdstukjes, met een proloog. In elk van deze 'capitteltjes' wordt met behulp van de planeten, vooral van de maan, een voorspelling gedaan over het dagelijks leven. Laat ik ze kort eens bijlangsgaan.

In de eerste zeven hoofdstukken van *Die 100 capittelen* worden enkele algemene opmerkingen gemaakt over de aard van de aspecten die tussen twee planeten mogelijk zijn. In eenvoudige woorden worden de bewegingen van de planeten vergeleken met het gedrag van mensen. Een voorbeeldje.

Capittel 3 gaat als volgt : "Als de ene planeet samenkomt met een andere met wie ze bevriend is, dan lijkt ze op iemand die je vriendelijk onderdak biedt een omhelst." (18). Met andere woorden, er wordt hier verwezen naar de astrologische gedachte dat twee gelijk gearde planeten die in conjunctie staan, elkaars invloed versterken.

De erop volgende capittels 8 tot 50 zijn heel systematisch van opzet. In dit deel staat de maan centraal, en wordt ze behandeld volgens haar aspect ten opzichte van de zes andere planeten. Deze planeten worden steeds besproken in de volgorde zoals ik die eerder noemde, dus van de buitenste planeet Saturnus naar de op één na binnenste, Mercurius. Steeds komen in heel regelmatige blokjes van zes de aspecten aan de orde die de maan met de andere planeten heeft.

Om een indruk te geven, capittel 32 vertelt over de maan wanneer ze in het vierde aspect met Venus is (dat wil zeggen, wanneer ze 90 graden van elkaar staan) : "Als de maan in het vierde aspect met Venus is, op die dag kun je alle dingen goed doen, vooral de omgang met vrouwen, en ook is het goed om nieuwe kleren aan te doen, te spelen, dieren te kopen, knechten te huren, en in bad en te slapen te gaan." (19). Het gaat hier om een *electio*, het uitkiezen van het meest geschikte moment om iets te doen.

In deze eerste helft van *Die 100 capittelen* zijn er een aantal onderwerpen die steeds weer terugkeren, en ik noem er een paar : het winnen van land, de relatie tussen boeren en stedelingen, de relatie man/vrouw, recht en rechtbank, handel en koopmanschap, reizen, en feesten.

Na capittel 51 wordt de tekst minder systematisch (20). Er worden hier vooral astronomische en astrologische termen besproken, zoals de verschillende huizen

16. Zie noot 5.

17. R. JANSEN-SIEBEN, *Repertorium*, p. 474, nr. 2.28.

18. F. 45v : "Als een planete vergadert met eenre ander wiens vrient sy is, dan gelijct sy den genen diemen vriendeliken herberget ende helset."

19. F. 46v : "Als die mane is inden vierden aspect met Venus, op dien dach sijn goet alle dingen te doene, ende meest met vrouwen om te gane, ende met nuwe clederen aen te doene, ende spel te begynnen, ende beesten te copen, (...) manesniede te hueren, ende in baden ende in rusten gaen."

20. Dit wordt veroorzaakt door compilatie van de Middelnederlandse tekst uit tenminste vier Latijnse bronteksten. Tot aan dit capittel is vertaald uit Abraham Avenezra's *De Consuetudinibus*, de hiernavolgende capittels komen uit een andere bron. Zie voor een uitgebreide bespreking van de bronnen HUIZENGA, 'Die 100 capittelen van astronomijen', p. 35-40.

voor de planeten (dat wil zeggen, het dierenriemteken waarin de planeet sterk staat), of die tekens zelf. Saturnus en de zon spelen in dit tweede deel van de tekst een belangrijke rol, maar de maan blijft domineren. Sommige capittels zijn moeilijk te interpreteren, en eigenlijk zonder nadere astronomische achtergrondkennis niet goed te begrijpen.

Tijdens het bestuderen van de tekst *Die 100 capittelen* deed ik een aardige ontdekking. Ik vond in hetzelfde handschrift 2817 een paralleltekst; het was *Van aspecten ende ghewoenten der manen*, beginnend op f. 2v. Met een 'paralleltekst' bedoel ik hier dat hetzelfde traktaat door dezelfde kopiist (handschrift 2818 was immers grotendeels door één persoon gecopieerd) is opgeschreven, maar dan uit verschillende leggers. Deze vondst is een bijzonder verschijnsel in de Middelnederlandse letterkunde, hoewel niet uniek, en bood natuurlijk een schitterende gelegenheid om beide teksten te gaan vergelijken, onderzoeken wat ze gemeen hadden en waarin ze verschilden. Ik zal nu heel kort ingaan op enkele resultaten van deze vergelijking (21).

In beide traktaten vinden we grotendeels dezelfde tekstelementen, dezelfde capittels en praktisch dezelfde woordkeus. Hoe komen twee dezelfde teksten in één handschrift op niet al te grote afstand van elkaar terecht, temeer omdat ze duidelijk door één en dezelfde kopiist zijn afgeschreven? Op de één of andere manier heeft hij de teksten klaarblijkelijk niet herkend en met elkaar geïdentificeerd. Mogelijk ligt een deel van de verklaring in het feit dat de beide traktaten voor wat betreft hun vorm van elkaar verschillen. Daarmee bedoel ik het volgende.

Van aspecten ende ghewoenten is net als *Die 100 capittelen* opgedeeld in korte hoofdstukjes, maar wel minder nadrukkelijk. De hoofdstukjes zijn hier slechts van elkaar gescheiden door een paragraafteken. *Van aspecten ende ghewoenten* heeft zo 85 capittels, *Die 100 capittelen* uiteraard 100. Dit verschil wordt volgens mij veroorzaakt doordat *Die 100 capittelen*, of zijn legger, zeer bewust naar *vorm* bewerkt is ten opzichte van zijn Latijnse voorbeeld. De bewerker, en dat hoeft niet per sé degene te zijn die het handschrift heeft geschreven, heeft zich in een traditie willen plaatsen, en wel de rijke traditie van de zogenaamde *centiloquia*. En daar moet ik u iets meer over vertellen, om het verband met de beide Middelnederlandse teksten goed duidelijk te kunnen maken.

Middeleeuwse astronomische en astrologische teksten behoren tot de artesliteratuur, dat is literatuur die de lezer in de eerste plaats iets wil leren over een onderwerp uit de artes, zeg maar het traditionele wetenschappelijke vakkenpakket. In de artes-literatuur van de late middeleeuwen vormen astronomisch/astrologische verzamelingen van regels, spreuken of voorspellingen een omvangrijk genre.

21. Overigens zijn deze twee traktaten niet de enige parallelteksten in het handschrift. Tot nu toe kunnen er tenminste vier traktaten onderscheiden worden die — op relatief korte afstand van elkaar — tweemaal voorkomen. Voor een beschrijving van deze teksten zie E. HUIZINGA, 'Parallelteksten in een astrologisch-medisch compendium'. In: *Een school spierinkjes. Kleine opstellen over Middelnederlandse artes-literatuur*. Ed. W.P. Gerritsen, A. van Gijsen en O.S.H. Lie. Hilversum, 1991, p. 92-94. (Middeleeuwse studies en bronnen XXVI.)

Wanneer het een verzameling van 100 spreuken betreft noemen we het een *centiloquium* (22).

Het oudste en bekendste van deze centiloquia was dat van Pseudo-Ptolemaeus. Lange tijd heeft men aangenomen dat het van dé Ptolemaeus uit Alexandrië zélf was, maar het blijkt een Arabische vervalsing uit de tiende eeuw te zijn. Vanaf de twaalfde eeuw, wanneer wetenschappelijke teksten op grote schaal in het Latijn vertaald gaan worden, begint het *Centiloquium* een grote reputatie te krijgen onder de naam *Liber Fructus Ptolemaei*. Door de grote belangstelling voor het traktaat, die tot in de late middeleeuwen zou voortduren, ontstonden er in de loop der eeuwen niet minder dan tien verschillende Latijnse versies.

In het kielzog van het *Centiloquium* ontstonden bovendien nog talrijke commentaren, waarin de honderd regels werden uitgelegd en verfijnd, vooral op het gebied van politiek, ethica en medicijnen. Met name vanaf het midden van de veertiende eeuw werd het *Centiloquium* zeer populair onder studenten geneeskunde. Op sommige universiteiten zoals die van Bologna werd lezing van het traktaat zelfs verplicht gesteld voor de studies astrologie en medicijnen (23).

Tot in de vijftiende eeuw zijn een groot aantal vertalingen van dit centiloquium bekend. Hoe populair het was, blijkt wel uit de honderdvijftig handschriften die overgeleverd zijn, en de vele edities tussen de vijftiende en zeventiende eeuw. Door deze grote populariteit vond het centiloquium navolging in andere verzamelingen. Zo zijn er verzamelingen van vijftig voorspellingen bekend, maar ook van honderdvijftig. Het populairst bleven echter de verzamelingen met honderd aforismen, waarvan de centiloquia van Hermes Trismegistos en die van Bethen het bekendste zijn. Inhoudelijk verschillen al deze verzamelingen niet zoveel. De nadruk ligt vaak op astrologisch-medische kwesties.

In navolging van de talrijke Latijnse centiloquia en hun verschillende versies ontstonden er tegen het einde van de middeleeuwen ook centiloquia in een aantal landstalen, waaronder Frans, Duits, Hebreeuws en Engels, hiermee de populariteit van dit genre nog eens benadrukkend. Een Middelnederlands centiloquium was echter als zodanig tot nu toe nog niet bekend.

Laat ik met dit in gedachten terugkeren naar de beide Middelnederlandse traktaten. Mijn theorie is nu, dat zowel de direkte legger van *Die 100 capittelen* als *Van aspecten ende ghewoenten* bewerkt zijn naar één Middelnederlands voorbeeld, dat op zijn beurt weer een vertaling is van een Latijnse tekst, die echter geen centiloquium is. De bewerker van *Die 100 capittelen* heeft zélf een Middelnederlands centiloquium willen maken, omdat hij op de hoogte was van de traditie die hierin bestond. Maar, en daar draait het om, hij had daarbij een tekst als *Van aspecten ende ghewoenten* voor zich liggen, die maar 85 capitteltjes bevatte ! Daarom moest hij capitteltjes gaan toevoegen. En dit is precies ook wat er gebeurd is.

22. Over centiloquia zie R. LEMAY, 'Origin and succes of the Kitab Thamara of Abu Ja'far Ahmad ibn Yusuf ibn Ibrahim, from the tenth to the seventeenth century in the world of the Islam and the Latin West'. In : *Proceedings of the first international symposium for the history of Arabic science, 5-12 april 1976. Vol. II : Papers in European languages*. Ed. A.Y. Al-Hassan e.a. Aleppo, 1978, p. 91-107.

23. R. LEMAY, 'The teaching of astronomy', p. 204 e.v.

De bewerker heeft namelijk hoofdstukjes uit zijn legger opgesplitst in één of meer korte capitels. Alle opsplitsingen vinden we in de tweede helft van de tekst ; naarmate *Die capitelen* het einde nadert neemt het aantal opsplitsingen bovendien ook nog toe. Ik denk nu dat de bewerker hier aanvankelijk gewoon heeft overgeschreven uit zijn legger, en al schrijvende in de gaten heeft gekregen dat hij op deze manier niet op de honderd zou uitkomen. En daarom heeft hij steeds meer opgesplitst, om toch maar zoveel mogelijk capitels te krijgen.

Zo heeft de bewerker zich in een lange traditie geplaatst. Voor het eerst hebben we hiermee een centiloquium in het Middelnederlands gevonden. En niet alleen is er een tekst van toevallig honderd hoofdstukjes gecopieerd, nee, er is duidelijk een poging gedaan een bestaand voorbeeld zodanig om te werken dat er een bijzonder, en voorlopig voor ons uniek Middelnederlands centiloquium is ontstaan. Een oppervlakkige lezing in het meest complete overzicht van de Middelnederlandse artes-literatuur dat ons momenteel beschikbaar staat, het *Repertorium* van mevr. Jansen-Sieben, heeft me nog geen aanwijzingen voor andere exemplaren opgeleverd.

Toch zal ik daarnaar op zoek blijven, al was het alleen maar om vast te kunnen stellen in hoeverre *Die 100 capitelen* uniek is in de Middelnederlandse letterkunde. Voorlopig is het al heel mooi dat er één bekend is, én beschikbaar in een editie, en dat bovendien een deel van de wordingsgeschiedenis daarvan kon worden achterhaald doordat een paralleltekst én de meeste Latijnse bronnen geïdentificeerd konden worden. Voor wat betreft de rest van het handschrift is als gezegd veel nu nog onzeker, en zal nog uitgebreid onderzoek gedaan moeten worden naar alle aanwijzingen, vermoedens en hypothesen die er zijn.

Summary

Some aspects of the medieval astrological world view are described as a background for the Middle Dutch MS 2818 of the Oesterreichische Nationalbibliothek in Vienna. The author accentuates the close connection between astrology and medicine. This connection could well prove to be a key item for finding the compiler and the intended public, as is illustrated by a number of citations from the manuscript. However, nothing is yet certain about this. Finally attention is drawn upon *Die 100 capitelen van astronomijen*, the until now only known Middle Dutch *centiloquium* in the MS and its tradition.

IBN BĀṢO'S UNIVERSAL PLATE AND ITS INFLUENCE ON EUROPEAN ASTRONOMY

Emilia CALVO

1. INTRODUCTION

The development of universal astronomical instruments in Latin Europe between the 13th and the 17th centuries was greatly influenced by instruments developed in the Muslim world, both in the East and the West, during the Middle Ages.

In the 11th century, Andalusian astronomers developed a number of original instruments with which they tried to improve on the possibilities of the conventional astrolabe, an instrument which had proved its usefulness as an analog computer, by making all the trigonometric calculations needed to solve problems of spherical astronomy easier. The influence of their achievements on the work of later astronomers, not only in Europe but also in al-Andalus, in the north of Africa, and in the Near East, Egypt and Syria, for instance, is well known.

2. IBN BĀṢO

Among them is found a *muwaqqit* whose name was Abū 'Alī al-Hasan b. Muḥammad b. Bāṣo. Originally from eastern Andalusia (*Sharq al-Andalus*), he was a theologian, mathematician, astronomer and chief of the timekeepers in the great mosque of Granada a post which implies great liturgical responsibility. His biographer, Ibn Khaṭīb, emphasizes his great skill in the production of astronomical instruments and states that he was both an inventor and the author of treatises. He died in Granada in H. 716 / A.D. 1316 (1).

Ibn Bāṣo was the author of a treatise on the use of a plate of sines entitled *Risālat al-ṣafiḥa al-muḥayyaba dāt al-awṭār*, that is to say, "Treatise on the use of the plate of sines provided with chords". This treatise is composed of 59

1. Cf. LISĀN AL-DĪN IBN AL-JATĪB : *Al-Iḥāṭa fī aḡbār Garnāṭa* ed. 'Abd Allāh 'Inān (Cairo, 1973) vol. I p. 468 ; G. SARTON, *Introduction to the History of Science*, (Baltimore, 1927-1931) vol. III p. 696 ; H. SUTER, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber. Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (Leipzig, 1900) n. 381 b, p. 157 ; C. BROCKELMANN, *Geschichte der Arabischen Literatur. Supplementband*, I p. 869 ; J.A. SANCHEZ PEREZ, *Biografías de matemáticos árabes que florecieron en España* (Madrid, 1921) p. 79 ; H.P.J. RENAUD, *Notes critiques d'histoire des sciences chez les musulmans. I. — Les Ibn Bāṣo "Hesperis"*, 24 (1937) pp. 1-12 ; *Additions et corrections à Suter, "Isis"*, 18 (1932) n° 381 b, p. 172 ; J.M. MILLAS, *Don Profeít Tibbon. Tractat de l'assafea d'Azarquiel* (Barcelona, 1933) pp. XXXVII-XXXVIII ; *Estudios sobre Azarquiel* (Madrid-Granada, 1943-1950) pp. 448-449 and J. SAMSO, *A propos de quelques manuscrits astronomiques des bibliothèques de Tunis : Contribution à une étude de l'astrolabe dans l'Espagne musulmane. "Actas del II Coloquio Hispano-Tunecino"* (Madrid-Barcelona, 1972) pp. 176-182.

chapters and is preserved in manuscript 5550 of the National Library of Tunis. It has not yet been studied.

Ibn Bāṣo also wrote a treatise on the use of a device that he called *al-ṣafiha al-jāmi'a li-jamī' al-'urūd* (general plate for all latitudes) in 160 chapters. This treatise, completed in A.D. 1274, is preserved in three extant manuscripts now in El Escorial (ms. 961), in the National Library of Tunis (ms. 9215) and in the Royal Library of Rabat (ms. 4288).

A few abridgements of this second treatise are also extant. The most remarkable of them is the one entitled *Nubḍa lāmi'a li-mā yata'allaq bi-l-ṣafiha al-jāmi'a*, (Note on the general plate), which is the only known source describing the construction of this plate, a subject which does not appear either in Ibn Bāṣo's treatise or in the other extant abridgements. The author of this treatise was a Moroccan *faqīh* of the 17th century called Sulaymān b. Aḥmad al-Fishtā lī. The process described for its construction is based on Euclidean geometry : circles and arcs of circle are traced given three points on them or one point and the centre. There are no trigonometric formulae in these instructions.

2.1. Ibn Bāṣo's general plate

The lines traced on Ibn Bāṣo's general plate following the aforementioned procedure are different from the lines we find on a conventional astrolabe plate.

The reason is that the *ṣafiha* described in this treatise corresponds, in fact, to the western plate of horizons. It basically consists of a northern projected astrolabe plate on which horizons have been multiplied and horizontal coordinates have been omitted, in order to convert it into a universal instrument, to give it the possibility of being used at different latitudes.

The lines represented on a conventional astrolabe plate are, basically, the projection of the horizon corresponding to a given locality, its horizontal coordinates, that is to say, its circles of altitude or *al-muqantarāt* and its vertical circles. We also find the projection of the equator, the tropic of Cancer and the tropic of Capricorn, which determines the outer circle of the plate.

The characteristic that makes Ibn Bāṣo's plate different is the choice of the lines of the sphere that can be found on it.

First of all, there is a complete set of horizons that Ibn Bāṣo says can be traced every 6 degrees "or however one prefers". The equator is one of these horizons. It can be considered the one representing a 90 degree latitude.

In addition, there are two sets of concentric circles, whose centres are the two points east and west of the equator to which they are perpendicular. They are, therefore, parallel to the equatorial meridian which passes through the points east and west of the equator. Ibn Bāṣo calls these circles *qīsī* (arcs) and also *ajzā' al-ufuq* (horizon divisions) because, as they are perpendicular to the horizons, they divide them in equal parts. These arcs are employed to change the coordinate system, from horizontal into equatorial and vice versa, by a turn equivalent to the colatitude of the locality in which one is operating.

Finally, there is a set of concentric circles, parallel to the equator, which can be found towards the north ranging from 0 to 90 degrees called *madārāt* (pa-

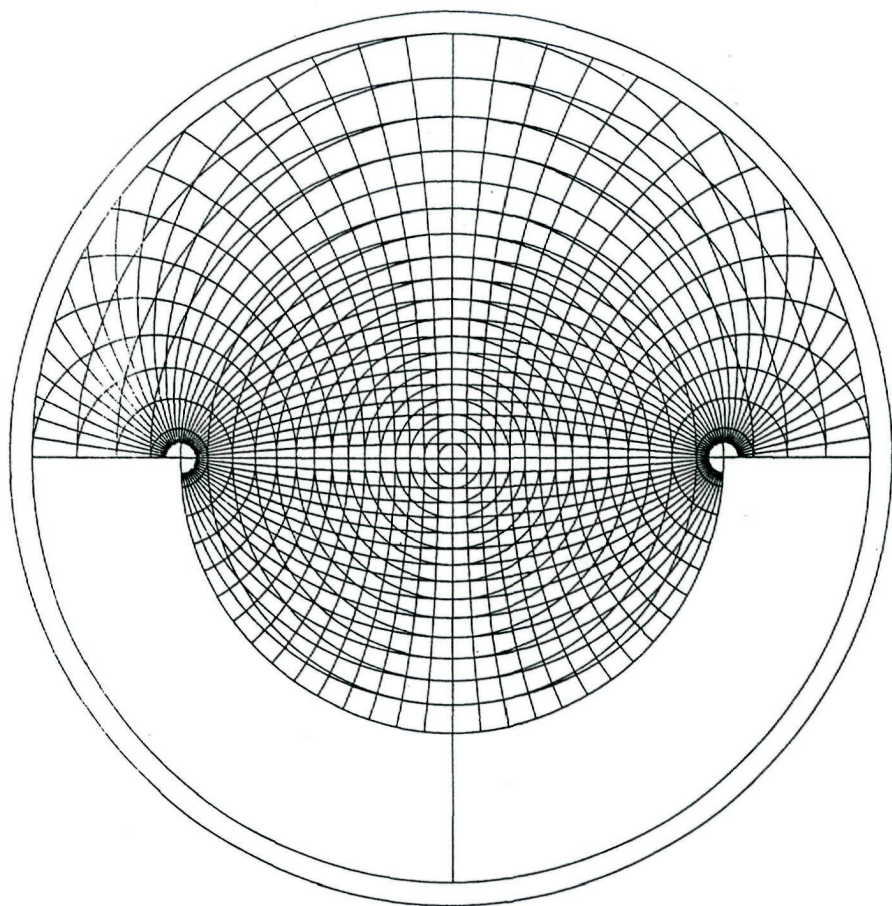


Fig — Ibn Bāṣo's General Plate.

parallels of declination) and towards the south, between the equator and the tropic of Capricorn. The latter have been reduced to one half and Ibn Bāṣo calls them *anṣāf dawā'ir al-mayl* (semicircles of declination). If we consider the equator to be a horizon for a 90 degree latitude, all these parallels can be considered in turn as *al-muqantarāt* for this latitude.

The instrument also has an alidade that can rotate, describing diameters of the plate which are the projection of equatorial meridians. But if we considered the equator as the horizon corresponding to a 90 degree latitude, these diameters would be considered as the vertical circles for that latitude. The equator is, therefore, the only horizon of this plate with a complete coordinate system. The way of using this plate is by employing this set of coordinates when operating with any other horizon. To do that, and bearing in mind that what this instrument measures is relative positions, what must be done is a change in the coordinate system as mentioned above by using the arcs.

Another interesting procedure is described by Ibn Bāṣo in some chapters of the treatise on the use of this plate. These chapters are devoted to what Ibn Bāṣo calls southern stars. He describes them as stars situated between the tropic of Capricorn and the southern pole, that is to say, stars which are not represented in the rete of a conventional astrolabe. In order to work with these southern stars, this astronomer assumes the possibility of considering the plate as if it were a northern and southern superimposed projection in the same way as in the meridian stereographic projection the eastern and the western hemispheres are superimposed in order to obtain the representation of the whole sphere. When doing that, Ibn Bāṣo considers the equator as the outer circle of the representation, dismissing the sector comprised between it and the tropic of Capricorn. The centre is considered as the projection of the two poles of the sphere. The parallels of declination are northern and southern parallels at the same time. This way of using the plate converts it into the precursor of some later instruments found both in Europe and in the Muslim world.

2.2. Surviving examples of Ibn Bāṣo's plate

This "general plate for all latitudes", which Ibn Bāṣo claims to have invented himself, usually appears among others, in western astrolabes, from the 14th century onwards, and, in spite of its apparently difficult method of use, it is relatively frequent and it seems to have had great success because very few western astrolabes appear to lack this plate.

During the period that I spent in Frankfurt, Professor King gave me valuable information about many astrolabes which contain this plate. In fact, he has listed about 24 examples in the catalogue which he is currently working on. The most relevant for me, for many reasons, is one made in Damascus in the year H. 734/A.D. 1333-4 by al-Mizzī, an Egyptian astronomer born in 1291. He studied in Cairo and later lived in Damascus, where he worked as *mu'addin* in the great mosque. He also wrote several treatises on the use of astronomical instruments. The plate made by him, following Ibn Bāṣo's projection, has been included in

an astrolabe made in Tunis by Ḥusayn b. 'Alī (2) in the year H. 709/A.D. 1309. This astrolabe is preserved in the Whipple Museum of the History of Science in Cambridge (3). This example provides an idea of the influence of this kind of projection not only in the north of Africa but also in the eastern Muslim world.

This influence is also reflected in the presence of one example of this kind of projection among the plates belonging to an Indo-Persian astrolabe made in the year A.D. 1570 by Ilāh-Dād, who was the first of a family of astrolabists in Lahore. This instrument is now preserved in the Museum of the History of Science in Oxford (4).

3. INFLUENCES ON IBN BĀṢO'S WORK

Ibn Bāṣo's plate has its origins in some earlier instruments that I will try to describe in a few words.

3.1. Eastern plate of horizons

The first instrument that could have given Ibn Bāṣo some ideas to develop his general plate could be the eastern plate of horizons. There are, however, several differences between this plate and Ibn Bāṣo's general plate, because the eastern plate of horizons has reduced the arcs of horizon to one half of these which are represented for the latitude of different localities and form several groups which usually range from four to eight. The invention of this plate is ascribed to one Hanash (5) who, according to D. King, must be identified with Ḥabash al-Ḥāsib, an astronomer of the 9th century (6).

3.2. Al-Zarqālluh's saphea and Ibn Khalaf's universal plate

But the influence exerted by some Andalusian astronomers of the 11th century on Ibn Bāṣo's work is also deep and clear. These astronomers are 'Alī b. Khalaf and al-Zarqālluh known as Azarquiel. They worked in the court of al-Ma'mūn of Toledo (1037-1075) and devised two similar instruments called respectively *lāmīna universal* or *orizon universal* (universal plate) (7) and *azafea* (saphea)

2. Cf. L.A. MAYER, *Islamic Astrolabists and their Works*, (Geneva, 1957) p. 48 and D.A. KING *A Catalogue of Medieval Astronomical Instruments: Astrolabes, Quadrants and Sundials* (In preparation) 1.6.7.

3. Cf. D.J. BRYDEN, *Sundials and Related Instruments*, The Whipple Museum of the History of Science, Catalogue 6. (Cambridge, 1988) n° 362.

4. Cf. (F. MADDISON), *A Supplement to a Catalogue of Scientific Instruments in the Collection of J.A. Billmeir Esq., C.B.E.* (Oxford, London, 1957) p. 20, n° 159 and D.A. KING *A Catalogue of Medieval Astronomical Instruments...* 2.4.1. On the family of astrolabists from Lahore cf. G. WIET, "Une famille de fabricants d'astrolabes" *Bulletin de l'Institut Français d'Archéologie Orientale*, 36 (1936) pp. 97-99.

5. Cf. R.T. GUNTHER, *The Astrolabes of the World*. 2 vols. (Oxford, 1932), (Reimpr. London, 1976) vol. I p. 7 n. 12.

6. D. ca. 864. Cf. D.A. KING, "On the Early History of the Universal Astrolabe in Islamic Astronomy and the Origin of the Term *Shakkāziya* in Medieval Scientific Arabic" *Journal for the History of Arabic Science*, 3 (1979) pp. 244-257, specially p. 255 n. 22 and D.A. KING, *Astronomical Instrumentation in the Medieval Near East*.

7. Cf. M. RICO Y SINOBAS, *Libros del Saber de Astronomía del Rey D. Alfonso X de Castilla. Compilados, anotados y comentados por...* t. III (Madrid, 1864) pp. 1-132.

in the translation of the treatises on their use extant in Alfonso X's *Libros del Saber*. Both instruments are based on the superimposition of a double stereographic meridian projection. The centre of projection are the vernal and the autumnal points and the plane of projection is the colure of solstices which also forms the outer circle of the plate. But, on the face of the *şafiha* we find the equatorial coordinates and the ecliptic ones are sometimes incompletely represented as is described in the treatise on the *shakkāziyya* written by Azarquiel (ms. Rabat 6664) and sometimes completely as described in his treatise on the *zarqāliya* (ms. Escorial, 962). The horizon is here represented by the alidade, the stars are engraved on the face of the plate and the rete is completely omitted. In the *lámينا universal*, only one set of coordinates is represented on the face. This instrument has a rete with one half of another set of coordinates represented on it and it is possible to rotate the second over the first (8).

The diagram formed on Ibn Bāşo's plate, by the superimposition of horizons and arcs in the sector comprised between the circle of the equator and the pole which is obtained from a standard polar stereographic projection, is identical to the one we find on the plate of 'Alī ibn Khalaf's universal astrolabe or on al-Zarqālluh's *şafiha* (9). The latter are obtained, however, from an equatorial stereographic projection. In this respect we should remember that the procedure for the transformation of coordinates with Ibn Bāşo's instrument (by a turn equal to the colatitude of the place), is usually employed when using *şafihas* but not with astrolabes. But, in the prologue to his treatise on the general plate, Ibn Bāşo feels obliged to state the independence of his plate from al-Zarqālluh's *şafiha* possibly because he was aware of the influence exerted by this instrument on his own work. It is quite evident that Ibn Bāşo reelaborated the principles that structured these plates, giving them a new point of view and, therefore, new possibilities of use. In the following centuries, certain astronomers adopted that idea and reelaborated it in different ways. The result was some curious instruments in which polar and equatorial stereographic projections were combined in order to obtain the advantages of both systems as we will see in a moment.

4. INFLUENCE OF IBN BĀŞO'S PLATE IN LATER INSTRUMENTS

We can follow the influence of Ibn Bāşo's work both in the Muslim world and in Latin Europe.

4.1. In the Muslim world

As we have seen, Ibn Bāşo's plate was widely reproduced in later astrolabes but we can also find some different instruments which have a connection with his plate.

8. Cf. J.M. MILLAS, *Un ejemplar de azafea árabe de Azarquiel "Al-Andalus"* 9 (1944) pp. 111-119.

9. Millás Vallicrosa saw these similarities when he described the general plate included in an astrolabe preserved in Tetuan but his interpretation of this plate was closer to the azafea than it really is. Cf. J.M. MILLÁS VALLICROSA, "Tres instrumentos astronómicos árabes de los museos de Tetuán y Madrid" *Al-Andalus*, 12 (1947) pp. 49-56, especially pp. 52-53. There is a similar interpretation in S. García Franco, *Catálogo crítico de astrolabios existentes en España* (Madrid, 1945) p. 178.

4.1.1. *The universal plate from Oxford*

One of these instruments is preserved in the Museum of the History of Science of Oxford, catalogued with the number 57-19. It was made by 'Alī b. Ibrāhīm al-Ḥarrār in Tāzā (Morocco) in the year H. 728 / A.D. 1327-8. It has been described as a not very common example of *lāmīna universal*. But the rete has the projection of the ecliptic which implies that the outer circle of the instrument is the equator instead of the colure of the solstices, as in *ṣafīḥas*, or the tropic of Capricorn, as in astrolabes. This kind of ecliptic projection was mentioned by Michel in his *Traité de l'Astrolabe* (10) and it had been described, among others, by al-Bīrūnī (973-post 1050) (11) and Abū-l-Ḥasan 'Alī al-Marrākushī (fl. 1275-1282) (12).

There is no surviving treatise on the use of this instrument but it clearly seems to be a conjunction of a universal plate and a plate of horizons of Ibn Bāṣo's type. In fact, the appearance of the face of this instrument is exactly the same as we obtain if the diagram between the equator and the tropic of Capricorn is omitted from Ibn Bāṣo's plate. This could have been the idea of the maker of this instrument who lived in the north of Africa just after Ibn Bāṣo in a period in which contacts between the two sides of the straits of Gibraltar were very frequent.

4.1.2. *Ibn al-Sarrāy's instrument*

There is another instrument which has many points of contact with the preceding one. It was created by an astronomer called Šihāb al-Dīn Aḥmad ibn Abī Bakr, known as Ibn al-Sarrāy. He worked in Aleppo in the first half of the 14th century. We are talking about a very complex instrument which was the inspiration of later European examples (13).

There are certain similarities between the set of coordinates in the rete of this astrolabe and the one belonging to Ibn Khalaf's *universal plate* and also between the ecliptic projected in al-Ḥarrār's instrument and in this one. But here we only

10. Cf. H. MICHEL, *Traité de l'Astrolabe* (Paris, 1947) pp. 69-70.

11. Cf. AL-BIRUNI, *Kitāb fi-isti'āb al-wuḥūh al-mumkina fi ṣan'at al-aṣṭurlāb* ms. 5540 Aḥmadiyya, Tunis, fol. 19 v°. This projection is described with the name *al-āsī* (myrtle shaped).

12. Cf. *Yāmi' al-mabādi wa-l-gāyāt fi 'ilm al-mīqāt*. ms. 3343 Istanbul. Facsimile Ed. Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften (Frankfurt, 1984) p. 69 and L.A.SEDILLOT, *Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes* "Mémoires présentées par divers savants à l'Académie Royale des Inscriptions et Belles Lettres de l'Institut de France" (Paris, 1844) p. 182, reprinted Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften (Frankfurt, 1984).

13. His name was Šihāb al-Dīn Aḥmad ibn Abī Bakr known as Ibn al-Sarrāy. Cf. H. SUTER, *Die Mathematiker ...* n. 508, p. 199; C. BROCKELMANN, *Geschichte*, II p. 126 and Supplementband, II p. 156; R. GLUNTHER, *The Astrolabes ...* vol I pp. 284-285; D.A. KING, *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* Publications of the American Research Center in Egypt (Winona Lake, 1986) n° C 26; *The Astronomy of Mamluks* "Isis" 74 (1983) pp. 531-555, repr. in "Islamic Mathematical Astronomy" Variorum Reprints (London, 1986) III; *The Astronomical Instruments of Ibn al-Sarrāj: A brief Survey* "Islamic Astronomical Instruments" Variorum Reprints (London, 1987) and *Universal Solutions to Problems of Spherical Astronomy from Mamluk Egypt and Syria. "A Way Prepared"* (New York, London, 1988) pp. 160-163.

have a half of this projection. The names of the northern signs are superimposed on the southern ones.

According to D. King, who has studied this instrument and its inventor, it can be used as universal in five different ways, which gives an idea of its complexity. The only example preserved of this instrument is housed in the Benaki Museum in Athens.

4.2. In the Latin world

The interest of these universal instruments in Latin Europe began in the 13th century at the later and it continued until the 17th century without interruption.

4.2.1. Jean de Lignères

Poulle devoted a study to the saphea in the Latin West, in which he described an instrument created by Jean de Lignères (14), an astronomer of the 14th century of the School of Paris. This instrument seems to have been a saphea *shakkāziyya* in which the coordinates related to the ecliptic have been omitted and, on the other side, it has a very particular rete if considered a saphea, because it has been traced by polar stereographic projection. This rete is called *circulus mobilis* and it has an outer semicircle and an arc of a circle which corresponds to the projection of the ecliptic in the same way as we have seen in Ibn al-Sarrāy's instrument. It can be used as a safiha but, as Poulle says, it could also be considered as a plate of horizons. This method of use simplifies some processes that are more difficult to solve when using a saphea.

4.2.2. Regiomontanus

In the following centuries, some European astronomers reproduced this kind of instrument, a combination of the two types of stereographic projection. For example, in 1534, Johann Schöner published, under the name of Regiomontanus, a treatise on the use of an instrument which has the same aforementioned characteristics and which also uses the same kind of rete, that is to say, the *circulus mobilis* of Jean de Lignères.

4.2.3. Arsenius

Another similar instrument was made by Arsenius, who was Gemma Frisius' nephew. It is preserved in the Museum of the City of Cologne. On the back we can again see this kind of projection: the ecliptic is represented twice on the plate and twice on the rete (15).

14. On Jean de Lignères cf. G. SARTON, *Introduction ...* vol. III p. 649; J. D. NORTH, *Richard of Wallingford*, 3 vols. (Oxford, 1976) vol. II pp. 29-31, 259-261 and E. POULLE, *John of Lignères "Dictionary of Scientific Biography"* vol. 7 pp. 122-128. On his plate cf. E. POULLE, *Un instrument astronomique dans l'occident latin, la "saphea"* "A Guiseppe Ermini" (Spoleto, 1970) pp. 499-501.

15. Once again it was D. King who drew my attention to this instrument. It is described in R. DIECKHOFF, "Cosmographia planisphaeria". - *Kölner Museums-Bulletin Berichte und Forschungen aus den Museen der Stadt Köln*, 2 (1990) pp. 23-44.

4.2.4. John Blagrove

There is at least one other kind of instrument with the same characteristics made in England and called *Margarita Mathematica* or *Mathematical Jewel*. Its inventor was John Blagrove of Reading (d. 1611) (16). This instrument is a reinvention of Ibn al-Sarrāy's astrolabe. John Blagrove published a treatise on its use in 1582 and interest in it continued for almost another century. In 1658 John Palmer wrote a treatise on this instrument entitled *The Catholic Planisphaer wich Mr. Blagrove calleth the Mathematical Jewel*.

4.2.5. Odon van Maelcote

In his *Traité de l'Astrolabe*, Henri Michel describes an instrument invented by a Jesuit from Brussels called Odon Van Maelcote (Malcotius, 1572-1614) (17). This instrument is called *Astrolabium aequinoctiale* and it is very similar, if not identical, to the instrument preserved in Oxford.

In the Catalogue of an exhibition held in Brussels in 1957 (26 April-30 May) Michel describes an astrolabe by van Maelcote established for the latitude of Brussels with Gemma Frisius' Astrolabum Catholicum on one side and the double astrolabe on the other. It had been made by a friend of van Maelcote called Lambert Damery. Michel says that the instrument is not complete. In 1607, Damery's son, Léonard, wrote an abridgement in which he describes this instrument. It was entitled *Astrolabium Aequinoctiale. Per modum compendii a Leonardo Damerio Leodiensi in lucem editum* and it was published by Velpius. It is now preserved in the Bibliothèque Royale Albert I of Brussels.

5. CONCLUDING REMARKS

All these are only a few examples of the interest shown by European astronomers in this kind of projection and are also evidence for the evolution of this combination of equatorial and polar stereographic projection which offers the advantages of both of them increasing their possibilities.

Ibn Bāṣo seems to have been the first to describe its method of use because, as far as I know, there are no other examples or treatises on its use before the end of the 13th Century. It is true that we know partial descriptions of related instruments and Ibn Bāṣo may not have been the first astronomer to see the advantages of this combination of projections but, in any case, he seems to have been the first to explain it, as we have seen, in such a detailed way.

University of Barcelona

16. On John BLAGROVE cf. R.D. GUNTHER, *The Astrolabes...* vol. II, p. 578 and H. MICHEL, *Traité ...* p. 163. A description of this instrument can be found in R.D. GUNTHER, *The Astrolabes ...* vol. II pp. 492-501. The treatise on its use by John Blagrove was published in 1582.

17. Van Maelcote wrote a treatise on the use of this instrument which was published in 1607 and reprinted in 1610. On his biography cf. H. MICHEL, *Traité ...* p. 174 and R. GUNTHER, *The astrolabes of the World* (Oxford, 1932) vol II p. 573.

SUMMARY

Ibn Bāṣo, an astronomer who lived in Granada in the 13th century, wrote a treatise on the use of a universal plate devised to be used in conjunction with an astrolabe.

This plate was widely diffused in the Islamic World until the 18th century and also was the inspiration of some astronomical instruments made in Europe between the 14th and the 17th centuries.

The paper describes the characteristics of Ibn Bāṣo's *universal plate*, the most remarkable surviving examples of it and its influence on later astronomers both in the Islamic World and in Europe.

LES TABLES ASTRONOMIQUES EN USAGE À LA FIN DU MOYEN AGE DANS LA PÉNINSULE IBÉRIQUE*

José CHABÁS

Je voudrais tout d'abord remercier le Centre d'Histoire des Sciences et des Techniques de l'U.L.B., ainsi que le Groupe de Contact "Histoire Comparée des Sciences Exactes", et très particulièrement le Professeur Hossam Elkhadem, de m'avoir fourni la possibilité de participer à ce colloque et de présenter une communication sur les tables astronomiques médiévales en usage dans la Péninsule Ibérique.

* * *

Le sujet que nous allons aborder concerne l'astronomie mathématique, une discipline qui occupe une place assez vaste dans l'ensemble des connaissances scientifiques médiévales. D'autre part, nous nous bornerons essentiellement à la Péninsule Ibérique, région où, depuis l'irruption des troupes musulmanes au début du VIII^e siècle, l'astronomie connaît un développement continu jusqu'au XV^e siècle. Ce développement n'est pas le fruit du hasard. Après l'arrivée des guerriers musulmans, la Péninsule subit une nouvelle pénétration, celle de la culture de l'Islam et, en ce qui nous concerne, de son astronomie.

Pendant tout le Moyen Age, l'astronomie se développe principalement dans le cadre défini par Ptolémée dans l'*Almageste*. Dans l'essentiel donc, l'astronomie médiévale vise principalement à améliorer le fonctionnement des modèles ptoléméens, et à modifier les paramètres sur lesquels ces modèles sont établis. Autre caractéristique, l'activité astronomique réalisée pendant cette période relève du domaine de la théorie plutôt que de l'observation. Bien que l'on constate une considérable activité en ce qui concerne la construction d'instruments, la production astronomique se penche surtout sur le côté théorique, soit sous forme de traductions ou de commentaires aux textes d'auteurs précédents, soit sous forme de traités spécifiques, ou encore sous forme de tables astronomiques. C'est sur cet objet précis que nous allons nous concentrer.

Les tables astronomiques sont des compilations de données numériques qui résultent du calcul ou de l'observation des positions et des mouvements des corps célestes. Les tables se basent sur des connaissances pratiques et sur des hypothèses théoriques, aussi bien sur ces mouvements que sur les paramètres qui les gouvernent. Certaines de ces tables sont simplement des listes de données (par exemple, les tables de coordonnées célestes des étoiles fixes où ne figurent que

* 26 octobre 1991 - Université Libre de Bruxelles

la longitude et la latitude). D'autres tables encore présentent, sous forme arithmétique, une expression algébrique, ou une formule, ou un ensemble de formules (on pourrait prendre comme exemple la table pour trouver la déclinaison solaire en fonction de la longitude du Soleil et de l'obliquité de l'écliptique). Finalement il y a aussi des tables, dont l'explication n'est pas du tout évidente au premier abord, qui sont en réalité des descriptions arithmétiques de complexes modèles des mouvements relatifs des astres.

Dans une approche chronologique de l'histoire des tables médiévales dans la Péninsule Ibérique il faut commencer par dire que l'astronomie mathématique fait ses débuts au IX^e siècle, pendant l'émirat de 'Abd al-Rahmân II. C'est à un astronome de Cordoue, 'Abbas ben Firnâs (mort en 887), que l'on attribue l'introduction à al-Andalus du *Sindhind*, c'est à dire, l'ensemble des matériaux astronomiques originaires de l'Inde et réélaborés par les astronomes musulmans orientaux. En fait, "*sindhind*" est une translittération arabe du sanskrit "*siddhânta*", dénomination avec laquelle on désigne génériquement les oeuvres astronomiques d'origine indienne, dont un exemple peut être le *Brahmasiddhânta* dû au mathématicien du VII^e siècle, Brahmagupta. Par conséquent, la toute première manifestation astronomique dans la Péninsule présente un substrat indien, qui aurait connu d'autres apports de provenances diverses. La présence de cette composante hindoue est une caractéristique que je tiens à souligner parce que, comme nous allons le voir, elle subsistera pendant des siècles dans l'activité astronomique tabulaire en Espagne. Quant à l'astronomie hellénistique, elle était déjà connue à Cordoue vers la moitié du Xe siècle, à travers les tables astronomiques d'al-Battânî (ca. 890), qui constituent une des principales voies de transmission de l'astronomie ptoléméenne. Rappelons simplement que les tables d'al-Battânî furent éditées et commentées par Nallino en 1903-1907.

Le développement autochtone de l'astronomie à al-Andalus commence un peu plus tard, vers la fin du Xe siècle, pendant le Califat de Cordoue. L'activité astronomique atteindra son zénith aux XI^e et XII^e siècles. Un des plus remarquables astronomes de cette période, Maslama al-Majrîrî (mort vers 1007), était né à Madrid et travaillait à Cordoue. Il connaissait l'*Almageste*, et les tables d'al-Battânî, mais aussi les tables astronomiques compilées plus d'un siècle auparavant par le mathématicien et astronome perse al-Khwârizmî et qui reprennent la tradition astronomique hindoue. Maslama fit une adaptation de ces dernières tables pour le méridien de la ville de Cordoue et pour le calendrier musulman. En fait, les tables d'al-Khwârizmî, qui se basent sur le calendrier perse, ne se sont conservées que dans la rédaction qu'en fit Maslama. A vrai dire, ce qui nous est parvenu c'est la traduction latine de cette rédaction, une traduction qui est attribuée à Adelard de Bath (début du XII^e siècle). Les tables d'al-Khwârizmî/Maslama furent éditées par Suter en 1914 et commentées par Neubauer en 1962.

Pour illustrer les différences existantes entre ces traditions tabulaires prenons l'exemple d'un paramètre servant à calculer une table spécifique, celle de la latitude de la Lune. Elle présente un maximum de $4;30^\circ$ dans la tradition du *Sindhind*. C'est le même chiffre qui est utilisé par al-Khwârizmî/Maslama, en opposition aux 5° que l'on trouve dans l'oeuvre d'al-Battânî et dans la tradition

ptoléméenne, aussi bien dans l'*Almageste* que dans les *Tables Faciles*. Il y a là une distinction très nette entre ces deux traditions, ce qui permet de bien identifier le courant auquel appartient toute table de latitude lunaire.

Malheureusement, la distinction n'est pas toujours si nette pour d'autres tables, c'est même plutôt l'inverse dans la plupart des cas. Les valeurs données à certaines magnitudes essentielles dans les différentes tables montrent bien l'enchevêtrement des traditions tabulaires et ses influences réciproques. Considérons, par exemple, les tables de déclinaison. Elles sont calculées à partir de valeurs spécifiques de l'angle que forment l'équateur et l'écliptique. Ainsi, l'astronomie hindoue utilise une valeur de 24° pour l'obliquité de l'écliptique; dans les tables d'al-Khwārizmī/ Maslama on trouve $23;51^\circ$, tandis que pour Ptolémée la valeur est de $23;51,20^\circ$ dans l'*Almageste*, mais de $23;51^\circ$ dans les *Tables Faciles*. Pour sa part, al-Battānī modifie cette valeur jusqu'à $23;35^\circ$, or les astronomes de la cour du calife al-Ma'mūn de Bagdad, contemporains d'al-Battānī, avaient utilisé la valeur $23;33^\circ$. A al-Andalus, les astronomes qui succédèrent à Maslama de Madrid ont souvent modifié à leur tour la valeur de ce paramètre, tout en conservant le même système de calcul de la table de déclinaison.

Nous n'allons pas multiplier ici les exemples numériques: retournons plutôt à l'époque de Maslama, lorsque le Califat de Cordoue est sur le point de s'effondrer (1035). La ville devient dangereuse et plusieurs disciples de Maslama sont contraints d'émigrer. Deux d'entre eux compilèrent des tables astronomiques: Aḥmad ibn al-Saffār s'installa à Denia (Alicante) et dressa des tables suivant les théories hindoues; un autre disciple, nommé Ibn al-Samḥ, s'enfuit vers Grenade où il composa des tables astronomiques basées aussi sur le *Sindhind*. Malheureusement, l'information dont on dispose jusqu'à présent sur ces ensembles de tables est presque inexistante. C'est aussi le cas des tables dites de Jaén, qui furent compilées dans la deuxième moitié du XIe siècle par Ibn Mu'ādh. Elles sont basées sur la tradition indienne, al-Khwārizmī/Maslama encore, et, semble-t-il, sur les tables d'Ibn al-Samḥ. L'étude de ces tables et leur comparaison à d'autres tables en usage à cette époque devraient permettre, d'une part, de mieux connaître la circulation des idées astronomiques dans la Péninsule Ibérique et, d'autre part, de mieux comprendre la transmission des différentes composantes du savoir astronomique andalou. Un savoir astronomique qui allait se diffuser dans toute l'Europe quelques siècles plus tard, justement à travers d'autres tables.

Vers la moitié du XIe siècle, la ville de Tolède fut le siège d'une intense activité astronomique patronnée par le cadī Šā'id (mort en 1070). Astronome lui-même, il fut l'auteur d'un livre sur les mouvements des planètes. Šā'id critiqua les méthodes du *Sindhind* et professa une grande admiration pour l'oeuvre d'al-Battānī. C'est du voisinage de Šā'id qu'est issu l'ensemble de tables astronomiques que l'on appelle *Tables de Tolède* et qui sont associées normalement au nom d'Azarquiel. Cet ensemble de tables est, en quelque sorte, le résultat de l'activité astronomique que nous venons succinctement de passer en revue. Elles s'inscrivent donc aussi bien dans le courant astronomique hellénistique que dans la tradition indienne, et incorporent des contributions originaires du monde arabe oriental, telles que la théorie de la trépidation de Thābit ibn Qurra (deuxième moitié du

IXe siècle). La version arabe des instructions écrites qui accompagnent les tables de Tolède ne nous est pas parvenue; cependant les traductions latines, dûes à Gérard de Crémone et Jean de Seville (XIIe s.), se sont conservées dans un grand nombre de manuscrits. Les *Tables de Tolède* ont fait l'objet d'une édition et de commentaires explicatifs de la part de Toomer en 1968.

Azarquiel quitte Tolède, avant que les chrétiens ne s'emparent de la ville en 1085, et s'installe à Cordoue. C'est là que l'astronome al-Kammâd rédigea peu après une oeuvre astronomique intitulée *al-Muqtabis*; les tables qu'elle contient sont très intéressantes. Elles ne sont conservées que dans un manuscrit latin qui se trouve à la Bibliothèque Nationale de Madrid. Les tables d'al-Kammâd n'ont pas encore été examinées en profondeur, ni leurs canons transcrits; cependant, un simple examen suffit pour se rendre compte qu'elles sont apparentées aux *Tables de Tolède*, et surtout aux tables d'al-Khwârizmî/Maslama.

Deux réflexions s'imposent à ce stade. D'une part, il convient d'indiquer que dans l'histoire de l'astronomie médiévale, la Péninsule Ibérique joue un rôle capital, qui n'est d'ailleurs pas contesté; et c'est surtout grâce aux travaux de ce que l'on appelle "l'école de Barcelone" (je pense au Professeur Millàs Valli-crosa, et plus récemment aux professeurs Vernet et Samsó, et bien d'autres encore) que nous avons une image claire de l'évolution générale de la pensée et de la production astronomique. Des lacunes importantes subsistent néanmoins dans le domaine de l'astronomie mathématique ou, plus spécialement, des tables astronomiques, comme il ressort des quelques exemples apportés dans ce qui précède.

D'autre part, il faut souligner cette composante hindoue, sûrement arrivée chez nous par le biais des tables d'al-Khwârizmî, qui se fraye un chemin dans le matériel tabulaire compilé dans la Péninsule; l'on retrouve encore ses traces au moins dans deux autres ensembles de tables élaborées à la fin du Moyen Age. Il s'agit des *Tables de Barcelone*, dressées à la Cour du roi catalan Pierre le Cérémonieux au XIVe siècle, et de l'*Almanach Perpetuum* d'Abraham Zacut au XVe siècle. Mais avant d'aborder ces sujets, je voudrais revenir sur les héritiers des *Tables de Tolède* et dire deux mots sur son héritier principal: les *Tables Alphonsines*, réalisées sous les auspices du roi Alphonse X de Castille dans la deuxième moitié du XIIIe siècle.

Le corpus astronomique alphonsin se compose d'une trentaine d'ouvrages, la plupart d'entre eux groupés sous le titre générique de *Libros del saber de astronomía*. Il contient un ensemble de tables astronomiques, avec ses canons (les instructions pour leur usage), que l'on appelle *Tables Alphonsines*. Deux des collaborateurs du roi, Yehudá ben Moshé Cohen et Isaac ben Sid semblent avoir été les auteurs matériels de ces tables ainsi que des observations qui ont précédé leur compilation. Les observations, portant entre autres sur des éclipses, se sont étalées sur 10 ans, jusqu'en 1272.

Le texte qui explique l'utilisation des tables (les canons) est intitulé *Libro de las taulas*. Il est rédigé en castillan et n'existe qu'en un seul exemplaire, déposé à la Bibliothèque Nationale de Madrid. Or, malheureusement, ce manuscrit ne contient pas les tables qui y sont décrites. Jusqu'à présent on n'a pas trouvé de manuscrit avec un ensemble de tables qui "collent" parfaitement avec les canons.

Donc, on ne connaît pas les tables originelles. Il existe cependant des centaines de manuscrits ou d'imprimés qui contiennent des ensembles assez différents de tables astronomiques qui se veulent "alphonsines". Il y a là un problème qui ne sera vraiment résolu que lorsque l'on identifiera les tables originelles, mais qui, pour l'instant, donne lieu à des affirmations du genre "les tables alphonsines ont été compilées bien après le règne d'Alphonse" ou simplement "les tables alphonsines ne sont pas alphonsines".

Bien qu'achevées vers 1272, les tables ont comme radix (origine) le 1er janvier 1252, année du couronnement du roi Alphonse. Les *Tables Alphonsines* connurent un énorme succès, très probablement dû au fait qu'elles étaient directement utilisables, indépendamment du calendrier employé (soit chrétien ou musulman). C'est le genre de produit dont avaient besoin les astronomes, surtout ceux de la Péninsule Ibérique, confrontés à des traditions culturelles très différentes et constamment obligés de transposer les dates d'un système à un autre.

Les tables alphonsines sont le point de départ de l'astronomie en Europe. Sa diffusion dans tout le continent se fait principalement par Paris où les tables originelles sont réorganisées à partir de 1320 par le groupe des astronomes dits parisiens et que l'on appelle "les Jeans" (Jean de Murs, Jean de Lignères, Jean de Saxe, principalement). Plusieurs nouveaux canons sont rédigés par ces auteurs, certaines tables sont éliminées, d'autres sont incorporées; dans certaines tables la radix est modifiée, dans d'autres on préfère conserver les calculs faits sur le méridien de Tolède; de nouveaux paramètres sont aussi introduits et quelques définitions essentielles sont modifiées. Bref, les tables sont considérablement remaniées. La forme des *Tables Alphonsines* parisiennes qui connaîtra le plus grand essort sera celle qui accompagne les canons de Jean de Saxe de 1327. C'est sous cette forme que les *Tables Alphonsines* seront publiées pour la première fois en 1483 à Venise. Elles ont été éditées et commentées par Poulle en 1984.

Et c'est cette version que l'on a tendance à considérer comme les tables alphonsines. Mais cette version diffère à pas mal d'égards de celle décrite dans les canons castillans. Par exemple, dans les tables de l'*editio princeps* on utilise des signes de 60°, tandis que dans les canons castillans on a à faire à des signes appelés "naturels", de 30°. La sexagésimalisation, c'est à dire la présentation de toutes les données suivant une base sexagésimale, est complète dans la version de 1483, ce qui revient à dire que les mouvements moyens des planètes, par exemple, sont exprimés en degrés par jour, par soixantième de jour, et ainsi de suite, mais aussi de 60 en 60 jours, etc., et non pas en périodes telles que mois, années, ou, dans l'autre sens, heures, minutes d'heure, etc., ce qui est le cas dans les canons castillans. Il existe d'autres différences, les unes sont plutôt structurelles: par exemple, la modification de certains paramètres pour le Soleil et Vénus; d'autres différences sont plus surprenantes: par exemple, l'abandon de l'instant radix du 1er janvier 1252 que l'on trouvait dans les canons du roi Alphonse, et l'adoption du 1er juillet 1252, dans les tables issues du groupe parisien. Ceci est d'autant plus frappant qu'il s'agit d'un choix fait vers 1320-1327. En outre, les tables dites alphonsines, mais remaniées à Paris, conservent tous les calculs sur le méridien de Tolède.

Une dernière différence remarquable entre les deux ensembles dits alphonsins

concerne la précession des équinoxes et les choix portés sur un système de référence pour les coordonnées.

Les tables issues de Paris et imprimées à Venise en 1483 tiennent compte à la fois de deux explications différentes pour la précession des équinoxes (à savoir, celle de Ptolémée/al-Battânî et celle de Thâbit ibn Qurra). Les canons du roi de Castille, pour leur part, ne considèrent que cette dernière, la trépidation, tout comme les *Tables de Tolède*, élaborées deux siècles auparavant pour la même ville. Ceci signifie que dans les *Tables de Tolède* et dans les canons du roi Alphonse le système de référence adopté pour les coordonnées des positions planétaires est la huitième sphère, c'est à dire la sphère imaginaire des étoiles fixes qui contient un point Aries mobile et qui donne lieu à des coordonnées sidérales. Par contre, les tables alphonsines imprimées en 1483 donnent des coordonnées tropiques, c'est à dire, se rapportant à la neuvième sphère, celle qui contient une écliptique fixe.

On est encore très loin d'avoir une explication définitive des tables faites par les collaborateurs du roi de Castille, ainsi que des nombreux et succesifs ajouts dont elles ont été l'objet. Il y a là un sujet de recherche tout à fait passionnant, qu'il nous faut quitter maintenant, pour en revenir à la Péninsule Ibérique et très concrètement à la Cour du roi Pierre III d'Aragon et IV de Catalogne au XIV^e siècle.

Pendant le règne de Pierre le Cérémonieux se développe une activité astronomique considérable, qui s'organise autour de la figure du roi, comme cela s'était déjà produit un siècle auparavant en Castille avec le roi Alphonse. Des observations astronomiques ont lieu, des tables sont dressées, mais elles ne connaîtront pas l'énorme succès des *Tables Alphonsines* et elles seront incapables de prendre leur place. Citons simplement deux oeuvres : l'une est intitulée *Table et almanac* ; l'autre est un ensemble de tables connues sous le nom de *Tables de Barcelone*.

La première de ces deux oeuvres, *Table et almanac*, se base sur les observations réalisées à Barcelone à partir de 1360 par deux astronomes de la Cour, Pere Gilbert et Dalmau Sesplanes. Elle existe en un seul exemplaire, mais le manuscrit, en latin, ne contient pas de tables. De leur côté, les *Tables de Barcelone* se sont conservées dans des manuscrits en catalan, en latin et en hébreu. Elles sont précédées d'un prologue écrit en première personne par le roi lui-même. Le compilateur de ces tables semble avoir été Jacob Corsuno, un astronome juif spécialement appelé à la Cour pour ce travail et dont on ne connaît qu'un traité sur l'astrolabe fait à Séville en 1375-76. Les tables ont pour date radix le 1^{er} mars 1320, malgré qu'elles ont été calculées plusieurs décennies après. La raison de cette date est qu'elle correspond au début de l'année qui suit celle de la naissance du roi, donnant ainsi lieu en quelque sorte à une nouvelle ère, celle du roi.

Le système de référence adopté dans ces tables est celui de la huitième sphère, comme pour les tables des astronomes du roi Alphonse. C'est à dire, les coordonnées des planètes sont ici sidérales, tandis que dans l'oeuvre précédente, *Table et almanac*, les coordonnées adoptées sont tropiques, et se rapportent donc à la neuvième sphère.

Les *Tables de Barcelone*, ainsi que ses canons et ceux de *Table et almanac*, ont été édités en 1962 par Millàs Vallicrosa. Il semble bien établi que ces deux

oeuvres ne dérivent pas de l'astronomie alphonsine. On a plutôt pensé à l'inscrire dans la lignée ptoléméenne, moyennant les tables d'al-Battânî, connues dans les milieux scientifiques catalans grâce à la divulgation qu'avait fait de son oeuvre le Rabbi de Barcelone Abraham bar Hiyya au milieu du XIIe siècle. Cependant, un certain nombre d'indices pointe dans une autre direction; par exemple, la présence d'une table de latitude lunaire avec un maximum de $4;29^\circ$, nous fait venir à l'esprit la tradition indienne. Bien que le travail en cours d'analyse de ces tables n'est pas encore terminé, l'on peut d'ores et déjà affirmer que les *Tables de Barcelone* sont fortement dépendantes de celles d'al-Khwârizmî.

Evidemment, entre les deux foyers d'activité astronomique mentionnés (la Castille du XIIIe siècle et la Catalogne du XIVe siècle), il existe d'autres auteurs, le plus souvent isolés et dont l'oeuvre astronomique est encore mal connue. Tel est le cas d'Isaac Israëli, à Tolède, et de Juan Gil de Burgos. La recherche sur les tables astronomiques de ces deux auteurs peut apporter beaucoup de précisions sur la diffusion de l'astronomie alphonsine.

Avançons d'un siècle pour en revenir à Castille, non pas à Tolède mais à Salamanque, car c'est dans cette ville qu'habite le plus important astronome de la Péninsule Ibérique au XVe siècle: Abraham Zacut.

Zacut est né vers 1452 à Salamanque, où il fréquente l'université. Un des professeurs titulaires de la chaire d'astronomie Juan Salaya, il deviendra l'ami de Zacut et traduira de l'hébreu vers le castillan l'oeuvre astronomique principale de celui-ci, intitulée *Ha-jibbur ha-gadol* (Grande Composition). L'oeuvre est constituée par un ensemble de tables, accompagnées de ses canons explicatifs, que Zacut rédigea entre 1473 et 1478.

Après l'arrêté d'expulsion des juifs signé par les Rois Catholiques en 1492 (et dont nous fêtons le 500e anniversaire prochainement) Zacut est forcé de quitter l'Espagne et s'installe au Portugal où il entre au service de la Cour du roi João II en tant qu'astronome et chroniqueur. Il participe activement aux discussions entre les cosmographes et les navigateurs sous les auspices de la couronne. Hélas, pour peu de temps, puisqu'en 1496 les juifs sont aussi expulsés du Portugal. Zacut quitte alors définitivement la Péninsule Ibérique pour la Tunisie, et, quelque temps après, il repart pour Damas, où il meurt vers 1515.

Tout juste avant son départ du Portugal, Abraham Zacut réussit à faire imprimer une version latine de son livre *Hajibbur* qui avait été adapté et traduit par un de ses disciples, José Vizinho, un membre très actif de la "Junta dos matemáticos". L'édition sort des presses de la ville portugaise de Leiria en 1496 sous le titre d'*Almanach Perpetuum*.

Les tables de l'*Almanach Perpetuum* concernent le Soleil, la Lune et les cinq planètes. Elles sont calculées sur le méridien de Salamanque et pour l'année radix 1473. Les tables pour les positions journalières du Soleil pendant quatre ans, de 1473 à 1476 ont une importance singulière car elles permettent à leur tour de calculer les tables de déclinaisons solaires, qui sont nécessaires à la navigation océanique. Abraham Zacut semble avoir préparé ce type de table pour les années 1497-1500 à l'intention du voyage de Vasco de Gama.

Bien qu'imprimées à maintes reprises, les tables de l'*Almanach Perpetuum* n'ont pas encore fait l'objet d'une étude systématique. On peut toutefois affirmer

qu'elles relèvent de différentes traditions astronomiques et constituent en quelque sorte une synthèse de l'astronomie élaborée dans la Péninsule Ibérique. En voici quelques exemples : les tables qui correspondent au mouvement de la Lune sont structurées sur base du cycle de 31 ans découvert par Jacob ben David Bonjorn, un astronome de la moitié du XIVE, au service du roi Pierre le Cérémonieux. Par contre, les positions journalières de la Lune de 1473 à 1503 sont calculées à partir des tables du corpus alphonsin. D'autre part, dans l'*Almanach Perpetuum* on trouve deux tables différentes pour la latitude lunaire : l'une atteint un maximum de 5° (Ptolémée), dans l'autre le maximum est de $4;29^\circ$ (al-Khwārizmī).

L'histoire de l'astronomie mathématique médiévale dans la Péninsule Ibérique présente encore trop de lacunes, bien que ses traits principaux sont déjà tracés. Un instrument pour les combler en est l'analyse mathématique des tables astronomiques. C'est une voie de recherche très peu explorée jusqu'à présent, mais qui nous réserve d'agréables surprises et maintes satisfactions.

BIBLIOGRAPHIE

- CANTERA BURGOS, Francisco, *Abraham Zacut*, Aguilar, Madrid (1935).
 CHABAS, José, ROCA, Antoni, RODRIGUEZ, Xavier, *L'astronomia de Jacob ben David Bonjorn*, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona (1992).
 GOLDSTEIN, Bernard R., *Theory and Observation in Ancient Medieval Astronomy*, Variorum Reprints, Londres (1985).
 KENNEDY, Edward S., *A Survey of Islamic Astronomical Tables*, *Transactions of the American Philosophical Society*, 46, part. 2 (1956).
 MILLAS VALLICROSA, José M., *Assaig d'història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval*, vol. I, *Estudis Universitaris Catalans*, Barcelona (1931).
 —, *Las traducciones orientales en los manuscritos de la Biblioteca Catedral de Toledo*, CSIC, Madrid (1942).
 —, *Estudios sobre Azarquiel*, CSIC, Madrid-Granada (1943-1950).
 NEUGEBAUER, Otto, *The Astronomical Tables of Al-Khwārizmī*, Copenhagen (1962).
 POULLE, Emmanuel, *Les Tables Alphonsines avec les canons de Jean de Saxe*, CNRS, Paris (1984).
 KING, David A., SALIBA, George, eds., *From Deferent to Equant : A Volume of Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in honor of E.S. Kennedy*, New York (1987).
 SAMSO, Julio, et al., eds., *De Astronomia Alphonsi Regis*, Univ. de Barcelona, Barcelona (1987).
 VERNET, Joan, *Historia de la Ciencia Española*, Madrid (1975).
 —, *La cultura hispanoárabe en Oriente y Occidente*, Barcelona (1978).

Institut d'Estudis Catalans, Barcelona (Espagne)

c/ 10 Av. Paul Verheyleweghen
 1160 Bruxelles.

SUMMARY

This article concentrates on the most relevant astronomical tables compiled and used in the Iberian Peninsula, from the 9th to the 15th century, and presents the basic relationships identified so far between them. Although the tables are based mainly upon Ptolemy's models, which were known in Muslim Spain essentially through the work of al-Battani, some of them exhibit other specific influences.

BOEKBESPREKINGEN

Von der Augsburger Bibelhandschrift zu Bertolt Brecht. Zeugnisse der deutschen Literatur aus der Staats- und Stadtbibliothek und der Universitätsbibliothek Augsburg. Ausstellung der Staats- und Stadtbibliothek Augsburg in Zusammenarbeit mit der Universität Augsburg anlässlich des Deutschen Germanistentags 1991 Augsburg 4. Oktober bis 10. November 1991. **Katalog** herausgegeben von Helmut GIER und Johannes JANOTA. Weissenhorn, Anton H. Konrad Verlag, 1991. Prijs : ca. DM 55.-

Van 4 oktober tot 10 november 1991 werd door de buitengewoon rijke Staats- und Stadtbibliothek en de Universitätsbibliothek te Augsburg een tentoonstelling georganiseerd onder een titel waar een wetenschapshistoricus niet wakker van zal liggen : "Von der Augsburger Bibelhandschrift zu Bertolt Brecht". Uit de schitterende, overvloedig met kleurfoto's geïllustreerde (en zéér goedkope !) catalogus, die nog steeds te verkrijgen is, blijkt echter dat niet alleen heel wat tentoongestelde items wel degelijk op het gebied van de wetenschappen lagen, maar ook dat de aparte vakgebieden door bekende specialisten uitvoerig ingeleid worden. De 'Mittelalterliche Naturkunde' bv. (pp. 143-165) wordt door Walter Buckl (Eichstädt) uitstekend commentariseerd, waarna uitgebreid 16 handschriften beschreven en geïllustreerd worden, o.m. het 'Buch der Natur' van Konrad von Megenberg (d.i. de Duitse pendant van Jacob van Maerlants 'Der Naturen Bloeme'), het 'Lapidarium' van Volmar, het 'Arzneibuch' van Ortolof von Bai-erland, de 'Macer Floridus', alchemistische recepten, het reisverhaal van Mandeville, het pelgrimsboek van Hans Tucher, het kookboek van Sabine Welser, de chiromantie van Johann Hartlieb, enz.

Ook onder de incunabelen, postincunabelen en vroege drukken zijn er veel interessante beschrijvingen en commentaren : bv. bij 'Hermes Trismegistos' van Sebastian Franck, de 'Neuer wunderbarer Tiergarten' van Heinrich von Hövel, de 'Lust- und Arzeneigarten' van Wolf Helmhard Freiherr von Hohberg, enz.

R. Jansen-Sieben

M.J. van LIEBURG, **Jelle Banga (1786-1877). Notulist van de 19de eeuwse genees- en verloskunde in een Friese provinciedaak.** Erasmus

Publishing, Rotterdam, 1991, 96 blz., geïllustreerd, ISBN 90-5235-020-5. Prijs fl. 27,50.

Het werk van Jelle Banga was mij reeds eerder bekend, via de facsimile uitgave (1975) van Lindeboom en door het opstel dat Van Andel in 1937 aan het dagboek van Banga had gewijd. Thans vraagt Prof. van Lieburg, op grond van ten dele nieuwe archivalia opnieuw aandacht voor leven en werk van deze opmerkelijke Friese medicus-notulist-historicus. Zoals uit de inleiding kan worden afgeleid, is de huidige monografie slechts een begin want een "uitvoerigere en meer gedetailleerde studie is in voorbereiding over de verloskundige en gynaecologische praktijk" van Banga. Hetgene inmiddels is vrijgegeven is luxueus gedrukt en mooi verlucht en, moge het dan een voorproef zijn van wat zal volgen, het blijft een op zichzelf staand werk.

In een eerste hoofdstuk wordt door schrijver een beeld opgehangen van het Franeker in de 19e eeuw en van het soort mensen wat toen dit kleine stadje bevolkte.

Volgt een bespreking van de jeugdijaren van Banga, inclusief de medische studies aan de hogeschool van zijn geboortestad. Wij vernemen hoe de student, geïnspireerd door de hoogleraar Joh. Mulder (de Mulder van de bekende *Historia litteraria et critica forcipium en vectium obstetricorum*, 1794), zich van toen af heeft aange-trokken gevoeld tot de verloskunde en op diens aandringen zich in het Amsterdamse Binnen-gasthuis is gaan toeleggen op het vak. Hij kwam hier in contact met o.m. Prof. Gerard Vrolik, de man die in Nederland de eerste obstetrische kliniek heeft opgericht. Ongetwijfeld waren het ook Vroliks collectie anatomische preparaten en monstra die aan de jonge student zijn liefde voor de teratologie hebben bijgebracht.

In een later hoofdstuk zal schrijver uitgebreid terugkomen naar Dr. Bangas vroedkundige praktijkvoering. Zo leren wij ook de literatuur-bronnen (Baudelocque) en het armamentarium van de vroedmeester kennen : de lange en korte tangen van respectievelijk Levret en Johnson, de hefboom en de kopschaar ofte craniotoom. Het vroedkundige gedeelte van de praktijk moet zeker niet onaanzienlijk zijn geweest, getuige Bangas notities over meer dan 1000 casus (periode 1806-1867), waarvan ca. 10 % tangver-lossingen.

Schrijver onderstreept in het Banga archief niets te hebben gevonden over de ideeën van

Semmelweis over de etiologie van febris puerperalis. De *Aetiologie* is slechts anno 1861 in druk verschenen, uitgerekend zes jaren vóór Banga aan het vroedmeesterschap vaarwel heeft gezegd. Bovendien zal het nog tot 1892 duren (Döderlein : *Das Scheidensekret*, etc.) vóór aseptische en antiseptische verloskunde gemeengoed is geworden. Döderlein zelf heeft ergens ongeduldig laten opmerken dat het in wezen niet vóór de eeuwwende is geweest dat alle vroedmeesters en -vrouwen antiseptisch tewerk zijn gegaan.

In een apart hoofdstuk heeft Prof. van Lieburg het sociaal-medische optreden van Banga en diens rol voor onderwijs en openbare gezondheid besproken. Zich hierbij steunend op het beroepsjournala worden ook de medische inzichten, de diagnostiek en de therapie van Dr. Banga besproken.

Het laatste hoofdstuk kreeg als titel : Rustend medicus. Na veel gewerkt, geschreven, gestudeerd en gestreden te hebben heeft Banga zijn praktijk geleidelijk afgebouwd. Aan het einde van de jaren zestig zette de ruim 80-jarige zich achter de schrijftafel met het doel "een geleidelijk overzicht van de voornaamste ons bekend geworden schrijvers mede te delen, met eenig terugzigt op den maatschappelijken, staatskundigen en godsdienstigen toestand gedurende het tijdvak, waarin zij leefden". Aldus ontstond zijn "Geschiedenis van de Geneeskunde, etc.", waarin Banga ook een aantal minder bekende medici aan de vergetelheid heeft willen onttrekken. Zijn "Tabellarisch Overzicht van de Voornaamste Geneeskundigen, die in het behandelde Tijdvak hunne Kunst, geheel of ten deele, in Nederland hebben uitgeoefend", dat het werk afsluit, is een waardevol document gebleven voor al wie de historie van de Nederlandse geneeskunde bestudeert.

Banga overleed op de leeftijd van 90 jaar. Door de plaatselijke courant werd deze kleurrijke figuur gememoreerd, niet alleen als "de onvermoeibare medicus, dag en nacht gereed om hulp te verleen, waar die van hem gevraagd werd", maar ook als de geleerde die "zijne eigendommelijkheden" had. De medische wereld besteedde echter weinig aandacht aan zijn verscheiden. Prof. van Lieburg heeft dit wel willen doen. Hiervoor onze oprechte dank.

M. Thiery

Rienk H. VERMIJ, *Secularisering en natuurwetenschap in de zeventiende en achttiende eeuw : Bernard Nieuwentijt*. Rodopi, Amsterdam, 1991.

(Nieuwe Nederlandse Bijdragen tot de Geschiedenis der Geneeskunde en der Wetenschappen, n° 38). Prijs fl. 49,50.

Du point de vue de l'histoire des sciences, il s'agit là d'un travail à part puisqu'il traite de quelqu'un qui, à son époque même, eut peu d'impact par ses travaux scientifiques.

Le parcours intellectuel de Bernard Nieuwentijt (1654-1718) est toutefois fort intéressant. Ce médecin hollandais s'intéressa d'abord aux mathématiques, à l'analyse plus particulièrement, et entama à ce propos une polémique avec Leibniz, qui tourna à son désavantage. Déçu, il s'orienta vers la physique expérimentale, alors fort en vogue chez les anglais, qu'il utilisa essentiellement pour démontrer la validité de certaines lois de la physique, n'y apportant que très peu de résultats originaux. Il est d'ailleurs mieux connu pour son rôle de vulgarisateur qu'il semble avoir exercé au sein d'une petite société savante éphémère. Ses ouvrages ultérieurs en gardent la trace. Par la suite, il monte sur le terrain apologétique pour prouver que la science et la théologie ne sont pas nécessairement en opposition. C'est par *Het regt gebruik der werelt-beschouwing*, publié en 1715 et *Gronden van zekerheid*, publication posthume de 1720, qu'il est connu. A cette occasion, il rejette les modes de pensée "géométriques" développés par Descartes et Spinoza, au profit d'une vérité révélée par les expériences, et il rejette de même le système de Copernic comme étant opposé aux termes de la révélation divine inscrite dans la Bible. A ces égards, sa théologie s'inspire à la fois d'une théologie "accommodante" des "latitudinarians" anglais et du calvinisme sans nuance de Voetius. Au XVIIIe, sa pensée sera saluée et diffusée en Europe, quoique souvent accompagnée de modifications ou de commentaires. Dans la seconde moitié du XVIIIe siècle par contre, elle est critiquée et fort vite abandonnée. Le positivisme du XIXe siècle achève de la faire sombrer dans l'oubli.

C'est par delà cet oubli et surtout le filtre du positivisme que l'auteur, R.H. Vermij, veut resituer Nieuwentijt dans les débats de l'époque. Le point de vue choisi présente l'avantage d'élargir de façon sensible les perspectives sur les relations entre les sciences et le processus de sécularisation de la société aux XVIIe et XVIIIe siècles. La thèse de l'auteur est que ce processus n'a qu'un rapport indirect avec l'évolution des concepts et des pratiques scientifiques, et que cette dernière n'en est en tout cas pas le moteur. Il s'agirait plutôt, au départ, d'une réaction de

la théologie qui, sentant perdre du terrain du côté de la vie politique, réagit vis-à-vis des empiètements jusque là tolérés de la philosophie à propos du mode d'acquisition et des fondements de la certitude de la connaissance. A ce moment seulement, le conflit avec la science moderne éclate et elle est utilisée comme arme contre la théologie, au service d'une nouvelle forme politique. La description d'entente possible défendue par Nieuwentijt provient d'un courant, né au sein même de la théologie, principal propagateur de la sécularisation. De même, le courant scientifique moderne se scinde en deux versions : l'une, absolutiste, visant à décrire et expliquer le monde par le seul biais de la démarche scientifique — vision qui connaîtra son succès au XIXe siècle — l'autre, plus modérée. L'auteur inscrit B. Nieuwentijt au confluent de la théologie modérée et de la science modérée. Cette description permet d'expliquer l'autorité acquise par B. Nieuwentijt au début du XVIIIe et son déclin ensuite. Le conflit politico-religieux a donné lieu en effet à un compromis, intensément vécu dans les Provinces-Unies aux XVIIe et XVIIIe siècles. Cependant, au fur et à mesure que dans la vie publique l'équilibre entre la religion et la politique glisse à l'avantage de cette dernière, la solution présentée et défendue par Nieuwentijt apparaît de plus en plus désuète. Il s'agirait donc bien plutôt d'une solution ponctuelle à un problème de fait, et non comme certaines interprétations acontextuelles ont pu le représenter pour cet auteur ou pour d'autres, d'une réponse intellectuelle à un problème purement intellectuel. Les nuances nationales dans la réception de la pensée de Nieuwentijt à travers l'Europe des Lumières corroborent fort bien cette interprétation.

L'ouvrage est fort bien bâti et dès l'introduction les cadres et les enjeux du travail sont clairement établis. L'intérêt de l'ouvrage, outre son thème, se situe dans la précision avec laquelle l'auteur restitue le contexte de vie et de réflexion de Bernard Nieuwentijt. Non seulement sa vie politique, son rôle social en tant que membre de la bourgeoisie réformée, font l'objet d'une attention minutieuse, mais aussi les grands courants des XVIIe et XVIIIe siècles dans lesquels baigne Nieuwentijt : le cartésianisme, l'athéisme, la vision copernicienne du monde, les rapports étroits de la philosophie avec l'état, et surtout l'avènement, en Angleterre, d'une théologie de compromis en même temps que l'engouement du public pour la philosophie expérimentale.

B. Van Tiggelen

T.J.A., TERLOUW, *De opkomst van het heilgymnastisch beroep in Nederland in de 19de eeuw : over zeldzame amfibieën in een kikkerland*, Erasmus Publishing (Rotterdam) 1991, 461 p. Prijs fl. 59,50. Bfr. 1190.

In dit proefschrift, voorgebracht aan de Faculteit Bewegingswetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam, wordt een gedetailleerd overzicht gegeven van de voorgeschiedenis van de oprichting van het 'Genootschap ter beoefening van de Heilgymnastiek in Nederland' in 1889. De auteur benadert dit wordingsproces vanuit het sociologisch perspectief van *professionalisering*. De cryptische ondertitel wordt toegelicht op p. 10, en blijkt afkomstig te zijn van een citaat uit het tijdschrift *De Turnvriend* (1883) waarin de medicus J. Déking Dura (n.v.d.r. niet opgenomen in het personenregister) een pleidooi hield voor gespecialiseerde inrichtingen voor geneeskundige gymnastiek. Dergelijke instellingen bestonden toendertijd op verscheidene plaatsen in Duitsland en stonden "... onder leiding van med. doktoren, die tevens praktisch ervaren gymnasten zijn, een soort amfibie, dat in ons kikkerland nog veel te zeldzaam voorkomt".

Terlouw's werk spitst zich toe op de polemiek gevoerd tussen gymnastiekonderwijzers en -leraars enerzijds en de geneesheren anderzijds, die zich beiden bevoegd achtten op het vlak van de heilgymnastiek. Deze dialectiek leidde uiteindelijk tot een verzelfstandiging van het beroep van heilgymnast. Dit proces verliep volgens de auteur via de deelprocessen van *differentiatie*, *institutionalisering* en *legitimering*.

De Zweedse gymnasiarch Per Hendrik Ling (1776-1839) met zijn in 1813 opgerichte Centraal Gymnastiek Instituut van Stockholm wordt algemeen als de vader erkend van de medische gymnastiek. Naast de medische gymnastiek onderscheidde Ling tevens de pedagogische, de militaire en de esthetische gymnastiek. Al bij al heeft zowel de medische als de gymnastiek-wereld in Nederland zich nochtans steeds sterk geïnspireerd op en gespiegeld aan de ontwikkelingen in Duitsland. Dit valt vooral op door een vergelijking met België, waar de Franse invloeden domineerden en waar de medische Zweedse gymnastiek een groter impact kreeg op de medische en onderwijsmiddelen dan dit in Nederland ooit het geval was. De eerste helft van de 19de eeuw, die door de auteur als de periode van de *beroepsdifferentiatie* wordt geduid kenmerkte zich door allerlei acties ten bevordering van de lichamelijke opvoeding. Vooral de in 1784 opgerichte Maatschappij tot Nut van 't Algemeen, beijverde zich om de lichamelijke op-

voeding doen ingang te vinden in het onderwijs. Mede door de actieve aanwezigheid van de Duitse Turnleraar Carl Euler (vanaf 1848 tot 1860) in Nederland en door het pleidooi van de medicuhygiënisten werd in de Wet op het Lager Onderwijs van 1857 de gymnastiek als facultatief vak ingevoerd. Nogmaals valt hierbij het verschil in aanpak op met België. Niettegenstaande de gymnastiek reeds vijf jaar eerder nl. sinds 1852 als verplicht was ingevoerd in het Belgisch lager onderwijs, kwam daar niets van terecht bij gebrek aan opgeleide leerkrachten en gymnastiekaccommodaties. In Nederland werd daarentegen reeds vanaf 1857 een akte L.O.-gymnastiek voorzien, waardoor de onderwijzers hiervoor een bijzondere bevoegdheid konden verkrijgen.

De Wet houdende regeling van het Middebaar Onderwijs van 1863 maakte gymnastiek verplicht en voorzorg ook in een akte m.o. voor gymnastiek waardoor, na de gymnastiekonderwijzer, nu ook de gymnastiekleraar zijn intrede deed. Vooral vanuit deze beide categorieën van gymnastiek-gediplomeerden zou in de tweede helft van de 19de eeuw zich een proces van *institutionalisering* en *legitimering* van de heilgymnastiek voltrekken. Ten gevolge van de zogenaamde geneeskundige wetten van de liberale Eerste Minister Thorbecke (1865) verloren de sociaal-bewogen hygiënisten veel van hun invloed. In de jaren zeventig tekende zich geleidelijk aan een polarisatie af tussen gymnastiekonderwijzers enerzijds, die vaak een heilgymnastische praktijk uitoefenden als hoofd- of bijverdienste, en de medici anderzijds, die vanuit theoretische gronden dit domein claimden. De enige ware 'amfibie' was de in die tijd internationaal succesrijke geneesheer-masseur J.G. Mezger (1838-1909), een vroegere gymnastiekonderwijzer die in 1868 tot doctor in de geneeskunde promoveerde. Niet alleen op het vlak van de massage maar ook op dat van de orthopedie ontstond een toenemende concurrentie tussen de heilgymnastische autodidacten en de geneesheren. In feite kwam de situatie erop neer dat de geneesheren zich niet 'daadwerkelijk' met de heilgymnastiek inlieten, maar er wel de controle van opeisten. Deze controverse vond een oplossing door de oprichting van het Genootschap ter beoefening van de Heilgymnastiek in Nederland op 1 september 1889 op initiatief van de 'serieuze' heilgymnasten J.H. Reijs en E. Minkman, beide gymnastiekleraar van opleiding. Zij bepleitten een wetenschappelijke vorming van de heilgymnast, gepaard met de nodige praktische ervaring. Minkman schetste dit beroepsprofiel als volgt : "De ware heilgymnast zij

een minnaar der wetenschap, een eerlijke, oprecht en onderzoekend practicus : zijne practijk zij de proef en de contrôle zijner theorie".

Het feit dat de leden van het Genootschap een bepaling opnamen dat zij geen patiënten zouden behandelen zonder voorlichting en advies van een medicus, zorgde voor enige pacificatie met de medische wereld. Dat hiermee echter de belangenstrijd niet geluwd was, blijkt uit de reactie van de Amsterdamse hoogleraar heelkunde J.A. Korteweg op een publikatie uit 1890 van J.G. Milo Jr, de 'nestor van de heilgymnastiek in Nederland' : "Zoolang de Heilgymnasten de rechten van de geneesheer erkennen, heeft deze zich immers niet te beklagen en van hunne vereeniging geen ondermijning van gezag te vreezen... De geneesheer mag dus slechts één beginsel voorstaan : hij zelf in alles de verantwoordelijke persoon, en dus de Heilgymnast niets dan een handlanger, in alles aan den geneesheer ondergeschikt. Natuurlijk is hiermede onderling overleg niet uitgesloten. Of zal de architect de kennis van smid of timmerman versmaden ?"

Zo te zien is deze problematiek nog altijd even actueel en wordt het uitkijken naar een vervolg van de beroepsgeschiedenis van de fysiotherapie in Nederland na 1890.

Het feit dat Terlouw zelf een opleiding als fysiotherapeut heeft genoten is een duidelijk pluspunt ; hij spreekt met kennis van zaken over het bestudeerde vakgebied. Zijn zorgvuldig gedocumenteerd verhaal is echter hoegenaamd geen sinecure, zelfs niet voor een sterk geïnteresseerde lezer. Het is een lang en eerder saai verhaal van personen en feiten, dat zich vaak overlapt, met weinig duiding en leidraad niettegenstaande de auteur een beroepssociologisch model hanteert ("professionalisering") om het gebeuren te analyseren. Ook de samenvatting in het Nederlands (pp. 341-351) en in het Duits (pp. 353-364) is te veel samenvatting en te weinig duiding om dit verhaal tot een passionnante geschiedenis te maken, hetgeen het in feite was. Talrijke portretten van prominente figuren uit de geschiedenis van de heilgymnastiek verlevendigen deze publikatie en verdienen lof aan het adres van de auteur. De historisch gegroeide oriëntering van de Nederlandse gymnastiek, ook van de heilgymnastiek, naar de grote Oosterbuur Duitsland, uit zich ook in de geraadpleegde literatuur. Qua bronnen zijn er enkele hiaten in dit werk, die door een Zuiderse inbreng hadden kunnen voorkomen worden. Zo ontbreekt b.v. het werk van J. Verleysen : *Histoire du massage*

et de la gymnastique médicale (1956) en van G. Vigarello : *Le corps redressé* (1978) in de bibliografie. Anderzijds is het curieus dat Terlouw naar Ling's werken verwijst via de Duitse vertalingen door Massmann (1830 en 1836) en geen gewag maakt van de Nederlandse vertaling door de Belg Oscar Delaive (1925). Deze stilistische en inhoudelijke tekortkomingen beletten nochtans niet dat deze bijdrage een mijlpaal mag genoemd worden in de historiografie van het beroep van fysiotherapeut in Nederland. Hopelijk wordt dit proefschrift een voorbeeld en inspiratiebron voor andere vorsers om het professionaliseringsproces van de 'heilgymnastiek' ook elders even grondig historisch door te lichten.

Roland Renson

AANKONDIGING

Een school spierinkjes. Kleine opstellen over Middelnederlandse artes-literatuur, uitgegeven door W.P. Gerritsen, Annelies van Gijzen en Orlanda S.H. Lie. (Middeleeuwse Studies en Bronnen XXVI.) Hilversum, Verloren, 1991. Prijs : fl. 32,50.

Aanleiding tot dit boek was de publicatie van het *Repertorium van de Middelnederlandse artes-literatuur*, R. Jansen-Sieben, Utrecht, 1989. De Inleiding zet uiteen waarom : "Kort na de verschijning van het boek hebben enkele neerlandici, verbonden aan de vakgroep Nederlands van de Rijksuniversiteit te Utrecht, het plan opgevat om een bundel kleine artikelen samen te stellen die de gevarieerde gebruiksmogelijkheden van het *Repertorium* zouden kunnen illustreren. [...] Voorwaarden was dat elk opstel zijn aanleiding moest vinden in één of meer in het *Repertorium* vermelde teksten ; [...] opstellen die te zamen de veelsoortigheid van de artes-literatuur en de methodische pluriformiteit van het artes-onderzoek illustreren."

De inhoud is dan ook bijzonder rijk en wisselend. Zowat alle artes-gebieden komen aan bod. De enige manier om deze bundel en de auteurs geen onrecht aan te doen, en de belangstellende lezer een overzicht te bieden van wat hier zoal allemaal ter sprake komt, is de inhoudsopgave te citeren : W. van Anrooij, De reizende arts Peter van Münster ; Guide de Baere, Ruusbroec und kein Ende ; Bart Besamusca,

Kwade dagen in de Middelnederlandse ridderromans ? ; W.L. Braekman, Prolegomena bij een compendium van verboden kunsten ; Frank Brandsma, Van venine af te done ; Josephie Brefeld, Wijs op reis ; H.J.T.M. Brok, Den Herbarius in Dyetsche ; A.M.J. van Buuren, Twee lofdichten op de wijn ; Gert de Ceukelaire, Over pseudo-kannibalisme en zondebesef ; Elly Cockx-Indestege, Bedenkingen bij de lectuur van 'het' *Repertorium* ; Willem F. Daems, De 'Geenesmiddelenlijst' in hs. F VII 12, f. 210v der UB Bazel ; Hans van Dijk, Reizigers naar het Heilige Land en het middelpunt van de wereld ; A.M. Duinhoven, Van koggen en galeien : over middeleeuwse scheepstypen ; P.J.A. Franssen, De drukpers in dienst van de politiek : Karel V als eindkeizer ; D. Geirnaert en N. Geirnaert, Wanneer die cuere in wonden wert : signalering van een onbekend artes-frament ; W.W. P. Gerritsen, Waar is 'Die beestearis' ? ; Gisela Gerritsen-Geywitz, Drie recepten in het *Rekenboek van Floris Tzwynter* ; Annelies van Gijzen, Een verknijpt rijmpje en de optiek van de verstrooide blik ; J.P. Gumbert, Annekin zal sterven ; C. Gysel, De Antwerpse uitgaven van *Den herbarius in Dyetsche en Tfundament der medicinen* (1540) ; Renée Harp, Een reisfolder over genezend water ? ; Dini Hogenelst, De receptie van berijmde artes-literatuur ; E. Huizinga, Parallelteksten in een astrologisch-medisch compendium ; Jef Janssens, Fictioneel of referentieel ? ; Gundolf Keil, Habent suos locos libelli ; Gundolf Keil, Habent sua nomina libelli ; Marjolein Kool, Op zoek naar de bron van een bijzonder arithmetica-traktaat ; Annie Th. Lantink-Ferguson, Horologium viatorum of chilindrum ; Orlanda S.H. Lie, Van enen cruut ende hiet selve ; Robrecht Lievens, Een bliksemschicht uit het gehelel ; Th. Mertens, Niet-literaire literatuur ; Nine Miedema, 'Geestelike rijckdom' : over pelgrimsreizen en aflaten in de Middeleeuwen ; Traude-Marie Nischik +, Zur definitorischen Bestimmung der 'Fachliteratur' ; Pieter F.J. Obbema, Kalenders geven meer dan heilgendagen alleen ; F.P. van Oostrom, Maerlant en de artes ; L. Peeters, De artes en de saeculares literae in het middeleeuws canoniek recht ; W.J.J. Pijnenburg, Wie wil werken uut desen boke ... ; Herman Pleij, De oudste schaapherderskalender (1511) teruggevonden ; J. Reynaert, Het 'episch fragment' in hs. Gent, Universiteitsbibliotheek 697 ; Tanneke Schoonheide en Karina van Dalen-Oskam, Goida, sigilata, solis en wrsmes ; Robert Stein, Waarom verbleef Johanna van Beaufremont in 1407-1408 in Fallais ? ; Clara Strijbosch, Verzonnen wer-

kelijkheid : de *Brandaan* als artes-tekst ; L.J. Vandewiele, Over de *Vijf taeffels* en de *Antidotarius* in de Mnl. *Circa instans*-manuscripten ; S. de Vriendt, Doven in de Middeleeuwen : drie vragen aan mediëvisten ; J. Vromans, Het *Gesprächbüchlein*, ed. Hoffmann von Fallersleben ; Paul Wackers, In 's hemels naam : hemelbenamingen in het Middelnederlands ; J.P.

Westgeest, Maerlant bij de dokter : het dichtelijk gewaad gaat uit ; J.H. Winkelman, Lucas van Leyden en de artes-literatuur ; Johanna Maria van Winter, Project voor een internationale database van culinaire recepten.

Men ziet het : voor iedere 'soort' wetenschapshistoricus is er wat bij !

BERICHTEN

• Bestuur

Op de najaarsvergadering 1991 van Zuid-GeWiNa werden de mandaten van de bestuursleden P. Bockstaele en C. Gysel vacant gesteld. Zij waren niet meer verkiesbaar. In hun plaats werden verkozen Prof. dr. K. Van Camp en dhr. A. Jans. Het bestuur duidde vervolgens Prof. dr. R. Jansen-Sieben aan als nieuwe voorzitter van het genootschap. Ria Jansen-Sieben is hoogleraar aan de Vrije Universiteit Brussel en aan de Université Libre de Bruxelles. Haar onderzoek betreft de middelnederlandse letterkunde, in het bijzonder met betrekking op de zgn. 'artes'-teksten. In 1989 publiceerde zij een *Repertorium van de Middelnederlandse Artes-literatuur* (Utrecht, H&S).

• Op maandag 25 mei 1992 promoveerde Nicole Halsberghe tot doctor in de Letteren en Wijsbegeerte aan de Katholieke Universiteit te Leuven op een proefschrift over "De Ling-tai Yi-xiang zhi (1674) van Ferdinand Verbiest. Vertaling, annotatie en commentaar van het theoretische en illustratieve gedeelte." Promotor was prof. dr. U. Libbrecht.

• Op vrijdag 16 oktober 1992 vindt in Brussel de eerste "Dag van de Jonge Onderzoeker" plaats. Deze dag is een initiatief van het Nationaal Comité voor Logica, Geschiedenis en Filosofie van de Wetenschappen. Jonge vorsers in deze disciplines kunnen op deze dag hun onderzoeksprojecten voorstellen aan hun collega's. Het is de bedoeling dat jaarlijks een Dag van de Jonge Onderzoekers wordt georganiseerd. Inlichtingen bij Prof. R. Halleux, Institut d'histoire des sciences et des techniques, avenue des Tilleuls 15, 4000 Liège.

• In de Galerij van het Gemeentekrediet (Passage 44, Kruidtuinlaan te Brussel) loopt tot 28 juni een tentoonstelling *Onder het mes — Au fil du scalpel* over de geschiedenis van de chirurgie. Er wordt een geschiedkundig overzicht gegeven van de heilkunde van de Oudheid tot nu. Een tweede luik toont talloze instrumenten uit de verschillende deelgebieden van de heilkunde. De tentoonstelling is elke dag te bezoeken van 11 tot 18 uur behalve op zon- en feestdagen. De catalogus kost 500 frank.

• Tot 14 juni vindt in de Galerij van de ASLK, Kreupelenstraat 12 te Brussel een tentoonstelling plaats onder de titel *Specerijkelijk. De Specerijenroutes*. In het eerste deel wordt het belang van de specerijen in onze maatschappij geschetst. Het tweede deel behandelt de specerijenroutes. De tentoonstelling is elke dag te bezoeken van 10 tot 18 uur. De bijzonder fraaie catalogus kost 850 frank. Tegelijkertijd loopt in de Nationale Plantentuin te Meise een tentoonstelling over *Specerijplanten*, elke dag te bezoeken van 13 tot 17 uur (behalve op vrijdag en op feestdagen).

kelijkheid : de *Brandaan* als artes-tekst ; L.J. Vandewiele, Over de *Vijf taeffels* en de *Antidotarius* in de Mnl. *Circa instans*-manuscripten ; S. de Vriendt, Doven in de Middeleeuwen : drie vragen aan mediëvisten ; J. Vromans, Het *Gesprächbüchlein*, ed. Hoffmann von Fallersleben ; Paul Wackers, In 's hemels naam : hemelbenamingen in het Middelnederlands ; J.P.

Westgeest, Maerlant bij de dokter : het dichtelijk gewaad gaat uit ; J.H. Winkelman, Lucas van Leyden en de artes-literatuur ; Johanna Maria van Winter, Project voor een internationale database van culinaire recepten.

Men ziet het : voor iedere 'soort' wetenschapshistoricus is er wat bij !

BERICHTEN

• Bestuur

Op de najaarsvergadering 1991 van Zuid-GeWiNa werden de mandaten van de bestuursleden P. Bockstaele en C. Gysel vacant gesteld. Zij waren niet meer verkiesbaar. In hun plaats werden verkozen Prof. dr. K. Van Camp en dhr. A. Jans. Het bestuur duidde vervolgens Prof. dr. R. Jansen-Sieben aan als nieuwe voorzitter van het genootschap. Ria Jansen-Sieben is hoogleraar aan de Vrije Universiteit Brussel en aan de Université Libre de Bruxelles. Haar onderzoek betreft de middelnederlandse letterkunde, in het bijzonder met betrekking op de zgn. 'artes'-teksten. In 1989 publiceerde zij een *Repertorium van de Middelnederlandse Artes-literatuur* (Utrecht, H&S).

• Op maandag 25 mei 1992 promoveerde Nicole Halsberghe tot doctor in de Letteren en Wijsbegeerte aan de Katholieke Universiteit te Leuven op een proefschrift over "De Ling-tai Yi-xiang zhi (1674) van Ferdinand Verbiest. Vertaling, annotatie en commentaar van het theoretische en illustratieve gedeelte." Promotor was prof. dr. U. Libbrecht.

• Op vrijdag 16 oktober 1992 vindt in Brussel de eerste "Dag van de Jonge Onderzoeker" plaats. Deze dag is een initiatief van het Nationaal Comité voor Logica, Geschiedenis en Filosofie van de Wetenschappen. Jonge vorsers in deze disciplines kunnen op deze dag hun onderzoeksprojecten voorstellen aan hun collega's. Het is de bedoeling dat jaarlijks een Dag van de Jonge Onderzoekers wordt georganiseerd. Inlichtingen bij Prof. R. Halleux, Institut d'histoire des sciences et des techniques, avenue des Tilleuls 15, 4000 Liège.

• In de Galerij van het Gemeentekrediet (Passage 44, Kruidtuinlaan te Brussel) loopt tot 28 juni een tentoonstelling *Onder het mes — Au fil du scalpel* over de geschiedenis van de chirurgie. Er wordt een geschiedkundig overzicht gegeven van de heilkunde van de Oudheid tot nu. Een tweede luik toont talloze instrumenten uit de verschillende deelgebieden van de heilkunde. De tentoonstelling is elke dag te bezoeken van 11 tot 18 uur behalve op zon- en feestdagen. De catalogus kost 500 frank.

• Tot 14 juni vindt in de Galerij van de ASLK, Kreupelenstraat 12 te Brussel een tentoonstelling plaats onder de titel *Specerijkelijk. De Specerijenroutes*. In het eerste deel wordt het belang van de specerijen in onze maatschappij geschetst. Het tweede deel behandelt de specerijenroutes. De tentoonstelling is elke dag te bezoeken van 10 tot 18 uur. De bijzonder fraaie catalogus kost 850 frank. Tegelijkertijd loopt in de Nationale Plantentuin te Meise een tentoonstelling over *Specerijplanten*, elke dag te bezoeken van 13 tot 17 uur (behalve op vrijdag en op feestdagen).

DE REKENKUNDIGE TERMEN VAN SIMON STEVIN

Marjolein KOOL

Zolang in de zestiende eeuw het Latijn de wetenschappelijke voertaal blijft, is het beoefenen van wetenschap voorbehouden aan de kleine elite die Latijn kent. Dat strookt niet met de idealen van Simon Stevin. Hij vindt dat de wetenschappen voortaan in het Nederlands behandeld moeten worden en doet er alles aan om dat doel te bereiken.

In drie verhandelingen over de taal (1) zet hij uiteen dat het Nederlands de beste taal ter wereld is. Het Nederlands heeft immers de meeste éénlettergrepige woorden, die bovendien het voordeel hebben dat er makkelijk samenstellingen mee te vormen zijn. Door die twee eigenschappen is de taal uitermate geschikt om gedachten kort en helder uit te drukken en dus ideaal om "de consten" te beoefenen. Wanneer de wetenschappen in het Nederlands behandeld zouden worden, zouden ze toegankelijk zijn voor mensen die geen Latijn kennen. Daar is het Stevin om begonnen. Hij gaat ervan uit dat er eens een 'Wijsentijt' heeft bestaan, waarin de mensheid alle inzichten en vaardigheden die we tegenwoordig moeizaam weer trachten te verwerven reeds volledig bezeten heeft. Om tot een herleving van die Wijsentijt te komen, is allereerst een grote verbreding van het wetenschappelijk waarnemen en onderzoeken nodig en dat is alleen mogelijk wanneer "een grote menichte van mensen in zijn eighen aangeboren tael" zich daarop zou gaan toeleggen.

Stevin voegt de daad bij het woord. In 1600 krijgt hij van Prins Maurits de opdracht om een instructie op te stellen voor een aan de Leidse universiteit te verbinden ingenieursschool. De lessen worden er in het Nederlands (2) gegeven,

1. *Dialectike ofte Bewijsconst* (1585).

Uytspraeck vande Weerdicheyt der Duytsche Tael (1586). Dit stuk gaat vooraf aan Stevens boek over *De beghinselen der Weeghconst*.

Vande vernieuwing des Wijsentijts (1605-1608). Deze verhandeling is opgenomen in *Wisconstighe Ghedachtenissen*, 1605-1608, stuk 1, deel 2, boek 1. *Wisconstighe Ghedachtenissen* bestaat uit vijf 'stukken'. Stuk 1 is getiteld: "Vant Weereltschrift". Dit stuk is weer ingedeeld in drie 'delen' waarvan deel 2 is getiteld: "Vant Eertclootschrift". Deel 2 bestaat uit zes 'boeken' waarvan boek 1 is getiteld: "Van sijn bepalinghen int ghemeen". Daarin heeft Stevin zijn beschouwingen over de Wijsentijt uiteen gezet.

2. Er blijkt nergens dat Stevin zelf aan deze ingenieursschool gedoceerd zou hebben. Minnaert heeft het vermoedelijk bij het verkeerde eind als hij schrijft: "In a perfectly lucid style devoid of learned Latin terms Stevin himself taught a course" (M.G.J. MINNAERT, 'Simon Stevin: A wonder is no wonder', *Delta* 11 (1968), p. 42.) Simon Fransz van der Merwe en Ludolf van Ceulen waren de eerste docenten die werkten volgens de instructie van Stevin. Ze werden in 1615 opgevolgd door de Van Schootens. Eerst Frans de Oude, daarna zoon Frans jr. en tenslotte diens halfbroer Petrus. (J.A. VAN MAANEN, *Facets of seventeenth century mathematics in the Netherlands*. Utrecht, 1987, p. 5-6).

om het gebrek aan vooropleiding van de cursisten (3) op te vangen, maar vermoedelijk ook omdat het past in zijn streven de landstaal tot voertaal van de wetenschap te maken. Bovendien publiceert hij sinds 1585 uitsluitend in het Nederlands over zijn ontdekkingen op velerlei gebied: wiskunde, mechanica, hydrostatica, zeevaartkunde, aardrijkskunde, sterrenkunde, krijgswetenschap, techniek, bouwkunde, boekhouding, politiek, muziek en logica.

Het Nederlands mocht dan in principe een voortreffelijke taal zijn voor het beoefenen van wetenschap, het was in de loop der tijden wel "bezoedeld" geraakt door allerlei uitheemse invloeden. Stevin streeft ernaar die uit te bannen. Hij wil in zijn publikaties zonder gebruik te maken van ontleende woorden "alles (connen) uytbeelden dat totte saeck noodich is". De vaktermen waar hij over kan beschikken zijn echter voornamelijk Latijnse of Franse of een enkele keer ook Italiaanse of Hoogduitse woorden of aan deze talen ontleende bastaardwoorden. Hij verwerpt dit uitheemse jargon en vervangt het door Nederlandse vaktermen die hij voor een groot deel zelf bedenkt. Om dan toch in brede kring verstaanbaar te blijven, laat hij de Nederlandse vaktermen die nieuw of nog erg onbekend zijn, vergezeld gaan van hun gebruikelijke uitheemse equivalent in de marge van zijn werk.

Stevin heeft grote invloed uitgeoefend op de Nederlandse taal. Tot op de dag van vandaag zijn daar sporen van te vinden. In de literatuur wordt zijn taalbijdrage geprezen met opmerkingen als: "Zonder het te weten gebruikt iedere Nederlander wel haast dagelijks uitdrukkingen die door Stevin zoal niet gemaakt dan toch in zwang gebracht zijn" (4). "Vele uitdrukkingen van Stevin zijn in het Nederlandse taaleigen opgenomen" (5). "Tal van de ons zo vertrouwd in de oren klinkende termen zijn door hem in zwang gekomen of zelfs ontworpen" (6).

Stevens bijdrage aan de Nederlandse vaktaal is inderdaad groot. Maar hoe groot precies? Welke termen hebben we aan hem te danken? J. en A. Romein schrijven hierover: "Alleen een zeer gedetailleerde studie van het wetenschappelijke taaleigen der zestiende eeuw kan uitmaken, welke van de vele verduyt-schingen die hij gebruikt, zijn eigen schepping zijn" (7). Er zijn in het verleden verschillende onderzoekers geweest die hebben geprobeerd de taalbijdrage van Stevin precies vast te stellen, het waren K.W. de Groot (1919), J. Rombouts (1933) en E.J. Dijksterhuis (1943) (8). Zij verzamelden alle termen in het werk van Stevin die een uitheems equivalent in de marge hadden meegekregen en met behulp van

3. Onder de cursisten bevonden zich veel handwerkslieden: steenhouders, timmergezellen en landmeters. Zij kregen les in arithmetica, landmeetkunde en fortificatie. (P.J. VAN WINTER, 'Hoger beroepsonderwijs avant-la-lettre. Bemoeiingen met de vorming van landmeters en ingenieurs bij de Nederlandse universiteiten van de 17e en 18e eeuw'. In: *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, afd. Letterkunde, Nieuwe Reeks*, 137 (1988), p. 14-36).

4. E.J. DIJKSTERHUIS, *Simon Stevin*. 's-Gravenhage, 1943, p. 298.

5. D.J. STRUIK, *Het land van Stevin en Huygens*. Nijmegen, 1979, p. 64.

6. L. MOK, 'Hugo de Groot en Simon Stevin'. In: *Mededelingen van het juridisch instituut van de Erasmusuniversiteit Rotterdam*, 46 (1988), p. 20.

7. J. en A. ROMEIN, *Erflaters van onze beschaving*. Amsterdam, 1973, p. 191.

8. K.W. DE GROOT, 'Het purisme van Simon Stevin'. *De Nieuwe Taalgids*, 12 (1919), p. 161-182. J. ROMBOUTS, *Simon Stevin Taalstrijd-Taalzuivering*. Brussel, 1933. E.J. DIJKSTERHUIS, *Simon Stevin*. 's-Gravenhage, 1943, p. 298-320.

zestiende-eeuwse woordenboeken probeerden ze vast te stellen welke termen daarvan neologismen van Stevin waren.

Hoewel het wetenschappelijk taaleigen der zestiende eeuw nauwelijks in de woordenboeken uit die tijd terug te vinden is, beschouwt De Groot in zijn onderzoek de woorden die niet in het *Dictionarium teutonico-latinum* van Kiliaen voorkomen, zonder meer als nieuwvormingen van Stevin (9). Rombouts maant echter tot voorzichtigheid. Als een woord niet in de woordenboeken (10) voorkomt, kan dat een aanwijzing zijn. Is de term een samenkoppeling van bestaande termen, dan kan dat meer zekerheid geven (11). Rombouts noemt als voorbeelden "scherphouck", "plomhouck", "damphoogde" en "teghen-oversijde" en concludeert resoluut, ondanks de eerder geformuleerde oproep tot voorzichtigheid: "Ongetwijfeld zijn deze gevormde woorden eigen maaksel van Stevin" (12).

Dijksterhuis waarschuwt ervoor niet slechts de termen voorzien van een margeaanduiding te bestuderen, omdat de kans groot is dat dan een aantal neologismen over het hoofd zal worden gezien. Stevin heeft namelijk niet al zijn nieuwvormingen van een uitheems equivalent in de marge voorzien. Dijksterhuis adviseert dan ook om alle vaktermen van Stevin te bestuderen en vestigt de aandacht op nog een ander aspect. Stevin heeft de uitheemse vaktermen niet uitsluitend door geheel nieuwe woorden vervangen. Hij heeft ook in de bestaande Nederlandse woordenschat gezocht naar geschikte termen die voor een betekenisuitbreiding in aanmerking kwamen. Dijksterhuis bestudeert ook deze zogenaamde semantische neologismen omdat Stevin daarmee eveneens een belangrijke taalbijdrage levert.

Alliedrie de onderzoekers sluiten hun onderzoek af met lange lijsten Nederlandse vaktermen die waarschijnlijk door Stevin gevormd zijn. De omvang van zijn taalbijdrage blijkt indrukwekkend te zijn. Niet alleen vormen veel van zijn termen thans een vast bestanddeel van de huidige woordenschat, maar "de sterkste nawerking van Stevens streven vindt men wel in onze wiskundige vaktaal, die in hogere mate dan in andere landen een inheemsch karakter draagt" (13). Géén van de voorgaande onderzoekers vergeleek Stevens terminologie met de terminologie die voorkomt in de Nederlandstalige vakliteratuur van vóór zijn tijd. Toch is dat de enige manier waarop zekerheid verkregen kan worden omtrent de taalbijdrage van Stevin.

Deelgebied van de wiskunde is de rekenkunde. Op dit terrein schreef Stevin in het Nederlands en in het Frans. Zijn Franse rekenkundige werken zijn *L'Arithmétique* (1585) en *La Pratique d'Arithmétique* (1585). Zijn Nederlandse vaktermen

9. K.W. DE GROOT, p. 167. Zie noot 8.

10. Alliedrie de onderzoekers gebruikten *Dictionarium teutonico-latinum* van C. Kiliaen. Rombouts gebruikte daarnaast ook nog *Het Tresoor der Duytsscher talen* van J. van den Werve en Dijksterhuis *Thesavrvs Thevtonicae lingvae* van C. Plantijn.

11. Stevin betoogt in zijn *Uytspraeck van de weerdicheyt der Duytsche tael* dat een taal geschikt is voor de beoefening van de wetenschap als men er op eenvoudige wijze samengestelde woorden in kan vormen. Het voorstel van de samenstellingen is duidelijk: "overmidts der dinghen namen daer duer oock hare corte bepalinghen sijn". (Bepalinghen = definities)

12. J. ROMBOUTS. *Simon Stevin Taalstrijd-Taalzuivering*. Brussel, 1933, p. 42.

13. DIJKSTERHUIS, p. 316. Zie noot 4.

zijn te vinden in *De Thiende* (1585), *Coopmansbouckhouding*, *Van de telconstighe Anteyckeningen* en *Van de vier afkomsten....* De laatste drie werken maken deel uit van de *Wisconstighe Ghedachtenissen* (1605-1608).

Op het gebied van de rekenkunde bestonden al zeer veel Nederlandstalige teksten voordat Stevin de zijne publiceerde. De oudste handschriftfragmenten zijn uit de vijftiende eeuw, maar vooral uit de zestiende eeuw is een groot aantal Nederlandse rekenboekjes overgeleverd. In 1508 werd het eerste rekenboek in de Nederlandse taal gedrukt door Thomas Van der Noot in Brussel. Het is het anonieme *Die maniere om te leeren cyffren na die rechte consten Algorismi*. Twee jaar later verscheen in Antwerpen bij Willem Vorsterman een gedeeltelijke herdruk van dit boek, uitgebreid met een verhandeling over het penningrekenen. De rekenboeken van Van Varenbraken, Van den Hoecke, Heyns, Petri, Halle, Van der Gucht, Helmduyn, Creszfelt, Raets, Pyck en Verniers volgden. Allemaal in de Nederlandse taal en allemaal vóór 1585, het jaar waarin Stevin *De Thiende* schreef (14).

In deze Nederlandse rekenboeken bevinden zich uitheemse vaktermen, maar ook Nederlandse. Ze worden naast en door elkaar gebruikt, vaak om eenzelfde begrip aan te duiden. In de arithmetica van Gielis van den Hoecke uit 1537, staat bijvoorbeeld, fol. 1^v: "Additie, vergaderinghe oft sommeringhe" en in handschrift 440, UB Groningen, 1558, fol. 33^r: "Radicum extractio oft wttreckinghe van wortels". In de zestiende eeuw bestond er dus al een uitgebreide Nederlandse rekenwoordenschat waar Stevin uit kon putten, mits hij van het bestaan van deze rekentermen op de hoogte is geweest. Het is namelijk nog maar de vraag in welke kringen deze termen gebruikt werden en of Stevin toegang tot deze kringen had.

In de zestiende-eeuwse Nederlandse rekenboeken gaat het voornamelijk om toepassingen van de rekenkunde. Ze bestaan voor het grootste gedeelte uit ingeklede vraagstukken waarin allerlei situaties uit de dagelijkse praktijk van de zestiende-eeuwse koopman aan de orde komen: het kopen, verkopen en ruilen van allerlei goederen, het wisselen van verschillende muntsoorten, het berekenen van metaallegeringen, maten, gewichten, enz. Christianus van Varenbraken kondigt in de proloog van zijn arithmetica tractaat uit 1532 aan, dat zijn werk gaat over "arithmetica naer der coopmanscepe" (15). Ook uit andere rekenboeken blijkt dat ze vooral bestemd waren voor kooplieden, boekhouders, kassiers en andere praktische rekenaars.

De kans is groot dat Stevin de rekenkundige termen uit deze kringen kende. Voordat hij zich in de Noordelijke gewesten vestigde, was hij kassier en boekhouder te Antwerpen en hij vervulde later ook nog enige tijd een functie bij het financieel beheer van Het Vrije van Brugge (16). De boekhoudkundige termen van zijn tijd kende hij in ieder geval terdege, dat blijkt uit het voorwoord van zijn *Coopmansbouckhouding*, waarin hij verklaart in dit werk bij wijze van

14. Een gedetailleerd overzicht van alle Nederlandse arithmetica's tot 1600 is te vinden in: R. JANSEN-SIEBEN, *Repertorium van de Middelnederlandse Artesliteratuur*. Utrecht, 1989. Zie ook noot 19.

15. M. KOOL, *Christianus van Varenbrakens "Die Edel Conste Arithmetica"*. Scripta 21, Brussel, 1988, p. 34.

16. Het Vrije van Brugge (ook genaamd De Landen van de Vrije, le Franc-de-Bruges, Franconatus Brugensis) vormde een uitgestrekt landelijk gebied om de stad Brugge, dat van de stad gescheiden en onafhankelijk gemaakt was.

uitzondering "ghemeene onduytsche" woorden te gebruiken om de "bouckhouders" van Prins Maurits enigszins tegemoet te komen. Stevin kende het wereldje van handel en kooplieden en dus vermoedelijk ook de reken termen die daar gehanteerd werden. In *De Thiende* richt hij zich tot "Den Sterrekijckers, Landtmeters, Tapijtmeesters, Lichaemmeesters int ghemeene, Muntmeesters, ende alle Cooplieden" (17). Hij onderwijst er zijn volledig decimaal positiestelsel en doet dat waarschijnlijk in de gebruikelijke vaktaal. Het is bekend dat hij in wetenschappelijk verkeer stond met Claes Pietersz uit Deventer, die onder de naam Nicolaus Petri Daventriensis verschillende arithmetica's schreef. Stevin heeft deze boeken waarschijnlijk gelezen (18).

Ervan uitgaande dat Stevin goed op de hoogte is geweest van de bestaande zestiende-eeuwse reken terminologie, is het interessant om te onderzoeken in hoeverre hij er gebruik van maakte. Wees hij termen af ? Voegde hij termen toe ? Wat kunnen we te weten komen over zijn werkwijze ? Zo zal duidelijk worden hoe groot zijn taalbijdrage op het gebied van de rekenkunde werkelijk is geweest.

Voor dit onderzoek zijn 22 rekenkundige bronnen van vóór 1585 geraadpleegd (19). Van de 61 reken termen die Stevin gebruikt, blijken er 31 al eerder met dezelfde betekenis in de rekenboeken van zijn voorgangers voor te komen. In de eerste kolom van de hierna volgende lijst zijn die 31 termen genoteerd (eventueel tezamen met hun uitheemse equivalent uit de marge van Stevins werk). In de tweede kolom is de oudste vindplaats in de Nederlandse rekenboeken genoteerd met tussen vierkante haakjes het aantal rekenboeken waarin de term is aange troffen. Tenslotte bevat de derde kolom de rekenkundige betekenis.

17. Dit is de aanhef van het voorwoord in *De Thiende*, Leiden, 1585.

18. Nicolaus Petri Daventriensis schreef onder andere : *Arithmetica. Practique omme cortelijcken te leeren chijpheren nae allerleiye Coophandelinge* (1567) en *Practicque. Om te Leeren Rekenen Cijpheren ende boeckhouwen* (1583).

19. De rekenkundige bronnen die voor het onderzoek gebruikt zijn :

Handschriften

Allgorismus, 1445. U.B., Basel : hs.F VII 12, fol. 169^r-174^r.

Keulen, 1453. Hist. Archief, Keulen : W*262, fol. 11^r-33^r.

Brugge, 1463. Stadsarchief, Brugge : Oud-Archief nr. 358, fol. 23^r-29^r.

Varenbraken, 1532. U.B., Gent : hs. 2141, fol. 127^r-191^r.

Hs. 440, 1558. U.B. Groningen : hs. 440, fol. 1^r-88^r.

Hs. 70H79, 1564. K.B. 's-Gravenhage : hs. 70H79, fol. 19^r-30^r.

Halle, 1568. K.B., Brussel : hs. 3552, fol. 1^r-303^r.

Trier, 1578. Stadsbibliotheek, Trier : hs. 1067 (1285), fol. 1^r-129^r.

Pijck, 1584. Stadsarchief, Brussel : Oud-Archief, nr. 2179, fol. 1^r-186^v.

Verniers, 1584. U.B., Gent : hs. 694, fol. 1^r-58^r.

Drukken

Maniere, 1508. K.B., Brussel : II 53133A.

Maniere, 1510. U.B., Amsterdam : Ned. Inc. 293.

Hoecke, 1537. K.B., Brussel : LP 7794A.

Hoecke, 1545. MPM, Antwerpen : R50.28.

Heyns, 1561. British Museum, Londen : C107B40.

Petri, 1567. U.B., Amsterdam : Ned. Inc. 418.

Gucht, 1569. U.B., Gent : Acc. 1463.

Helmduyn, 1569. U.B., Amsterdam : 2563B1.

Maniere, 1569. U.B., Amsterdam : 419F20.

Creszfelt, 1577. U.B., Leiden : 2027E19.

Raets, 1580. U.B., Gent : Acc. 4590.

Petri, 1583. U.B., Amsterdam : 975E4.

Term van Stevin	Term uit overige zes- tiende-eeuwse arithmetica's	Betekenis
aftreken *subtrahere	afttrecken [16] Allgorismus, 1445 fol. 170 ^r , r. 28	aftrekken
cijffer	cijffer [11] Maniere, 1510 p. 5, r. 8	cijfer
cijfferletter	cijfferletter [7] Varenbraken, 1532 fol. 131 ^v , r. 23	cijfer
comen	comen [15] Maniere, 1508 p. 21, r. 20	uitkomen
deel(d)er	deelder [6] Hoecke, 1537 fol. 7 ^r , r. 9	deler
deelen *dividere	delen [9] Allgorismus, 1445 fol. 169 ^r , r. 32	delen
deelinghe	deelinghe [3] Vander Gucht, 1569 fol. 34 ^v , r. 1	deling
dobbel	dobbel [1] Vander Gucht, 1569 fol. 25 ^r , r. 10	dubbele
dobbeleringhe	dobbelerijnghe [2] Vander Gucht, 1569 fol. 24 ^r , r. 11	verdubbeling
effen *aequalis	effen [6] Allgorismus, 1445 fol. 170 ^v , r. 29	even
ghebroken	ghebroken [8] Maniere, 1508 p. 47, r. 10	breuk
ghebroken ghetal	ghebroken ghetal [9] Maniere, 1508 p. 45, r. 2	breuk
ghetal	ghetal [21] Allgorismus, 1445 fol. 169 ^r , r. 24	getal

ghetal te deelen	somme (20) te deelen [1] Trier, 1578 fol. 16 ^r , r. 6	deeltal
heel ghetal	heel ghetal [4] Raets, 1580 fol. 4 ^r , r. 1	geheel getal
helft	helft [5] Allgorismus, 1445 fol. 170 ^v , r. 29	helft
mael	mael [5] Hs. 440, UB Groningen 1558, fol. 5 ^r , r. 7	maal, keer
menichvuldighen *multiplicare	menichfuldigen [4] Maniere, 1510 p. 26, r. 3	vermenigvuldigen
noemer *nominator	noemer [3] Maniere, 1508 p. 44, r. 9	noemer
rekenen	rekenen [9] Maniere, 1510 p. 1, r. 2	rekenen
rekeninghe	rekeninge [4] Heyns, 1561 fol. 1 ^r , r. 1	berekening
rest(e) *reliquum	reste [18] Maniere, 1508 p. 16, r. 3	verschil, rest
somme *summa	somme [13] Brugge, 1463 fol. 27 ^v , r. 12	som, uitkomst van een optelling
tel(d)er	telder [8] Raets, 1580 fol. 13 ^r , r. 2	teller
verga(de)ren *addere	vergaderen [9] Brugge, 1463 fol. 27 ^v , r. 14	optellen
verga(de)ringhe	vergaderenghe [5] Allgorismus, 1445 fol. 1 ^v , r. 2	optelling

20. "Ghetal" en "somme" zijn synoniemen die in veel zestiende-eeuwse rekenboekjes naast en door elkaar gebruikt worden.

viercant	viercant [4]	kwadraat
*quadratum	Hoecke, 1537 fol. 41 ^r , r. 19	
wortel	wortel [5]	wortel
*radix	Varenbraken, 1532	
*numerus radicalis	fol. 166 ^r , r. 15	
worteltrecken	wortel trecken [4] Hoecke, 1537 fol. 43 ^r , r. 15	worteltrekken
wortel uyttrecken	wortel wt trecken [4] Hoecke, 1537 fol. 42 ^v , r. 26	worteltrekken

Uit deze lijst blijkt dat Stevin veel van zijn rekentermen niet voorziet van een verklarend uitheems equivalent in de marge. Blijkbaar waren de Nederlandse rekentermen al zo bekend dat hij die verklaring in veel gevallen niet meer nodig achtte. Van de bovenstaande termen komen de meeste in een aanzienlijk aantal verschillende rekenboeken voor. Ook dat wijst erop dat deze termen tamelijk gangbaar zijn geweest en dat Stevin ze vrijwel zeker gekend moet hebben.

Van de 61 rekentermen van Stevin komen er 30 niet of met een andere betekenis in de rekenboeken van zijn voorgangers voor.

Die termen zijn :

afcomst	sijde
aftreckinghe	soomenichmael
begheerde	teerlinck
beghin	teerlinckwortel
beghinsel	telconst
derde	teldaet
eerste	telder (= rekenkundige)
ghebreeckende	thiende
ghetal te menichvuldigen	thiendetal
halvinghe	tweede
mael	uytbreng
menichvulder	uyttreckinghe der wortelen
menichvuldiginghe	viercanten wortel
onparich	werckstuck
parich	werf

Het lijkt me de moeite waard om deze lijst aan een nader onderzoek te onderwerpen. Welke termen zijn neologismen ? Welke zijn semantische neologismen ? Zijn er termen die misschien toch al eerder voorkwamen ook al zijn daarvan geen bewijsplaatsen in de rekenboeken te vinden ? Is het duidelijk waarom Stevin deze termen gebruikte ? Voor het zoeken naar een antwoord op deze vragen wordt onder andere gebruik gemaakt van de zestiende-eeuwse woor-

denboeken (21). De resultaten volgen hierna. De termen zijn gerangschikt in de volgorde waarin ze meestal ook in de rekenboeken voorkomen. Dat wil zeggen, eerst de algemene rekentermen, dan de termen die te maken hebben met het rekenen met gehele getallen en tot slot de breukenterminologie.

ALGEMENE REKENTERMINOLOGIE

Telconst en teldaet

"Telconst" heeft bij Stevin twee betekenissen. Allereerst de algemene betekenis van rekenkunde. In die betekenis komt het voor in de woordenboeken. In het woordenboek van Jan van Mussem (1553) staat: "Arithmetijcke/ die conste van tellen". Bij Kiliaen (1574) komt de term "tel-konste" voor. Stevin voegt er echter nog een betekenis aan toe. Hij plaatst "telconst" tegenover "teldaet". "Telconst" laat hij vergezeld gaan van het Latijnse "arithmetica", d.i. de theorie van het rekenen, de algemene instructie; "teldaet" is "praxis arithmetica", de praktijk van het rekenen, de vraagstukken. Ook elders hanteert Stevin de termen "const" en "daet" als termen voor twee complementaire begrippen: weeghconst en weeghdaet, meetconst en meetdaet. Theorie en de toepassing daarvan in de praktijk zijn in alle werken van Stevin onlosmakelijk met elkaar verbonden. Hij is ervan overtuigd dat men eerst de theorie moet beheersen voordat men praktische problemen kan oplossen. De "const" moet aan de "daet" vooraf gaan (22). De afzonderlijke termen "const" en "daet" komen wel in de woordenboeken voor, maar daar worden ze niet met elkaar in complementair verband gebracht.

Alleen al door de aandacht die Stevin aan de theorie van de rekenkunde besteedt, onderscheidt hij zich van de auteurs van de zestiende-eeuwse rekenboeken. Bij hen is de theorie namelijk tot een minimum beperkt. Uitleg wordt gegeven in de vorm van voorgerekende vraagstukjes waaruit de algemene oplosmethode moet worden afgeleid. Bewijzen en argumentatie ontbreken. De

21. E. VERWIJS en J. VERDAM, *Middelnederlandsch woordenboek*. 's-Gravenhage, 1885-1952.
H.A. CINGULARIUS, *Synonymorum collectanea*. Antwerpen, 1540.
Jan VAN MUSSEM, *Rhetorica dye edele Const van Welseghene. Ghenomen wt die oude vermaerdste Rhetorisien ende Orateuren, als Cicero, Quintilianus, ende meer andere. Overghestelt uyt Latijne in gemeender Vlaemscher spraken*. Antwerpen, 1553.
J. VAN DEN WERVE, *Het Tresoor der Duytsscher talen*. Antwerpen, 1553.
J. BERCKELAER, *Dictionarivm Germanicolatinum, iam recens in ivventvts vsvm concinnatvm*. Antwerpen, 1556.
Dictionarium Tetraglotton. Antwerpen, 1562.
Joos LAMBRECHT, *Het Naembouck van 1562*. Heruitgave door R. Verdeyen, Liège, 1945.
C. PLANTIJN, *Thesavrvs Thevtonicae lingvae. Schat der Nederduytsscher spraken*. Antwerpen, 1573.
C. KILIAEN, *Dictionarium teutonico-latinum, principuas linguae teutonicae dictiones latine interpretatas... complectens*. Antwerpen, 1574.
22. Dit licht hij uitvoerig toe in zijn *Wisconstighe Ghedachtenissen* (1605-1608), Stuck I, deel 2, boek 1 "Van sijn bepalinghen int ghemeen". Hier bevinden zich Stevins beschouwingen over de Wijsentijt. Hij adviseert om zoveel mogelijk "spieghelingh en daet" te combineren, maar dit mag geen aanleiding zijn om spiegeling zonder daad gering te achten: "... eens Spiegheelaers spieghelinghen, die ander Doenders te sta commen, en sijn niet onnut al en is hij self gheen Doender".

lezer wordt geen inzicht bijgebracht maar een aantal oplosmethoden aangeleerd om praktische vraagstukken op te lossen. Het onderscheid tussen de theorie en de praktijk van het rekenen werd in de rekenboeken niet gemaakt. Er bestonden dus geen aparte termen voor. Stevin moest die daarom wel zelf bedenken.

Conclusie : "Telconst" in de betekenis van theorie van het rekenen is een semantisch neologisme. "Teldaet" is een neologisme.

Telder

De term "telder" heeft bij Stevin twee betekenissen :

1. rekenkundige, arithmeticus. 2. teller, numerator.

De tweede betekenis is in verschillende zestiende-eeuwse rekenboeken te vinden. De eerste niet. De auteurs van de rekenboeken noemden zichzelf "schoolmeester", "rekenmeester" of "cijfermeester". De term "telder" in de betekenis van rekenkundige bestond echter wel. In het *Dictionarium Tetraglotton* (1562) staat bij voorbeeld : "Calculator,... Calculerder/Rekenauer/Teller/Rekenmeester".

Conclusie : "Telder" is in beide betekenissen een bestaande term.

Ghebreeckende

"Nulla", "nullus" en "nullo" zijn de gebruikelijke termen waarmee in de zestiende-eeuwse rekenboeken het begrip nul wordt aangeduid. In zijn Franse arithmetica wijst Stevin deze benamingen expliciet van de hand. Hij vindt de term "commencement" beter, want nul is geen getal doch het begin van de getallen : "Je di que cest 0 (qui se dict vulgairement Nul, & que nous nommons commencement en la suivante...). Comme le poinct est aioinct de la ligne, & lui mesme pas ligne, ainsi est 0 aioinct du nombre, & lui mesme pas nombre" (23). De term "commencement" komt overigens weinig in Stevins Franse werk voor. Meestal geeft hij daar, — evenals in zijn Nederlandse werk —, nul met het symbool 0 weer. Een vertaling van de term "commencement" is in *De Thiende* te vinden. Het is de term "beghin" of "beghinsel". Het betekent daar echter niet nul, maar het is de benaming voor de gehelen (links van de komma) in een decimaal getal. De "beghinselen" worden aangeduid met het symbool ①. In *De Thiende* maakt Stevin gebruik van de term "ghebreeckende". Deze term betekent niet nul, maar geeft één betekenisaspect van het begrip nul weer, namelijk de eigenschap dat nul binnen het decimale positiesysteem een ontbrekende plaatswaarde in een getal kan aanduiden. In 507 bijvoorbeeld geeft de nul aan dat er geen tientallen in dit getal voorkomen. Zodra de nul verdwijnt, verandert de waarde van het getal. Stevin vermeldt : "Soo inde ghegheven Thiengetalen eenich der natuerlicke oirden ghebraecke, men sal sijn plaetse vullen met dat ghe-

23. Le I. livre d'arithmétique, fol. 3^v.

Het idee om het begin van een lijn te vergelijken met het begin van de getallen, komt ook voor in de *Elementen* van Euclides. Er is echter een opvallend verschil : Euclides noemt de eenheid het begin van de getallen. Stevin kiest voor de nul omdat een grote hoeveelheid nullen altijd nul blijft. Le I. livre d'arithmétique, fol. 3^v : "Comme beaucoup de poincts, voire & qu'ils fussent de multitude infinie, ne font pas ligne ; ainsi beaucoup des 0 encore qu'ils fussent en multitude infinie ne font nul nombre." Stevin staat in deze opvatting tamelijk alleen.

breeckende". De "ghebreeckende" is zelf geen cijfer, maar geeft aan dat er een cijfer ontbreekt.

De term "ghebreeckende" komt niet in de woordenboeken voor. In de rekenboeken wordt uitvoerig aandacht besteed aan de complexe betekenis van het getal nul dat enerzijds 'niets' betekent maar anderzijds in staat is om de waarde van een getal te veranderen zodra het daar aan toegevoegd wordt. Nergens is men echter op het idee gekomen om die twee eigenschappen van nul aparte namen te geven.

Conclusie : "Ghebreeckende" is een neologisme.

Parich en onparich

In de *Coopmansbouckhouding* geeft Stevin de begrippen even en oneven weer met de termen "parich" en "onparich". Deze termen komen niet eerder voor. In verschillende woordenboeken, onder andere die van Kiliaen en het *Dictionarium Tetraglotton*, zijn wél de termen "paer" en "onpaer" opgenomen. In de inleiding van de *Coopmansbouckhouding* kondigt Stevin aan dat hij in dit werk zoveel mogelijk gebruik wil maken van de vertrouwde boekhoudtermen. "Paer" en "onpaer" komen hier wellicht voor in aanmerking, maar hij vond ze waarschijnlijk niet geschikt om als adjectief te gebruiken. Vandaar dat hij deze woorden als volgt verbuigt : "Merckt noch dat wij de ghetalen des Schultboucx al vervolgens stellen, sulcx dat de sijde van debet altijt parich ghetal heeft en van credit onparich". De vraag blijft waarom hij hier niet de termen "effen" en "oneffen" gebruikt die in veel zestiende-eeuwse rekenboeken voorkomen en die hij in zijn overige werk wel hanteert.

Conclusie : "Parich" en "onparich" zijn neologismen.

Werckstuck

Voor het begrip vraagstuk hanteert Stevin de term "werckstuck" met in de marge het Latijnse "problema". De term "werckstuck" komt voor in het woordenboek van Kiliaen maar in een andere betekenis. In de rekenboeken wordt een vraagstuk vaak aangeduid met "vraghe", een term die Stevin misschien niet specifiek genoeg vond. In de rekenboeken komen wel de termen "wercken" en "werck" voor die rekenen en berekening betekenen. Mocht Stevin de eerste zijn geweest die de term "werckstuck" in een rekenkundige context gebruikte, dan heeft hij in ieder geval gekozen voor een term die aansloot bij de bestaande zestiende-eeuwse rekenterminologie.

Conclusie : "Werckstuck" is een semantisch neologisme.

Begheerde

Het gevraagde wordt door Stevin het "begheerde" genoemd. In de marge plaatst hij het Latijnse "quaesitum". Het woord komt in de woordenboeken voor met de betekenis van begeerte, wens, verlangen. In de rekenboeken wordt de gevraagde uitkomst van een berekening nergens met een aparte term aangeduid. Stevin moest dus zelf een benaming bedenken en besloot de bestaande term "begheerde" van een betekenisuitbreiding te voorzien.

Conclusie : "Begheerde" is een semantisch neologisme.

Beghinsel, afcomst

Het begrip rekenkundige bewerking wordt door Stevin "beghinsel" of "afcomst" genoemd. In de rekenboeken wordt het woord "specie" gebruikt. Deze uitheemse term wijst Stevin uiteraard af. "Afcomst" betekent geslacht en is dus in feite een vertaling van het woord "specie". "Beghinsel" en "afcomst" komen beide in de zestiende-eeuwse woordenboeken voor, maar niet met een rekenkundige betekenis.

Conclusie : "Beghinsel" en "afcomst" zijn semantische neologismen.

TERMINOLOGIE VOOR HET REKENEN MET GEHELE GETALLEN

Aftreckinghe, halvinghe, menichvuldiginghe, uyttreckinghe der wortelen

In de rekenboeken van Stevins voorgangers wordt een berekening meestal aangeduid met de algemene term "somme". Daarmee is nog niet duidelijk om welk soort berekening het gaat. Een enkele keer is de aanduiding wat specifiek en spreekt men bijvoorbeeld van "divisie" of "multiplicatie". Slechts in enkele rekenboeken zijn Nederlandse aanduidingen voor soorten berekeningen te vinden : "deelinghe", "dobbeleringhe" en "vergaderinghe". Stevin neemt deze termen over en gebruikt daarnaast ook "aftreckinghe", "halvinghe", "menichvuldiginghe" en "uyttreckinghe der wortelen". Daarvan is alleen "aftreckinghe" in de woordenboeken te vinden. (In *Dictionarium Tetraglotton* (1562) en in *Thesaurus* (1573)) De overige termen worden nergens eerder aangetroffen. Toch is het aannemelijk dat ook zij net als "deelinghe", "dobbeleringhe" en "vergaderinghe" al wel eerder bestonden, maar weinig in de rekenboeken gebruikt werden omdat meestal de voorkeur gegeven werd aan de Latijnse equivalenten of het algemene "somme".

Conclusie : "aftreckinghe", "halvinghe", "menichvuldiginghe" en "uyttreckinghe der wortelen" zijn vermoedelijk bestaande termen.

Menichvulder, ghetal te menichvuldighen, uytbreng

In de zestiende-eeuwse rekenboeken is de terminologie rond de bewerking vermenigvuldigen voornamelijk Latijn. Men kende de term "menichvuldighen" maar gebruikte vaker "multipliceren". Andere Latijnse termen die veel gebruikt werden, zijn : "multiplicator", "somme multiplicande" en "product". Stevin gebruikt : "menichvulder", "ghetal te menichvuldighen" en "uytbreng". "Menichvulder" wordt nergens eerder aangetroffen. Toch is het niet uitgesloten dat de term al wel bestond, het woord is vergelijkbaar met de term "deelder" die in de rekenboeken herhaaldelijk voorkomt in plaats van het Latijnse "divisor". "Menichvulder" krijgt van Stevin geen Latijns equivalent in de marge mee en ook dat zou erop kunnen wijzen dat de term al eerder bekend was. "Ghetal te menichvuldighen" wordt evenmin eerder aangetroffen. Deze term vertoont grote overeenkomsten met "ghetal te delen" dat wél in de rekenboeken voorkomt en lijkt op grond daarvan ook geen neologisme van Stevin. Anders ligt het met de

term "uytbreng". Ook deze term wordt nergens eerder aangetroffen maar een analoge term evenmin. De uitkomst van een berekening wordt in de meeste rekenboeken algemeen aangeduid met "somme" of "facit". Als er een enkele keer een specifieke aanduiding voorkomt, dan is die in het Latijn: "product" of "quotiënt". Nederlandse benamingen voor de uitkomst van een vermenigvuldiging of deling komen nergens voor.

Conclusie: "Menichvulder" en "ghetal te menichvuldighen" zijn vermoedelijk bestaande termen. "Uytbreng" is een neologisme.

Soomenichmael, mael, werf

De uitkomst van een deling wordt door Stevin aangeduid met de termen "soomenichmael", "mael" en "werf". In de marge vermeldt hij "quotiens". Hij gebruikt de termen "mael" en "werf" als zelfstandig naamwoord: "Wij moeten haer mael vinden, dat is hoe menichmael een vlack als B begrepen wort in vlack A" (24). "Mael" en "werf" kwamen wel in de rekenboeken voor, maar met een andere betekenis en niet als zelfstandig naamwoord. De term "soomenichmael" komt niet eerder voor. Het is een samenstelling van de letterlijke vertaling van het Latijnse "quotiens". Stevin gaf de voorkeur aan samengestelde woorden die een definitie in het kort zijn van het begrip dat ze aanduiden. "Soomenichmael" voldoet hieraan. Het is echter een lange term en dat is waarschijnlijk de reden geweest waarom hij later "mael" en "werf" ging gebruiken.

Conclusie: "Mael" en "werf" zijn semantische neologismen. "Soomenichmael" is een neologisme.

Sijde

Naast de term "wortel" hanteert Stevin ook de term "sijde". "Sijde" komt eerder voor in de reken- en woordenboeken, maar nergens in de betekenis van wortel. Het is een term die past in een oude traditie waarin getallen geometrisch voorgesteld worden. In het achtste boek van Euclides' *Elementen* komen zogenaamde vierkante en kubieke getallen voor. Overeenkomstig hiermee wordt daar de wortel van een getal met het Griekse woord voor zijde aangeduid. Die Griekse term komt ook voor bij Diophantus en Nicomachus. Boethius gebruikt de Latijnse vertaling "latus" die ook wordt aangetroffen in enkele vijftiende- en zestiende-eeuwse Latijnse arithmetica's maar geleidelijk aan in de betekenis van wortel buiten gebruik raakt. Stevin gebruikt echter in zijn Franse arithmetica nog steeds de term "costé" (25). In zijn Nederlandse werk vertaalt hij deze Franse term met "sijde".

Conclusie: "Sijde" is een semantisch neologisme.

24. *Wisconstighe Ghedachtenissen*, deel II, stuck I "Van de Meetdaet" boek 3.

25. Simon STEVIN, *Le livre d'arithmétique*. Leiden, 1585, p. 509. Bij de reeks 2 4 8 16 32 64: "Puis voians que ce premier nombre, estoit comme costé de quarré, & le second son quarré, & le troisesme le cube du premier, &c."

Teerlinck, teerlinckswortel, viercanten wortel

In de meeste rekenboeken worden de onderwerpen worteltrekken en machtsverheffen nauwelijks behandeld. Als het onderwerp al aan de orde komt, dan gaat het vaak niet verder dan de tweede macht. Stevin gebruikt de termen "viercant" en "viercanten wortel". "Viercant" komt al eerder voor in de betekenis van kwadraat, "Viercanten wortel" wordt niet eerder aangetroffen al lijkt het veel op de term "viercantighe wortel" die in het rekenboek van Willem Raets voorkomt (1580). Voor de derdemacht en de derdemachtswortel hanteert Stevin de termen "teerlinck" en "teerlinckswortel" of "teerlincksijde". In de marge noteert hij "cubica" en "radix cubica". "Teerlinck" betekende kubus. Er is een duidelijke analogie tussen Stevins termen voor de tweede graad en die voor de derde graad.

"Teerlinck" komt voor in de rekenboeken maar krijgt daar nergens exact de betekenis van derdemacht die Stevin eraan toekent. Bij Vander Gucht, 1569, benadert het die betekenis enigszins. Daar wordt de inhoud van een muur berekend door lengte, breedte en hoogte met elkaar te vermenigvuldigen. Het resultaat wordt "teerlinck viercant" genoemd, fol. 31r : "soo sult ghij weten dat teerlinck vierkant inhoud langde/breedte ende dickte : of hooghe breedte ende dickte". Stevins termen "teerlinck" en "teerlinckswortel" sloten aan bij de bestaande zestiende-eeuwse rekenwoordenschat.

Conclusie : "Teerlinck" is een semantisch neologisme. "Teerlinckswortel" en "viercanten wortel" zijn neologismen.

BREUKENTERMINOLOGIE

Thiende, beghin of beghinsel, eerste, tweede, derde, thiendetal

In *De Thiende* behandelt Stevin het volledige decimale positiesysteem. 'Volledig' omdat het leert hoe alle getallen, dus inclusief de breuken, genoteerd kunnen worden met het decimale plaatswaardesysteem. Een aparte breukennotatie met teller en noemer is niet meer nodig. Het volledige decimale positiesysteem bestond al eerder, maar Stevin is de eerste die de decimale breuken duidelijk definieert en systematisch behandelt. Hij laat zien dat berekeningen met breuken dankzij dit nieuwe systeem veel eenvoudiger uitgevoerd kunnen worden en in het "Aenhangsel" bepleit hij het grote nut van een decimale indeling van de bestaande eenheden voor gewicht, geld en maat. Het zou nog ruim twee eeuwen duren voordat zijn efficiënte raad enigszins opgevolgd zou worden.

Stevins systeem, de thiende, werkt als volgt : De cijfers 'links van de komma' krijgen het symbool ① en worden "beghin" of "beghinselen" genoemd. Het getal 364 bijvoorbeeld, bestaat volgens Stevin uit "driehondertvierentsestich beghinselen" en wordt genoteerd als 364 ①. De termen "beghin" en "beghinsel" komen in verschillende woordenboeken voor, echter zonder rekenkundige betekenis (26).

26. Overigens is "beghin" of "beghinsel", de Nederlandse vertaling van het Franse "commencement", de term waarmee Stevin in zijn *Livre d'arithmétique* het begrip nul benoemt. In *De Thiende* worden de beghinselen met het symbool ① aangeduid. Nul is voor Stevin geen getal, doch het begin van de getallen. Overeenkomstig hiermee heeft hij mogelijk in *De Thiende* de "beghinselen" opgevat als het begin van de breuken.

De plaatsen rechts van de beghinselen vertegenwoordigen waarden die een tiende, een honderdste, een duizendste, enz. deel van 1 zijn. Stevin geeft die plaatsen aan met de symbolen ①, ②, ③, enz. en noemt de cijfers op die plaatsen respectievelijk "eerste", "tweede", "derde" enz. Het getal 0,3759 geeft hij bijvoorbeeld als volgt weer : "3 ① 7 ② 5 ③ 9 ④", dat is te seggen : 3 Eersten, 7 Tweeden, 5 Derden, 9 Vierden, ende soo mocht men oneyndelick voortgaan" (27).

Het ontgaat Stevin hier dat zijn notatie veel overbodigs bevat. Het zou immers al voldoende zijn om 0,3579 weer te geven als ① 3754 of 3754 ④. In de *Meetdaet* kiest Stevin voor een eenvoudigere notatie. Daar schrijft hij 732 ② voor 7,32.

Een getal geschreven volgens de thiende noemt Stevin een "thiendetal". "Thiendetal" wordt nergens eerder aangetroffen. De overige termen die Stevin in *De Thiende* introduceert, "thiende", "beghinsel", "eerste", "tweede", "derde" enz., komen wel in de rekenboeken voor, maar met andere betekenissen. Stevin is immers de eerste die het volledige decimale positiesysteem in het Nederlands behandelt. Er waren dus nog geen Nederlandse vaktermen voorhanden.

Conclusie : "Thiendetal" is een neologisme. "Thiende", "beghin", "beghinsel", "eerste", "tweede", "derde", enz. zijn semantische neologismen.

Samenvattend :

Neologismen van Stevin op het gebied van de rekenkunde

ghebreeckende :	nul, als aanduider van een ontbrekende plaatswaarde in een getal.
parich :	even
onparich :	oneven
soomenichmael :	quotiënt
teerlincxwortel :	derdemachtswortel
teldaet :	praktische rekenkunde
thiendetal :	getal geschreven volgens het volledige decimale positiesysteem
uytbreng :	product
viercanten wortel :	vierkantswortel

Semantische neologismen van Stevin op het gebied van de rekenkunde

afcomst :	rekenkundige bewerking
begheerde :	gevraagde
beghin :	cijfer 'links van de komma'

27. In het sexagesimale positiesysteem dat al door de Babyloniërs in de Soemerische tijd gebruikt werd en dat later via Griekse astronomen (o.a. Ptolemeus) in Middeleeuws Europa terecht kwam, worden getallen onderverdeeld in minuten (*primae minutae partes*), seconden (*secundae minutae partes*) enz. Stevens indeling in eersten, tweeden, derden, enz. is in feite een vertaling van deze termen. Het idee om met behulp van symbolen de cijfers achter de komma een plaatswaarde-aanduiding te geven kwam al eerder voor in astronomische tabellen. Stevin gebruikt zijn systeem ook in zijn werk over astronomie *De hemelloop*. Daar geeft hij bijvoorbeeld 11 uur 47 minuten en 48 seconden weer met : 11 uyr 47 ① 48 ②".

beghinsel :	1. rekenkundige bewerking
	2. cijfer 'links van de komma'
derde :	duizendste deel van 1
eerste :	tiende deel van 1
mael :	quotiënt
sijde :	wortel
teerlinck :	derdemacht
telconst :	theorie van het rekenen (tegenhanger van teldaet)
thiende :	volledige decimale positiesysteem
tweede :	honderdste deel van 1
werckstuck :	vraagstuk
werf :	quotiënt

De lijst van neologismen en semantische neologismen op het gebied van de rekenkunde is niet erg groot. Dat is ook geen wonder. Er werd al lang vóór Stevin in de volkstaal gerekend en gezien de vele zestiende-eeuwse rekenboeken door een aanzienlijk aantal mensen. Op het terrein van de rekenkunde waren Stevins doelstellingen dus al voor een groot deel bereikt. Als het nooit tot een herleving van de Wijsentijt zou komen, dan lag dat in ieder geval niet aan de Nederlandstalige bedrijvigheid op dit vakgebied.

Hoewel Stevin minder nieuwe woorden aan de rekenkundige vaktaal heeft toegevoegd dan aanvankelijk door andere onderzoekers werd verondersteld, verdient de samenstelling van zijn rekenwoordenschat toch waardering, juist om de weloverwogen wijze waarop hij gebruik maakte van de bestaande termen en die aanpaste of aanvulde met nieuwe waar hij dat nodig achtte. Het geheim van het succes van Stevins vakwoordenschat schuilt waarschijnlijk in de doordachte wijze waarop hij het bekende gebruikte om tot iets nieuws te komen. Zijn rekenwoordenschat getuigt hiervan.

Stevin vormde uitsluitend een nieuwe term of voorzag een bestaand woord van een nieuwe betekenis, als hij bij zijn voorgangers geen of slechts een uitheemse term aantrof voor het begrip dat hij wilde aanduiden. Er is geen enkele situatie waarin hij een bestaande Nederlandse rekenterm afwijst en daarvoor in de plaats zelf een 'nieuwe' term verzint. Slechts in twee gevallen voert hij naast een bestaande term een 'nieuw' synoniem in. Naast "wortel" gebruikt hij "sijde" en naast "effen" en "oneffen" gebruikt hij "parich" en "onparich".

Wanneer Stevin in de bestaande rekenwoordenschat geen geschikte term kan vinden, probeert hij zoveel mogelijk de betekenis van een bestaande term uit te breiden. Vaak ligt die bestaande term al op het gebied van de rekenkunde. Dat geldt bijvoorbeeld voor "mael", "werf", "thiende", "eerste", "tweede", "derde" en "teerlinck". Soms krijgt een term van 'buitenaf' een rekenkundige betekenis toegekend, zoals bijvoorbeeld "afcomst", "beghin", "beghinsel", "begheerde" en "werckstuck".

Slechts in een enkel geval vormt Stevin een geheel nieuwe term. Zelfs dan sluit hij nauw aan bij de bestaande woordenschat. Sommige van zijn neologismen zijn als het ware creaties op basis van bestaande woorden : "viercanten wortel" in plaats van "viercantighe wortel", "parich" en "onparich" in plaats van "paer"

en "onpaer", "uytbreng" in plaats van "uytbringinge" (*Thesaurus*, 1573). Veel van Stevins neologismen zijn samenstellingen, nieuwe woorden opgebouwd uit reeds bestaande woorden. Het resultaat komt overeen met wat hij in zijn verhandelingen over het Nederlands voor ogen had: het zijn inzichtelijke termen die een definitie in het klein zijn van het begrip dat ze aanduiden. Bijvoorbeeld "soomenichmael", "teerlincxwortel", "teldaet" en "thiendetal".

Veel van Stevins neologismen en semantische neologismen zijn letterlijke vertalingen van Latijnse termen. Bijvoorbeeld "begheerde" voor "quaesitum", "soomenichmael" voor "quotiens", "teerlinck" voor "cubica" en "teldaet" voor "praxis arithmetica". Hij toont ermee aan dat het Nederlands minstens net zo geschikt is om wetenschappelijke gedachten in uit te drukken als het Latijn.

Nu in het voorgaande is gebleken hoe uitvoerig Stevin voor de rekenkunde gebruik maakt van de Nederlandse vaktermen van voorgangers, lijkt het raadzaam om bij het onderzoek naar Stevins taalbijdrage op andere vakgebieden ook eerst studie te maken van de reeds bestaande Nederlandse vaktermen op die gebieden. Het is niet voldoende om daarvoor de zestiende-eeuwse woordenboeken te raadplegen omdat daar lang niet alle vaktermen in opgenomen zijn. Dat bewijst bijvoorbeeld de rekenterm "noemer" die niet in de woordenboeken voorkomt, maar wél in drie verschillende rekenboeken. Wie Stevins taalbijdrage precies wil vaststellen moet eerst studie maken van de Nederlandse vakliteratuur van zijn voorgangers, voor zover die er tenminste is.

Simon Stevin was een veelzijdig persoon. Hij was niet alleen de ontwerper van een aantal Nederlandse vaktermen op de meest uiteenlopende gebieden van wetenschap. Hij was op het terrein van de rekenkunde ook een doorgeefluik van de Nederlandse vaktermen van zijn voorgangers. Deze termen kregen zo een veel groter verspreidingsgebied dan ze voorheen hadden omdat ze nu werden gebruikt door de beroemde leermeester van Prins Maurits van Nassau, Simon Stevin van Brugghe. Een man die deel uitmaakt van de "grote menichte van menschen" die in de zestiende eeuw "in zijn eighen aangeboren tael" de rekenkunde beoefende, maar die daar tegelijkertijd ver bovenuit stak.

Jonkheer Ramweg 28B

NL-3998 JR Schalkwijk (Nederland)

SUMMARY

Simon Stevin (1548-1620) made a major contribution to the development of a Dutch mathematical language. In this paper, the author examines in great detail Stevin's use of Dutch arithmetical terms and compares them with the already existing terminology. She reaches the conclusion that Stevin has in fact coined far less new terms than has been generally believed. His consistent and well-considered use of mathematical terms, and the great success of his books had a positive effect on the evolution of an adequate Dutch terminology.

WIE IS DE UITVINDER VAN HET VERLOSKUNDIG FANTOOM ?

Michel THIERY

INLEIDING

Het verloskundig fantoom is een model van een vrouwelijk bekken met uitwendige genitalia van leer, waar een foetus in past ; het dient om obstetrische handgrepen te leren en te oefenen. Aldus luidt de definitie gegeven door De Haan en Dekker (1956). Deze toestellen moesten ook dienst doen om het baringsmechanisme en de toepassing van instrumenten te demonstreren. De Fransen noemen ze *machines*, *phantomes* of nog *mannequins*, terwijl de Duitsers spreken over *Entbindungsmaschinen* en de Angelsaksers, pars pro toto, over *manikins*, etymologisch "mannekens". Tot vóór weinige decennia maakten fantoomoefeningen een integraal deel uit van het onderwijs voor vroedvrouwen en studenten medicijnen.

Hoe oud fantomen zijn weten wij echter niet met zekerheid, noch wie er de uitvinder van geweest is. Reeds in het jaar 1794 poneerde Hinze dat de Franse vroedvrouw Mevr. Du Coudray (1712-1789) "die erste ist, welche ein Fantom mit der Puppe erfunden, bekannt gemacht, und bey dem Unterricht gebraucht hat". Haar *machine à ressorts*, waarover zij in 1759 voor het eerst heeft geschreven, was toen reeds enkele jaren in gebruik vermits Levret (1703-1780), drie jaar tevoren, het toestel in opdracht van de Parijse Académie de Chirurgie had onderzocht en goed bevonden (fig. 1). De bewering van Hinze werd door de meeste medische historici overgenomen ; zij is echter foutief ten bewijze waarvan wij onder een (onvolledige) rij vroedmeesters zullen aangeven die de koninklijke vroedvrouw op dit stuk zijn voorafgegaan.

Vooraf wensen wij evenwel aandacht te vragen voor een hoogst merkwaardig feit, nl. dat geen van deze oude obstetrici ons van hun "uitvinding" een duidelijke beschrijving noch een afbeelding heeft nagelaten. Wij moeten immers wachten tot in de tweede helft van de vorige eeuw vóór instrumentenmakers in hun catalogi illustraties opnemen van obstetrische fantomen (fig. 2). Vanzelf zijn het afbeeldingen van de "klassieke" modellen die in alle kraamklinieken van de wereld tot na WO II in gebruik zijn gebleven. Dat er van de oude fantomen geen exemplaren tot ons zijn gekomen is daarentegen gemakkelijk te verklaren : het gold immers gebruiksvoorwerpen vervaardigd uit in hoge mate vergankelijke materialen. Eén schijnbare uitzondering : in het Musée Flaubert de l'Histoire de la Médecine te Rouen prijkt een fantoom dat door de conservator aan Mevr. Du Coudray is toegeschreven (fig. 3).

*EXTRAIT des Registres de l'Académie de
Chirurgie.*

Du 13 Mai 1756.

MESSIEURS *Verdier & Leuret*, qui avoient été nommés par l'Académie, pour examiner une machine, inventée par la Dame *du Coudray*, Maîtresse Sage-femme, reçue à Paris, établie à Clermont en Auvergne, pour démontrer la pratique des Accouchements, en ayant fait un rapport très-avantageux, l'Académie a jugé cette Machine digne de son approbation. En foi de quoi j'ai donné le présent Extrait de nos Registres, ce premier Décembre 1758.

MORAND, *Secrétaire perpétuel.*

Fig. 1 — Getuigschrift van de beoordeling van het fantoom van Du Coudray (13 mei 1756), afgeleverd door de Académie de Chirurgie en geappendeerd aan de *Abrégé de l'art des accouchements* (1759).

JOHAN VAN HOORN

Voor zover wij hebben kunnen natrekken was Johan van (von) Hoorn (Stockholm 1662 - Stockholm 1724) — de man die wel eens de Vader van de Zweedse verloskunde wordt genoemd — de eerste om een obstetrisch fantoom te beschrijven. Johan's vader was een naar Zweden uitgeweken Nederlands koopman, wiens fortuin zoonlief in staat heeft gesteld zich gedurende dertien lange jaren in buitenlandse centra te vervolmaken. Na de medische faculteit van de Leidse universiteit te hebben doorlopen studeerde Johan verloskunde, aanvankelijk te Amsterdam bij Frederik Ruysch (1638-1731), vervolgens te Parijs bij Paul Portal (1630-1703) wiens boek hij in 1723 in het Zweeds zal vertalen en tenslotte te Londen en te Oxford. In 1690 was Johan terug in Leiden en promoveerde tot *medicinae* doctor op een proefschrift *De praeternaturali partu*. Twee jaar later keerde hij voorgoed terug naar zijn geboortestad, vestigde zich als vroedmeester, gaf privé lessen, stichtte de eerste vroedvrouwschool en zette zich krachtadig in voor de reglementering van het vroedvrouwenambt, inspanning die in 1711 door de overheid zal worden bekrachtigd (Lindeboom 1984). Voor de Zweedse vroedvrouwen schreef van Hoorn een reeks handboeken (1697, 1715 en 1723). In 1715 verscheen van zijn hand een vereenvoudigd handboek bestemd voor de weinig

ontwikkelde plattelandsvroedvrouwen, dat de auteur kort vóór zijn dood in het Duits heeft vertaald (1726). Via deze vertaling, die postuum is verschenen, werd de naam van Hoorn ook in het buitenland bekend.

Het is in de inleiding van deze vroedvrouwencatechismus dat van Hoorn ons vertelt wat er hem toe heeft aangezet om een fantoom te concipiëren en ik citeer (om taalkundige redenen) uit de Duitse vertaling : "Sondern da ich zum Stadt-Physical (beëdigde stadsdoctor) beruffen wurde, richtete ich eine ordentliche Hebammenschule an, brachte die Wehmütter (vroedvrouwen) hier in der Stadt (Stockholm) zu einer gewisser Zahl, liess sie alle Wochen einmal zusammen kommen und unterrichtete sie nicht alleine mündlich, sondern auch in der That selbst (in de praktijk, via fantoomoefeningen)". Van het toestel dat van Hoorn hiertoe heeft ontworpen geeft hij de volgende beschrijving : "... ich conservirte die Geburts-Glieder, so wohl die Beine, die das Becken formiren, als das Fleisch, so ich aus denen Weibes-Bildern, die mir Amtshalben zubesichtigen vorkamen, ausschnitte, und machte mir ein ausgestopftes, und mit Gliedern versehenes Kind, aus dünnen und zarten Leder, womit ich ihnen alle Operationes, und führnehmlich die Umkehrung (keren-uithalen), zeigete. Auf dies Weise würden ihrer viele, so eines fähigen Verstandes waren, gute und geschickte Wehmütter, welche mir die Arbeit um ein grosses erleichterten" (van Hoorn 1726). Deze vage descriptie laat ons enkel toe te besluiten dat van Hoorn bij zijn lessen, vooral voor demonstreren en oefenen van versio-extractio, gebruik heeft gemaakt van een geprepareerd vrouwenbekken en een gearticuleerde lededop uit fijn leder. Wij missen de datum van zijn "ontdekking", doch uit de sekwentie van zijn verhaal kan worden afgeleid dat dit omstreeks 1700, zeker na het verschijnen van zijn eerste handboek (1697) moet zijn geweest.

GREGOIRE, JUNIOR

Kort na van Hoorn werd ook in Frankrijk — het toenmalige Mekka van de vroedkunde — een fantoom vervaardigd en wel door één van de Grégoires, naar alle waarschijnlijkheid de zoon. Deze ontwikkeling is evenmin gedateerd maar de context laat toe hiervoor ca. het jaar 1728 te weerhouden.

In de eerste decennia van de 18e eeuw behoorden de twee Grégoires tot de best bekende leraren verloskunde van Parijs. De vader (?- ?) had zich in 1720 laten opmerken door de eerste onderwijskliniek vroedkunde in het Hôtel-Dieu op te richten (Cutter en Viets 1964) ; hij was tevens bekend met de verlostang van Palfyn die hem ca. 1720 hiervan een exemplaar cadeau had gedaan. Grégoire Jr. (?- ?) assisteerde zijn vader bij het onderwijs en zal diens werk op schitterende wijze verder zetten. Bij de jonge Grégoire is de Middelburgse chirurg-vroedmeester Paulus de Wind (1714-1771) in 1734 in de leer gegaan, waardoor hij kennis maakte met de tire-tête van Palfyn, instrument dat zijn leermeester grondig zou modificeren (de Wind 1751). Geen van de twee Grégoires was echter gebrand op publiceren en — zoals is geschied met de tang van hun stadsgenoot Dussé (?- ?) — was het één van de buitenlandse leerlingen van Grégoire Jr. (Philipp Adolph Boehmer, 1717-1789) die diens forceps heeft beschreven en in Duitsland geïntro-

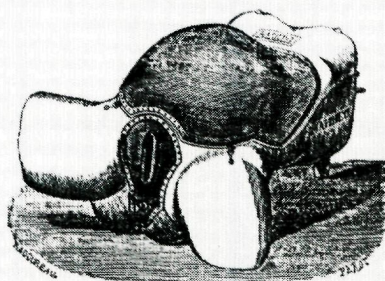


FIG. 29. — Mannequin obstétrical de Budin et Pinard.

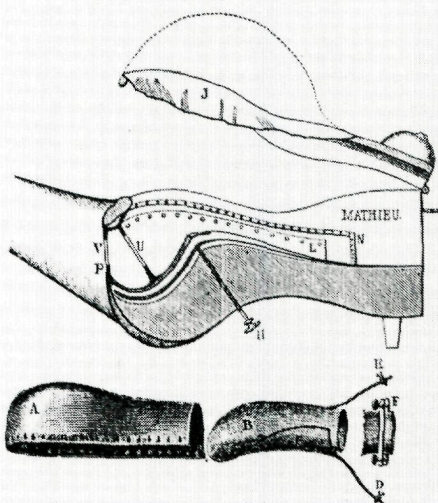


FIG. 40-42. — Différentes pièces du mannequin précédent.

Fig. 2 — Bladzijde uit het *Arsenal obstétrical* van Witkowski (1887a) met afbeelding van de *mannequin* van Budin en Pinard.

duceerd terwijl een andere (Cornelis Plevier, 1720-1750) het instrument in eigen land (Nederland) liet kennen.

Voor ons onderwerp is Grégoire Jr. van bijzonder belang want hij was het die in Frankrijk het fantoom heeft geïntroduceerd. De boven aangegeven karaktertrek was oorzaak dat hij het door hem ontworpen toestel nooit heeft beschreven, toestel waarvan het bestaan werd gereveleerd door William Smellie (1697-1763). Smellie, op zoek naar meer gegevens over de verlostang, bracht in 1739 een trimester te Parijs door en heeft er de lessen van de jonge Grégoire gevolgd (Glaister 1894, Johnstone 1952). Met het fantoom liep hij zeker niet hoog op en wij lezen hierover het volgende in zijn *case report* no. 186 : "His (Grégoires) machine was no other than a piece of basketwork, containing a real pelvis covered with black leather, upon which he could not clearly explain the difficulties that occur in turning children..." (Smellie 1877).

Om meer te vernemen over de constructie van dit fantoom moeten wij bij anderen te rade gaan, vooral bij de anonieme auteur van een pamflet uit het jaar 1750 dat in 1894 door Glaister werd opgediept uit Smellies bibliotheek te Lanark en waarin schrijver de fantomen van Grégoire en Smellie vergelijkt (Anon. 1750). Over het eerste schrijft hij : "It is composed of basket-work, cover'd with coarse cloth ; the pelvis is human, covered with oilskin ; it has neither uterus (sic) externum nor internum, nor any of the contents of the abdomen, the want of which he substitutes with his hands ; in short, 'tis so rude a work that a common pelvis stuck into a whale, without any embellishment, would be as like Nature as the Machine which has been so much admir'd." Smalend laat hij hierop volgen : "One might work an eternity on Gregoir's (sic) Basket, and never know anything of the matter (= vroedkunde) ; for let a part, however difficult, present itself in his Machine, you deliver it as easily as you would turn a cork in a pail of water" (Anon. 1750). Wij leren tevens dat Grégoire een kinderlijkje gebruikte om verloskundige handgrepen aan zijn leerlingen te demonstreren.

Grégoires fantoom moet dus een hoogst eenvoudige constructie zijn geweest : een mandenvlechtwerk overtrokken met leder of gewaste taf waarin een droog bekken was verpakt, doch zonder uterus. De wanden van de laatste werden blijkbaar door de demonstrateur met beide handen nagebootst.

WILLIAM SMELLIE

Terug uit Parijs vestigde Smellie zich als vroedmeester te Londen, eind 1739 of begin 1740. Zowat een jaar later startte hij met privé onderwijs, wat van hem één van de belangrijkste en meest geliefde leraren verloskunde zou maken. Letterlijk vanuit alle landen van Europa kwamen leerlingen naar hem toegestroomd, waarvan een aantal — de bekendste zijn William Hunter (1718-1783) en Pieter Camper (1722-1789) — grote vermaardheid in dit specialisme zal verwerven.

Het zuiver theoretische onderwijs kon Smellie evenwel niet bevredigen : hij legde ter illustratie van zijn lessen een collectie anatomische preparaten aan en introduceerde in eigen land de *bedside teaching* van de vroedkunde... ten huize van behoeftige patiënten. Niettegenstaande het vlechtwerk van zijn Parijse leermeester hem niet had bekoord nam hij diens concept over en vervaardigde

eigenhandig, hierbij geholpen door zijn alom erkende vindingrijkheid en mechanistische talenten (Smellie was een uitstekend graphicus en instrumentmaker), een rij obstetrische *machines*. Over die periode uit zijn leven zal hij later in de ietwat protserige stijl van de 18e eeuw het volgende vertellen : "Little satisfied with the manner of instructing, I considered that there was a possibility of forming machines, which should so exactly imitate real women and children and to exhibit to the learner all the difficulties that happen in midwifery ; and such I actually contrived, and made by dint of uncommon labour and application" (Smellie 1877).

Dat Smellie aan zijn fantomen belangrijke didactische waarde toekende is aan geen twijfel onderhevig. Op een van de *handbills* (1752) die hij liet drukken met het doel zijn cyclus lessen te adverteren lezen wij dat de lesgever zowel de theorie als de praktijk van deze "kunst" zal aanleren, "more particularly the manner of delivering women, in all the variety of natural, difficult, and preternatural labours, perform'd on different Machines made in imitation of real women and children" (Johnstone 1952).

Spijtig genoeg heeft Smellie, evenmin als zijn voorgangers, een heldere beschrijving of afbeelding van zijn toestellen gegeven zodat wij hiervoor zijn aangewezen op secundaire bronnen (Johnstone 1952). Een hiervan is een nota van de hand van een van Smellies cursisten die laat weten : "They (de machines) are composed of real bones, mounted and covered with artificial ligaments, muscles and cuticle, to give them the true motion, shape and beauty of natural bodies, and the contents of the abdomen are imitated with great exactness. Besides his large machines (which are three in number) he has finished six artificial children (poppen) with the same minute proportion in all their parts ; so that with the apparatus he can perform and demonstrate alle the different kinds of delivery with more deliberation, perspicuity and fulness than can be expected on real subjects."

Bijkomende details vernemen wij van de boven vernoemde anonieme pamphletschrijver (Anon. 1750) : "The uterus (sic) externum and internum are made to contract and dilate according to the difficulty intended for the delivery. The children for these machines are likewise excellently contrived, they having all the motions of the joints. Their craniums are so formed as to give way to any force exerted, and are so elastick that the pressure is no sooner taken off they return to their natural equalities". Hoe dit alles werkte en wat voor elastische materialen Smellie heeft gebruikt wordt niet vermeld.

Over de wijze waarop de lesgever het breken van de vruchtvliezen placht te demonstreren schrijft de beruchte Londense vroedvrouw Elizabeth Nihell (1723- ?) die, hoewel geen vriendin van haar ambtsbroeders (Aveling 1872), toch de nodige bewondering wist op te brengen voor Smellies vindingrijkheid. Over het boven genoemde toestel schrijft zij : "A wooden statue, representing a woman with child (een zwangere vrouw), whose belly was of leather, in which a bladder, full perhaps of small beer (Britse humor of steek onder water ?), represented the uterus. This bladder was stopped with a cork, to which was fastened a string of packthread, to tap it occasionally and demonstrate in a palpable manner the flowing of the red-coloured waters. In short, in the middle of the bladder was a wax doll, to

which were given various positions. By this admirably ingenious piece of machinery were formed and started up an innumerable and formidable swarm of man-midwives, spread over the town and country”.

Onze laatste informator is een Nederlander. Pieter Camper, die Smellies cyclis lessen meerdere malen heeft gevolgd, resumeerde wat voorafgaat als volgt in zijn collegenotas : “He (Smellie) demonstrates parturition in models of women of which the pelvis and spine of a well-modelled woman are the starting point. Both the abdominal and extra-abdominal parts have been made out of leather with such remarkable skill that not only is the structure as natural as possible but the necessary functions of parturition are performed by working models. For example, the contraction of both the internal and external os, the generation of waters in parturition and dilatation of the os uteri are so natural that hardly any difference is to be noticed between these and those in natural women” (Johnstone 1952).

Aan het journaal van zijn eerste verblijf in Engeland (1748-49) voegde Camper een “korte beschrijving van een kunstmatige foetus voor fantoomoefening” toe alsmede twee pentekeningen ter verduidelijking (fig. 4). Deze tekst is als volgt : “Een houten model om het dunne schoenleer vorm te geven. Dit hout moet den schedel omhoog houden, en is voorzien van veeren, die den schedel weder naar boven moeten brengen, nadat zij samengedrukt waren. De neus is er uit gesneden en een stuk, ook met een veer, erin gezet. De kaak bestaat uit een stuk been, en een veer verborgen achter de ooren houdt de kinnebak gesloten. *ab* is de steel, bevestigd aan de kinnebak. *cd* de veer. De wervels zijn eerst uit een stuk en worden dan met een dikke zaag in tweeën verdeeld, om ze met leder te overtrekken. De tarsus en carpus zijn eerst ook van een stuk en worden later gedeeld. Het leder wordt nimmer op het hout geplakt, want dat zou een beletsel zijn voor het rekken en voor het aannaaien der andere deelen. Het periost is een steunpunt voor de banden. De ribben zijn van balein, als een schraag aaneengehecht. De spieren worden meestal gemaakt van leder gevuld met ruw haar en op de juiste plaats aangebracht. De kleine spieren worden niet gemaakt. De ribben zijn natuurgetrouw nagebootst, maar met leder overtrokken en het borstbeen daartusschen geschoven” (Nuyens 1939).

Tot vervelens toe moet worden opgemerkt dat al de aangehaalde omschrijvingen dermate lacunair zijn dat wij ons nauwelijks kunnen inbeelden hoe de constructie van deze toestellen is geweest en hoe zij werden gebruikt. Origineel is dat onze Schotse vroedmeester een hele rij fantomen heeft uitgedacht met het doel diverse aspecten van het baringsproces voor zijn leerlingen duidelijk te maken.

RICHARD MANNINGHAM

Eerlijkheidshalve moet worden vermeld dat Dr. (later Sir) Richard Manningham (?-1759), die vanaf 1724 te Londen privatim aan medici en chirurgijns de vroedkunde onderwees, in de gedrukte tekst van zijn colleges liet weten dat het zijn gewoonte was het manuele gedeelte van het vak te verduidelijken met een fantoom kunstbekken en dito baarmoeder : “... machinam ita comparatum

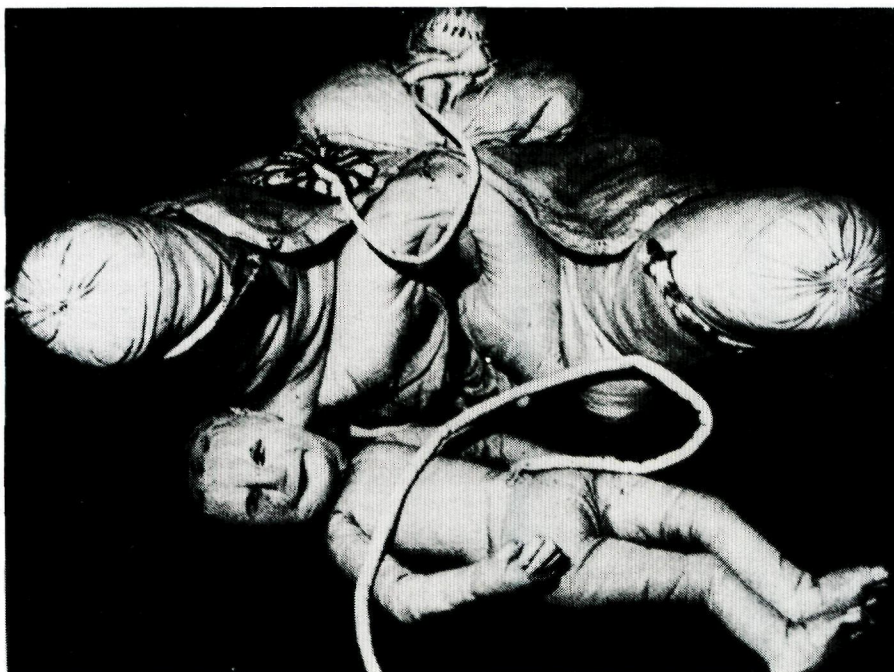


Fig. 3 — *Machine obstétricale de Madame Du Coudray* in het Musée Flaubert de l'Histoire de la Médecine te Rouen.

habemus... Fit autem et Foeminae ossibus compactis quibus uterum factitium aptari curavimus..." (Manningham 1739). Het jaartal wijst erop dat dit plaatsvond vóór Smellie zich in de hoofdstad heeft gevestigd.

Door wie Manningham zich heeft laten inspireren is niet geweten ; hoewel Glaister (1894) hiervoor naar de Franse school (Grégoire jr.) heeft gewezen kan men zich afvragen of onze Engelse vroedmeester niet de vertaling van von Hoorns boek (1726) heeft gekend.

Het bestaan van twee Duitse handboeken waarin sprake van fantomen (von Hoorn 1726 en Manningham 1746) kan wél een mogelijke verklaring bieden voor de bewering van Siebold (1891) als zou zulkdanig hulpmiddel bij het Duitse vroedvrouwenonderwijs vanaf het midden van de 18e eeuw courant in gebruik zijn geweest. Wat wel vaststaat is dat de stichter van de befaamde obstetrische school van Straatsburg (Jean Jacques Fried 1689-1769), die aldaar ook het fantoom heeft geïntroduceerd, zijn machine had ontleend aan von Hoorn, wiens Duitse tekst hij bij de eigen colleges gebruikte (Siebold 1891).

MEVROUW DU COUDRAY

Sta mij toe dat ik nog even stilsta bij de vermeende uitvindster van het obste-

trisch fantoom. Angélique Marguerite Le Boursier Du Coudray werd in 1712 te Clermont-Ferrand geboren. Zij werd in het Parijse Hôtel-Dieu opgeleid tot vroedvrouw. Na haar leertijd te hebben beëindigd vestigde zij zich in de hoofdstad, waar zij zestien jaar heeft verbleven. Nadien ging zij werken *en province*, nl. te Clermont in de Auvergne. Hier heeft zij voor het eerst goed kennis kunnen maken met de erbarmelijke toestand van de plattelandsverloskunde. Met de zegen van de lokale overheid nam zij toen het kordate besluit gratis aan haar collegae les te geven. Voor haar leerlingen redigeerde zij een eenvoudig leerboek : *Abrégé de l'art des accouchements* (1759). Dit boek kende drie herdrukken en was vanaf de tweede (1773) verlucht met driekleuren gravures, een grote nieuwigheid in de 18e eeuw. Du Coudray's successen bleven niet onbekend bij het centrale bestuur en in 1769 werd zij door Lodewijk XV uitgestuurd "pour enseigner l'art des accouchemens dans toute l'étendue de son royaume", met als specifieke opdracht "d'y tenir des cours publics et particuliers sur tout ce qui y a rapport" (Witkowski 1887b). Du Coudray heeft deze opdracht op schitterende wijze vervuld : zij hield zowat zestig cycli lessen in een vijftigtal Franse steden en heeft met haar assistenten meerdere duizenden aspirant-vroedvrouwen in het vak opgeleid.

Eenvoudige plattelandsmeisjes louter theoretisch onderwijzen vond Du Coudray moeilijk. Zij besloot daarom een beroep te doen op een meer concrete methode : het fantoom. Zij zegt het duidelijk in de inleiding tot de *Abrégé* : "Le seul obstacle que je trouvois à mon projet (onderwijs), étoit la difficulté de me faire entendre par des esprits peu accoutumés à ne rien saisir que par les sens. Je pris le parti de leur rendre mes leçons palpables, en les faisant manoeuvrer devant moi sur une machine que je construisis à cet effet..." Wanneer zij precies haar fantoom is beginnen gebruiken wordt niet meegedeeld, doch deze gebeurtenis kan met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid worden gesitueerd omtrent of kort na 1750. De misvatting als zou Du Coudray de eerste zijn geweest om een fantoom te gebruiken heeft zij zelf (met haar omgeving, getuige het certificaat van de Académie de Chirurgie) in leven gehouden. Inderdaad, in haar handboek schrijft zij bij herhaling over "la machine que j'ai inventée", "j'ai perfectionné une invention que la pitié (zinspeling op het lage peil van de vroedkunde op het platteland) m'a fait imaginer", etc. Dat zij het "Franse" fantoom aanzienlijk heeft verbeterd staat echter buiten kijf. Dat zij de *machine* een definitieve plaats in de opleiding van de vroedvrouwen heeft gegeven blijft haar grootste verdienste.

De beschrijving die Du Coudray in de *Abrégé* van haar *machine à ressorts* heeft nagelaten is evenmin als die van haar voorgangers een concrete : "une machine... qui représentoit le bassin d'une femme, la matrice, son orifice, ses ligaments, le conduit appelé vagin, la vessie et l'intestin rectum. J'y joignis un modele d'enfant de grandeur naturelle, dont je rendis les jointures assez flexibles, pour pouvoir le mettre dans des positions différentes ; une arrière-faix, avec les membranes, et la démonstration des eaux qu'elles renferment ; le cordon umbilical composé de ses deux arteres, et de la veine, laissant une moitié flétrie, et l'autre gonflée, pour imiter en quelque sorte le cordon d'un enfant mort, et celui d'un enfant vivant, auquel on sent les battements des vaisseaux qui le composent. J'ajoutai le modele de la tête d'un enfant séparé du tronc ; dont les os

du crâne passoient les uns sur les autres''. Haar bedoeling was zoniet vaardige vroedvrouwen kweken, dan toch haar leerlingen in te prenten dat zij bij zware baringen tijdig de hulp van een vaardig vroedmeester moesten inroepen. In haar eigen woorden : "... si je ne pouvois pas rendre ces femmes fort habiles, je leur ferois du moins sentir la nécessité de demander du secours assez tôt, pour sauver la mere et l'enfant ; secours dont les Villes ne manquent pas, mais qui seroit très-nécessaire dans les Campagnes..."

VLAAMSE VROEDMEESTERS

Om af te sluiten zullen wij even nagaan hoe en wanneer het obstetrisch fantoom in ons landsdeel is beland en welke personen hierbij een rol hebben gespeeld.

Mogelijk vinden wij de vroegste vermelding van de toepassing van dit hulpmiddel in de geschriften van Jan Roselt (1714-1785), chirurgijn-vroedmeester te Machelen aan de Leie en bekend verdediger van de obstetrische hefboom, waarvan hij de toepassing boven die van de verlostang prefereerde. Zijn voorkeur ging uit naar de gevensterde hefboom van de Weense hoogleraar Rechenberger, wiens tractaat (1779) Roselt (s.d.) in het Nederlands heeft vertaald. Dat hij een jaar te Jena de vroedkunde had bestudeerd zal hem bij deze taak zeker dienstig zijn geweest. Hij is ook de auteur van twee bundels medische, chirurgische en verloskundige waarnemingen (Roselt 1781 en 1783). Het is in één van deze casuïstische mededelingen, daterend uit het jaar 1758, dat de auteur die aan de lokale vroedvrouwen privé lessen gaf laat weten zich hierbij te hebben bediend van een "door konst naargemaakte en op een bekken geplaatste baarmoeder..." (Roselt 1781). Spijtig genoeg heeft Roselt verzuimd over zijn (?) fantoom gegevens mee te delen.

Te Gent konden wij twee vroedmeesters op het spoor komen die in de tweede helft van de 18e eeuw insgelijks fantomen hebben gebruikt. De eerste is lic. med. Pieter Damman (?-?), leerling van Levret en leraar aan de eerste Gentse vroedvrouwenschool, gesticht in 1772. Damman wenste voor zijn onderwijs van het stadsbestuur een fantoom te bekomen (mogelijk het model van zijn leermeester Levret, waarvan Schreger in 1810 het bestaan heeft vermeld, evenwel zonder nadere beschrijving) doch moest hiervan afzien omdat de magistraat zulkdanig didactisch materiaal te kostbaar vond. Zo althans luidt het officiële verhaal (Thiery 1991). Toen Damman bij de strubbelingen rond de hernieuwing van zijn mandaat (1774) schriftelijk de bezwaren van de Keure moest beantwoorden, heeft hij echter laten opmerken dat hij aan de aspirant-vroedmeesters de toepassing van obstetrische instrumenten had aangeleerd... op een fantoom (Gilleman en Van Werveke 1908).

De tweede Gentenaar is Jan-Bernard Jacobs (1734-1790), die in 1776 tot leraar werd benoemd aan de Vroedvrouwenschool van de Kasselrij van de Oudburg (Gent). Twee jaar tevoren had Jacobs te Ieper de lessen van Mevr. Du Coudray gevolgd en haar *machine à ressorts* leren kennen. Op eigen kosten liet hij uit Parijs dit fantoom komen. Dat het apparaat dat hij in de Kasselierschool heeft gebruikt degelijk dat van Du Coudray is geweest, kan blijken uit de omschrijving die Jacobs hiervan in zijn *Vroedvrouwenhandboekken* (1777) heeft gegeven : "een zeer aerdige de natuur volkomen naerbootzende vrouwen en kinder beeltenisse... met lêer bekleed en te samen gevoegd door vëeren". Dit type was te



Fig. 4 — Pentekeningen van de kop van de pop gebruikt door Smellie (Nuyens 1939).

Gent blijktbaar een nieuwigheid waarvan de promotoren van de Oudburgse school een dankbaar gebruik hebben gemaakt om hun zaak bij de overheid (keizerin Maria-Theresia) te bepleiten en ruchtbaarheid te geven aan de door hen ingerichte lessen. Zo lezen wij in het rondschriften dat de magistraat van de Kasselrij op 20 februari 1775 tot de pastoors van de jurisdictie heeft gericht : “Wij hebben goedgevonden van binnen onze Casselrye Huyse (de lokalen van de school waren ondergebracht in het Kasselrijhuis, op de binnenplaats van het Gravensteen), te laeten thoonen eenen cours der accouchementen op de nieuwe Phantome tot dies uitgevonden...” (Homblé 1977).

De Ieperse lessen van Mevr. Du Coudray werden *viva voce* voor de cursisten vertaald door Dr. François-Donatien Vandaele (1737-1818) en later door hem, met commentaar uitgegeven (Vandaele 1775). Opvallend is dat in dit vraag-en-

antwoord werkje van Vandaele met geen woord wordt gerept over een fantoom terwijl de inhoud van het boek onmiskenbaar de stempel van fantoomoefeningen draagt.

Aan de Bocht 6
B-9000 Gent

LITERATUUR

- ANONYMUS, *A short comparative view of the practice of surgery in the French hospitals, with some remarks on the study of anatomy and midwifery*. London, 1750.
- J.H. AVELING, *English midwives and their history and prospects*. Londen : Hugh K. Elliott Ltd., 1872.
- F.S. CUTTER, H.R. VIETS, *A short history of midwifery*. Philadelphia : Saunders, 1964.
- H.R.M. DE HAAN, W.A.L. DEKKER, *Groot woordenboek der geneeskunde*. Leiden : Stafleu, 1956.
- P. DE WIND, *'t Geklemd Hoofd Geredt*. Middelburg : Pieter Gillissen, 1751.
- M.A. DU COUDRAY, *Abrégé de l'art des accouchements*. Châlons-sur-Marne : Bouchard, 1759.
- C. GILLEMANN, A. VAN WERVEKE, *Cours et prix d'accouchement à Gand, Revue Belge de Numismatique*. 78 (1908), pag. 200, 350 en 451.
- J. GLAISTER, *Dr. William Smellie and his contemporaries*. Glasgow : James Maclehose & Sons, 1894.
- D.A.H. HINZE, *Versuch einer chronologischen Uebersicht allen für die Geburtshülfe erfundenen Instrumente*, etc. Leignitz : David Siegert, 1794.
- A.G. HOMBLE, *Geschied- en volkskundige excerpten omtrent het "Vroemoersamt"*, *Brabantse Folklore*. No. 213 (1977), pag. 239.
- J.B. JACOBS, *Vroedvrouwen handboekskenen*. Gent : J. Begijn, 1777.
- R.W. JOHNSTONE, *William Smellie. The master of British Midwifery*. Edinburgh : Livingstone, 1952.
- G.A. LINDEBOOM, *Dutch Medical Biography*. Amsterdam : Rodopi, 1984.
- R. MANNINGHAM, *Artis obstetricae compendium*. Londen, 1739. Een Engelse vertaling verscheen in 1744 ; een Duitse werd door Ph. Boehmer in 1746 gemaakt.
- B.W. NUYENS, *Camper's Reisjournalen*. Opuscula Selecta Neerlandicorum de Arte Medica. Amsterdam : Nederl. Tijdschr. Geneesk. Vol 15, pag. 114-116, 1939.
- A.J. RECHENBERGER, *Bekanntmachung einer besondern Art von Hebel*, etc. Wien, 1779.
- J.A. ROSELT, *Bekentmaking van eenen besonderen hefboom en deszelfds aanlegging*, etc. Gent : J. Begijn, s.d.
- J.A. ROSELT, *Natuur- genees- heel- en geboortkundige Waarnemingen en mengel-schriften*. Gent : J.F. Vander Schueren, 1783.
- SCHREGER, *Uebersicht der geburtshülflichen Werkzeuge und Apparate*. Erlangen : J.J. Palm, 1810.
- E.G.J. SIEBOLD, von, *Essai d'une histoire de l'obstétricie*, traduit de l'Allemand par F.J. Herrgott. Paris : G. Steinheil, 1891.
- W. SMELLIE, *Smellie's treatise on the theory and practice of midwifery*. London : The New Sydenham Society, 1877.
- M. THIERY, *Het vroedvrouwenonderwijs te Gent*, *Verh. Kon. Acad. Geneesk. België*. 53 (1991), pag. 205-240.
- F.D. VANDAELE, *Onderwys voor de leerlingen in de vroed-kunde ofte konst der kinder-bedden*, etc. Ieper : J.F. Moerman, 1775.
- J. VAN HOORN, *Den Swenska wäl-öfwade jord-gumman kwilken grundeligen underwijser hurn med en hafwande handlas, en Wändande hielpas, en barna-qwinna handteras, och det nyfödda barnet skiötas skal*. Stockholm : Nathanael Goldeman, 1697.
- J. VAN HOORN, *The Twenne Godfruchtige i sitt kall trogne, och therföre af Gudi wäl belönte Jordegummor Siphra och Pua*. Stockholm : Joh. Laur. Horn, 1715.
- J. VAN HOORN, *Then Swenska Wälöfwade Jorde-Gummans Andra Deel*. Stockholm : H.C. Merckell, 1723.

J. VAN (von) HOORN, *Johann von Hoorns getreue und vorsichtige Hebamme, welche in Frag und Antwort, zwischen den Gottesfürchtigen Weh-Müttern Siphra und Pua freulich unterweiset, wie man einer mit Leibes-Frucht gesegneten Frauen in der Geburth recht beystehen, etc.* Nürnberg : Peter Conrad Monath, 1726.

G.J. WITKOWSKI, *L'Arsenal obstétrical*. Paris : G. Steinheil, 1887.

G.J. WITKOWSKI, *Accoucheurs et sages-femmes célèbres*. Paris : G. Steinheil, 1887.

SUMMARY

Currently held belief that the obstetric manikin was invented by the French midwife Du Coudray (in ca. 1750) can be defended no longer. Indeed, a search of the literature of the 17th and 18th centuries indicates that Madame Du Coudray has had several predecessors in this domain, i.a. Johan van Hoorn (ca. 1700), the Younger Grégoire (ca. 1728), Richard Manningham (before 1739), and William Smellie (ca. 1741). None of their original models has survived, though, nor has any of these man-midwives left us a detailed description of their contraptions. In Flanders, obstetric manikins for instruction of midwives and surgeons were introduced during the latter half of the 18th century, where their use was pioneered by i.a. Jan Roselt (ca. 1758), Pieter Damman (ca. 1772), and Jan-Bernard Jacobs (ca. 1774).

VESALIUS CONTRA SYLVIUS

H.L. HOUTZAGER

In het begin van 1546 bracht Karel V een bezoek aan de Nederlandse gebiedsdelen van zijn uitgestrekte rijk. Na in januari van dat jaar het Kapittel van het Gulden Vlies in Utrecht voorgezeten te hebben, vertrok hij op 1 februari met zijn uitgebreide gevolg via Zutphen, Nijmegen en Gennip naar Maastricht, waar hij van 19 februari tot 2 maart verbleef. Via Luik, Luxemburg, Wallerfangen en Saarbrücken reisde de Keizer verder langs de Rijn, met de bedoeling om nog voor de vastentijd Regensburg te bereiken. Hier verbleef hij wegens de Rijksdag van 10 april tot begin augustus van dat jaar (1).

Zijn lijfarts, Andreas Vesalius (1514-1564), wiens familie uit het nabij Nijmegen gelegen Wesel afkomstig was, vergezelde de Keizer maar gedeeltelijk op deze tocht door de Nederlanden. Hij had namelijk de opdracht om de Venetiaanse gezant Bernardino Navagero (1507-1564), die zich in het gezelschap van de Keizer bevond en die in Nijmegen ernstig ziek was geworden aldaar te verzorgen. Aldus verbleef Vesalius enige maanden in Nijmegen in gezelschap van deze Venetiaan, om later — en dat zou pas begin juni worden —, na herstel van Navagero zich weer bij de Keizerlijke hofhouding in Regensburg te voegen (2).

Nog maar relatief kort tevoren, in 1543, was Vesalius' opus magnum: *De Humani Corporis Fabrica Libri septem*, bij de drukker/uitgever Joannes Oporinus te Basel verschenen. Met de uitgave van dit werk was de studie over de menselijke anatomie in een nieuwe fase van ontwikkeling gekomen. In feite was er een definitieve streep gezet onder Galenus' opvattingen over dit onderwerp in de geneeskunde.

Maar zover was het in 1546 nog lang niet en het zou nog vele jaren duren, voordat de geleerde wereld geheel overtuigd was van de juiste inzichten op dit gebied, die de 27-jarige Vesalius in 1543 aan het papier had toevertrouwd; sterker nog, uitgaven van en commentaren op de werken van Galenus zouden nog gedurende lange tijd een groot lezers-publiek trekken. Galenus' werken hadden in Vesalius' tijd nog niets van hun oude glans verloren, integendeel, een herleeft belangstelling voor de klassieke geneeskunde, van een ernstig streven om de kennis der Grieken, geput aan de bron zelf te bestuderen, stimuleerde geleerden als Johann Winther van Andernach (1505-1574) en Jacobus Sylvius (1478-1555), Vesalius' Parijse leermeesters, uitgaven van deze compilerator der antieke geneeskunde het licht te doen zien. De bibliografie van Jacobus Sylvius wijst erop dat hij een groot vereerder van Galenus is geweest en aangezien hij in de geschiedenis van

1. K. BRANDI, *Keizer Karel V* (Amsterdam, z.j.) 494.

2. M. ROTH, *Andreas Vesalius* (Reprint, Amsterdam 1965) 207.

de geneeskunde bekend staat als een bekwaam anatoom, vraagt men zich af hoe het mogelijk is geweest dat hij niet in botsing is gekomen met de inzichten van zijn door hem verafgoede uit Klein-Azië afkomstige voorganger.

De drukke werkzaamheden aan Karels hof en de talrijke reizen, waarop hij de Keizer moest vergezellen gaven Vesalius te weinig gelegenheid en tijd om zich met wetenschappelijk onderzoek bezig te houden en met collegae over medische vraagstukken van gedachten te wisselen. "Gij zelf weet het, hoe in de eerste tijd na mijn komst aan het hof, mij mijn studie in de anatomie, die tegenwoordig geheel in verval is geraakt, en de publikatie van de resultaten, in de weg hebben gestaan", schrijft Vesalius in 1546 aan de medicus Joachim Roelants (1496-1558) in Mechelen (3).

De medische verzorging van Navagero in Nijmegen nam zijn tijd natuurlijk niet volledig in beslag, zodat Vesalius de gelegenheid te baat nam zich te bezinnen op een aantal problemen; onder meer op zijn positie in de wetenschappelijke wereld en zijn naam als anatoom. Reeds bij zijn leven had zijn boek naast veel waardering ook scherpe kritiek ondervonden en vele anatomen, die van zijn werk oppervlakkig kennis hadden genomen waren vooral getroffen door zijn gebrek aan ontzag voor Galenus, dat op verschillende plaatsen in zijn boek aan de dag trad. Hoewel Vesalius waarschijnlijk wel wist dat zijn leermeester Sylvius met gemengde gevoelens zijn *Fabrica* zou beoordelen, wilde hij diens oordeel over zijn werk toch wel definitief weten. In verband hiermee schreef Vesalius aan Sylvius een brief waarin hij hem vroeg zijn oordeel te geven over zijn boek. Sylvius heeft Vesalius in een brief die hem nog in Nijmegen bereikte, uitvoerig geïnformeerd over zijn mening aangaande de *Fabrica*.

Hoewel deze brief van Sylvius aan Vesalius niet bewaard is gebleven, kunnen wij uit het antwoord dat Vesalius hem toezond toch wel vermoeden wat er in heeft gestaan. Vanuit Nijmegen schreef Vesalius aan Sylvius een lange brief, eigenlijk een uitvoerige anatomische verhandeling, waarin hij zijn standpunt aangaande zijn inzichten over de menselijke anatomie natuurlijk ten volle haafde. Deze brief liet hij via Roelants te Mechelen en diens zoon, die met de bijgevoegde aanbevelingsbrieven van Vesalius in Parijs medicijnen ging studeren bij Sylvius, afgeven. Vanwege de haast in verband met het vertrek van een bode uit Nijmegen naar Mechelen, heeft Vesalius geen tijd meer gehad om een volledige kopie van zijn brief aan Sylvius te maken.

Toch zijn wij door Vesalius zelf langs indirecte weg geïnformeerd over zijn Nijmeegse replek op Sylvius' kritiek. Nadat Vesalius namelijk zich in het voorjaar van 1546 samen met Navagero bij de Keizer in Regensburg had gevoegd, beantwoordde hij daar een brief van Roelants, waarin deze hem vroeg om inlichtingen over de geneeskrachtige eigenschappen van de chyna-wortel, waarover Vesalius wellicht beter dan iemand anders op de hoogte geacht diende te zijn, omdat hij de aan jicht lijdende Karel V hiermede had laten behandelen. Daarnaast heeft de nieuwsgierige Roelants, Vesalius in deze brief gevraagd wat hij nu wel als

3. H. PINKHOF en E.C. VAN LEERSUM, *Brief van Andreas Vesalius, behelzende de aanwending van het decoct van Chynawortel* (Opuscula Selecta Neerlandicorum de arte Medica, III) Amsterdam, 1915, 35.

antwoord aan Sylvius had geschreven in de brief die zijn zoon aan deze in Parijs had overhandigd. Beide vragen heeft Vesalius uitvoerig in zijn "Brief over de chyna-wortel" beantwoord (4).

Allereerst bevatte de brief een uitvoerige uiteenzetting over Vesalius' ervaring met de chyna-wortel en zijn oordeel over de geneeskrachtige werking ervan, maar daarnaast wordt ongeveer vier-vijfde van de brief ingenomen door uitvoerige anatomische verhandelingen.

Het verhaal gaat, dat Franciscus, de jongere broer van Andreas Vesalius, die in Ferrara studeerde, een afschrift van deze brief in handen heeft gekregen en deze zonder medeweten van zijn broer bij Oporinus in Basel heeft laten drukken en uitgeven. Op deze wijze werd de repliek van Vesalius op Sylvius' kritiek over de *Fabrica* als een gedrukt traktaat, opgedragen aan Cosimo de Medici wereldkundig gemaakt (5).

Volgens Lindeboom is Andreas zelf de initiatiefnemer geweest tot het laten drukken van zijn brief over de chyna-wortel en zou de oorspronkelijke brief niet naar Roelants zijn verzonden, maar direct naar zijn Baselse drukker/uitgever Joannes Oporinus (6). Op 25 april 1547 zond de agent van de Medicis aan het keizerlijke hof, een exemplaar van dit boek naar Cosimo met een begeleidend briefje, dat "il Vessalio Anathomista" onder de naam van zijn broer dit "operetta della china" aan de hertog had opgedragen uit dankbaarheid voor vroeger door hem ondervonden gunsten. Vesalius is, zoals dit destijds meer gebeurde, zelf op de achtergrond willen blijven en heeft zogenaamd zijn broer het initiatief laten nemen zijn antwoord op Sylvius' kritiek wereldkundig te maken.

In grote trekken komt Vesalius' weerwoord aan Sylvius erop neer, dat hij antwoordt dat: "Galenus niet de bouw van het menselijk lichaam heeft onderwezen, hoe ernstig en verbazingwekkend dit van zo'n groot schrijver ook moge klinken; en dat het ook niet waarschijnlijk is, dat hij ooit een lijkopening heeft bijgewoond ... Maar toch staat het vast", zo schrijft Vesalius, "dat hij zijn beschrijvingen niet aan mensen — doch aan apenbeenderen heeft ontleend, hetgeen men vooral duidelijk kan zien op die plaatsen, waar Galenus de bouw en structuur der beenderen zo duidelijk beschrijft, dat ons de gelegenheid wordt geschonken, zekere verschillen op te merken tussen de lichaamsdelen en hun ligging bij mens en aap" (7).

Zoals bekend heeft Sylvius revanche genomen; enige jaren later verscheen van hem een boek vol kritiek op het werk van Vesalius. Reeds in de titel liet hij zich tot een kwaadaardige woordspeling verleiden door bij de aanvallen op Galenus niet Vesalius te noemen, maar een zekere Vesanus, een dwaas (8). Deze wetenschappelijke pennestrijd tussen Vesalius en Sylvius is uiteindelijk beslecht in het voordeel van Vesalius.

Van der Dussenweg 14
2614 XE Delft

4. PINKHOF en VAN LEERSUM, o.c. (zie noot 3) 9 e.v.

5. ROTH, o.c. (zie noot 2) 215.

6. G.A. LINDEBOOM, *Andreas Vesalius* (Haarlem, 1964) 143.

7. PINKHOF en VAN LEERSUM, o.c. (zie noot 3) 37.

8. J. SYLVIUS, *Vaesani cuiusdam calumniarum in Hippocratis Galenique rem anatomicam depulsio* (Parijs, 1551).

SUMMARY

Following the publication of his *De Humani Corporis Fabrica*, Vesalius asked his former teacher, the Parisian professor Jacobus Sylvius, for his opinion. Their letters have not been preserved, but Vesalius summarized his arguments in *De radice chinae epistola*, published with or without his consent in 1546.

VAN 'ONDEELBAAR' NAAR 'DEELBAAR' ATOOM. DE LOTGEVALLEN VAN DE HYPOTHESE VAN WILLIAM PROUT (1815)

H.A.M. SNELDERS

I

In het cursusjaar 1852-1853 hield Gerrit Jan Mulder (1802-1880), hoogleraar in de scheikunde aan de Utrechtse Universiteit, op het chemisch laboratorium 'de Leeuwenbergh' aan het Servaasbolwerk wekelijks werkbesprekingen met zeven doctoraalstudenten (1) over de verschillende methoden die bij de bepaling van de aequivalentgewichten van de chemische elementen werden gebruikt en de resultaten die daarmee waren verkregen. Vier van de deelnemers zouden het behandelde uitwerken tot hun proefschrift.

Als veel fysici en chemici uit het midden van de vorige eeuw stond ook Mulder sceptisch tegenover het reële bestaan van atomen (2), merkwaardig voor iemand die zich altijd leerling van de atomist Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) had genoemd. Mulder moest, evenals zijn natuurkundecollega Richard van Rees (1797-1875), niets hebben van de colleges die de jonge lector Christophorus Henricus Diedericus Buys Ballot (1817-1890) in 1846-1847 gaf over de "physiologie van het onbewerkte rijk der natuur, of ook moleculartheorie", "de leer, hoe de krachten van de kleinste deeltjes der lichamen wederkeerig werken, en de verklaring van de toestanden der lichamen, dat is, van de zoogenaamde verschijnselen, die de natuur ons aanbiedt" (3). Buys Ballot maakte daarin gebruik van een dynamisch-atomistische theorie (4). Mulder was echter van mening dat "het woord atome, hetwelk in de wijsbegeerte der Natuur niet kan ontbreken, (...) een niet helder begrip (uit)drukt" en daarom liet hij "het begrip van atome voor hetgeen het is, en stellen waar wij kunnen in deszelfs plaats het bevattelijke en duidelijke begrip van aequivalent" (5). Ook zijn leerlingen huldigden deze opvatting. Mulders zoon Louis (1828-1897) verdedigde in zijn proefschrift de stelling: "Het is wenschelijk, dat het woord atome uit de scheikunde

1. Deelnemers waren W.A.J. van Geuns, J.W. Gunning, N. Mouthaan, E. Mulder, L. Mulder, N.W.P. Rauwenhoff en A.C. Oudemans jr.
2. H.A.M. SNELDERS, The attitude in the Netherlands towards the atomic theory during the first half of the nineteenth century, *Janus*, 63, 1976, 111-131.
3. C.H.D. BUYS BALLOT, *Schets eener physiologie van het onbewerkte rijk der natuur*, Utrecht, 1849, 2-3.
4. H.A.M. SNELDERS, Het materiebegrip bij Buys Ballot, *Scientiarum Historia*, 10, 1968, 154-172.
5. G.J. MULDER, *Proeve eener algemeene physiologische scheikunde*, Rotterdam, 1843-1850, 2.

worde verbannen en door molecule vervangen worde" (6). En Antonius Corneille Oudemans jr. (1831-1895), die overigens niet bij Mulder, maar bij Anthony Hendrik van der Boon Mesch (1804-1874) in Leiden promoveerde, stelde kort en bondig : "Notio atomi non admittatur" (7).

Mulder was geen aanhanger van de Daltonse atomistiek en ging niet verder dan de chemische verschijnselen te verklaren met kleine (niet kleinste) deeltjes, die een zekere polariteit bezitten, "eene werking van de kracht van verwantschap in eene bepaalde rigting, werkende op eene tegenovergestelde kracht, die ook in eene bepaalde rigting zich uitstrekt" (8). Alle chemische verschijnselen wilde Mulder terugvoeren tot één eerste oorzaak. Zijn uitgangsbeginsel was "dat er in de elementen een vermogen van aantrekking huisvest, waardoor ongelijksoortige deelen onderling vereenigd worden tot zekere bepaalde groepen, die voor nieuwe vereeniging vatbaar zijn, om alzoo meer zamengestelde groepen te vormen ; dat dit vermogen van aantrekking onder verschillende omstandigheden voor wijziging, voor verandering vatbaar is, en onder die verandering velerlei verschijnselen uiten kan" (9).

Mulders belangstelling ging hierdoor niet zozeer uit naar de Daltonse atoomgewichten, maar meer naar de experimenteel te bepalen aequivalentgewichten die hij voor zijn berekeningen nodig had. Zijn promovendus Wolfert Abraham Johannes van Geuns (1828-1891) wees er op dat "gezonde stöchiometrie van onze dagen (...) geene theorie (is) ; zij bevat het verband tusschen de enkele daadzaken, het algemeene van de wetenschap" (10). De Engelse fysicus en chemicus John Dalton (1766-1844) had in het begin van de negentiende eeuw het aantal soorten atomen gelijkgesteld aan dat van de eenvoudige stoffen en bovendien de atoomtheorie gecombineerd met de kwantitatieve wetten van de chemische binding en ieder element gekenmerkt door een getal, het (relatieve) atoomgewicht. Van Geuns vond dat Dalton "klaarheid (bragt) in de algemeene en theoretische scheikunde, gelijk Lavoisier zulks in de praktische scheikunde gebragt had" (11). Maar wat Dalton onder atoomgewicht verstond is datgene "wat in onzen tijd" aequivalentgewicht wordt genoemd.

6. L. MULDER, *Dissertatio inauguralis de metallorum pondere chemico. Historisch-kritisch overzicht van de bepalingen der aequivalent-gewigten van 24 metalen (...)*. Dissertatie Utrecht 8 september 1853. Stelling VII, Utrecht, 1853, 338.
7. A.C. OUDEMANS, *Dissertatio chymica inauguralis De manganii pondere chymico* (Leiden, 1853), stelling II. Vgl. : OUDEMANS, *Historisch-kritisch overzicht van de bepaling der aequivalent-gewigten van twee en twintig metalen*, Utrecht, 1853.
8. G.J. MULDER, *Proeve eener algemeene physiologische scheikunde*, 24.
9. G.J. MULDER, *Redevoering over de stoffelijke wereld, een middel tot hoogere ontwikkeling*, Rotterdam, 1845, 14-15.
10. W.A.J. VAN GEUNS, *Specimen historico-chemicum inaugurale de pondere specifico elementorum chemicorum aëriiformi nec non de pondere chemico elementorum quae organica dicuntur. Proeve eener geschiedenis van de aequivalentgetallen der scheikundige grondstoffen en van hare soortelijke gewigten in gasvorm, voornamelijk in betrekking tot de vier grondstoffen der bewerkte natuur*. Dissertatie Utrecht 12 september 1853, Amsterdam, 1853, 19.
11. W.A.J. VAN GEUNS, *Specimen historico-chemicum inaugurale (...)*, 23.

II

Een van de stellingen van Van Geuns bevat een afwijzing van de hypothese van Prout. "Het staat voor geen aequivalentgewicht met genoegzame zekerheid vast, of het al dan niet een veelvoud van dat van waterstof is" (12). In zijn proefschrift wees hij op de "belangrijke strijd (die) ontstond (...) over de vraag, of de aequivalent- of atoom-gewigten geheele veelvouden van dat van waterstof waren" (13). Het gaat hier om een hypothese die de Londense arts en chemicus William Prout (1785-1850) anoniem in 1815 en 1816 had gepubliceerd en waarin deze aantoonde dat de dichtheden van een aantal elementen, indien ze beschouwd worden als gassen, veelvouden zijn van dat van waterstof (14). Dit feit scheen er op te wijzen dat de zwaardere elementen opgebouwd zijn uit een geheel aantal waterstofatomen, wanneer tenminste aangenomen wordt dat gelijke volumina van gassen evenveel deeltjes bevatten. Prout veronderstelde dat waterstof de oermaterie, *protê hylê*, van de oude filosofen is en dat de atoomgewichten gehele veelvouden zijn van dat van waterstof. Hij geloofde daarbij in een werkelijke opbouw van atomen en moleculen uit waterstofatomen. Het aantrekkelijke van de hypothese was dat ze — in tegenstelling tot de Daltonse atomistiek — in overeenstemming leek te zijn met het aloude geloof in een eenvoud van de materie, in het bestaan van een oermaterie.

De hypothese van Prout vond een warm verdediger in de Schotse chemicus Thomas Thomson (1773-1852), hoogleraar in Glasgow. Diens geheeltallige atoomgewichten, gevonden uit analyses die zelfs voor die tijd buitengewoon slecht waren, werden door zijn autoriteit in Engeland lange tijd gebruikt. Op het continent had de hypothese van Prout weinig aanhangers, vooral door de invloed van Berzelius die er zich vanaf het begin tegen had uitgesproken. De hypothese werd daardoor nauwelijks in discussie gebracht en leek bovendien afgedaan te zijn toen de Londense scheikundehoogleraar Edward Turner (1796-1837) op verzoek van de British Association for the Advancement of Science een reeks atoomgewichten bepaalde, de fouten in de atoomgewichten van Thomson aanwees en zelf resultaten kreeg die goed met die van Berzelius overeenkwamen. Turner concludeerde dat zijn atoomgewichten niet overeenstemden met de hypothese van Prout, een conclusie die Frederick Penny (1816-1869), hoogleraar scheikunde aan het Anderson's College in Glasgow, in 1839 eveneens trok. Maar in 1846 vonden de Franse chemicus Jean Baptiste André Dumas (1800-1884) en zijn Belgische leerling Jean Servais Stas (1813-1891) dat het atoomgewicht van koolstof precies twaalf bedroeg, geheel in overeenstemming dus met de hypothese van Prout. Dit leidde tot een hernieuwde belangstelling in de hypothese van Prout. Dumas en Stas reageerden echter niet op dezelfde wijze. Dumas sloot zijn onderzoeken

12. W.A.J. VAN GEUNS, *Specimen historico-chemicum inaugurale* (...), 155 (stelling III).

13. W.A.J. VAN GEUNS, *Specimen historico-chemicum inaugurale* (...), 29.

14. (W. PROUT), On the relation between the specific gravities of bodies in their gaseous state and the weights of their atoms, *Annals of Philosophy*, 6, 1815, 321-330 en Correction of a mistake in the essay on the relation between the specific gravities of bodies in their gaseous state and the weights of their atoms, *Annals of Philosophy*, 7, 1816, 111-113. Vgl.: W.H. BROCK, *From Protyle to Proton. William Prout and the Nature of Matter, 1785-1985* (Bristol en Boston, 1985).

af als overtuigd aanhanger van Prout, maar Stas, die bij de aanvang van de onderzoeken met Dumas de hypothese van Prout voor zeer waarschijnlijk had gehouden, kwam snel tot de conclusie dat ze slechts schijn was (15). Hij legde zich de reusachtige taak op de atoomgewichten van de elementen te bepalen waarvan de waarden in overeenstemming leken te zijn met Prouts hypothese. De resultaten van dit onderzoek werden in 1860 gepubliceerd (16), juist een jaar na de samenvatting van Dumas over zijn bepaling van een twintigtal elementen die hij had uitgevoerd met het doel de juistheid van de hypothese van Prout aan te tonen (17).

Dumas kwam echter tot de conclusie dat niet alle atoomgewichten gehele veelvouden van dat van waterstof zijn. Vooral de waarde 35,5 voor het atoomgewicht van chloor had aanzienlijke problemen opgeroepen voor de juistheid van Prouts hypothese. Jean Charles Galissard de Marignac (1817-1894), een Zwitsers leerling van Dumas, nam daarom aan dat de atoomgewichten gehele veelvouden zijn van de helft van dat van waterstof (18). Dumas ging nog een stap verder en nam aan dat sommige atoomgewichten gehele veelvouden zijn van dat van waterstof, andere van het halve atoomgewicht van waterstof (1857), weer andere van een kwart van het atoomgewicht van waterstof (1858) (19). Het is duidelijk dat de hypothese van Prout op deze wijze altijd te redden is en dat de eenvoud tussen de waarden van de atoomgewichten geheel verdween.

III

De discussie was hiermee nog verre van beëindigd. Stas had weliswaar bewezen dat er atoomgewichten zijn die niet met de hypothese van Prout overeenkomen, maar daarmee was het niet te loochenen feit dat een aantal atoomgewichten opvallend dicht bij gehele getallen liggen niet opgelost. Is dat alleen maar aan toeval te danken (20)? De Marignac meende dat de afwijkingen van gehele getallen te verklaren zijn zonder het fundamentele beginsel van de hypothese van de eenheid van materie op te hoeven geven (21). In 1860 speculeerde hij dat de zeer kleine deeltjes van de oermaterie, waaruit de chemische elementen zijn samengesteld, niet noodzakelijk de massawet van de macroscopische materie behoeven

15. H.A.M. SNELDERS, Jean-Servais Stas (1813-1891) en de scheikunde van zijn tijd, in druk.
16. J.S. STAS, Recherches sur les rapports réciproques des poids atomiques, *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique*, 2, 10, 1860, 208-336. Zie ook: Nouvelles recherches sur les lois des proportions chimiques, sur les poids atomiques et leurs rapports mutuels, *Mémoires de l'Académie Royale de Belgique*, 35, 1865. Beide verhandelingen zijn afgedrukt in: J.S. Stas, *Oeuvres complètes*, Brussel, 1894, deel I, 308-418 resp. 419-750.
17. J.B.A. DUMAS, Mémoire sur les équivalents des corps simples, *Annales de chimie et de physique*, 3, 55, 1859, 129-210.
18. J.C.G. DE MARIGNAC, Quelques conséquences de la loi de Prout, *Verhandlungen der Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften*, 1843, 62-66.
19. J.B.A. DUMAS, Sur les équivalents des corps simples, *Comptes Rendus*, 45, 1857, 709-731; 46, 1858, 951-953; 47, 1858, 1026-1034.
20. J.R. RYDBERG, Studien über die Atomgewichtszahlen, *Zeitschrift für anorganische Chemie*, 14, 1897, 66-102; R.J. STRUTT, On the tendency of the atomic weights to approximate to whole numbers, *Philosophical Magazine*, 6, 1, 1901, 311-314.
21. J.C.G. DE MARIGNAC, A propos des recherches de Stas sur les rapports réciproques des poids atomiques, *Archives des sciences physiques et naturelles*, 9, 1860, 97-107.

te volgen. Zilver heeft een atoomgewicht van 107,921. Het verschil 0,079 met het gehele getal 108 komt volgens De Marignac door massaverlies ten gevolge van de samenpakking van de deeltjes van de oermaterie in het zilveratoom. De Marignac beschouwde de 'wet' van Prout als een 'ideale' wet, net zoals de gaswet van Boyle een ideale wet is. Het gaat om het onderliggend principe, namelijk de eenheid van de materie. En omdat alle atomen zijn opgebouwd uit dezelfde fundamentele materie, moet er een verband bestaan tussen hun relatieve gewichten.

Vele geleerden namen aan dat de gemiddelde afwijkingen van gehele getallen van de toen als betrouwbaar bekend staande atoomgewichten aanzienlijk kleiner zijn dan uit het toeval volgt. De chemicus John Hall Gladstone (1827-1902) toonde in 1853 met de hulp van de wiskundige Augustus de Morgan (1806-1871) de onwaarschijnlijkheid aan dat door toeval de atoomgewichten van zoveel elementen vrijwel gehele getallen zijn (22). Op de jaarlijkse vergaderingen van de British Association for the Advancement of Science kwam het probleem regelmatig ter sprake. In zijn "Presidential Address to the Chemical Science Section of the British Association" in 1883 besprak Gladstone de "hypothesis that there is a 'primordial element', from which the others derived by transmutation" (23). Enige jaren later sprak William Crookes (1832-1909) in zijn "Presidential address to the Chemical Section of the British Association" in Birmingham op suggestieve wijze over het verband tussen spectroscopie, anorganische evolutie en de hypothese van Prout (24). Uit zijn experimenten over kathodestralen bij elektrische ontladingen in gassen bij zeer lage druk was hij in 1879 tot de veronderstelling gekomen van een "fourth state of matter" (25). Crookes meende dat de stralende materie die hij verkreeg in zijn ontladingsbuizen (elektronen uitgestraald door de kathode) afkomstig was van het gas dat zo'n lage druk had dat de gemiddelde vrije weglengte van de moleculen tussen de botsingen vergelijkbaar is met de dimensies van de buis. De elektrische stroom brengt geen verandering teweeg, maar laat ons zien hoe verschillende gassen zich bij zeer lage drukken gedragen en leidt tot de veronderstelling dat we geconfronteerd worden met materie in een vierde toestand, die net zo veel verschilt van de gastoestand als deze van de vloeistofoestand.

Crookes identificeerde deze vierde materiesoort met Prouts protyle en beschouwde de atomen van de elementen als condensaties van dat protyle. Dit condensatieproces, waarbij eerst energie, waterstof of helium ontstaan, zag Crookes als een anorganisch proces van natuurlijke selectie, een proces van 'inorganic Darwinism'. Hij nam aan dat "the elementary *protyle* contains within itself the potentiality of every possible combining proportion or atomic weight" (26), maar

22. J.H. GLADSTONE, On the relations between the atomic weights of analogous elements, *Philosophical Magazine*, 4, 5, 1853, 313-320.

23. J.H. GLADSTONE, *Report of the fifty-third meeting of the British Association for the Advancement of Science; held at Southport in September 1883*, Londen, 1884, 448-454 (citaat 453). Ook in: *Nature*, 28, 1883, 500-503 (citaat 502).

24. W. CROOKES, *Report of the fifty-sixth meeting of the British Association for the Advancement of Science, held at Birmingham in September 1886*, Londen, 1887, 558-576.

25. W. CROOKES, On radiant matter, *Nature*, 20, 1879, 419-423, 436-440.

26. W. CROOKES, *Report*, 568.

vervolgt hij : "it may well be questioned whether there is an absolute uniformity in the mass of every ultimate atom of the same chemical element. Probably our atomic weights merely represent a mean value around which the actual atomic weights of the atoms vary within certain narrow limits" (27). Als we zeggen dat het atoomgewicht van calcium 40 is, bedoelen we dat de meerderheid van de calciumatomen een atoomgewicht van 40 heeft, een kleiner aantal 39 of 41, een nog kleiner aantal 38 of 42, enz.

Crookes was niet de enige die speculeerde over de verklaring van de niet-geheeltalligheid van de atoomgewichten. Er is een duidelijke Proutse traditie onder zowel fysici als chemici uit het eind van de vorige eeuw aan te tonen. In 1887 verwees De Marignac naar Crookes' speculatieve veronderstelling van atomen van verschillend gewicht in de chemische elementen voor de oplossing van het probleem van de niet-geheeltalligheid van de atoomgewichten (28). John William Strutt, Third Baron Rayleigh (1842-1919), bekend om zijn uiterst nauwkeurige fysische metingen, wees in zijn "Address to the Mathematical and Physical Science Section of the British Association" in 1882 in Southampton (29) op het feit dat het onderzoek naar de wet van Prout "is eminently one for further experiment ; and as it is now engaging the attention of chemists, we may look forward to the settlement of the question by the present generation" (30). Als fysicus vroeg hij zich af : "The time has perhaps come when a re-determination of the densities of the principal gases may be desirable — an undertaking for which I have made some preparations". Deze toetsing van de hypothese van Prout leidde in samenwerking met de fysisch-chemicus William Ramsay (1852-1916) in 1894 tot de ontdekking van het edelgas argon.

Hoewel veel fysici en chemici niet konden aannemen dat de atoomgewichten van de chemische elementen bij toeval vlak bij gehele getallen liggen, was de oorzaak daarvan verre van duidelijk. Henry Enfield Roscoe (1833-1915) merkte in 1887 op : "What that reason is, and why a close approximation and yet something short of absolute identity exists, is as yet hidden behind the veil ; but who is there that doubts that when this Association celebrates its centenary (= 1931) this veil will have been lifted and this occult but fundamental question of atomic philosophy shall have been brought into the clear light of day ?" (31). Weliswaar was men het er algemeen over eens dat de hypothese (voor velen de wet) van Prout beslissend in tegenspraak is met het experiment, het feit bleef bestaan dat veel atoomgewichten zeer dicht bij gehele getallen liggen, zoals de Britse in de Verenigde Staten van Amerika docerende chemicus John William

27. W. CROOKES, *Report*, 569.

28. J.C.G. DE MARIGNAC, Quelques réflexions sur le groupe des terres rares à propos de la théorie de M. Crookes sur la genèse des éléments, *Archives des sciences physiques et naturelles*, 17, 1887, 373-389.

29. Lord RAYLEIGH, *Report of the fifty-second meeting of the British Association for the Advancement of Science, held at Southampton in August 1882*, Londen, 1883, 437-441.

30. Lord RAYLEIGH, *Report*, 440.

31. H.E. ROSCOE, *Report of the fifty-seventh meeting of the British Association for the Advancement of Science, held at Manchester in August and September 1887*, Londen, 1888, 3-28 (citaat 9). Ook in : *Nature*, 36, 1887, 416-424 (citaat 418).

Mallet (1832-1912) in 1880 opmerkte (32). Hij stelde vast dat tien van de achttien (lichte) elementen, waarvan het atoomgewicht zeer nauwkeurig bekend waren, minder dan 0,1 van geheeltallige waarden afliggen. De waarschijnlijkheid dat dit toeval is berekende hij op $1 : 1097,8$. In 1901 berekende de fysicus Robert John Strutt (1875-1947), de latere Fourth Baron Rayleigh, dat het feit dat atoomgewichten zo dicht bij gehele getallen liggen "so much so as to suggest strongly that some law of nature is in question, as distinct from the action of chance" (33). Wat is de kans dat de atoomgewichten door alleen toeval zo dicht bij gehele getallen liggen? Strutt bepaalde daartoe de som van de (absolute) afwijkingen van de atoomgewichten van negen elementen van de naast liggende gehele getallen en berekende met behulp van de waarschijnlijkheidstheorie van Pierre Simon de Laplace (1749-1827) de waarschijnlijkheid dat deze som alleen door toeval wordt bepaald (34). "It appears, then, that a calculation of the probabilities involved fully confirms the verdict of commonsense, that the atomic weights tend to approximate to whole numbers far more closely than can reasonably be accounted for by any accidental coincidence. The chance of any such coincidence being the explanation is not more than 1 in 1000, so that, to use Laplace's mode of expression, we have stronger reasons for believing in the truth of some modification of Prout's law, than in that of many historical events which are universally accepted as unquestionable" (35). En tien jaar later herhaalde W. Ramsay deze berekening. "In the table for 1911 (de internationale atoomgewichtstabel), of eighty-one elements no fewer than forty-three have recorded atomic weights within one-tenth of a unit above or below an integral number. My mathematical colleague, Karl Pearson, assures me that the probability against such a condition being fortuitous is 20,000 millions to one" (36). De fysicus Willy Bein (geb. 1869) concludeerde nog in 1920: "Nach den mathematischen Grundlagen haben wir daher mehr Grund, an die Gültigkeit der Proutschen Annahme zu glauben, als an manche als vollkommen sicher angenommene historische Tatsache" (37).

IV

Op de achtergrond van de gehele discussie stond de vraag naar de eenvoud of de samengesteldheid van de chemische elementen (38). De drijvende impuls

32. J.W. MALLET, Revision of the atomic weight of aluminium, *Philosophical Transactions*, 171, 1880, 1003-1035.

33. R.J. STRUTT, *Philosophical Magazine*, 6, 5, 1901, 311.

34. Strutt maakte gebruik van een berekening van Laplace in diens *Théorie analytique de probabilités*, Parijs, 1812, 259.

35. R.J. STRUTT, *Philosophical Magazine*, 313-314.

36. W. RAMSAY, Inaugural address to the British Association, *Report of the eightieth meeting of the British Association for the Advancement of Science, Portsmouth: 1911. August 31 - September 7*. Londen, 1912, 3-22 (citaat 10). Ook in: *Nature*, 86, 1911, 282-289 (285).

37. W. BEIN, *Das chemische Element. Sein Wandlung und sein Bau als Ergebnis der wissenschaftlichen Forschung*, Leipzig en Berlijn, 1920, 197.

38. W.V. FARRAR, Nineteenth-century speculations on the complexity of the chemical elements, *British Journal for the History of Science*, 2, 1965, 297-323; R.K. DEKOSKY, Spectroscopy and the elements in the late nineteenth century: The work of Sir William Crookes, *British Journal for the History of Science*, 6, 1973, 400-423.

was uiteindelijk de hypothese van de eenheid van de materie. Experimenten bij zeer hoge temperaturen schenen er op te wijzen dat niet alleen verbindingen maar ook elementen kunnen ontleed worden en dat zou een 'bevestiging' kunnen betekenen voor de hypothese van Prout. De Engelse astrofysicus Joseph Norman Lockyer (1836-1920) meende met behulp van spectroscopische onderzoeken aanwijzingen te hebben gevonden dat de elementen een samengestelde natuur bezitten. Bij zeer hoge temperaturen namen de spectra van de aardalkalimetalen een andere vorm aan (39). Maar niet alleen in de zon, ook in het intens elektrische veld van een ontladingsbuis werden gassen gedissocieerd en afgebroken, niet in gewone chemische atomen (zoals Lockyer eerst geloofde), maar in oer-atomen, het protyle, Crookes' vierde toestand van de materie of, zoals de fysicus George Johnstone Stoney (1826-1911) ze in 1894 noemde (40), elektronen. In 1897 gaf Joseph John Thomson (1856-1940), hoogleraar in de experimentele fysica in Cambridge, het definitieve bewijs dat kathodestralen negatieve deeltjes zijn. Het gaf toe dat de oorspronkelijke hypothese van Prout niet meer te aanvaarden is, "but if we substitute for hydrogen some unknown primordial substance X, there is nothing known which is inconsistent with this hypothesis" (41). Deze onbekende stof X is het kathodestraaldeeltje. In 1902 identificeerde ook Crookes het protyle met het elektron (42).

V

Tegen het einde van de negentiende eeuw werd de oorspronkelijke hypothese van Prout in een of andere vorm door tal van vooraanstaande geleerden omhelsd. De Deen Julius Thomsen (1826-1909), hoogleraar scheikunde aan de Universiteit van Kopenhagen, nam in 1894 aan dat alle afwijkingen van de atoomgewichten van gehele getallen veroorzaakt worden door kleine hoeveelheden ethermaterie, die op het oppervlak van de materie-atomen is gecondenseerd (43).

Crookes' vindingrijke veronderstelling dat atoomgewichten slechts gemiddelden zijn lijkt profetisch. Pas in 1910 kwam Frederick Soddy (1877-1956), lector in fysische scheikunde en radioactiviteit in Aberdeen, uit de chemische onseidbaarheid van radium en mesothorium (^{228}Ra) tot de conclusie dat er niet-

39. Zie o.a. : J.N. LOCKYER, *Studies in spectrum analysis*, Londen, 1878, en *The chemistry of the sun*, Londen, 1887. Vgl. : W.H. BROCK, Lockyer and the chemists : the first dissociation hypothesis, *Ambix*, 16, 1969, 81-99 en W. MCGUCKEN, *Nineteenth-century spectroscopy. Development of the understanding of spectra 1802-1897*, Baltimore, 1969, 83-101.

40. G.J. STONEY, Of the "Electron", or Atom of Electricity, *Philosophical Magazine*, 5, 38, 1894, 418-420.

41. J.J. THOMSON, Cathode Rays, *Philosophical Magazine*, 5, 44, 1897, 293-316 (citaat 311).

42. W. CROOKES, The stratifications of hydrogen, *Proceedings of the Royal Society*, 69, 1902, 399-413.

43. J. THOMSEN, Undersøgelser over, hvorvidt hypotesen om materiens enhed kan bringes i samklang med teorien om atomernes relative veagt, *Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingrer*, 1894, 306-324 (310-311) en Relations remarquables entre les poids atomiques des éléments chimiques. Poids atomiques rationnels. *Oversigt*, 1894, 325-343. Vgl. : L. MEYER, *Die Atome und ihre Eigenschaften* (Breslau, 1896) 124. Zie : H. KRAGH, Julius Thomsen and 19th-century speculations on the complexity of atoms, *Annals of Science*, 39, 1982, 37-60.

scheidbare atomen bestaan, die hij in 1913 isotopen noemde (44). In 1921 werd hem hiervoor de Nobelprijs voor scheikunde toegekend. Soddy werkte bewust in de traditie van Prout. Hij realiseerde zich dat, tenzij men er een eenvoudige voorstelling van kan maken, het aantal radioactieve elementen waarschijnlijk overstelpend groot wordt en de eenvoud van het periodieke systeem verdwijnt.

Het bestaan van isotopen werd aangetoond met de massaspectrograaf die Francis William Aston (1877-1945), een experimenteel fysicus bij J.J. Thomson op het Cavendish Laboratory in Cambridge, in 1919 ontwikkelde en waarvoor hem in 1922 de Nobelprijs voor scheikunde werd toegekend. Het instrument had een oplossend vermogen van 1 op 100 en een nauwkeurigheid van 1 deel op 1000 delen. Vóór de onderzoeken van Aston was het bestaan van isotopen alleen aangetoond binnen de radioactieve reeksen. In 1906 had Bertram Borden Boltwood (1870-1927) gevonden, dat ionium, een vervalprodukt uit de uraniureeks met atoomgewicht 230, chemisch en spectroscopisch niet te onderscheiden was van thorium met atoomgewicht 232. In 1907 vond Otto Hahn (1879-1968) dat mesothorium I met atoomgewicht 228 chemisch identiek is aan radium met atoomgewicht 226. Voorts waren er aanwijzingen dat neon een isotopenmengsel was en vermoedde men dat magnesium, silicium en chloor isotopenmengsels waren (45). Aston vond dat neon een mengsel is van twee isotopen: een neonatoom met atoomgewicht 20,00 en een neonatoom met atoomgewicht 22,00 (46). Chloor bestaat uit atomen met atoomgewichten van 35 en 37 en kwik uit een mengsel van minstens 3 of 4 isotopen. De hoofdoorzaak die geleid had tot het verlaten van de hypothese van Prout, namelijk de opmerkenswaardige en goed bevestigde afwijking van het atoomgewicht van chloor van een geheel getal, gold niet meer. Het bestaat immers uit 77 % atomen met massa 35 en 23 % atomen met massa 37 hetgeen een atoomgewicht van 35,46 oplevert. Blijkbaar is de hypothese van Prout waar. Toen Ernest Rutherford (1871-1937) de kern in het atoom ontdekte (1911), leidde dat snel tot de conclusie dat alle elementen opgebouwd zijn uit protonen en elektronen, het elementaire bouw materiaal van het waterstofatoom. Het probleem was dat men niet simpelweg de massa's van de protonen en elektronen kon optellen om de massa van het atoom te krijgen.

In het begin van onze eeuw bleek dat bepaalde kleine afwijkingen van gehele getallen van atoomgewichten niet te verklaren zijn met behulp van de veronderstelling van isotopenmengsels. Het grote probleem was het atoomgewicht van waterstof ($H = 1,008$) vergeleken met He (4,00) en zuurstof (16) als standaard. De afwijking van 1 % kon niet toegeschreven worden aan isotopie (47). Voorts vond Aston experimenteel dat de massa van het heliumatoom kleiner is dan tweemaal de massa van een waterstofmolecuul (48).

44. F. SODDY, Intra-atomic charge, *Nature*, 92, 1913, 399-400.

45. W.D. HARKINS en E.D. WILSON, *Journal of the American Chemical Society*, 37, 1915, 1371; F.W. ASTON, *Isotopes*, Londen, 1922, 41-42.

46. F.W. ASTON, Neon, *Nature*, 104, 1919, 334, The constitution of the elements, *Nature*, 104, 1919, 393 en A positive ray spectrograph, *Philosophical Magazine*, 6, 38, 1919, 707-714.

47. O. STERN et M. VOLMER, Sind die Abweichungen der Atomgewichte von der Ganzzahligkeit durch Isotopie erklärbar?, *Annalen der Physik*, 4, 59, 1919, 225-238.

48. F.W. ASTON, *Isotopes*, 67-70.

Als verklaring van het feit dat atoomgewichten niet altijd gehele getallen zijn was isotopie dus niet voldoende. Er moest een aanvullende verklaring gevonden worden die rekening hield met de niet-geheeltalligheid van de atoommassa's. In de "Annual Progress Reports on Radioactivity" van de Londense Chemical Society over 1915-1916 (49) merkte Soddy op dat isotopen wel rekenschap kunnen geven van grotere afwijkingen van de atoomgewichten van gehele getallen, zoals bij magnesium en chloor. Maar de gemiddelde afwijkingen van gehele getallen van de eerste 27 elementen van het periodiek systeem (ten opzichte van waterstof als eenheid) was volgens William Draper Harkins (1873-1951) en zijn promovendus Ernest Dana Wilson van het Kent Chemical Laboratory van de Universiteit van Chicago vrijwel van dezelfde grootte en wel 0,77 % te laag (50). In tegenstelling tot Groot-Brittannië, waar vooraanstaande fysici en chemici als Rutherford, Aston, Soddy en Blackett zich intensief bezighielden met het onderzoek van de structuur en de reacties van de atoomkern, deden in de Verenigde Staten alleen Theodore Williams Richards (1868-1928) in Harvard en Harkins in Chicago fundamenteel onderzoek op dit gebied. Richards hield zich vooral bezig met zo nauwkeurig mogelijke atoomgewichtsbepalingen en Harkins publiceerde in 1915 met Wilson een drietal artikelen over de vormingsprocessen van atoomkernen uit protonen, deuterium, tritiumkernen en α -deeltjes (51). Harkins en Wilson verklaarden de afwijkingen van de atoomgewichten van gehele getallen met het "packing effect, or the percentage variation from the commonly assumed law of summation, that the mass of the atom is equal to the sum of the masses of its parts" (52). Het 'packing effect' "represents the decrease of weight, and presumably the decrease of mass, which must take place if the other atoms are complexes built up from hydrogen atoms" (53). In zijn "Annual Progress Reports on Radioactivity" verwees Soddy ook naar publikaties van de Nederlander Antonius Johannes van den Broek (1870-1926), een amateur-fysicus die in 1907 een gemodificeerde vorm van de hypothese van Prout had gegeven, waarin een α -deeltje of een half heliu-

49. *Radioactivity and Atomic Theory presenting facsimile reproduction of the Annual Progress Reports on Radioactivity 1904-1920 to the Chemical Society by Frederick Soddy F.R.S.* Ed. Th. J. Trenn, Londen, 1975, 397.

50. W.D. HARKINS en E.D. WILSON, *Journal of the American Chemical Society*, 37, 1915, 1371-1372.

51. W.D. HARKINS en E.D. WILSON, The change of mass and weight involved in the formation of complex atoms, *Journal of the American Chemical Society*, 37, 1915, 1367-1383 ; The structure of complex atoms. The hydrogen-helium system, *idem* 1383-1396 ; Recent work on the structure of the atom, *idem* 1396-1421.

52. W.D. HARKINS en E.D. WILSON, *Journal of the American Chemical Society*, 37, 1915, 1371.

53. W.D. HARKINS en E.D. WILSON, *Journal of the American Chemical Society*, 1382. Rutherford had het woord 'packing' in 1914 eveneens gebruikt (*The Collected Papers of Lord Rutherford of Nelson*. Londen, 1963, deel II, 428). In ons land verwierp de Alkmaarse apotheker en chemicus Klaas Scheringa (1886-1936) de verklaring van de niet-geheeltalligheid van de atoomgewichten met het 'pakeffect' van Harkins en Wilson. Hij meende dat het verschijnsel van de isotopie daarvoor voldoende is (K. SCHERINGA, Over de hypothese van Prout en het periodiek systeem, *Chemisch Weekblad*, 14, 1917, 953-955 en 15, 1918, 221). Vgl. A.E. LACOMBLÉ, Waterstof-isotopie, *Chemisch Weekblad*, 15, 1918, 38-40.

matoom de eenheid is, waaruit alle atomen zijn opgebouwd (54). Van den Broek moest daarbij toegeven: "Wo das Experiment versagt, bleibt uns nur die reine Spekulation übrig, und so möchte es angemessen erscheinen, zu versuchen, ob nicht dieses Heliumatom oder das 'halbe Heliumatom' (sagen wir lieber Alphon, da ein 'halbes' Atom ein Unding ist) sich besser eignen sollte, um als Urelement aufzutreten, als das Proutische H-Atom jemals vermochte" (55). In 1916 meende hij dat een heliumkern is opgebouwd uit vier waterstofkernen en twee negatieve kernelectronen. Deze " $\alpha_4\beta_2 = \Theta$ particles, or proto-oxygen" zijn een hoofdbestanddeel van alle atomen. Het uiteenvallen in de bestanddelen α en β is de oorzaak van de radioactieve verschijnselen (56). Het pakkingseffect treedt op bij de vorming van een heliumkern, "the aggregation of these into more complex atoms not producing any noticeable change of mass" (57). Het pakkingseffect (massadefect) wordt veroorzaakt door "die Einwirkung der positiven Elektronen des Kerns auf die ihnen außerordentlich nahe liegenden negativen (β -) Elektronen, die ebenfalls noch den radioaktiven Vorgängen (...) in dem Kern vorhanden sind" (58). Rutherford identificeerde deze positieve elektronen met de atoomkern van het waterstof (59), dat hij in 1920 naar Prouts protyle de naam proton gaf. Nog in 1924 schreef Aston: "In the nuclei of normal atoms the packing of the electrons and protons is so close that the additive law of mass will not hold, and the mass of the nucleus will be less than the sum of the masses of its constituent charges" (60).

VI

In 1919 gaven de latere Nobelprijswinnaar voor natuurkunde 1943 Otto Stern (1888-1969) en Max Volmer (1885-1965), beide werkzaam op het Physikalisch-Chemisches Institut van de Universiteit van Berlijn, twee mogelijkheden om de afwijkingen van de atoomgewichten van gehele getallen te verklaren (61). Allereerst met de speciale relativiteitstheorie van Albert Einstein (1879-1955) uit 1905 en voorts met het bestaan van isotopen, die zich alleen door hun atoomgewichten onderscheiden. De laatste mogelijkheid is experimenteel te toetsen. Stern en Volmer probeerden de isotopie van waterstof en zuurstof aan te tonen door

54. A.J. VAN DEN BROEK, Das α -Teilchen und das periodische System der Elemente, *Annalen der Physik*, 4, 23, 1907, 199-203. Vgl.: H.A.M. SNELDERS, Het wetenschappelijk werk van de amateur-fysicus A.J. van den Broek (1870-1926), *Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde*, 40, 1974, 241-244 en A bibliography of the Dutch amateur physicist A.J. van den Broek (1870-1926), *Janus*, 61, 1974, 59-72.
55. A.J. VAN DEN BROEK, *Annalen der Physik*, 199.
56. A.J. VAN DEN BROEK, Über die Isotopen sämtlicher chemischen Elemente, *Physikalische Zeitschrift*, 17, 1916, 260-262 en Is Proto-Oxygen the principal constituent of the atoms?, *Nature*, 97, 1916, 479.
57. F. SODDY, *Reports*, 398.
58. W. BEIN, *Das chemische Element*, 199.
59. E. RUTHERFORD, The structure of the atom, *Philosophical Magazine*, 6, 27, 1914, 488-498. In: *The collected papers of Lord Rutherford of Nelson*. Ed. J. Chadwick, Londen, 1963, deel II, 423-431.
60. F.W. ASTON, *Isotopes*, Londen, 1924, 119. Ook in de eerste druk, Londen, 1922, 101.
61. O. STERN en M. VOLMER, *Annalen der Physik*, 4, 59 (1919), 225-238.

diffusie in een buis van pijpaarde. Het resultaat was negatief : waterstof en zuurstof zijn dus geen isotopenmengsels. "Jede Theorie der Kernstruktur, die von der Proutischen Hypothese ausgeht, muß also die Abweichungen der Atomgewichte von der Ganzzahligkeit durch Energiedifferenzen erklären" (62). Dit kan met behulp van Einsteins relativiteitstheorie die immers leert dat energie massa bezit, waardoor de afwijkingen in de atoomgewichten van gehele getallen te verklaren zijn door energieverschillen.

Voor de verklaring van de niet-geheeltalligheid van de atoomgewichten, uitgaande van het denkbeeld dat de massa van een systeem (een zwaarder atoom of kern) niet precies gelijk is aan de som van de massa's van zijn afzonderlijke bestanddelen (waterstofatomen of kernen) werden in het begin van onze eeuw langs twee verschillende wegen argumenten gevonden (63). Men kon uitgaan van het door J.J. Thomson in 1881 geïntroduceerde begrip elektromagnetische massa (64). Thomson had de nieuwe en nog niet algemeen aanvaarde theorie van het elektromagnetisme van James Clerk Maxwell (1831-1879) op de dynamica van bewegende ladingen toegepast. Hij toonde daarbij aan dat bij de beweging van een elektrisch geladen bol de massa evenredig met de elektrostatistische energie toeneemt. In de context van het elektromagnetisch wereldbeeld (65), dat omstreeks 1900 het gangbare mechanistische wereldbeeld probeerde te vervangen, werd aangenomen dat de massa van geladen deeltjes of elektronen geheel elektromagnetisch van aard is. De gehele fysische wereld bestaat uit niets anders dan uit positieve en negatieve elektronen en hun magnetische velden ; alle processen in de natuur worden gereduceerd tot convectiestromingen en hun stralingen. In 1902 concludeerde Max Abraham (1875-1922), Privatdozent in Göttingen dat "die Trägheit des Elektrons (...) rein elektromagnetischer Natur (ist)" (66), een conclusie die Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) als "certainly one of the most important results of modern physics" beschouwde (67). In de jaren 1914-1915 pasten Rutherford en onafhankelijk Harkins en Wilson dit toe op het probleem van de niet-geheeltalligheid van de atoommassa's. Rutherford kwam tot de conclusie dat "it would be natural on this view to suppose that the positive and the negative electrons are the two fundamental units of which all the elements are composed" (68). Als oplossing voor het probleem van de niet-geheeltalligheid van de atoomgewichten (in het bijzonder van helium en waterstof) maakte hij gebruik van de elektromagnetische massa en van de theorie van Lorentz (69) : "Since the experimental evidence indicates that the nucleus has very small di-

62. O. STERN en M. VOLMER, *Annalen der Physik*, 238.

63. D.M. SIEGEL, Classical-electromagnetic and relativistic approaches to the problem of nonintegral atomic masses. *Historical studies in the physical sciences*, 9, 1978, 323-360.

64. J.J. THOMSON, On the electric and magnetic effects produced by the motion of electrified bodies, *Philosophical Magazine*, 5, 11, 1881, 229-249.

65. R. McCORMACH, H.A. Lorentz and the electromagnetic view of nature, *Isis*, 61, 1970, 459-497.

66. M. ABRAHAM, Prinzipien der Dynamik des Elektrons, *Physikalische Zeitschrift*, 4, 1902, 57-62 (citaat 57).

67. H.A. LORENTZ, *The Theory of Electrons*, Leipzig, 1909 ; reprint New York, 1952, 43.

68. E. RUTHERFORD, The structure of the atom, *Scientia*, 16, 1914, 337-351. In : *The collected papers*, deel II, 445-455 (citaat 451).

69. H.A. LORENTZ, *The theory of electrons*, 47.

mensions, the constituent positive and negative electrons must be very closely packed together. As Lorentz has pointed out, the electrical mass of a system of charged particles, if close together, will depend not only on the number of these particles, but on the way their fields interact. For the dimensions of the positive and negative electrons considered, the packing must be very close in order to produce an appreciable alteration in the mass due to this cause. This may, for example, be the explanation of the fact that the helium atom has not quite four times the mass of the hydrogen atom" (70).

De kerntheorie van Rutherford (evenals die van Harkins en Wilson) met slechts twee fundamentele elektrische deeltjes, een positieve en een negatieve, waarin gebruik werd gemaakt van het pakkingseffect, kreeg spoedig concurrentie van een andere benadering van het probleem, namelijk vanuit de relativiteitstheorie. Deze tweede benadering van het probleem van de niet-geheeltalligheid van de atoomgewichten was niet gebaseerd op een elektrische theorie van de materie, maar geworteld in de relativiteitstheorie waar in plaats van elektromagnetische massa's gebruik werd gemaakt van het relativistische verband tussen massa en energie: $E = mc^2$ (71). Onafhankelijk van elkaar deden dat in 1913 de Franse fysicus Paul Langevin (1872-1946) en Richard Swinne (1885-1939) van de Universiteit van Tübingen. Langevin (72) verklaarde de afwijkingen van gehele getallen van de atoomgewichten doordat de vorming van de atomen uit de oerelementen vergezeld gaat door veranderingen in de interne energie afkomstig van emissie of absorptie van straling (73). Het massadefect is gelijk aan de verandering van de energie gedeeld door de lichtsnelheid in het kwadraat.

Langevin zocht, net als Swinne (74), naar toepassingen van $E = mc^2$ die toegankelijk zijn voor waarnemingen. Het lukte hen een relativistische benadering te vinden voor de oplossing van het probleem van de niet-geheeltalligheid van de atoomgewichten, iets eerder dan de uiteenzettingen van de alternatieve klassieke benadering van Rutherford en van Harkins en Wilson in 1914 en 1915 (75).

VII

Het zoeken naar een oerstof waaruit alle materie is opgebouwd vinden we al bij de presokraticus Thales van Milete (ca 600 v.C.) die het water daarvoor beschouwde. Een idee dat zolang in de geest van de mens heeft geleefd sterft uiterst moeilijk. In een voordracht voor de Royal Institution in 1917 zei Soddy hierover: "It is the sense that denies to Nature the right to be complex, and from the earliest

70. E. RUTHERFORD, *The collected papers*, deel II, 428.

71. A. EINSTEIN, Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energiegehalt abhängig?, *Annalen der Physik*, 17, 1905, 639-641.

72. C. CUVAJ, Paul Langevin and the theory of relativity, *Japanese studies in the history of science*, 1971, nr. 10, 113-142.

73. P. LANGEVIN, L'inertie de l'énergie et ses conséquences, *Journal de physique théorique et appliquée*, 3, 1913, 553-591.

74. R. SWINNE, Über eine Anwendung der Relativitätsprinzips in der Radiochemie, *Physikalische Zeitschrift*, 14, 1913, 145-147.

75. D.M. SIEGEL, *Historical Studies in the Physical Sciences*, 9, 1978, 339-345.

times, faith outstripping knowledge, has underlain the belief that all the elements must be built up of the same primordial stuff" (76).

De hypothese van Prout was meer dan een eeuw een bron van inspiratie voor de exploratie van het onderzoek van het atoom. De richting die de hypothese aanwees, bleek op de duur onjuist te zijn, maar dat vond plaats nadat tal van fysici en chemici het probleem van de waarden van de atoomgewichten hadden onderzocht. Dat was het uiteindelijke belang van de hypothese van Prout : ze wees de weg naar gebieden die nodig waren om de atoomtheorie verder te kunnen ontwikkelen. In zijn Nobelvoordracht op 12 december 1922 zei Aston : "The original hypothesis of Prout, put forward in 1815, that all atoms were themselves built of atoms of protyle, a hypothetical element which he tried to identify with hydrogen, is now reestablished, with the modification that the primordial atoms are of two kinds : protons and electrons, the atoms of positive and negative electricity" (77).

De Utrechtse hoogleraar in de theoretische natuurkunde Hendrik Anthony Kramers (1894-1952) schreef in zijn bekende boek *De bouw der atomen* (1927), geschreven in samenwerking met de bibliothecaris van de bibliotheek van de Technische Hogeschool van Kopenhagen Helge Holst : "In onzen tijd, is zij (Prouts hypothese) in zekeren zin weer in ere hersteld, al is de toedracht der zaak ook ingewikkelder dan Prout kon vermoeden" (78), namelijk de leer van de isotopen met de bouw van de atoomkern uit waterstofkernen en kernelektronen. "Toch kan deze hypothese van Prout niet nauwkeurig zijn" (79). Er moeten afwijkingen bestaan door de massa van de elektronen, hoewel deze zo gering is dat ze uit de toenmalige atoomgewichtsbepalingen niet blijken. En er moet een afwijking zijn tengevolge van "de door Einstein afgeleide wet, dat iedere verandering van energiegehalte in een lichaam een evenredige verandering van zijn massa teweegbrengt" (80). Ruim twintig jaar later lezen we in de door Henri Coenraad Brinkman (1908-1961), die in 1932 bij Kramers in Utrecht promoveerde, herziene uitgave van het boek van Kramers en Holst "dat de oorspronkelijke opvatting van Prout, dat alle materie uit waterstofatomen bestaat, in het begin van deze eeuw in moderne vorm haar rechtvaardiging scheen te zullen vinden. Het scheen, dat alle materie uit positief geladen protonen en negatief geladen elektronen bestaat". Maar de ontdekking van neutron, positief elektron en mesonen heeft "de hoop, dat men een eenvoudige beschrijving van de materie, met behulp van twee soorten elementaire deeltjes, in principe in handen had, wel zeer beschaamd" (81).

Hoewel na Aston weinig fysici bij hun zoektocht naar elementaire deeltjes zich expliciet op de hypothese van Prout beriepen, bleef het zoeken naar een

76. F. SODDY, The complexity of the chemical elements (1917). In : *The Royal Institution Library of Science. Physical sciences*, Amsterdam, 1970, deel 8, p. 114.

77. F.W. ASTON, Mass spectra and isotopes. In : *Nobel Lectures including presentation speeches and laureates biographies. Chemistry 1922-1941*, Amsterdam, Londen en New York, 1966, 17.

78. H.A. KRAMERS en H. HOLST, *De bouw der atomen*, Amsterdam, 1927, 12. Vgl. : M. DRESDEN, H.A. KRAMERS, *Between tradition and revolution*, New York, enz., 1987, 132-134.

79. H.A. KRAMERS en H. HOLST, *De bouw der atomen*, 83.

80. H.A. KRAMERS en H. HOLST, *De bouw der atomen*, 83-84.

81. H.A. KRAMERS en H. HOLST, *De bouw der atomen en moleculen. Naar : De bouw der atomen door (...)*. Bewerkt door H.C. BRINKMAN, Amsterdam, 1949, 74.

eenvoudige theorie van de materie nog even onweerstaanbaar. In 1932 toonde James Chadwick (1891-1974) met behulp van een ionisatiekamer het bestaan van een ongeladen elementair deeltje aan, het neutron, waarmee hij bewees dat atoomkernen samengesteld zijn uit protonen en neutronen. Dit is weliswaar gecompliceerder dan de speculatie van Prout, maar een atoommodel opgebouwd uit slechts drie elementaire deeltjes (proton, elektron en neutron) heeft nog altijd zijn verdienste van eenvoud en sierlijkheid.

Enige jaren later was dit aantal aanzienlijk toegenomen. Behalve het neutron werd in 1931 het neutrino, in 1932 het positron en in 1935 het meson ontdekt. Na de tweede wereldoorlog begon de elementaire deeltjesfysica zich als zelfstandig deelgebied van de fysica snel te ontwikkelen. Fysici namen nu hun toevlucht tot het zoeken van eenvoud in de klassificatie van die deeltjes volgens zwakke, sterke of elektromagnetische wisselwerkingen. Maar omstreeks 1960 kende men zoveel elementaire deeltjes dat de droom van eenvoud van de materie verdwenen scheen. Het rangschikken van de elementaire deeltjes in een soort van periodiek systeem impliceerde weer het bestaan van een ander, meer fundamenteel en mysterieus, onderliggend substraat, de quarks. De droom om de gehele fysische wereld te verklaren met behulp van een klein aantal elementaire deeltjes bleek niet te verwezenlijken. Maar met het geloof dat de natuur eenvoudig is kan men ook proberen processen met behulp van een paar algemene beginselen te begrijpen. In de woorden van James Trefil : "One Dream Dies, Another Is Born : Unified Field Theories" (82).

*Instituut voor Geschiedenis der Natuurwetenschappen
Nieuwe Gracht 187
NL-3512 LM UTRECHT (Nederland)*

SUMMARY

The hypothesis of Prout (1815) states that all atoms are compounds of hydrogen atoms and thus that atomic weights of all chemical elements must be expressible as whole numbers. The hypothesis was confronted by some experimental evidence, a.o. by the Belgian chemist J.S. Stas. Yet, by the end of the nineteenth century, most scientists believed in some form of Prout's hypothesis. Further investigations led to the discovery of isotopes, and to an understanding of the structure of the nucleus.

82. J.S. TREFIL, *From atoms to quarks. An introduction to the strange world of particles physics*, New York, 1980, 207.

**BIBLIOGRAFISCHE NOTA'S
NOTES BIBLIOGRAPHIQUES
BIBLIOGRAPHICAL DATA**

103 (1992)

Roger CALCOEN
Hosam ELKHADEM
Jean-Paul HEERBRANT
Liliane WELLENS-DE DONDER

Nationaal Centrum voor de Geschiedenis van de Wetenschappen
Koninklijke Bibliotheek Albert I
Keizerslaan 4
B-1000 BRUSSEL

Centre National d'Histoire des Sciences
Bibliothèque royale Albert I^{er}
Boulevard de l'Empereur 4
B-1000 BRUXELLES

INHOUDSTAFEL

A. Algemeenheden	
1. Algemene werken	1
2. Bibliografieën	2-5
3. Historiografie	6-8
B. Speciale aspecten	
11. Wetenschappelijke instellingen	9
12. Wetenschappelijke instrumenten	10-11
14. Sociale betrekkingen	12
C. Geschiedenis der afzonderlijke wetenschappen	
22. Fysische wetenschappen	
a. Astronomie	13-15
c. Scheikunde	16
23. Aardwetenschappen	
b. Aardrijkskunde, kartografie	17-19
d. Scheepvaart	20
24. Biologische wetenschappen	
c. Dierkunde	21-22
d. Plantkunde	23-25
e. Anatomie en fysiologie	26-27
g. Landbouw	28
26. Medische wetenschappen	
a. Geneeskunde	29-45
c. Farmacie	46-50
27. Techniek	51-53
D. Chronologische klassering	
30. Voorgeschiedenis	54
31. Oude Nabije Oosten	55-56
32. Klassieke Oudheid	
b. Exakte wetenschappen	57-58
c. Natuurwetenschappen	59
e. Techniek, aardrijkskunde	60-63
f. Geneeskunde	64-67
33.1. Middeleeuwen	
a. Algemene werken	68-71
b. Exakte wetenschappen	72-74
c. Natuurwetenschappen	75-76
d. Pseudo-wetenschappen	77-79
e. Techniek, aardrijkskunde	80-86
f. Geneeskunde	87-101
33.2. Byzantium	102
34. Islam	
b. Exakte wetenschappen	103-108

e. Zeevaart	109
35.1. Indië	
b. Exakte wetenschappen	110
35.2. Verre Oosten	
a. Algemene werken	111-112
b. Exakte wetenschappen	113
35.3. Precolumbiaans Amerika	114
36. Renaissance en Hervorming	
a. Algemene werken	115-116
b. Wiskunde	117
e. Biologische wetenschappen	118-120
g. Geneeskunde	121-125
37.1. 17 ^e eeuw	
b. Wiskunde	126
e. Biologische wetenschappen	127
h. Techniek	128-129
37.2. 18 ^e eeuw	
b. Wiskunde	130
e. Biologische wetenschappen	131
g. Geneeskunde	132-137
h. Techniek	138-139
38. 19 ^e eeuw	
a. Algemene werken	140
b. Wiskunde	141-142
c. Fysische wetenschappen	143-144
d. Aardwetenschappen	145-147
g. Geneeskunde	148-156
h. Techniek	157-161
39. 20 ^e eeuw	
c. Fysische wetenschappen	162-171
d. Aardwetenschappen	172
e. Biologische wetenschappen	173-181
g. Geneeskunde	182-197
h. Techniek	198
i. Wetenschapshistorici	199-201

Auteursindex

Personenregister

TABLE DES MATIERES

A. Généralités	
1. Ouvrages généraux	1
2. Bibliographies	2-5
3. Historiographie	6-8
B. Points de vue spéciaux	
11. Institutions scientifiques	9
12. Instruments scientifiques	10-11
14. Relations sociales	12
C. Histoire des sciences particulières	
22. Sciences physiques	
a. Astronomie	13-15
c. Chimie	16
23. Sciences de la terre	
b. Géographie, cartographie	17-19
d. Navigation	20
f. Météorologie	42
24. Sciences biologiques	
c. Zoologie	21-22
d. Botanique	23-25
e. Anatomie et physiologie	26-27
g. Agriculture	28
26. Sciences médicales	
a. Médecine	29-45
c. Pharmacie	46-50
27. Techniques	51-53
D. Classement chronologique	
30. Préhistoire	54
31. Proche-Orient antique	55-56
32. Antiquité classique	
b. Sciences exactes	57-58
c. Sciences naturelles	59
e. Techniques, géographie	60-63
f. Médecine	64-67
33.1. Moyen âge	
a. Ouvrages généraux	68-71
b. Sciences exactes	72-74
c. Sciences naturelles	75-76
d. Pseudo-sciences	77-79
e. Techniques, géographie	80-86
f. Médecine	87-101
33.2. Byzance	102

34.	Islam	
	b. Sciences exactes	103-108
	e. Navigation	109
35.1.	Inde	
	b. Sciences exactes	110
35.2.	Extrême-Orient	
	a. Ouvrages généraux	111-112
	b. Sciences exactes	113
35.3.	Amérique précolombienne	114
36.	Renaissance et Réforme	
	a. Ouvrages généraux	115-116
	b. Mathématiques	117
	d. Sciences de la terre	118-120
	g. Médecine	121-125
37.1.	XVII ^e siècle	
	b. Mathématiques	126
	e. Sciences biologiques	127
	h. Techniques	128-129
37.2.	XVIII ^e siècle	
	b. Mathématiques	130
	e. Sciences biologiques	131
	g. Médecine	132-137
	h. Techniques	138-139
38.	XIX ^e siècle	
	a. Ouvrages généraux	140
	b. Mathématiques	141-142
	c. Sciences physiques	143-144
	d. Sciences de la terre	145-147
	g. Médecine	146-156
	h. Techniques	157-161
39.	XX ^e siècle	
	c. Sciences physiques	162-171
	d. Sciences de la terre	172
	e. Sciences biologiques	173-181
	g. Médecine	182-197
	h. Techniques	198
	i. Historiens des sciences	199-201

Index des auteurs

Index des noms de personnes

A. ALGEMEENHEDEN - GENERALITES**1. Algemene werken - Ouvrages généraux****1 BLONDEAU (Roger A.)**

Wetenschap in de taal der Vlamingen. Vanaf Jacob van Maerlant tot de stichting van de Akademieën.

Gent, Reinaert-Het Volk, 1991, 8°, 380 p., ill.

2. Bibliografieën - Bibliographies**2 BRICTEUX (Pierre)**

Petite bibliothèque d'histoire des sciences à l'usage de l'enseignement et de l'étudiant. Liège, Centre d'Histoire des Sciences et des Techniques, 1991.

(Pour étudier l'histoire des sciences, 1)

3 STOFFEL (Jean-François)

L'histoire des sciences et des techniques, la philosophie des sciences dans "La Recherche", "Pour la Science", "Revue d'Histoire des Sciences", "Revue des Questions Scientifiques", 1937-1990: bibliographie.

Bruxelles, Facultés Universitaires Saint-Louis, 1991, 413 p.

4 SCHOLLIERS (Peter) & VIAENE (Patrick)

Bibliografie industriële archeologie en industrieel erfgoed in België.

Tijdschrift voor Geschiedenis van Techniek en Industriële Cultuur, 9 (1991), 3, p. 3-32, ill.

5 SCHOLLIERS (Peter) & VIAENE (Patrick)

Bibliografie industriële archeologie en industrieel erfgoed in België (mei 1992).

Tijdschrift voor Industriële Cultuur, 10 (1992), 3, p. 17-27, ill.

3. Historiografie - Historiographie**6 MATON (Jacques)**

Algemeen verslag over de werkzaamheden van de Bestendige Commissie voor de Geschiedenis der Wetenschappen.

Jaarboek van de Koninklijke Academie van België, 51 (1989), p. 273-275.

7 NOUVEAUX

Nouveaux enjeux de l'histoire de la médecine. Actes du colloque européen. Ed.: A.C. Bernès. Strasbourg, Université Louis Pasteur, 1990, 4°, 156 p., ill.

8 HALLEUX (Robert)

L'histoire de la médecine en Belgique.

Nouveaux enjeux de l'histoire de la médecine (Strasbourg, 1990), p. 59-61.

B. SPECIALE ASPEKTEN**POINTS DE VUE SPECIAUX****11. Wetenschappelijke instellingen
Institutions scientifiques****9 MAYER (Raymond)**

Histoire des campus médicaux de l'Université Libre de Bruxelles.

Revue Médicale de Bruxelles, 11 (1990), p. 523-531, ill.

**12. Wetenschappelijke instrumenten
Instruments scientifiques****10 CALCOEN (Roger)**

Inventaire du Fonds Henri Michel. Inventaris van het Fonds Henri Michel.

Bruxelles-Brussel, Centre National d'Histoire des Sciences - Nationaal Centrum voor de Geschiedenis van de Wetenschappen, 1991, 4°, XIII-103 p.

(Publications du Centre National d'Histoire des Sciences - Uitgaven van het Nationaal Centrum voor de Geschiedenis van de Wetenschappen, 7)

11 MECANISMES

Les mécanismes du génie. Instruments scientifiques des XVIII^e et XIX^e siècles. Collection du cabinet de physique et de l'observatoire astronomique de l'université de Coimbra.

Charleroi, Palais des Beaux-Arts, 1991, 4°, 425 p., ill.

**14. Sociale betrekkingen
Relations sociales****12 BURKE (Peter)**

Reflections on the history of information in early modern Europe.

Scientiarum Historia, 17 (1991), p. 65-73.

**C. GESCHIEDENIS DER AFZONDERLIJKE WETENSCHAPPEN
HISTOIRE DES SCIENCES PARTICULIERES****22. Fysische wetenschappen
Sciences physiques****a. Astronomie****13 DE**

D'Imhotep à Copernic. Astronomie et mathé-

matiques des origines orientales au moyen âge.
Actes du Colloque International. Université
Libre de Bruxelles, 3-4 novembre 1989. Ed.: F.
Mawet & P. Talon.

Leuven, Peeters, 1992, 8°, 158 p., ill.

(Lettres Orientales, 2)

14 DONNAY (Guy)

La révolution des orbes célestes d'Anaximandre
à Copernic.

D'Imhotep à Copernic (Leuven, 1992), p. 13-22.

15 KOECKELENBERGH (André)

La précision des mesures astronomiques avant
Tycho Brahe.

Scientiarum Historia, 18 (1992), p. 43-48.

c. Scheikunde - Chimie

16 SOROKINA (Tatiana S.)

The first chemist shops in Russia.

Acta Belgica Historiae Medicinae, 5 (1992), p.
36-40.

23. Aardwetenschappen

Sciences de la terre

b. Aardrijkskunde, kartografie

Géographie, cartographie

17 VAN BELLE (Jean-Louis)

Plans inédits de places fortifiées, XVII^e-XVIII^e
siècles: Belgique, France, Pays-Bas, République
Fédérale d'Allemagne.

Bruxelles, Ciaco, 1989, 109 p.

18 KAAARTEN

Kaarten van Amerika in de verzamelingen van
de Koninklijke Bibliotheek Albert I. Ten-
toonstelling. Door H. Elkhadem, J.P. Heerbrant,
L. Wellens-De Donder & R. Calcoen.

Brussel, Koninklijke Bibliotheek Albert I, 1992,
4°, XIII-168 p., ill.

19 CARTES

Cartes des Amériques dans les collections de la
Bibliothèque Royale Albert I^{er}. Exposition. Par
H. Elkhadem, J.P. Heerbrant, L. Wellens-De
Donder & R. Calcoen.

Bruxelles, Bibliothèque Royale Albert I^{er}, 1992,
4°, XIII-169 p., ill.

d. Scheepvaart - Navigation

20 DE VOS (Alex)

Enkele belangrijke fondsen uit de verzameling

van het Nationaal Scheepvaartmuseum.

Cultureel Jaarboek Stad Antwerpen, 8 (1990),
p. 86-89.

24. Biologische wetenschappen

Sciences biologiques

c. Dierkunde - Zoologie

21 HISTOIRE

L'histoire des connaissances zoologiques et ses
rapports avec la zoologie, l'archéologie, la mé-
decine vétérinaire, l'ethnologie.

Journée d'études, Université de Liège, 4 mars
1989. Ed.: L. Bodson & R. Libois.

Liège, Université, 1990, 74 p.

(Colloques d'Histoire des Connaissances Zoo-
logiques, 5)

22 CONTRIBUTIONS

Contributions à l'histoire des connaissances zoo-
logiques. Journée d'études, Université de Liège,
17 mars 1990. Ed.: L. Bodson & R. Libois.

Liège, Université, 1991, 122 p.

(Colloques d'Histoire des Connaissances Zoo-
logiques, 2)

d. Plantkunde - Botanique

23 SPECERIJKELIJK

Specerijkelijk. De specerijenroutes.

Brussel, Algemene Spaar- en Lijfrentekas, 1992,
4°, 288 p., ill.

24 SAVEURS

Saveurs de paradis. Les routes des épices.

Bruxelles, Caisse Générale d'Epargne et de Re-
traite, 1992, 4°, 288 p., ill.

25 PINON (Roger)

D'une antique médecine à un breuvage enfantin:
la réglisse.

Enquêtes du Musée de la Vie Wallonne, 17
(1989-90), p. 5-90.

e. Anatomie & physiologie

26 RICHARDSON (Robert G.)

"Het leven bestaat uit bloed. Het bloed is de
zetel der ziel".

Spectrum International, 35 (1992), 2, p. 18-20,
ill.

27 RICHARDSON (Robert G.)

"La vie consiste en sang. Sang est le siège de
l'âme".

Spectrum International, 35 (1992), 2, p. 18-20, ill.

g. Landbouw - Agriculture

28 BOTERBERGE (R.)

Rundveepest te Zuilenkerke in de 18^e en de 19^e eeuw.

Biekorf, 90 (1990), p. 429-434.

26. Medische wetenschappen Sciences médicales

a. Geneeskunde - Médecine

29 ACTES

Actes du XXXII^e Congrès International d'Histoire de la Médecine. Anvers, 1990. Proceedings of the XXXIInd International Congress of the History of Medicine. Antwerp, 1990. Ed.: E. Fierens, J.P. Tricot e.a. Bruxelles, Societas Belgica Historiae Medicinae, 1991.

30 FORMATION

La formation du médecin: des Lumières au laboratoire. Actes du colloque du 9 décembre 1988. Ed.: C. Bruneel & P. Servais.

Louvain, Centre d'Histoire des Sciences et des Techniques, 1989.

(Travaux de la Faculté de Philosophie et Lettres de l'UCL, 37)

31 BROECKAERT (I.)

Esculaapteken of Caduceus? Enkele bedenkingen i.v.m. dit geneeskundig embleem.

Acta Belgica Historiae Medicinae, 5 (1992), p. 28-34, ill.

32 VELLE (Karel)

De nieuwe biechtvaders. De sociale geschiedenis van de arts in België.

Leuven, Kritak, 1991, 352 p.

33 GENT

Gent: 300 jaar geneeskunde. Tentoonstelling.

Gent, Rijksuniversiteit, 1990, 197 p.

34 HAVELANGE (Carl)

Les figures de la guérison (XVIII^e-XIX^e siècles): une histoire sociale et culturelle des professions médicales au pays de Liège.

Paris, Les Belles Lettres, 1990.

(Bibliothèque de la Faculté de Philosophie et Lettres de l'Université de Liège, 255)

35 EVRARD (Edgar)

Les médecins historiens et la pathologie des dirigeants.

Acta Belgica Historiae Medicinae, 5 (1992), p. 22-26.

36 THIERY (Michel)

Het vroedvrouwenonderwijs te Gent: een historische schets.

Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België, 53 (1991), p. 205-239.

37 THIERY (Michel)

De uitvinders van de verlostang en de obstetrische hefboom.

Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België, 54 (1992), p. 45-55.

38 THIERY (Michel)

Obstetric forceps and vectis: the roots.

Acta Belgica Historiae Medicinae, 5 (1992), p. 4-20, ill.

39 DICKSTEIN-BERNARD (Claire)

L'espace de vie du malade à l'hôpital. Retrospective historique.

L'Hôpital Belge, 1991, 204, p. 56-58.

40 EPIDEMIES

Epidémies, hygiène et société. Exposition.

Montignies-le-Tilleul, Hôpital André Vésale, 1989, 90 p.

41 JANSSENS (Pieter Gustaaf)

Koorts. Een leiddraad bij de ontwikkeling van het medisch denken.

Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België, 53 (1991), p. 304-381.

42 LEPRÀ

Lepra in de Nederlanden (12^e-18^e eeuw).

Brussel, Algemeen Rijksarchief, 1989, 141 p.

(Algemeen Rijksarchief en Rijksarchieven in de Provinciën. Dossier, 2^e reeks, 3)

43 LEPRÀ

Lepra in de Nederlanden (12^e-18^e eeuw). Tentoonstelling.

Brussel, Algemeen Rijksarchief, 1989, 51 p.

(Algemeen Rijksarchief en Rijksarchieven in de Provinciën. Catalogussen, 85)

44 LEPRE

La lèpre dans les Pays-Bas (XII^e-XVIII^e siècles).

Bruxelles, Archives Générales du Royaume, 1989, 141 p.

(Archives Générales du Royaume et Archives de l'Etat dans les Provinces. Service Educatif, 6)

45 LEPRE

La lèpre dans les Pays-Bas (XII^e-XVIII^e siècles). Exposition.

Bruxelles, Archives Générales du Royaume, 1989, 49 p.

(Archives Générales du Royaume et Archives de l'Etat dans les Provinces. Catalogues, 86)

c. Pharmacie

46 DEBIEVE (M.)

Réflexions sur l'évolution de la pharmacie à la charnière des XVIII^e et XIX^e siècles.

La formation du médecin (Louvain, 1989), p. 43-58.

47 APPELBOOM (T.)

La consommation de coca dans l'histoire.

Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België, 53 (1991), p. 497-505.

48 VANDEWIELE (Leo J.)

Draguées Bengué met cocaïne. Geschiedkundig overzicht van de wettelijke bepalingen met betrekking tot de cocaïne.

Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België, 53 (1991), p. 531-546.

49 TRICOT (Jean-Pierre)

Cocaïne: een halve eeuw therapeutisch gebruik (1880-1930).

Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België, 53 (1991), p. 487-496.

50 THIERY (Michel)

Cocaïne en pijnbestrijding bij de bevalling.

Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België, 53 (1991), p. 507-530.

27. Techniek - Techniques

51 VAN BUYTEN (Leo)

Gasmuseum "Het Energiehuis" geopend.

De Brabantse Folklore en Geschiedenis, 272 (1991), p. 378-379.

52 TECHNIQUE

Technique et science, les arts du verre: actes

du colloque de Namur.

Namur, Presses Universitaires, 1989.

(Bibliothèque de la Faculté de Philosophie et Lettres de Namur, 73)

53 DONS (René)

Les voies de communication à Obbrussel-Saint-Gilles jusqu'au début de 1840.

Le Folklore Brabançon, 1991, p. 328-356.

D. CHRONOLOGISCHE KLASSERING CLASSEMENT CHRONOLOGIQUE

30. Voorgeschiedenis - Préhistoire

54 DE HERDT (René)

Gisteren voorbij.

Tijdschrift voor Industriële Cultuur, 10 (1992), 2 p. 14-25; 3, p. 8-15, ill.

31. Oude Nabije Oosten Proche-Orient antique

55 TALON (Philippe)

Introduction aux mathématiques babyloniennes.

D'Imhotep à Copernic (Leuven, 1992), p. 23-38.

56 DELIRE (Jean-Michel)

Des mathématiques babyloniennes à l'arithmétique pythagoricienne: la tablette cunéiforme Plimpton 322.

D'Imhotep à Copernic (Leuven, 1992), p. 39-67, ill.

32. Klassieke Oudheid Antiquité classique

b. Exakte wetenschappen Sciences exactes

57 COULOUBARITSIS (Lambros)

Cosmogonies et cosmologies présocratiques.

D'Imhotep à Copernic (Leuven, 1992), p. 141-158.

58 MOESGAARD (Kristian Peder)

Babylonian astronomy in Seleucid times. How naked eye observations by court astrologers led to high precision theories.

D'Imhotep à Copernic (Leuven, 1992), p. 69-74.

c. Natuurwetenschappen Sciences naturelles

59 CHAPOUTIER (Georges)

Le courant zoophile dans la pensée antique.

Revue des Questions Scientifiques, 161 (1990), p. 261-287.

- e. Techniek, aardrijkskunde
Techniques, géographie

60 NYNS (Ch. H.)
Les casques antiques du Musée Royal de l'Armée.
Militaria Belgica, 1990, p. 9-15, ill.

61 DESY (Philippe)
Notes à la description de l'Italie du Sud par Strabon.
L'Antiquité Classique, 58 (1989), p. 198-205.

62 DESANGES (Jehan)
Le statut des cités africaines chez les géographes et dans les itinéraires de l'empire romain.
Latomus, 49 (1990), p. 816-825.

63 GOZALBES (Enrique)
La imagen de los "mauri" en Roma (siglos III-II a.d.C.).
Latomus, 50 (1991), p. 38-55.

- f. Geneeskunde - Médecine

64 JOUANNA (Jacques)
Sur les traces d'Hippocrate de Cos.
Liège, Université, 1991, 24 p.
(Entretiens sur l'Antiquité Gréco-Romaine, C 46)

65 STADEN (H. von)
Matière et signification. Rituel, sexe et pharmacologie dans le Corpus hippocratique.
L'Antiquité Classique, 60 (1991), p. 42-61.

66 BOYER (Raymond)
Remèdes pour les yeux dans une tombe romaine.
Louvain-Médical, 110 (1991), p. 529-533.

67 SCHAMP (J.)
La mort en fleurs. Considérations sur la maladie "pédiculaire de Sylla".
L'Antiquité Classique, 60 (1991), p. 139-170.

33.1. Middeleeuwen - Moyen âge

- a. Algemene werken
Ouvrages généraux

68 JANSEN-SIEBEN (Ria)
Repertorium van de Middelnederlandse Artes-Literatuur.
Utrecht, HES, 1989.

69 ARTES

Artes mechanicae in Middeleeuws Europa. Colloquium. Artes mechanicae en Europe médiévale. Colloque. Ed.: R. Jansen-Sieben. Brussel, Algemeen Rijksarchief, 1989.
(Archief- en Bibliotheekwezen in België, Extra-nummer 34)

70 JANSEN-SIEBEN (Ria)
De Artes Mechanicae.
Artes mechanicae in Middeleeuws Europa (Brussel, 1989), p. 7-16.

71 JANSEN-SIEBEN (Ria)
Artes-literatuur.
Madoc, 4 (1990), p. 65-70.

- b. Exakte wetenschappen
Sciences exactes

72 ALLARD (André)
The Arabic origins and development of Latin algorithms in the twelfth century.
Arabic Sciences and Philosophy, 1 (1991), p. 233-283.

73 BURCHARDT (Jerzy)
La place de Guillaume de Moerbeke dans la cosmologie médiévale et ses relations avec Witelo.
Organon, 24 (1988), p. 109-127.

74 CHABAS (José)
Les tables astronomiques en usage à la fin du moyen âge dans la Péninsule Ibérique.
Scientiarum Historia, 18 (1992), p. 71-79.

- c. Natuurwetenschappen
Sciences naturelles

75 VAN DEN ABEELE (Baudouin)
La fauconnerie dans les lettres françaises du XII^e au XIV^e siècle.
Leuven, University Press, s.d.
(Mediaevalia Lovaniensia. Series I, 18)

76 DAEMS (W.F.)
Pharmaco-botanie in de Middeleeuwen.
Artes mechanicae in Middeleeuws Europa (Brussel, 1989), p. 19-26.

- d. Pseudo-wetenschappen
Pseudo-sciences

77 HUIZENGA (Erwin)
Een Middelnederlands Centiloquium.

Scientiarum Historia, 18 (1992), p. 49-59.

78 JANSSEN-SIEBEN (Ria) & VAN GIJSEN (A.)
Alchemie: een derde bodem in de "Spiegel der Minnen".
Nieuwe Taalgids, 84 (1991), p. 236-242.

79 HALLEUX (Robert)
Recettes d'artisan, recettes d'alchimiste.
Artes mechanicae in Europe médiévale (Bruxelles, 1989), p. 25-50.

e. Techniek, aardrijkskunde
Techniques, géographie

80 NYS (Ludovic)
Documents pour servir à l'histoire de la fonderie de lait et du commerce du cuivre à Tournai au XV^e siècle.
Mémoires de la Société Royale d'Histoire et d'Archéologie de Tournai, 7 (1992), p. 59-68.

81 VAN TYGHEM (Frieda)
Onderzoek van het middeleeuwse bouwbedrijf: status quaestionis.
Artes mechanicae in Middeleeuws Europa (Brussel, 1989), p. 127-138.

82 COUTANT (Yves)
Lexique et technique du moulin à vent destiné à la mouture du blé d'après les comptes flamands des XIV^e et XV^e siècles.
Revue du Nord, 73 (1991), p. 753-760.

83 COUTANT (Yves)
L'étude des moulins à vent médiévaux: nouvelles pistes.
Revue du Nord, 74 (1992), p. 5-24, ill.

84 BERTRAND (Anne)
Guillebert de Lannoy (1386-1462). Ses "Voyages et ambassades" en Europe de l'Est.
Publications du Centre Européen d'Etudes Bourguignonnes, 31 (1991), p. 79-92.

85 HUSCHENBETT (D.)
Die volkssprachigen Berichte von Pilgerreisen nach Palästina im späten Mittelalter.
Artes mechanicae in Middeleeuws Europa (Brussel, 1989), p. 51-72.

86 ALEXANDRE (Pierre)
Les séismes en Europe occidentale de 394 à 1259: nouveau catalogue critique.
Bruxelles, Observatoire Royal de Belgique, 1990, 267 p.

f. Geneeskunde - Médecine

87 KEIL (Gundolf)
Die medizinische Literatur des Mittelalters.
Artes mechanicae in Middeleeuws Europa (Brussel, 1989), p. 73-112.

88 JANSSEN-SIEBEN (Ria)
De vrouw in de middeleeuwse medische literatuur.
Rapporten en perspectieven omtrent vrouwenstudies (Brussel, 1989), p. 75-92.

89 JANSSEN-SIEBEN (Ria)
Medicijne vanden lijve. Lang zal hij leven!
Album Moors (Liège, 1989), p. 157-162.

90 JANSSEN-SIEBEN (Ria)
Brief des erlauchten Anthimus an Theoderich, den König der Franken.
Stuttgart, Wissenschaftliche Buchhandlung, 1989.

91 JANSSEN-SIEBEN (Ria)
De heekunde in Vlaanderen tijdens de Late Middeleeuwen.
Geschiedenis van de Vlaamse heekunde (Brussel, 1990), p. 67-77.

92 JANSSEN-SIEBEN (Ria) & DAEMS (W.F.)
Chirurgie op rijm.
Artes mechanicae in Middeleeuws Europa (Brussel, 1989), p. 163-190.

93 JANSSEN-SIEBEN (Ria)
Lepra. De Middelnederlandse terminologie.
Lepra in den Nederlanden (Brussel, 1989), p. 27-33.

94 JANSSEN-SIEBEN (Ria)
Lepra. Ziektebeeld en behandeling in de Middelnederlandse medische literatuur.
Lepra in de Nederlanden (Brussel, 1989), p. 34-43.

95 JANSSEN-SIEBEN (Ria)
La lèpre. La symptomatologie et le traitement dans les textes moyen-néerlandais.
La lèpre dans les Pays-Bas (Bruxelles, 1989), p. 38-47.

96 DUPRIEZ (Daniel)
L'hôpital capitulaire Notre-Dame de Tournai.
Mémoires de la Société Royale d'Histoire et d'Archéologie de Tournai, 7 (1992), p. 5-27.

- 97 OPSOMER (Carmélia) & BINARD (M.)
Matériaux pour une histoire quantitative de la pharmacopée présalernitaine.
Artes mechanicae en Europe médiévale (Bruxelles, 1989), p. 233-242.
- 98 DE BACKER (Christian)
Farmacie te Gent in de late Middeleeuwen: apothekers en receptuur.
Hilversum, Verloren, 1991, 263 p., ill.
(Middeleeuwse Studies en Bronnen, 21)
- 99 DAEMS (W.F.)
Melissa officinalis. Von Panazee zur Essentia cordis.
Artes mechanicae in Middeleeuwse Europa (Brussel, 1989), p. 151-162.
- 100 JANSEN-SIEBEN (Ria)
Burleske medische recepten.
Liber Amicorum Kare Langvik-Johannessen (Leuven, 1989), p. 109-114.
- 101 KEIL (Gundolf)
Mündlichkeit und Schriftlichkeit. Zwei arbeitsmedizinische Rezepte des Annerl Ploss vom Ammersee.
Artes mechanicae in Middeleeuwse Europa (Brussel, 1989), p. 191-198.
- 33.2. Byzantium - Byzance**
- 102 TIHON (Anne)
Enseignement scientifique à Byzance.
Organon, 24 (1988), p. 89-108.
- 34. Islam**
- b. Exakte wetenschappen
Sciences exactes
- 103 HOEYRUP (Jens)
"Algèbre d'Al-gabr" et "algèbre d'arpentage" au neuvième siècle islamique et la question de l'influence babylonienne.
D'Imhotep à Copernic (Leuven, 1992), p. 83-110.
- 104 ELKHADEM (Hossam)
La cartographie céleste dans l'astronomie arabe.
D'Imhotep à Copernic (Leuven, 1992), p. 111-139, ill.
- 105 ELKHADEM (Hossam)
La carta del cielo nell'astronomia del Medioevo islamico.
Lezioni Galileiani, 1 (Roma, 1991), p. 11-37.
- 106 KING (David A.)
Some remarks on Islamic astronomical instruments.
Scientiarum Historia, 18 (1992), p. 5-23, ill.
- 107 ELKHADEM (Hossam)
Le traité de "L'emploi du globe céleste" d'Al-Urdi (XIII^e siècle).
Scientiarum Historia, 18 (1992), p. 25-42, ill.
- 108 CALVO (Emilia)
Ibn Baso's universal plate and its influence on European astronomy.
Scientiarum Historia, 18 (1992), p. 61-70, ill.
- e. Zeevaart - Navigation
- 109 RYCKMANS (J.)
Méthodes de la navigation arabe dans l'Océan Indien vers la fin du XV^e siècle.
Bulletin des Séances de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, 36 (1990), p. 527-562.
- 35.1. Indië - Inde**
- b. Exakte wetenschappen
Sciences exactes
- 110 MAZARS (Guy)
Introduction à l'histoire des mathématiques indiennes.
D'Imhotep à Copernic (Leuven, 1992), p. 75-82.
- 35.2. Verre Oosten - Extrême-Orient**
- a. Algemene werken
Ouvrages généraux
- 111 CHINA
China, hemel en aarde. 5000 jaar uitvindingen en ontdekkingen. Tentoonstelling.
Brussel, Koninklijke Musea voor Kunst en geschiedenis, 1988, 438 p.
- 112 CHINE
Chine, ciel et terre. 5000 ans d'inventions et de découvertes. Exposition.
Bruxelles, Musées Royaux d'Art et d'Histoire, 1988, 438 p.
- b. Exakte wetenschappen
Sciences exactes
- 113 CHEMLA (Karine)
Des nombres irrationnels en Chine entre le premier et le troisième siècle.

Revue d'Histoire des Sciences, 44 (1992), p. 135-140.

35.3. Precolumbiaans Amerika Amérique précolombienne

114 FIERENS (Eric)

Sources archéologiques et artistiques de la consommation de coca dans l'Amérique préhispanique.

Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België, 53 (1991), p. 463-485.

36. Renaissance en Hervorming Renaissance et Réforme

a. Algemene werken Ouvrages généraux

115 EXACTE

Exacte wetenschappen rondom Christoffel Plantin (ca. 1520-1589). Red.: F. De Nave. Antwerpen, Museum Plantin-Moretus, 1990, 95 p.

(Publicaties van het Museum Plantin-Moretus en het Stedelijk Prentenkabinet, 17)

116 JANSSEN-SIEBEN (Ria)

Christoffel Plantijn en zijn Nederlandstalige drukken op het gebied van de Artes Mechanicae. *Exacte wetenschappen rondom Christoffel Plantin* (Antwerpen, 1990), p. 54-65.

b. Wiskunde - Mathématiques

117 MERTENS (Jacques)

Simon Stevin: "Wonder en is gheen wonder". Torhout, Vereniging van Westvlaamse Schrijvers, 1990, 16 p.

d. Aardwetenschappen Sciences de la terre

118 SCHOUTEET (Albert)

Gerards (Gheeraerts), Marcus. *Nationaal Biografisch Woordenboek*, 13 (1990), kol. 303-312.

119 BEELDEN

Beelden van de verovering van Spaans-Amerika in de 16^e eeuw. Herdenking van de 500^e verjaardag van de eerste reis van Christoffel Columbus naar Amerika. Tentoonstelling. Brussel, Algemeen Rijksarchief, 1992, 4^e, 79 p., ill.

g. Geneeskunde-Médecine

120 EVOCATION

Evocation de la conquête de l'Amérique espagnole au XVI^e siècle. Commémoration du cinquième centenaire du premier voyage de Christophe Colomb en Amérique. Exposition. Bruxelles, Archives Générales du Royaume, 1992, 4^e, 79 p., ill.

121 IMHOF (Dirk)

Tentoonstelling "De Geneeskunde in de Zuidelijke Nederlanden" (1475-1660). *Cultureel Jaarboek Stad Antwerpen*, 8 (1990), p. 73-74, ill.

122 VAN HEE (R.)

Jeremias De Drijvere: een Renaissance-geneesheer uit Vlaanderen. *Scientiarum Historia*, 17 (1991), p. 75-79.

123 DELVA (An)

Haschaert, Pieter. *Nationaal Biografisch Woordenboek*, 13 (1990), kol. 373-378.

124 HASENOHR (Geneviève)

Vie culturelle et vie spirituelle des hôpitaux bourguignons dans la seconde moitié du XV^e siècle. *Publications du Centre Européen d'Etudes Bourguignonnes*, 31 (1991), p. 93-100

125 VANDEWIELE (Leo J.)

Het aapje van Peeter Van Coudenbergh in de Icones van Konrad Gesner (1560). *Farmaceutisch Tijdschrift voor België*, 68 (1991), p. 162-165.

37.1. 17^e eeuw - XVII^e siècle

b. Wiskunde - Mathématiques

126 VANPAEMEL (Geert)

Gutschoven (Gutiscovius), Gerard van. *Nationaal Biografisch Woordenboek*, 13 (1990), kol. 347-354.

e. Biologische wetenschappen Sciences biologiques

127 VANDEWIELE (Leo J.)

Wynbouts, Bernard. *Nationaal Biografisch Woordenboek*, 13 (1990), kol. 891-895.

h. Techniek - Techniques

128 LIENARD (Jacques)

Le premier fort de la Chartreuse à Liège (1689-1702).

Bulletin de la Société Royale "Le Vieux-Liège", 12 (1992), p. 317-336, ill.

129 DI CARPEGNA (N.)

Notes sur quelques armes à feu italiennes conservées au Musée royal de l'Armée à Bruxelles. *Militaria Belgica*, 1991, p. 33-44, ill.37.2. 18^e eeuw - XVIII^e siècle

b. Wiskunde - Mathématiques

130 MERTENS (Jacques)

Mann, de "Academie" en zijn "Tables des Poids et Mesures".

Handelingen van het Genootschap voor Geschiedenis te Brugge, 128 (1991), p. 63-73.c. Biologische wetenschappen
Sciences biologiques

131 VANPAEMEL (Geert)

Seumoy, Henri Joseph de.

Nationaal Biografisch Woordenboek, 13 (1990), kol. 747-749.

g. Geneeskunde - Médecine

132 COMITI (Vincent-Pierre)

Le développement de la clinique en Europe au 18^e siècle.*La formation du médecin* (Louvain, 1989), p. 5-12.

133 BRUNEEL (Claude)

Au cœur des réformes : la Faculté de Médecine de Louvain dans le dernier quart du XVIII^e siècle.*La formation du médecin* (Louvain, 1989), p. 13-42.

134 BERTHOLET (Paul)

Quels seraient les meilleurs moyens d'extirper la mendicité de la ville et du pays de Liège ? Idées sociales, économiques, politiques et médicales du médecin theutois Jean-Philippe de Limbourg (1785).

Bulletin de l'Institut Archéologique Liégeois, 102 (1990), p. 5-59.

135 DELVA (An)

Haesendonck, Jan Jacob Jozef van.

Nationaal Biografisch Woordenboek, 13 (1990), kol. 357-360.

136 RAULIN (Joseph)

De plichten der vroed-vrouwen ten aensien van de religie. Vert. : J.B. Jacobs. Uitg. : M. Thiery. *Acta Belgica Historiae Medicinae*, 5 (1992), p. 42-45, ill.

137 KAYSER (Edouard M.)

Le phénomène épidémique dans le duché de Luxembourg à la fin du régime autrichien. *Medizinhistorisches Journal*, 24 (1989), p. 65-78.

h. Techniek - Techniques

138 VAN HEESVELDE (Paul)

De glasnijverheid te Gent, 1693-ca. 1730.

Jaarboek van de Heemkundige Kring "De Oost-Oudburg", 27 (1990), p. 58-78.

139 DESEYN (Guido)

Hollander opgegraven in Gentse stadstuin.

Tijdschrift rondom Industriële Cultuur, 10 (1992), 2, p. 3-13, ill.38. 19^e eeuw — XIX^e siècle

a. Algemene werken

Ouvrages généraux

140 ISAAC (Marie-Thérèse) & SORGELOOS (Claude)

L'Ecole Centrale du Département de Jemappes. Mons, Université, 1989, 91 p.

b. Wiskunde — Mathématiques

141 BUTZER (Paul L.) & JONGMANS (François)

Eugène Catalan and the rise of Russian science. *Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique*, 6^e série, 2 (1991), p. 59-90.

142 KINT (Jos)

Verhulst, Pierre François.

Nationaal Biografisch Woordenboek, 13 (1990), kol. 822-827.

c. Fysische wetenschappen

Sciences physiques

143 KOECKELENBERGH (André)

Le grand cercle mural de Troughton & Simms. *Ciel et Terre*, 107 (1991), p. 13-16.

144 ROBERTSON (Etienne-Gaspard)

Etienne-Gaspard Robertson (1763-1837), physicien, aéronaute et précurseur du cinéma. 150^e anniversaire de sa mort.

Liège, Bibliothèque Chiroux-Croisiers, 1987.

d. Aardwetenschappen
Sciences de la terre

145 BAUDEZ (L.)

De Franse "Ecole du Génie Maritime" te Antwerpen (1810-1814) en haar directeur Pierre Lair. *Belgisch Tijdschrift voor Militaire Geschiedenis*, 29 (1991), p. 175-190.

146 JOACHIM (Maurice)

Le plan Popp.

Waremmes, Commission d'Histoire et de Littérature, 1989, 72 p.

(Les Cahiers Waremmiens, 2-3)

147 STANLEY (Henry Morton)

H.M. Stanley, ontdekkingsreiziger in dienst van de koning. Bijdragen door S. Cornelis e.a. Tervuren, Koninklijk Museum voor Midden-Afrika, 1991, 4^e, 90 p., ill.

g. Geneeskunde — Médecine

148 DICKSTEIN-BERNARD (Claire)

Panorama de l'enseignement médical en Belgique au XIX^e siècle (1795-1876).

La formation du médecin (Louvain, 1989), p. 59-78.

149 HAVELANGE (Carl)

Savoir et pouvoir : la presse médicale à caractère professionnel au XIX^e siècle.

La formation du médecin (Louvain, 1989), p. 99-109.

150 VELLE (Karel)

Het verenigingsleven van de Belgische geneesheer (19^e en het begin 20^e eeuw). Een bijdrage tot de geschiedenis van het artseneroep.

Annalen van de Belgische Vereniging voor de Geschiedenis van de Hospitalen en de Volksgezondheid, 26-27 (1988-89), p. 46-118.

151 SERVAIS (P.)

La clinique à l'Université de Louvain au XIX^e siècle.

La formation du médecin (Louvain, 1989), p. 77-98.

152 ADRIAENSEN (Frank)

Dr Adolphe Burggraeve: arbeider als patiënt,

stad als panoptikum.

Tijdschrift voor Geschiedenis van Techniek en Industriële Cultuur, 9 (1991), 4, p. 5-23, ill.

153 OSSIEUR (Eddy)

Ossieur, Joseph Louis.

Nationaal Biografisch Woordenboek, 13 (1990), kol. 604-607.

154 DICKSTEIN-BERNARD (Claire)

Un chirurgien bruxellois dans les hôpitaux de Paris en 1829: 10 lettres d'André Uytterhoeven à son père Jean-Baptiste.

Annales de la Société Belge d'Histoire des Hôpitaux et de la Santé Publique, 26-27 (1988-89), p. 3-46.

155 THIERY (Michel)

James P. White (1811-1881) en "demonstrative midwifery".

Scientiarum Historia, 17 (1991), p. 81-84.

156 VAN HEESVELDE (Paul)

Een bittere pil?! Gentse apothekers in het verweer tegen de volksapotheken van Vooruit op het einde van de 19^e eeuw.

Jaarboek van de Heemkundige Kring "De Oost-Oudburg", 28 (1991), p. 118-137.

h. Techniek — Techniques

157 VANACKER (Daniel)

Braun, Emile Louis.

Nationaal Biografisch Woordenboek, 13 (1990), kol. 119-124.

158 MARTIN (J.)

Le moulin à eau de Basse-Wavre et les papeteries du XIX^e siècle.

Wavriensia, 71 (1992), p. 1-26, ill.

159 NEUKERMANS (Gaston)

Du 21 janvier au 20 mai 1884, quatre mois qui virent Virginal-gare, tête de ligne.

Entre Senne et Soignes, 22 (1990), p. 10-19, ill.

160 GILS (Robert)

Antwerpen, nationaal reduct van België (1859-1914).

Belgisch Tijdschrift voor Militaire Geschiedenis, 29 (1992), p. 465-488, ill.

161 DUBRUNFAUT (Paul)

Les armes d'épaule rayées à chargement par la bouche dans l'armée belge (suite).

Militaria Belgica, 1990, p. 37-46, ill.

39. 20^e eeuw — XX^e sièclec. Fysische wetenschappen
Sciences physiques

162 HOUZIAUX (L.)

Eloge de Paul Ledoux.

Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique, 5^e série, 75 (1989), p. 346-349.

163 DOMMANGET (Jean)

In memoriam: Georges Roland (1922-1991).

Ciel et Terre, 108 (1992), p. 23.

164 ORIOL (Jacques) et THIER (Hubert de)

Les Belges au Kenya pour l'éclipse du siècle: hommage à Hubert-Marie de Thier (1902-1983).

Gilly, Bonivert, 1991, 75 p.

165 SMEYERS (P.)

In memoriam A. Van Hoof.

Jaarboek van de Koninklijke Academie van België, 51 (1989), p. 374-378, ill.

166 DERUYTTERE (A.)

Armand Van Hoof.

Bulletin des Séances de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, 36 (1990), p. 118-127.

167 VAN HOOFF (Armand)

In memoriam Prof. Dr A.G. Velghe.

Jaarboek van de Koninklijke Academie van België, 48 (1986), p. 292-295.

168 DEMEUR (Marcel)

L'astrophysique et la physique nucléaire, compagnons de route depuis 1919.

Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique, 5^e série, 75 (1989), p. 11-20.

169 GEHENIAU (Jules)

Eloge de Louis de Broglie.

Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique, 5^e série, 75 (1989), p. 204-209.

170 RADELET-DE GRAVE (Patricia)

Charles Manneback, 1894-1975. Les débuts de la mécanique ondulatoire.

Revue des Questions Scientifiques, 161 (1990), p. 289-308.

171 SMET (Georges-Joseph)

In memoriam E. Havinga.

Jaarboek van de Koninklijke Academie van België, 51 (1989), p. 404-405.d. Aardwetenschappen
Sciences de la terre

172 DELMER (André)

Raphaël Conil, 1930-1990.

Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique, 6^e série, 2 (1991), p. 9-11.e. Biologische wetenschappen
Sciences biologiques

173 CHANTRENNE (Hubert)

Eloge de Jean Brachet.

Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique, 5^e série, 75 (1989), p. 91-95.

174 DELMON (Bernard)

Albert Szent-Györgyi von Nagyrápolt, 1893-1986.

Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique, 6^e série, 1 (1990), p. 33-40.

175 SEMAL (J.)

Camille Donis.

Bulletin des Séances de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, 36 (1990), p. 56-60.

176 DUVIGNEAUD (Jacques) & HAVRENNE (A.)

In memoriam Jean Lebeau (1928-1991).

Natura Mosana, 44 (1991), p. 58-68.

177 BUFFEL (K.)

In memoriam Walter Robyns.

Jaarboek van de Koninklijke Academie van België, 48 (1986), p. 242-244.

178 BAMPS (P.)

Auguste Taton (1914-1989).

Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique, 60 (1990), p. 3-8.

179 MULNARD (Jacques)

Le professeur Jean-Jules Pasteels.

Revue Médicale de Bruxelles, 12 (1991), p. 341-342.

180 MULNARD (Jacques)

Eloge académique du professeur Jean-Jules Pasteels.

Bulletin et Mémoires de l'Académie Royale de Médecine de Belgique, 147 (1992), p. 110-121.

181 UYTTERHOEVEN (J.B.)

In memoriam Prof. A. Carlier.

Jaarboek van de Koninklijke Academie van België, 48 (1986), p. 250-252, ill.

g. Geneeskunde — Médecine

182 DE VUYST (A.)

In memoriam Carlos Luis de Cuenca.

Bulletin et Mémoires de l'Académie Royale de Médecine de Belgique, 146 (1991), p. 328-330.

183 GALLOY (Y.)

Un memoriam Gabriel Delrée.

Revue Médicale de Liège, 47 (1992), p. 57-60.

184 VAN CAMPENHOUT (Frans)

Doussy, Gustave Amand Léopold.

Nationaal Biografisch Woordenboek, 13 (1990), kol. 251-256.

185 LEQUIME (Jean)

In memoriam Charles Dubost.

Bulletin et Mémoires de l'Académie Royale de Médecine de Belgique, 146 (1991), p. 96-98.

186 FLAMENT-DURAND (Jacqueline)

Le professeur Willy Gepts.

Revue Médicale de Bruxelles, 12 (1991), p. 101, ill.

187 JADIN (J.B.)

Paul Giroud.

Bulletin des Séances de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, 36 (1990), p. 70-116.

188 MEUNIER (H.)

In memoriam: le professeur Pierre Jaumin.

Louvain-Médical, 110 (1991), p. 605-606.

189 LEQUIME (Jean)

Eloge du professeur Vittorio Puddu.

Bulletin et Mémoires de l'Académie Royale de Médecine de Belgique, 146 (1991), p. 221-224.

190 IMBERECHTS (Jacques)

In memoriam Edouard Schepens.

Revue Belge d'Homéopathie, 42 (1990), 4, p. 3-6.

191 COCHE (E.)

Eloge funèbre du professeur J. Sonnet.

Louvain-Médical, 111 (1992), p. 417-419.

192 LAPIERE (C.L.)

Eloge académique du professeur Carl Stainier.

Bulletin et Mémoires de l'Académie Royale de Médecine de Belgique, 147 (1992), p. 80-84.

193 MARNEFFE (R. de)

In memoriam le professeur Jacques Wagner.

Revue Médicale de Bruxelles, 13 (1992), p. 37-38.

194 DEWACHTER (Wilfried)

In memoriam Joseph Nuttin.

Jaarboek van de Koninklijke Academie van België, 51 (1989), p. 368-373.

195 HONDERD

Honderd jaar eetwarencontrole. Un siècle de contrôle des denrées alimentaires. Ed.: H.A. Deelstra & A. Noirfalise.

Brussel, A.P.B., 1991, 84 p.

(Het Apothekersblad, 1991, 5, Suppl.)

196 VANDEWIELE (Leo J.)

Ghyssaert, Joris Jozef Isidoor.

Nationaal Biografisch Woordenboek, 13 (1990), kol. 314-317.

197 VANDEWIELE (Leo J.)

Herdewijn, Maurits Alfons Catharina.

Nationaal Biografisch Woordenboek, 13 (1990), kol. 401-403.

h. Techniek — Techniques

198 DE BEER (E.)

In memoriam Prof. Dr Ing. Edgar Schultze.

Jaarboek van de Koninklijke Academie van België, 48 (1986), p. 299-301.

k. Wetenschapshistorici

Historiens des sciences

199 BALDUCK (Elie)

Roger A. Blondeau: geschiedenis en wetenschap. Torhout, Vereniging van Westvlaamse Schrijvers, 1990, 16 p.

200 LORETTE (Jean)

In memoriam: Albert Duchesne.

Revue Belge d'Histoire Militaire, 29 (1992), p. 305-309.

201 TRICOT (Jean-Pierre)

Franz-André Sondervorst, 1909-1986.

Archives Internationales d'Histoire des Sciences, 38 (1988), p. 290-291.

AUTEURSINDEX - INDEX DES AUTEURS

- Adriaensen (Frank): 152
 Alexandre (Pierre): 86
 Allard (André): 72
 Appelboom (T.): 47
 Balduck (Elie): 199
 Bamps (P.): 178
 Baudez (L.): 145
 Bernès (Anne-Catherine): 7
 Bertholet (Paul): 134
 Bertrand (Anne): 84
 Binard (M.): 97
 Blondeau (Roger A.): 1
 Bodson (Liliane): 21, 22
 Boterberge (R.): 28
 Boyer (Raymond): 66
 Bricteux (Pierre): 2
 Broeckaert (I.): 31
 Bruneel (Claude): 30, 133
 Buffel (K.): 177
 Burchardt (Jerzy): 73
 Burke (Peter): 12
 Butzer (Paul L.): 141
 Calcoen (Roger): 10, 18, 19
 Calvo (Emilia): 108
 Chabas (José): 74
 Chantrenne (Hubert): 173
 Chapoutier (Georges): 59
 Chemla (Karine): 113
 Coche (E.): 191
 Comiti (Vincent-Pierre): 132
 Cornelis (S.): 147
 Couloubaritsis (Lambros): 57
 Coutant (Yves): 82, 83
 Daems (W.F.): 76, 92, 99
 De Backer (Christian): 98
 De Beer (E.): 198
 Debiève (M.): 46
 Deelstra (H.A.): 195
 De Herdt (René): 54
 Delire (Jean-Michel): 56
 Delmer (André): 172
 Delmon (Bernard): 174
 Delva (An): 123, 135
 Demeur (Marcel): 168
 De Nave (Francine): 115
 Deruyttere (A.): 166
 Desanges (Jehan): 62
 Deseyn (Guido): 139
 Desy (Philippe): 61
 De Vos (Alex): 20
 De Vuyst (A.): 182
 Dewachter (Wilfried): 194
 Di Carpegna (N.): 129
 Dickstein-Bernard (Claire): 39, 148, 154
 Dommanget (Jean): 163
 Donnay (Guy): 14
 Dons (René): 53
 Dubrunfaut (Paul): 161
 Dupriez (Daniel): 96
 Duvigneaud (Jacques): 176
 Elkhadem (Hossam): 18, 19, 104, 105, 107
 Evrard (Edgard): 35
 Fierens (Eric): 29, 114
 Flament-Durand (Jacqueline): 186
 Galloy (Y.): 183
 Geheniauw (Jules): 169
 Gils (Robert): 160
 Gozalbes (Enrique): 63
 Halleux (Robert): 8, 79
 Hasenohr (Geneviève): 124
 Havelange (Carl): 34, 149
 Havrenne (A.): 176
 Heerbrant (Jean-Paul): 18, 19
 Hoeyrup (Jens): 103
 Houziaux (L.): 162
 Huizenga (Erwin): 77
 Huschenbett (D.): 85
 Imberechts (Jacques): 190
 Imhof (Dirk): 121
 Isaac (Marie-Thérèse): 140
 Jadin (J.B.): 187
 Jansen-Sieben (Ria): 68, 69, 70, 71, 78, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 100, 116
 Janssens (Pieter Gustaaf): 41
 Joachim (Maurice): 146
 Jongmans (François): 141
 Jouanna (Jacques): 64
 Kayser (Edouard M.): 137
 Keil (Gundolf): 87, 101
 King (David A.): 106
 Kint (Jos): 142
 Koeckelenbergh (André): 15, 143
 Lapière (C.L.): 192
 Lequime (Jean): 185, 189
 Libois (Roland): 21, 22
 Liénard (Jacques): 128
 Lorette (Jean): 200
 Marneffe (R. de): 193
 Martin (J.): 158
 Maton (Jacques): 6
 Mawet (Francine): 13
 Mayer (Raymond): 9
 Mazars (Guy): 110
 Mertens (Jacques): 117, 130
 Meunier (H.): 188
 Moesgaard (Kristian Peder): 58
 Mulnard (Jacques): 179, 180
 Neukermans (Gaston): 159

- Noirfalise (A.): 195
 Nyns (Ch. H.): 60
 Nys (Ludovic): 80
 Opsomer (Carmélia): 97
 Oriol (Jacques): 164
 Ossieur (Eddy): 153
 Pinon (Roger): 25
 Radelet-De Grave (Patricia): 170
 Richardson (Robert G.): 26, 27
 Ryckmans (J.): 109
 Schamp (J.): 67
 Scholliers (Peter): 4, 5
 Schouteet (Albert): 118
 Semal (J.): 175
 Servais (P.): 30, 151
 Smets (Georges-Joseph): 171
 Smeyers (P.): 165
 Sorgeloos (Claude): 140
 Sorokina (Tatiana S.): 16
 Staden (H. von): 65
 Stoffel (Jean-François): 3
 Talon (Philippe): 13, 55
 Thier (Hubert de): 164
 Thiery (Michel): 36, 37, 38, 50, 136, 155
 Tihon (Anne): 102
 Tricot (Jean-Pierre): 29, 49, 201
 Uytterhoeven (J.B.): 181
 Vanacker (Daniel): 157
 Van Belle (Jean-Louis): 17
 Van Buyten (Leo): 51
 Van Campenhout (Frans): 184
 Van den Abeele (Baudouin): 75
 Vandewiele (Leo J.): 48, 125, 127, 196, 197
 Van Gijzen (A.): 78
 Van Hee (R.): 122
 Van Heesvelde (Paul): 138, 156
 Van Hoof (Armand): 167
 Vanpaemel (Geert): 126, 131
 Van Tyghem (Frieda): 81
 Velle (Karel): 32, 150
 Viaene (Patrick): 4, 5
 Wellens-De Donder (Liliane): 18, 19

PERSONENREGISTER — INDEX DES NOMS DE PERSONNES

- Anthimus: 90
 Basa (ibn): 108
 Blondeau (Roger A.): 199
 Brachet (Jean): 173
 Braun (Emile): 157
 Broglie (Louis de): 169
 Burggraefe (Adolf): 152
 Carlier (Albert): 181
 Catalan (Eugène): 141
 Colombo (Cristoforo): 119, 120
 Conil (Raphaël): 172
 Coudenberg (Pieter): 125
 Cuenca (Carlos Luis de): 182
 De Drivere (Jeremias): 122
 Delrée (Gabriel): 183
 Donis (Camille): 175
 Doussy (Gustaaf): 184
 Dubost (Charles): 185
 Duchesne (Albert): 200
 Gepts (Willy): 186
 Gesner (Conrad): 125
 Gheeraerts (Marcus): 118
 Ghyssaert (Joris): 196
 Giroud (Paul): 187
 Haschaert (Pieter): 123
 Havinga (Egbertus): 171
 Herdewijn (Maurits): 197
 Hippocrates: 64, 65
 Jacobs (Jan Bernard): 136
 Jaumin (Pierre): 188
 Lair (Pierre-Jacques): 145
 Lannoy (Guillebert de): 84
 Lebeau (Jean): 176
 Ledoux (Paul): 162
 Limbourg (Jean-Philippe de): 134
 Mann (Théodore-Augustin): 130
 Manneback (Charles): 170
 Michel (Henri): 10
 Nuttin (Joseph): 194
 Ossieur (Joseph Louis): 153
 Pasteels (Jean): 179, 180
 Plantin (Christophe): 115, 116
 Ploss (Annerl): 101
 Popp (Philippe-Christian): 146
 Puddu (Vittorio): 189
 Raulin (Joseph): 136
 Robertson (Etienne-Gaspard): 144
 Robyns (Walter): 177
 Roland (Georges): 163
 Schepens (Edouard): 190
 Schultze (Edgar): 198
 Seumoy (Henri-Joseph de): 131
 Simms (William): 143
 Sondervorst (Franz-André): 201
 Sonnet (J.): 191
 Stainier (Carl): 192
 Stanley (Henry Morton): 147
 Stevin (Simon): 117
 Strabon: 61
 Sulla (Lucius Cornelius): 67
 Szent-Györgyi (Albert): 174
 Taton (Auguste): 178

Thier (Hubert-Marie de): 164
Troughton (Edward): 143
Urđi (al-): 107
Uytterhoeven (André): 154
Uytterhoeven (Jean-Baptiste): 154
Van Gutschoven (Gerard): 126
Van Haesendonck (Jan): 135
Van Hoof (Armand): 165, 166

Velghe (Albert): 167
Verhulst (Pierre-François): 142
Wagner (Jacques): 193
White (James Platt): 155
Wijnhouts (Bernard): 127
Willem van Moerbeke: 73
Witelo: 73

BOEKBESPREKINGEN

M.J. VAN LIEBURG, **Vrouw en depressie. Impressies uit de geschiedenis van een connectie.** Erasmus Publishing, Rotterdam, 1992. Gebonden, 93 blz., ill., prijs fl. 27,50. ISBN 90-5235-026-4.

Dit werkje is het vijfde van een reeks studies omtrent het depressie-vraagstuk in de loop der tijden, op initiatief van de Nederlandse firma Organon te Oss. De vorige delen handelden over: Beoemde depressieven — Een onbekende monografie over depressies — Depressie en muziek — De ziekte der geleerden (melancholie en hypochondrie).

In een zoektocht naar de relatie tussen vrouw en depressie wordt hier een waaier beschouwingen en voorbeelden omtrent geestesinzinking aangehaald uit de literatuur, van de Duitse mystieke schrijfster Hildegard von Bingen (twaalfde eeuw) tot de Amerikaanse neurasthenie van Beard (eind negentiende eeuw). Het was een lange en moeizame weg, zegt de auteur, waarin de depressieve vrouw zich tenslotte wist te bevrijden van al de eeuwenoude medische en sociale stigmata waarvan hier een bloemlezing is geboden.

Dat nu deze bloemlezing hoofdzakelijk engeltalig is, kan zijn redenen hebben; doch dat bijvoorbeeld een aanhaling uit Esquirols *Maladies mentales* ook in het engels is, komt ons minder begrijpelijk voor.

Als cultuur-historische wandeling en verpozing zal deze fraai gepresenteerde en geïllustreerde bundel ongetwijfeld heel wat psychiaters en klinische psychologen kunnen interesseren.

A.K. Evrard

K. VAN BERKEL, M. VAN LIEBURG, H.A.M. SNELDERS, **Spiegelbeeld der Wetenschap. Het genootschap ter bevordering van natuur-, genees- en heelkunde 1790-1990.** (Nieuwe Nederlandse Bijdragen tot de Geschiedenis der Geneeskunde en der Natuurwetenschappen, nr. 40). Erasmus Publishing, Rotterdam, 1991. 184 blz., index van personen, ill., fl. 79,50 (gebonden), fl. 59,50 (paperback). ISBN 90 5235 023-x geb. ISBN 90 5235 022 1 pbk.

Het 'Genootschap ter bevordering der Heelkunde' werd opgericht te Amsterdam in 1790 door enkele vooraanstaande heelmeesters onder impuls van Andreas Bonn (1738-1818), hoogleraar in de anatomie en de heelkunde aan het Amsterdams Athenaeum en eerste voorzitter van het Genootschap. Van meet af aan streefde het Genootschap een verheven doel na dan de status

van lokaal gezelligheidsclubje. Aan de leden werden hoge eisen gesteld. Slechts vijf van de 150 Amsterdamse heelmeesters werden bij de oprichting als lid aanvaard. Na 1801 dienden kandidaat-leden zelfs tenminste één wetenschappelijke publikatie te kunnen voorleggen. Deze gerichtheid op de wetenschappelijke basis van de heelkunde leidde er toe dat ook de geneeskunde voorwerp werd van de activiteiten van het genootschap. Vanaf 1840 werd de naam gewijzigd tot 'Genootschap ter bevordering der Genees- en Heelkunde', in die volgorde. Maar ook deze omschrijving werd door de opmars der natuurwetenschappen achterhaald. In 1870 werd nogmaals besloten de naam van het Genootschap te veranderen in 'Genootschap ter bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde', nog steeds de geldende benaming.

De voorliggende publikatie biedt een zeer zorgvuldige analyse van de boeiende geschiedenis van het Genootschap. De bijdrage van de drie auteurs vullen elkaar zeer goed aan. K. Van Berkel presenteert een heldere situering van de verschillende ontwikkelingsfasen van het Genootschap in het kader van de Nederlandse wetenschaps geschiedenis. M.J. Van Lieburg behandelt dan in het bijzonder de eerste eeuw van haar bestaan, waarin nog de heel- en geneeskunde centraal stonden. H.A.M. Snelders beschrijft tenslotte de invloed van de snelle ontwikkeling van de natuurwetenschappen na 1870, en van de stichting van de Amsterdamse universiteit op de taakomschrijving en activiteiten van het Genootschap in de twintigste eeuw. Een zeer geslaagd boek.

G. Vanpaemel

KORTE AANKONDIGING

Tien jaar Farmaceutisch Historische Dagen 1982-1991. Onder redactie van H.A. Bosman-Jelgersma. Erasmus Publishing, Rotterdam, 1992. 72 p. Prijs fl. 25,00. ISBN 90-5235-029-9.

In 1982 als experiment begonnen, zijn de Farmaceutisch Historische Dagen inmiddels uitgegroeid tot een jaarlijks terugkerende traditie. In dit boekje vindt men korte samenvattingen van de ruim zestig lezingen die in de afgelopen tien jaar tijdens deze dagen zijn gegeven. Van de voordrachten die achteraf werden gepubliceerd, werden de referenties zorgvuldig bijgevoegd. Het boekje is verder aangevuld met korte verslagen van de bijeenkomsten en passend verfraaid met foto's. Ook een sprekersregister ontbreekt niet.

BERICHTEN

• Bestuur

Op de algemene vergadering van Zuid-GeWiNa, gehouden te Dordrecht op 9 november 1992, werden verkozen als nieuwe leden van het bestuur Prof. dr. E. Van Schoonenberghe en Prof. dr. D. Callebaut ter vervanging van de aftredende bestuursleden Prof. dr. H.A. Deelstra en Dr. apr. L.J. Vandewiele. Bij dezelfde gelegenheid werd besloten aan Dr. apr. L.J. Vandewiele, stichtend lid en jarenlang secretaris en bestuurslid, het erelidmaatschap van ons genootschap toe te kennen.

• Botanica in de Zuidelijke Nederlanden

Van 13 maart tot 13 juni 1992 loopt in het Museum Plantin-Moretus te Antwerpen een tentoonstelling over "De Botanica in de Zuidelijke Nederlanden (einde 15e eeuw-ca. 1650)". Deze tentoonstelling belicht de ontwikkeling van de plantkunde in de Zuidelijke Nederlanden vanaf de introductie van de boekdrukkunst in onze gewesten tot het midden van de zeventiende eeuw. Ze is voornamelijk opgebouwd rond de werken van Rembert Dodoens, Carolus Clusius en Mathias Lobelius. Van de enkele duizenden houtblokken die in opdracht van de Antwerpse aartsdrukker Christoffel Plantijn werden vervaardigd voor de plantenafbeeldingen en die nu nog in het Museum Plantin-Moretus worden bewaard, wordt een aantal getoond met de originele ontwerptekeningen bij de overeenstemmende afdruk in de gedrukte werken.

In de tentoonstelling wordt ook aandacht besteed aan de plantkunde in onze streken vóór de drie grote botanici, vanaf het eerste kruidenboek dat in de Nederlanden werd uitgegeven (1484). Eveneens wordt de nawerking die hier van hen is uitgegaan, belicht. Bijzondere aandacht is er voor de Antwerpse apotheker Pieter van Coudenbergh. Bij de tentoonstelling wordt een wetenschappelijke catalogus uitgegeven.

• ALTAIR

De werkgroep ALTAIR organiseert tijdens het academiejaar 1992-1993 een aantal lezingen aan de Université Libre de Bruxelles, telkens op zaterdag voormiddag van 10 tot 12 uur.

Cyclus *Mathématiques* :

31 oktober : Chr. Radoux, "Femmes mathématiciennes"

12 december : J.-P. Tignol, "La théorie des équations algébriques de Cardan à Galois"

6 maart : J. Doyen, "Les aires et volumes chez Archimède"

24 april : A. Allard, "Diophante"

Cyclus *Sciences de la Matière* :

14 november : J. Michel, "La place de Rome dans l'histoire des sciences, quelques réflexions générales en guise d'introduction."

30 januari : G. Vire, "Le rôle de Rome dans la transmission de l'astronomie antique : le *de Astronomia* d'Hygin"

20 maart : A. Deman, "L'apport romain à la connaissance géographique de la terre"

8 mei : Chr. Leitz, "Textes astronomiques égyptiens"

Inlichtingen (02)519.57.40, (02)519.57.42 en (02)650.38.57.

• Derde Cyclus Onderwijs N.F.W.O.

GESCHIEDENIS VAN WETENSCHAPPEN EN TECHNIEK

academiejaar 1992-1993

Sedert 1985 wordt, met ondersteuning van het Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek, een programma ingericht voor Derde Cyclus onderwijs in de geschiedenis van wetenschappen en techniek. Het programma wordt gepatroneerd door het Nationaal Comité voor Logica, Geschiedenis en Filosofie van de Wetenschappen (Koninklijke Academie en Académie royale).

Het doel van het Derde Cyclus onderwijs is het verstrekken van een onderzoeksopleiding aan studenten die reeds houder zijn van een diploma op het niveau van de tweede cyclus universitaire onderwijs. De cursussen zijn echter ook toegankelijk voor vrije studenten, mits toestemming van de betrokken docent.

De Derde Cyclus heeft een minimum duur van twee jaar. Tijdens het eerste jaar stelt de student een programma samen, te kiezen uit een beperkt aantal oriëntatie-cursussen. Het tweede jaar voorziet in een grote waaier van specialisatie-cursussen. De student dient in totaal ten minste vier cursussen te volgen. Op het einde van de cyclus legt de student een eindverhandeling voor onder leiding van een promotor.

Inschrijving is gratis. De cursussen worden gedoceerd door professionele historici van wetenschappen en techniek, verbonden aan universiteiten, hogescholen, N.F.W.O., bibliotheken, archieven en musea. De cursussen worden gedoceerd in het Nederlands en/of het Frans, in de instelling waaraan de docent verbonden is. Het N.F.W.O. vergoedt aan de studenten, die formeel aan een universiteit zijn ingeschreven, de verplaatsingskosten. Mits toelating van de docentenraad is het ook mogelijk cursussen te volgen te Parijs, Lille, Straatsburg of Maastricht. Vanaf het academiejaar 1992-1993 werd het programma verruimd met cursussen over de filosofie en de sociologie van de wetenschappen, alsook over de industriële archeologie.

Wie het volledige programma met succes voltooit, ontvangt een wetenschappelijk certificaat.

Meer inlichtingen en het volledige programma van het Derde Cyclus onderwijs kan men vrijblijvend aanvragen op het onderstaande adres.

Prof. R. HALLEUX
coördinator
Institut de mathématiques
15, av. de Tilleuls
4000 LIEGE
Tel. : 041/66.94.79
Fax : 041/66.95.47