

Objekttyp: **Issue**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **63 (2005)**

Heft 327

PDF erstellt am: **21.09.2024**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

**327**

**2** 2005

Zeitschrift für  
Amateur-Astronomie  
Revue des  
astronomes amateurs  
Rivista degli  
astronomi amatori  
ISSN 0030-557 X

**ORION**



# DIE NEUEN QX

# Okulare

## HIGH-END FÜR DEN EINSTIEG



### QX-Okulare Serie 4000

Die neuen Meade QX-Weitwinkelokulare der Serie 4000 bieten eine in dieser Preisklasse bisher unerreichte Leistung. Die fünfлинсige Konstruktion ermöglicht die Kombination von 70° Eigengesichtsfeld, sehr guter Detailauflösung und großem Augenabstand. Alle QX-Okulare sind multivergütet, um die Lichttransmission zu optimieren und erreichen dank der geschwärzten Linsenkanten sehr gute Kontrastwerte. Die neuen QX-Okulare der Serie 4000 bieten mit ihrer hohen Bildschärfe, dem bequemen Einblickverhalten und der guten Korrektur erstmals auch dem preisbewussten Beobachter ein uneingeschränktes Beobachtungsvergnügen.

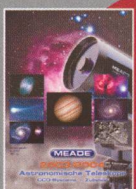
### Technische Daten:

- Extra großes Eigengesichtsfeld von 70°
- fünfлинсige Konstruktion für klare, scharfe und kontrastreiche Bilder
- voll multivergütete Optik für ausgezeichnete Transmission
- geschwärzte Linsenkanten für optimalen Kontrast und Reflexfreiheit
- Überlegener Kontrast und nadelscharfe Abbildung



### QX-Okulare

Artikelnummer	Bezeichnung	Brennweite	Steckdurchm.	UVP SFr.
0218015	15 mm QX Weitwinkel-Okular 70°	15 mm	ø 1.25"	144,00
0218020	20 mm QX Weitwinkel-Okular 70°	20 mm	ø 1.25"	144,00
0218026	26 mm QX Weitwinkel-Okular 70°	26 mm	ø 2.0"	160,00
0218036	36 mm QX Weitwinkel-Okular 70°	36 mm	ø 2.0"	175,00



Aktueller MEADE Hauptkatalog.

Fordern Sie noch heute per E-Mail, Fax, Brief oder telefonisch Ihr kostenloses Exemplar an.



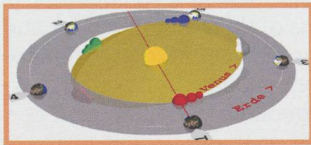
## MEADE®

ADVANCED PRODUCTS DIVISION

DE-46325 Borken/Westf. • Siemensstraße 6  
Tel. 0049 28 61 93 1750 • Fax 0049 28 61 22 94  
Internet: www.meade.de • E-mail: info.apd@meade.de



Aspects of Geneva Photometry - 4



Ergänzende Bemerkungen zum Artikel  
 «9000 Jahre Venustransits» - 21



Comète Machholz - 30



Marokkanische Sternennächte - 32

## Grundlagen - Notions fondamentales

<b>Aspects of Geneva Photometry - Part 4</b> <i>Working with dusty data</i> - NOËL CRAMER	4
<b>L'Univers, dis-moi ce que c'est?</b> <i>Episode 23: Les poussières interstellaires, 1<sup>re</sup> partie</i> - FABIO BARBLAN	12
<b>Mesures photométriques d'étoiles variables diverses</b> <i>6<sup>e</sup> partie et fin - Travail de maturité</i> - LOREN COQUILLE	17
<b>Ergänzende Bemerkungen zum Artikel «9000 Jahre Venustransits»</b> ROBERT NUFER	21
<b>Die «Konjunktions-Schleife» der Venus, oder deren Flausen am Transit vom 8. Juni 2004</b> - ANDREAS TARNUTZER	24

## Geschichte der Astronomie - Histoire de l'astronomie

<b>Le transit de Vénus et la quête de la parallaxe solaire</b> <i>3<sup>e</sup> partie - Travail de maturité</i> - DORAN DELUZ	25
---	----

## Beobachtungen - Observations

<b>Comète Machholz</b> - PATRICK MARTINEZ - PATRICIO CALDERARI	30
<b>Komet Macholz</b> - STEFAN SPAHR	31
<b>Marokkanische Sternennächte</b> - HEINZ SCHNEIDER	32
<b>Fotografia di Saturno realizzata il 7.1.2005</b> - MAURO LURASCHI - ALBERTO OSSOLA	33

## Sektionsberichte - Communications des sections

<b>Venustransit vom 8. Juni 2004 - Kolloquium vom 13. November 2004 im Parktheater Grenchen</b> - ARNOLD VON ROTZ	34
---	----

## Diversa - Divers

<b>Einstein-Jahr 2005</b> - MAX HUBMANN	37
<b>Les Potins d'Uranie - L'Einstein du Merlion</b> - AL NATH	38
<b>DANIÈLE HOLDER-BIANCHETTI</b>	40

## Weitere Rubriken - Autres rubriques

<b>Swiss Wolf Numbers 2004</b> - Marcel Bissegger	33
<b>Buchbesprechungen / Bibliographies</b>	41
<b>Impressum Orion</b>	42
<b>Inserenten / Annonceurs</b>	42

## Mitteilungen • Bulletin • Comunicato

<b>61. GV der SAG vom 21. Mai 2005 in Rümlang</b>	2,1
<b>61<sup>e</sup> AG de la SAS du 21 mai 2005 à Rümlang</b>	2,1
<b>Konsolidierte SAG Rechnung 2004</b>	2,3
<b>SAG-Budget 2005 - Entwurf Budget 2006 - Erfolgsrechnung</b>	2,3
<b>Les Potins d'Uranie - La Lune Rousse</b> - AL NATH	2,3

### Abonnemente / Abonnements

Zentralsekretariat SAG  
 Secrétariat central SAS  
**SUE KERNEN**, Gristenbühl 13,  
 CH-9315 Neukirch (Egnach)  
 Tel. 071/477 17 43  
 E-mail: sag.orion@bluewin.ch

### Titelbild / Photo couverture

#### Region Sternbild Skorpion

Aufgenommen am 08. Juli 2004 in Namibia mit einer Canon 10 D Kamera Piggybacked auf das Teleskop Set-up auf einer DX Montierung.

Foto: STEPHAN GLUTZ, Ziegelhüttenweg, CH-4469 Anwil

**Redaktionsschluss / Délai rédactionnel** N° 328 - 8.4.2005 • N° 329 - 13.6.2005

# Aspects of Geneva Photometry<sup>1</sup>

## Part 4 – Working with dusty data

NOËL CRAMER

In this fourth part of the article, we look at the manner in which interstellar extinction complicates the photometric calibration process even though the parameters used here are essentially reddening-free. This is particularly true for the fundamental observational estimate of stellar intrinsic luminosity habitually expressed as the absolute magnitude  $M_v$ . The primary stellar distance scale is based on trigonometrically derived distances (parallaxes) which are not affected by extinction. But, in the presence of interstellar reddening, one must be able to accurately compensate for that effect to fully exploit the distance data.

### 5.2.2. Using reddened primary data

The immediate solar neighbourhood is remarkably free of interstellar gas and dust. This is due to the fact that our sun is presently crossing a depleted region between interstellar clouds. If the local interstellar gas were to be compressed to the standard atmospheric pressure at sea level, the necessary «piston» would have to travel some 50 parsecs before that pressure is attained! This situation is expected to prevail for another hundred thousand years, more or less, when the solar system will finally catch up with the edge of the «local bubble» and again penetrate into denser media. However, as soon as observations are

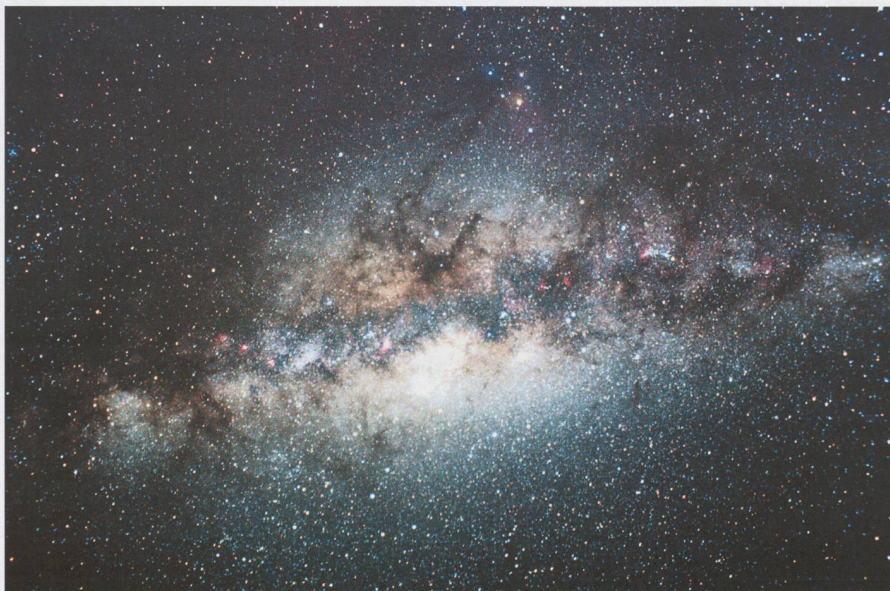
extended to objects significantly further than some 100 parsecs, interstellar extinction by dust becomes ever more present and has to be systematically taken into account in the interpretation of photometric measurements. The large scale distribution of interstellar matter is far from homogeneous (see Figs 46 and 47). The blasts of supernova explosions and the strong stellar winds of the most massive stars in young stellar associations play an important role in the structuring and dissemination of interstellar clouds.

Our whole perception of the cosmic distance scale relies critically on the knowledge of the trigonometrically determined distances of the stars in our

closest neighbourhood. The first to successfully apply that method was KARL FRIEDRICH BESSEL in 1838 who estimated the distance of 61 Cyg with an error of only 27% relatively to the modern value. But, until the results of the HIPPARCOS Astrometric Satellite became publicly available in 1997, the number of distances thus measured was limited to less than 900 stars within 25 pc of the Sun. These stars are all of approximately solar mass, or less, except for a few cases such as Vega (A0 V) or Sirius (A1 V). Two notable exceptions to distances estimated by the direct parallax measurement were, in those days, the Hyades cluster in Taurus and the Scorpio-Centaurus association in the southern hemisphere, for which the «moving cluster» method could be applied. The rapid and well measurable apparent proper motions of their member stars and their obvious movement toward their respective convergence points in the sky provided geometric circumstances which allowed an independent evaluation of their distances to be made. The latter association, in particular, was the only group for which distances of the more massive «upper main sequence» B-type stars could be determined geometrically with satisfactory accuracy.

Now, the treatment of such fundamental and indisputable data as are the geometric distances – or parallaxes – of stars situated *beyond* 100 pc where interstellar extinction by dust is increasingly present is not at all straightforward. To be able to accede to the physical properties related with absolute luminosity via the absolute magnitude  $M_v$ , for example, one must be able to accurately de-redden the photometric measurements. Spectral classification is not influenced by relatively heavy extinction, and can provide such information in spite of it, but not with the same potential accuracy as photometry because of its discrete nature and lack of homogeneity (see Part 3 of this article). The nearby stars in the solar vicinity, however, are not significantly affected by extinction and the absolute magnitudes derived from their trigonometric parallaxes can be taken at face value. These  $M_v$  then serve to establish correlations such as spectral type versus absolute magnitude, or colour index versus absolute magnitude relations – i.e. the initial step in

Fig. 46. Looking toward the centre of our Galaxy, the irregularly shaped interstellar dust clouds clearly stand out – even to the naked eye – when viewed from the southern hemisphere as in this photograph taken from the ESO La Silla site in Chile (15 min. exposure with a 28 mm f:3.5 lens and 500 ASA emulsion). The more distant clouds form a narrow band that masks the central part of the galactic bulge in the background. The finely structured clouds that seem to depart from the galactic plane are in fact nearby features. The Upper Scorpius – Ophiuchus star forming region close to Antares (upper centre) is the younger part of the Scorpio-Centaurus stellar association and «only» at a distance of some 500 light years.



<sup>1</sup> Adapted from Archs Sci. Genève, Vol. 56, Fasc. 1, pp. 11-38, Juillet 2003. Based on data acquired at the La Silla (ESO, Chile), Jungfrau-Joch and Gornergrat (HFSJG International Foundation, Switzerland), and Haute-Provence (OHP, France) observatories.

the establishment of the HERTZSPRUNG – RUSSELL diagram (commonly referred to as the «H-R diagram»).

The pre-HIPPARCOS trigonometric parallaxes were comprehensively catalogued by WILHELM GLIESE and HARTMUT JAHREISS between 1969 and 1979. We show here the basic H-R diagram taken from GLIESE and JAHREISS (1979) in Fig. 48 for the stars within 25 pc having a standard error for  $M_V < 0.3$  mag at the time of compilation of that list.

The magnitudes and distances of a star are linked by the following relation defining the «*apparent distance modulus*» ( $m_v - M_v$ ):

$$m_v - M_v = 5 \log_{10} r - 5 + A_v$$

Where  $m_v$  is the apparent visual magnitude,  $M_v$  the absolute magnitude,  $r$  the distance in parsecs and  $A_v$  the visual extinction (in the V band) in magnitudes. The latter is simply related to the colour excess:

$$A_v = R E_{[B-V]}$$

Where  $R$  is the «*ratio of total to selective visual absorption*».  $R$  depends on the locations of the bands used to derive the colour excess (B and V here) and, globally, to a lesser extent on the star's spectral energy distribution and the prevalent extinction law (see Fig 28, Part 2). In the Johnson U, B, V system its mean value lies between 3.0 and 3.2; and in the Geneva system its value for B-type stars is 2.75. The «*true apparent magnitude*» is:

$$m_{v0} = m_v - A_v$$

And ( $m_{v0} - M_v$ ) is then the «*true distance modulus*»

The consistent colour versus absolute magnitude diagram of Fig 48 can be constructed from *individual* stars because each of their distances is known and the interstellar reddening  $A_v$  may be neglected in the immediate solar vicinity. Even though the determination of trigonometric parallaxes can be extended much further – as the HIPPARCOS satellite has presently achieved – interstellar extinction would then have to be determined precisely in each case to be able to extend the fundamental H-R diagram to higher luminosities. This can be done, but with low accuracy and confidence by using simple colour-colour diagrams, as shown in Part 2. However, the situation gets much better if one does the adjustments *collectively*, by using colour



Fig. 47. The galactic centre is more difficult to observe from northern latitudes and the Milky Way less spectacular than in the South. Nevertheless, the equatorially situated Orion complex, one of the finest star forming regions in the sky, is prominent in winter as seen in this image taken from the Jungfrau Sphinx Observatory with the Jungfrau in the foreground. It is situated at roughly 1500 light years (three times the distance of the Upper Scorpius association) and one notes the apparently greater transparency of the interstellar medium in that direction (10 min. exposure with a 28 mm f:2.0 lens and 400 ASA emulsion).

versus apparent magnitude sequences of star clusters, where all stars may be considered to be practically at the same distance and reddened by the same amount.

That is essentially how the full stellar absolute magnitude scale was initially constructed on the basis of the locally prevalent trigonometric distance scale extended to higher luminosities via multi-colour photometry of open clusters.

We shall not yet discuss the difficulties of the method here; they involve considerations of age, chemical abundance, cluster membership, incidence of binary stars, radial extension of the cluster, variable extinction in the foreground, different values of the  $R$  ratio, etc. We shall simply give an illustration of the manner in which the photometric sequences of a number of open clusters can be adjusted to form the basic H-R diagram.

Fig. 48. H-R diagram of the stars within 25 pc (adapted from GLIESE and JAHREISS, 1979) having a standard error for  $M_V < 0.3$  mag.. The yellow circle indicates the position the Sun would occupy in the «main sequence» of this diagram. The HIPPARCOS satellite has since considerably extended this sample. Note the «white dwarfs» at the lower left. These are older stars of initial mass smaller than  $9M_{\odot}$  and that, after having lost much of their mass during their «red giant» phase, are in their final «degenerate» evolutionary stage following the termination of thermonuclear processes in their core. They are slowly drifting toward the right along their sequence as they cool down. A few stars can be seen just below the main sequence and running parallel to it. They belong to the «sub-dwarf» population of very old stars that appear bluer due to the lack of the «greenhouse effect» that the greater abundance of heavy elements causes in the atmospheres of our more contemporary neighbours.

In Fig. 49, we have considered 16 open clusters studied by W. BECKER (1963) which have also been measured in the Geneva system.

- In part 49a, we have plotted the «raw» measurements; i.e. the Geneva  $[V-B]$  index vs. the apparent magnitude  $m_v$ . Note that we have used  $[V-B]$  as it appears conventionally in the Geneva catalogue instead of  $[B-V]$ . Note also that the scales between the Johnson index (Fig. 48) and the Geneva one (Fig. 49) are different.

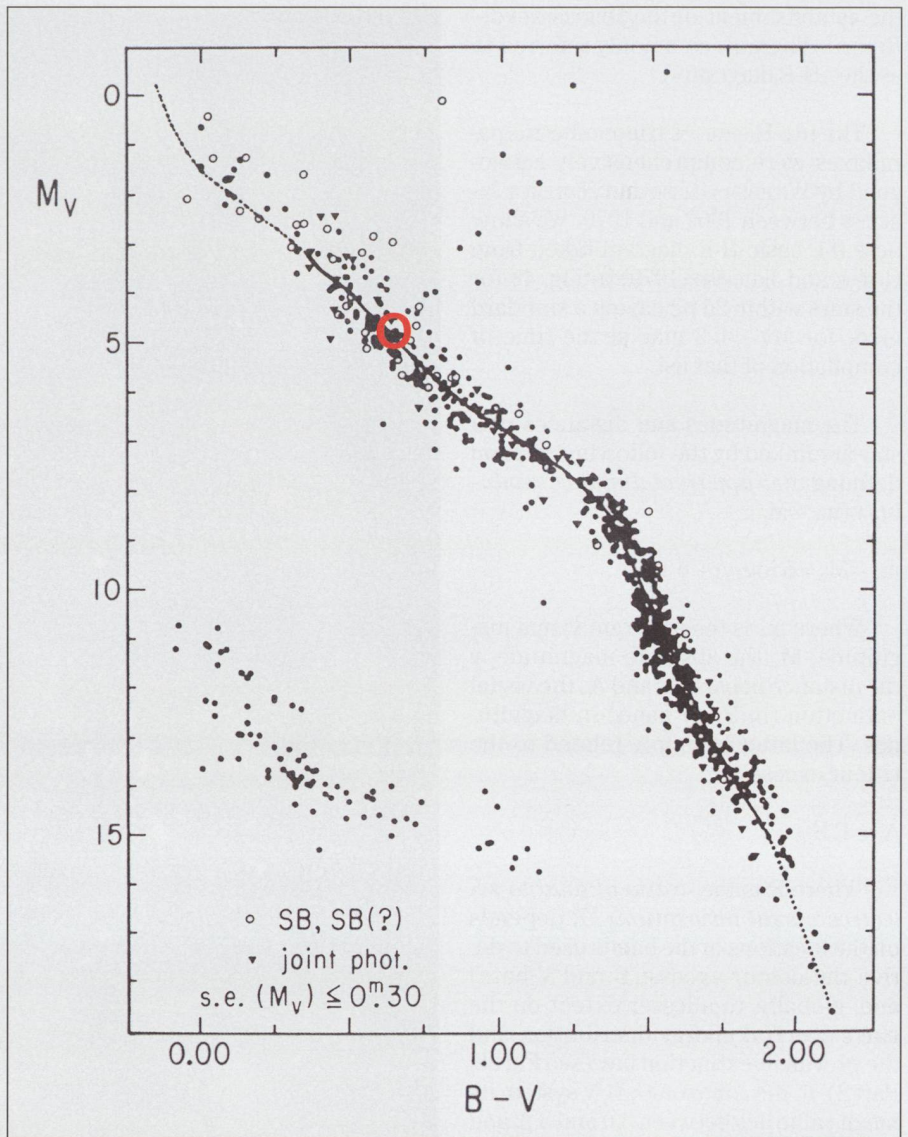
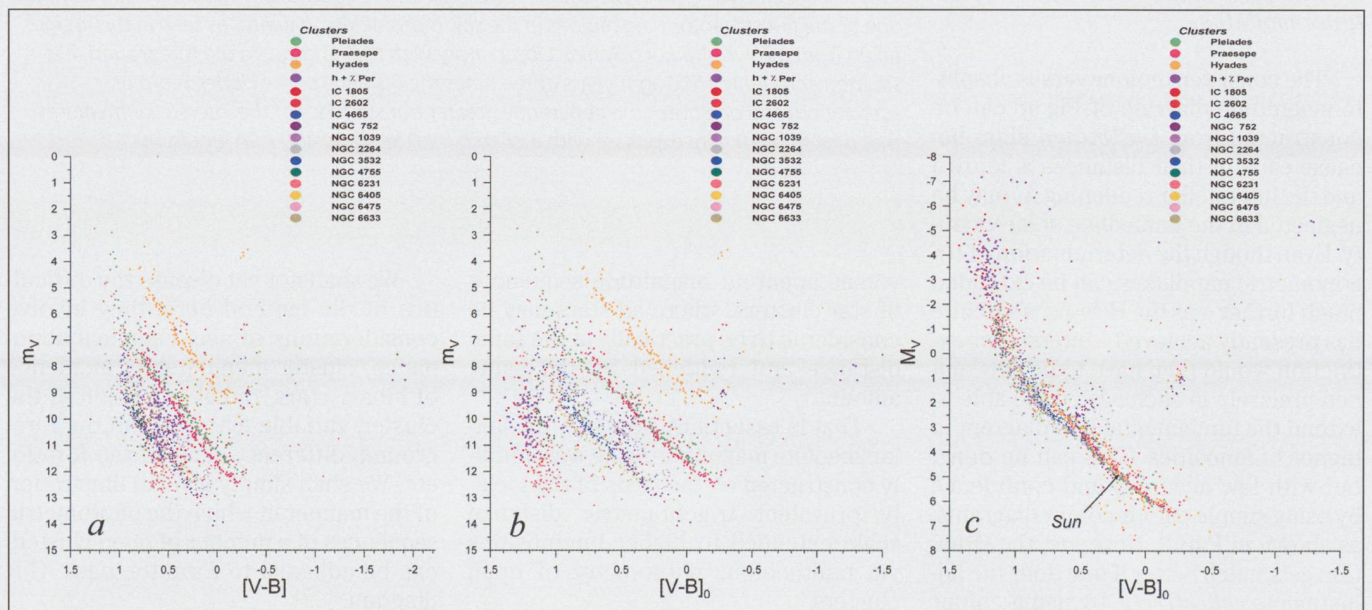


Fig. 49. Construction of the absolute H-R diagram based on the best measured trigonometric parallaxes of nearby stars (Fig. 48) serving to adjust a set of cluster sequences (before the HIPPARCOS satellite).



- In part 49b, these sequences are de-reddened. As mentioned above, this is easier achieved when done *collectively* with a cluster sequence than for single stars. We have used the colour excess estimated by BECKER converted to the Geneva system to derive  $[V-B]_0$ .
- In part 49c, the sequence of Fig. 48 serves to merge the sequences of the nearest clusters in part 49b that overlap by vertical translation to its fundamental distance (absolute magnitude) scale. These, in their turn, extend the scale to more distant clusters having overlapping sequences - and so on.

The composite sequence in part 49c uses the distance moduli ( $m_v - M_v$ ) and the extinctions  $A_v$  estimated by BECKER. Most of these nearby clusters already show the effects of stellar evolution with the presence of «red giants» to the right of the main sequence. One also notices the effect of cluster age. Evolution is much more rapid for massive stars. A photometric cluster H-R diagram starting out as the composite sequence in Fig 49c would progressively be depleted from the top downwards as its members evolve to red giants. The point where this departure from the main sequence occurs is the «turnoff point» which is narrowly related to the cluster's age. In

the latter figure the oldest cluster is NGC 752 with an age of about  $1.1 \cdot 10^9$  years. The interpretation of cluster H-R diagrams in terms of stellar evolution is a whole subject by itself and will not yet be discussed here, since our current object is the empirical calibration of the (X, Y) parameters in terms of absolute magnitude.

### 5.2.2.1. The absolute magnitude problem. Second to that of intrinsic colours

As seen above, the procedure leading to Fig 49c can be extended to a large number of open clusters and produce an even larger number of values of  $M_v$  liable to calibrate in a straightforward manner - i.e. without having to correct further for extinction - a reddening-free parameter diagram such as (X, Y). The quality of the data, however, will depend merely on that of the extrapolation from the relatively limited sample of Fig 48 and on the accuracy of the correction for reddening of each cluster.

A first calibration of the (X, Y) diagram in terms of absolute magnitudes was made for B-stars (CRAMER and MAEDER, 1979) on the basis, essentially, of cluster moduli derived by W. BECKER and R. FENKART in 1971. The accuracy of the resulting two-dimensional  $M_v(X, Y)$  estimator was reasonably good with a standard deviation of 0.38 mag over some 200 calibration stars of luminosity classes V to III.

To progress further, however, and be able to use trigonometric parallax data for more distant single stars subject to interstellar extinction - such as those provided by the HIPPARCOS satellite - it is necessary to be able to compensate for reddening *individually* with a high degree of accuracy. That is particularly true for the B-stars, none of which is free of reddening. In other words, it is necessary to calibrate the reddening-free parameter space in terms of *intrinsic colours* so as to estimate precise colour excesses in each case by comparison with the observed colours.

So, the process of determining  $M_v$  by a photometric calibration, and the application of the latter to the determination of stellar distances, is linked to the accurate knowledge of the intrinsic colours. On the other hand, if accurate distances are known and are to serve in refining an  $M_v$  calibration, intrinsic colours must absolutely be well defined. But the establishment of an *unprejudiced* intrinsic colour calibration depends on the knowledge of  $M_v$  since an *extrapolation* is necessary in the case of this universally reddened population of stars, as will be shown below. The circumstances are somewhat circular but can be solved empirically by a succession of converging processes.

Fig. 50: Selection of a given group of «quasi identical» stars (red crosses in the yellow field) in the reddening-free (X, Y) diagram with their corresponding locations in the [U,B,V] diagram to the right. The blue line to the right is a first approximation of a limiting reference locus relatively to which the true zero point  $[U, B, V]_0$  of each group may be estimated (see Fig 51).

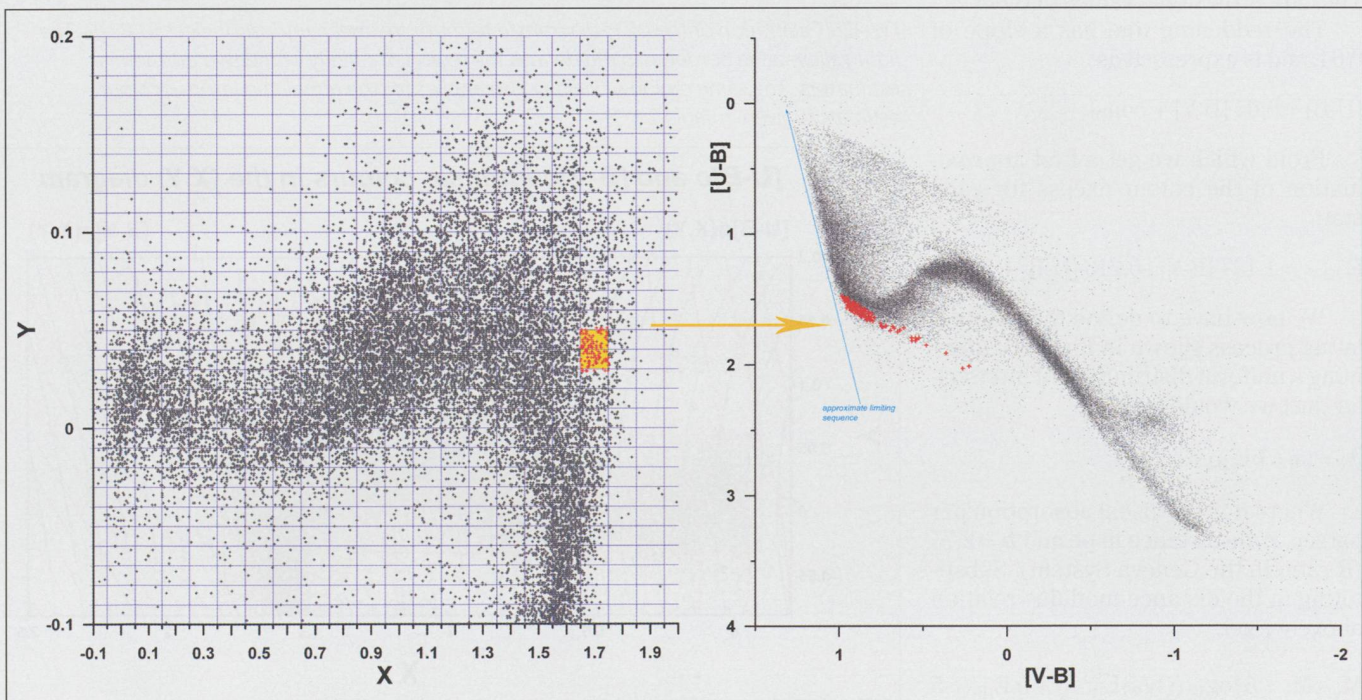
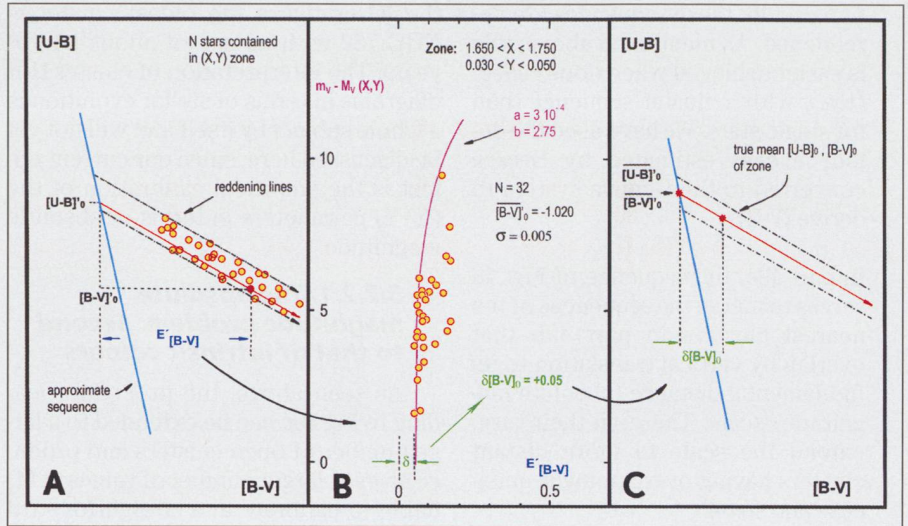




Fig. 51: Determination of the mean intrinsic  $[U,B,V]_0$  indices of the zone selected in fig 50. Part A reflects the situation shown in Fig 50, right. Part B makes use of the first  $M_v(X,Y)$  calibration to determine a satisfactory value of the apparent distance modulus of each star. This is plotted as a function of the approximate colour index  $E'[B-V]$  taken relatively to the arbitrary limiting line. The extrapolation to the point of zero extinction is done with the «blue envelope» reddening line assuming a minimum diffuse extinction of  $a = 3 \cdot 10^{-4}$  [mag pc<sup>-1</sup>]. The value  $b = 2.75$  is the R ratio in the Geneva system. Part C shows the true mean intrinsic colours of the selected zone in the (X,Y) diagram after correction of  $E'[B-V]$  by the difference  $\delta[B-V]_0$ .



### Doing the work «by hand»

The first step in that direction was done by establishing the  $M_v(X,Y)$  calibration mentioned above. The second is the calibration of the X, Y plane in terms of the intrinsic Geneva  $[U, B, V]$  indices.

Without going into details, the method is shown in Figures 50 and 51:

A group of stars in a small zone of the (X,Y) diagram is selected. These may be considered to be quasi identical (Fig. 50). Their positions in the reddening-prone  $[U,B,V]$  diagram are shown at the right of the figure.

The situation in Fig. 50, right, is shown in detail in Fig 51A. The approximate limiting sequence was taken as:

$$[U-B]_0 = 5.328 [B-V]_0 + 6.923$$

These are *not* the intrinsic indices. They are provisional values of them.

The reddening line has a slope of 0.64, and is expressed as:

$$[U-B] = 0.64 [B-V] + \text{const.}$$

From which we get a first approximation of the colour excess for each star:

$$E'_{[B-V]} = 1.137 [B-V] - 0.213 [U-B] + 1.477$$

We now have to define the extrapolating process shown in Fig. 51B. Assuming a uniform distribution of interstellar dust we would have:

$$A_v = ar = bE'_{[B-V]}$$

Where  $a$  is the visual absorption per parsec,  $r$  the distance in pc and  $b = 2.75$  (R ratio in the Geneva System). Substituting in the distance modulus relation above we get:

$$M_v - M_v = 5 \log_{10} ((b/a)E'_{[B-V]}) + b E'_{[B-V]} - 5$$

Which gives the *shape* of the corresponding reddening line in Fig. 51B. Its «shaping factor» is essentially determined here by the value of  $a$ . Now, the interstellar medium is far from being uniform. But, if we examine in detail all the relevant similar zones in the (X,Y) diagram, the blue envelopes of the corresponding  $(m_v - M_v(X,Y))$  versus  $E'_{[B-V]}$  figures are consistently represented by a minimum, diffuse interstellar extinction of  $a = 3 \cdot 10^{-4}$  mag pc<sup>-1</sup>.

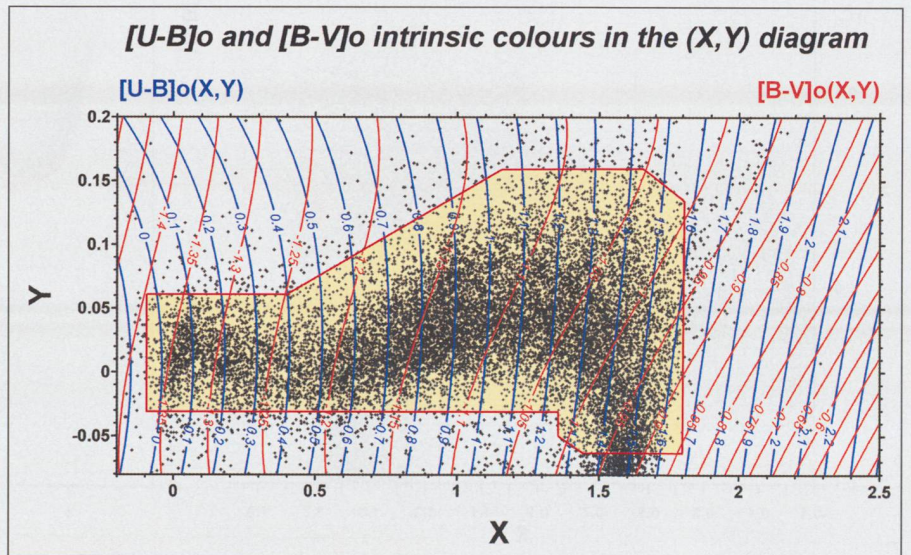
The difference between the approximate excess  $E'_{[B-V]}$  and the asymptotic value of the thus defined reddening line fitted by translation as a blue envelope gives the correction  $\delta[B-V]_0$ . The (X,Y) plane was calibrated in this manner point by point over the domain covered by the O, B and first A-type stars of clas-

ses V to III. Two third degree polynomials in X and Y were then fitted as global estimators of the intrinsic  $[U-B]_0$  and  $[B-V]_0$  indices (CRAMER, 1982). These two relations are shown in Fig. 52.

The importance, and *originality*, of these estimators is the fact that they are two-dimensional. They are physically related to the evolutionary stage of each star through their combined sensitivity to temperature and surface gravity. In contrast to other photometric systems, just one relation is needed to estimate the colour excess regardless of prior knowledge of the star's evolutionary status.

For all practical purposes involving the determination of the absolute magnitude  $M_v$  only the intrinsic  $[B-V]_0$  is needed to evaluate the colour excess  $E'_{[B-V]}$ :

Fig. 52: Calibration of the (X,Y) diagram in terms of the mean intrinsic indices  $[U,B,V]_0$ . The light yellow zone bordered in red defines the region of validity of the two polynomial estimators. The same region of validity also applies for the remaining intrinsic colour estimators given in Table 2.



$[k-B]_0(X, Y) = a_0 + a_1X + a_2Y + a_3XY + a_4X^2 + a_5Y^2 + a_6XY^2 + a_7X^2Y + a_8X^3 + a_9Y^3$  where  $k = U-B, V-B, B1-B, B2-B, V1-B, G-B$

Index	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$
[U-B]	0.0380	0.9057	-0.0625	-0.2409	-0.0518	4.8627	-2.6551	-0.0340	0.0240	1.9123
[V-B]	1.3431	-0.3227	0.2400	-0.3371	0.1582	1.6294	-1.1422	0.4078	-0.0638	-5.4104
[B1-B]	0.7413	0.0937	-0.2001	-0.0480	-0.0152	1.0014	-0.5845	-0.0249	0.0067	1.6738
[B2-B]	1.6408	-0.0878	0.2403	0.0721	0.0061	-2.3129	1.2373	-0.0151	-0.0039	1.6564
[V1-B]	2.0062	-0.2480	0.0974	0.4180	0.0752	-6.2176	3.1873	-0.0139	-0.0350	0.8075
[G-B]	2.5758	-0.2907	0.0734	0.4734	0.0823	-9.9578	5.3204	0.0013	-0.0398	1.1033

Table 2: Coefficients of the Geneva intrinsic colour estimators  $[k-B]_0(X, Y)$  for B-type stars.

$$E_{[B-V]} = [B-V] - [B-V]_0(X, Y)$$

However, having thus obtained the estimators of these two basic intrinsic colour indices of the [U,B,V] plane, it is relatively easy to derive similar ones for the remaining Geneva normalised indices B1, B2, V1 and G (these are actually [B1-B], [B2-B], [V1-B] and [G-B], as defined in Part 2).

Now, the X, Y and Z parameters are linear combinations of the five indices U, B1, B2, V1 and G. The first one of these, U, has known intrinsic values (given by  $[U-B]_0(X, Y)$ ), so we have three equations (X, Y and Z) with four unknowns. To get rid of one of the latter, the [B2-B] index is first tied to the zero points of the  $[B-V]_0(X, Y)$  and  $[U-B]_0(X, Y)$  calibrations by correlation for about 160 zones in the X, Y plane, thus defining an equal number of [B2-B]<sub>0</sub> intrinsic values (see CRAMER, 1993). The respective mean values of X and Y define each of these zones. By its nature, the true mean value of Z is very small throughout, but not strictly zero, and depends on the physical properties of the stars present in the given zone as well as on small residual effects of reddening. So, its mean zero point  $Z_0$  is determined for each zone by regression of its observed values over the estimated visual colour excess  $A_V$  (CRAMER, 1993).

We now have some 160 sets of three equations (X, Y,  $Z_0$ ) as linear functions of the three unknowns [B1-B]<sub>0</sub>, [V1-B]<sub>0</sub> and [G-B]<sub>0</sub>. Solving these systems and fitting cubic surface polynomials to each of the four remaining sets of intrinsic colours, we finally get the basic intrinsic colour calibration for B-type stars in the Geneva system shown in Table 2. Their validity region is that of Fig. 52, and their properties regarding evolutionary stage, as mentioned above, are the same throughout.

Note that we have listed the estimator for [V-B] in Table 2 for reasons of consistency with the other indices. If one prefers to use the [B-V] index, one just has to change the signs.

The knowledge of the intrinsic colours enables us to determine the colour excess ratios between various colour indices in a straightforward manner by simple correlation. These ratios are particularly important when one studies reddened stellar clusters by means of a multicolour photometry. That is because the colour excesses estimated via different colour combinations have then to be consistent with one another. The colour excess ratios also lie at the source of the description of the extinction law by interstellar dust (see Fig. 28, Part 2). All the colour excess ratio combinations of the Geneva system relative to the  $E_{[B-V]}$  excess derived in this manner with the aid of our calibrations based on B-type stars are listed in table 3. The [B-V] excess was chosen as a common denominator since it is the most often used in the astronomical literature.

Finally, we may apply these calibrations to determine the intrinsic Geneva colours of the MK spectral types as given

Table 3: Colour excess ratios relative to [B-V]

Colour	$E_{[Colour]}/E_{[B-V]}$	$\sigma(\text{ratio})$
U-B	0.654	0.003
B1-B	0.158	0.002
B2-B	-0.195	0.002
V1-B	-0.943	0.002
G-B	-1.208	0.003
U-B1	0.497	0.001
B1-B2	0.351	0.001
B2-V1	0.750	0.002
V1-G	0.266	0.003
U-B2	0.848	0.003
B2-G	1.014	0.003
U-V1	1.597	0.004
U-G	1.861	0.005
U-V	1.654	0.003
B1-V1	1.100	0.003
B1-G	1.364	0.004
B1-V	1.157	0.002
V1-V	0.062	0.002
G-V	-0.210	0.003
B2-V	0.807	0.002

in Table 4. We have omitted the repetition of the (X, Y) values of Table 1, Part 3, but have added the often used indices [B1-B]<sub>0</sub>, [U-B]<sub>0</sub>, [B2-V]<sub>0</sub> and [V1-G]<sub>0</sub>.

### Why not just use theoretical stellar atmosphere models?

It has been mentioned earlier (Part 3) that good theoretical stellar radiative spectral energy distributions can be filtered by the passbands of a multicolour photometry. Ideally, such «synthetic photometry» would render empirical calibrations similar to those presented here unnecessary. But as pointed out earlier, particularly in the context of the effective temperature calibration, synthetic photometry relies on a series of processes, each of which is subject to some potential source of error. We shall illustrate the point by means of KURUCZ'S (1993) solar composition models filtered by the passbands defined by RUFENER and NICOLET (1988).

A direct comparison can be made by using real observations. For the sake of clarity, the comparison is made in the familiar [U,B,V] diagram. The stars selected have measurements weighted  $P \geq 3$ , and are chosen among the least reddened ones of classes V to III ( $E_{[B-V]} \leq 0.08$  for  $X \leq 0.6$  and  $E_{[B-V]} \leq 0.12$  for  $X < 0.6$ ). The result is shown in figs 53a,b,c:

- In fig. 53a, the overall aspect of the selected stars superimposed on the synthetic lines of the models with log g ranging from 5 to 3.5 does not, at first glance, give an impression of significant discord. This comparison would even be considered as quite satisfactory if it were not recognized that the B-stars are *systematically* reddened. A few stars do, however, trespass the log g = 3.5 line and may give the impression of being somewhat too blue.
- If the individual stars are de-reddened by the estimators, as in fig. 53b, the observed sequence narrows down and becomes decidedly bluer than that of the models. The cut-off

Class V	[U-B] <sub>o</sub>	[B-V] <sub>o</sub>	[B1-B] <sub>o</sub>	[B2-B] <sub>o</sub>	[V1-B] <sub>o</sub>	[G-B] <sub>o</sub>	[B1-B2] <sub>o</sub>	[U-B2] <sub>o</sub>	[B2-V1] <sub>o</sub>	[V1-G] <sub>o</sub>
O6	0.029	-1.349	0.739	1.644	2.009	2.578	-0.905	-1.614	-0.365	-0.569
O7	0.032	-1.348	0.739	1.644	2.008	2.577	-0.905	-1.611	-0.364	-0.569
O8	0.035	-1.347	0.739	1.644	2.007	2.576	-0.905	-1.609	-0.364	-0.569
O9V	0.069	-1.336	0.742	1.641	1.998	2.565	-0.899	-1.572	-0.357	-0.567
O9.5V	0.103	-1.325	0.745	1.638	1.989	2.554	-0.894	-1.535	-0.351	-0.565
B0V	0.131	-1.316	0.747	1.636	1.982	2.545	-0.889	-1.505	-0.346	-0.563
B0.5V	0.210	-1.290	0.755	1.628	1.962	2.523	-0.873	-1.418	-0.334	-0.560
B1V	0.269	-1.272	0.762	1.622	1.948	2.506	-0.860	-1.353	-0.326	-0.558
B1.5V	0.325	-1.255	0.768	1.615	1.934	2.490	-0.847	-1.290	-0.319	-0.556
B2V	0.452	-1.221	0.782	1.601	1.904	2.454	-0.819	-1.149	-0.302	-0.551
B2.5V	0.521	-1.203	0.789	1.594	1.887	2.435	-0.804	-1.072	-0.293	-0.548
B3V	0.576	-1.191	0.794	1.589	1.875	2.420	-0.794	-1.013	-0.287	-0.545
B4V	0.645	-1.175	0.801	1.582	1.860	2.402	-0.782	-0.937	-0.278	-0.542
B5V	0.702	-1.163	0.805	1.578	1.849	2.388	-0.773	-0.876	-0.271	-0.539
B6V	0.805	-1.143	0.813	1.570	1.829	2.363	-0.757	-0.765	-0.259	-0.534
B7V	0.849	-1.134	0.816	1.567	1.821	2.353	-0.751	-0.718	-0.254	-0.532
B8V	1.016	-1.106	0.826	1.556	1.791	2.315	-0.730	-0.540	-0.236	-0.524
B8.5V	1.091	-1.091	0.831	1.549	1.776	2.296	-0.718	-0.459	-0.227	-0.520
B9V	1.256	-1.051	0.848	1.532	1.736	2.249	-0.684	-0.276	-0.204	-0.513
B9.5V	1.339	-1.023	0.859	1.521	1.709	2.217	-0.662	-0.182	-0.188	-0.508
A0V	1.407	-0.991	0.872	1.508	1.678	2.182	-0.636	-0.101	-0.171	-0.503
A1V	1.457	-0.960	0.885	1.495	1.648	2.146	-0.610	-0.038	-0.153	-0.498
A2V	1.494	-0.929	0.898	1.482	1.616	2.109	-0.584	0.012	-0.134	-0.493
A3V	1.501	-0.915	0.905	1.475	1.599	2.089	-0.570	0.027	-0.124	-0.490
Class IV	[U-B] <sub>o</sub>	[B-V] <sub>o</sub>	[B1-B] <sub>o</sub>	[B2-B] <sub>o</sub>	[V1-B] <sub>o</sub>	[G-B] <sub>o</sub>	[B1-B2] <sub>o</sub>	[U-B2] <sub>o</sub>	[B2-V1] <sub>o</sub>	[V1-G] <sub>o</sub>
O9IV	0.037	-1.346	0.739	1.643	2.007	2.576	-0.904	-1.606	-0.364	-0.569
O9.5IV	0.087	-1.328	0.744	1.638	1.993	2.560	-0.894	-1.551	-0.355	-0.567
B0IV	0.121	-1.317	0.748	1.635	1.985	2.550	-0.888	-1.515	-0.349	-0.565
B0.5IV	0.161	-1.304	0.752	1.632	1.975	2.538	-0.880	-1.471	-0.343	-0.563
B1IV	0.242	-1.279	0.760	1.624	1.954	2.514	-0.864	-1.381	-0.331	-0.560
B1.5IV	0.287	-1.266	0.764	1.619	1.943	2.501	-0.855	-1.332	-0.324	-0.558
B2IV	0.354	-1.247	0.771	1.613	1.928	2.483	-0.842	-1.258	-0.315	-0.555
B2.5IV	0.496	-1.211	0.785	1.599	1.896	2.444	-0.814	-1.102	-0.297	-0.548
B3IV	0.613	-1.185	0.794	1.589	1.871	2.414	-0.795	-0.976	-0.282	-0.543
B4IV	0.659	-1.175	0.798	1.585	1.862	2.403	-0.788	-0.926	-0.277	-0.541
B5IV	0.694	-1.169	0.800	1.583	1.855	2.394	-0.783	-0.889	-0.272	-0.539
B6IV	0.820	-1.146	0.808	1.574	1.832	2.364	-0.765	-0.754	-0.258	-0.532
B7IV	0.870	-1.138	0.811	1.571	1.823	2.352	-0.759	-0.701	-0.252	-0.529
B8IV	0.957	-1.122	0.818	1.564	1.806	2.331	-0.746	-0.607	-0.243	-0.525
B9IV	1.172	-1.079	0.835	1.545	1.763	2.279	-0.709	-0.373	-0.218	-0.516
B9.5IV	1.319	-1.038	0.852	1.527	1.723	2.233	-0.676	-0.208	-0.196	-0.510
A0IV	1.403	-1.006	0.864	1.515	1.693	2.198	-0.650	-0.112	-0.178	-0.505
A1IV	1.505	-0.937	0.893	1.488	1.627	2.122	-0.595	0.017	-0.140	-0.495
A2IV	1.509	-0.914	0.904	1.475	1.600	2.090	-0.571	0.034	-0.124	-0.490
Class III	[U-B] <sub>o</sub>	[B-V] <sub>o</sub>	[B1-B] <sub>o</sub>	[B2-B] <sub>o</sub>	[V1-B] <sub>o</sub>	[G-B] <sub>o</sub>	[B1-B2] <sub>o</sub>	[U-B2] <sub>o</sub>	[B2-V1] <sub>o</sub>	[V1-G] <sub>o</sub>
O9III	0.058	-1.340	0.741	1.642	2.001	2.569	-0.901	-1.584	-0.359	-0.567
O9.5III	0.075	-1.334	0.742	1.641	1.997	2.563	-0.898	-1.566	-0.356	-0.567
B0III	0.078	-1.334	0.742	1.640	1.996	2.562	-0.898	-1.563	-0.355	-0.566
B0.5III	0.152	-1.310	0.749	1.634	1.977	2.539	-0.885	-1.483	-0.342	-0.562
B1III	0.218	-1.289	0.755	1.628	1.960	2.520	-0.873	-1.410	-0.332	-0.559
B1.5III	0.290	-1.267	0.763	1.621	1.943	2.500	-0.858	-1.330	-0.322	-0.556
B2III	0.326	-1.257	0.766	1.617	1.935	2.490	-0.851	-1.292	-0.318	-0.555
B3III	0.563	-1.197	0.789	1.594	1.882	2.427	-0.805	-1.031	-0.288	-0.545
B4III	0.646	-1.178	0.797	1.586	1.864	2.406	-0.789	-0.940	-0.278	-0.541
B5III	0.767	-1.155	0.805	1.577	1.841	2.376	-0.772	-0.810	-0.264	-0.535
B6III	0.830	-1.144	0.809	1.573	1.830	2.361	-0.764	-0.743	-0.257	-0.531
B7III	0.855	-1.141	0.810	1.572	1.826	2.356	-0.762	-0.717	-0.254	-0.530
B8III	0.952	-1.127	0.815	1.566	1.810	2.333	-0.752	-0.615	-0.243	-0.524
B9III	1.124	-1.100	0.825	1.555	1.780	2.295	-0.730	-0.431	-0.225	-0.515
B9.5III	1.216	-1.083	0.831	1.548	1.764	2.276	-0.717	-0.332	-0.215	-0.512
A0III	1.366	-1.046	0.846	1.533	1.729	2.237	-0.687	-0.166	-0.196	-0.508
A1III	1.489	-0.984	0.871	1.507	1.672	2.172	-0.636	-0.018	-0.164	-0.501
A2III	1.516	-0.933	0.894	1.486	1.624	2.118	-0.593	0.030	-0.138	-0.494
A3III	1.506	-0.912	0.906	1.473	1.595	2.085	-0.567	0.033	-0.122	-0.490

Table 4: MK-Type versus intrinsic colour correlation

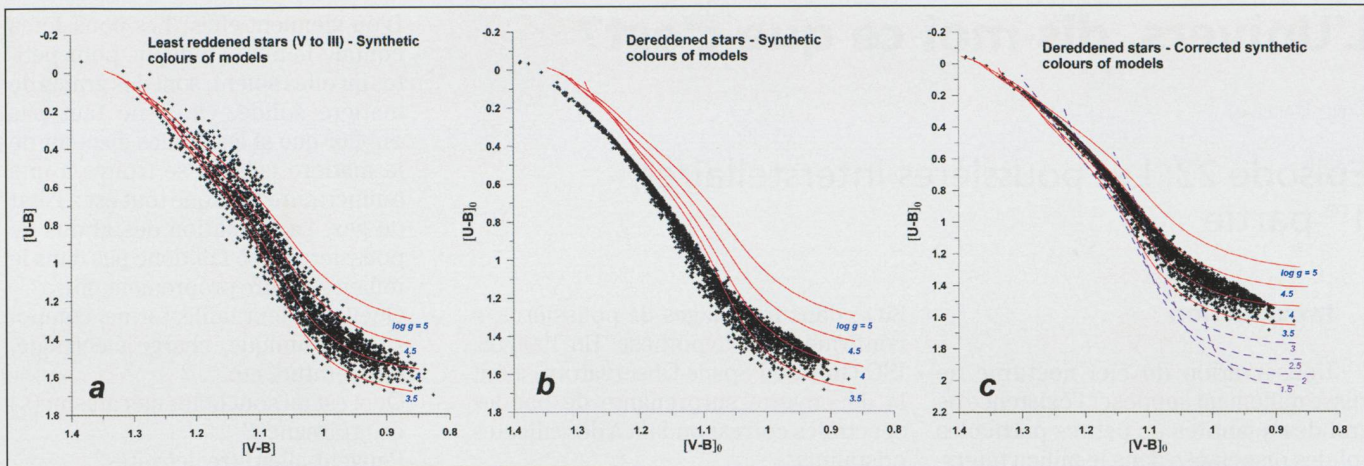


Fig. 53: Fig. 53a Synthetic Geneva  $[U,B,V]$  colours of Kurucz's models with  $\log g = 3.5, 4.0, 4.5, 5.0$  compared with the least reddened well measured O, B and first A stars of classes V to III in the Geneva catalogue. Fig. 53b. Same comments as for fig. 53a, but with the stars dereddened by the intrinsic colour estimators. The estimated intrinsic sequence is definitely bluer than the synthetic locus. Fig. 53c. Synthetic colours shifted by  $-0.035$  mag in  $[U-B]$  and  $0.050$  mag in  $[V-B]$ . The fit is excellent throughout the whole sequence. The equally shifted lines of lower gravity (in violet) have been added in this figure to illustrate the ambiguity inherent to the de-reddening of supergiants.

at the bottom right of the stellar sequence reflects the cut-off at  $Y = -0.06$  to discard stars that lie outside the field of definition of the intrinsic colour estimators (Fig. 52).

- If we apply simple corrections to the models ( $-0.035$  and  $+0.050$ , respectively) we get the very satisfactory situation seen in fig. 53c. The upper envelope (higher  $g$ , class V) of the empirical sequence follows the  $\log g = 4.5$  line throughout its length. The top of the sequence favours a somewhat higher gravity whereas the bottom tends to drift towards lower  $\log g$ . This is in good agreement with predictions of stellar internal structure models. The shape of the lower envelope (class III) is also well fitted by the  $\log g = 4$  and  $3.5$  lines. These results validate the use we made of the synthetic relation's «shape» while calibrating  $T_{\text{eff}}$  and B.C. in Part 3. We have included the predictions for lower

gravities in this last figure. They serve to illustrate the difficulty of de-reddening supergiants.

This topic is discussed in greater detail (in CRAMER, 1999) and the conclusion is that the main body of the discrepancy must reside in the combination of the small uncertainties over the model flux distributions with those inherent to the definition of the passbands. The latter is achieved through an elaborate process that depends closely on the quality of external spectrophotometric data that have also to be de-reddened before being applied.

The next part of this article will extensively exploit the intrinsic colour calibrations and more particularly examine the calibration of absolute magnitudes using data acquired by the HIPPARCOS satellite.

NOËL CRAMER

Observatoire de Genève

Chemin des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny

#### Bibliography 4:

- BECKER, W.: 1963, *Die räumliche Verteilung von 156 galaktischen Sternhaufen in Abhängigkeit von ihrem Alter*, *Mitteil. Astron. Meteor. Anstalt Uni. Basel*, **28**, 117
- BECKER, W., FENKART, R.P.: 1971, *A Catalogue of Galactic Star Clusters observed in three colours*, *A&A Suppl.* **4**, 241
- CRAMER, N., MAEDER, A.: 1979, *Luminosity and  $T_{\text{eff}}$  determinations for B-type stars*, *A&A* **78**, 305
- CRAMER, N.: 1982, *Geneva  $[U,B,V]$  Intrinsic Colours of B-type Stars*, *A&A* **112**, 330
- CRAMER, N.: 1993, *Intrinsic colours of O, B and early A-type stars in the Geneva system*, *A&A* **269**, 457
- CRAMER, N.: 1999, *Calibrations for B-type stars in the Geneva photometric system*, review article, *New AR* **43**, 343
- GLIESE, W., JAHREISS, H.: 1979, *Nearby star data published 1969 – 1978*, *A&A Suppl.* **38**, 423
- KURUCZ, R.L.: 1993, *Kurucz CD-ROM 13, ATLAS9 stellar atmosphere program and 2 km/s grid*
- RUFENER, F., NICOLET, B.: 1988, *A new determination of the Geneva photometric passbands and their absolute calibration*, *A&A* **206**, 357

#### Ihr Spezialist für Selbstbau und Astronomie

- *Spiegelschleifgarnituren*, z.B. alles für einen 15 cm-Spiegel für Fr. 278. — netto. Schleifpulver, Polierpech, usw.
- *Astro-Mechanik* wie Fangspiegelzellen, Stunden-, Dekli-nationskreise, Okularschlitten, -auszüge, Suchervisier, usw.
- *Qualitäts-Astro-Optik* wie Spectros-Schweiz und andere Marken: Helioskop, Achromate, Okulare, Filter, Fangspiegel, Sucher, Zenitprisma, Parabolspiegel  $\varnothing$  bis 30 cm, Schmidt-Cassegrain, Newton-Teleskope, Refraktoren usw.
- *Astro-Medien* wie exklusive Diaserien, Videos, Software.
- **MEADE-Händler**: Alle Produkte aus dem MEADE-Katalog.

**Alles Weitere im SAG Rabatt-Katalog «Saturn»**

4 internationale Antwortscheine (Post) oder CHF 4,50 in Briefmarken zusenden.

**Attraktiver SAG-Barzahlungs-Rabatt**

**Schweizerische Astronomische Gesellschaft**

**ASTRO**

**MATERIALZENTRALE**

P.O.Box 715  
CH-8212 Neuhausen a/Rhf  
+41(0)52-672 38 69  
email: astroswiss@hotmail.com

# L'Univers, dis-moi ce que c'est?

FABIO BARBLAN

## Episode 23: Les poussières interstellaires, 1<sup>re</sup> partie

### Introduction

L'observation du ciel nocturne ne laisse nullement supposer l'existence de grandes quantités de petites particules solides dispersées dans le milieu interstellaire. Lorsque W. HERSCHEL établit au 18<sup>e</sup> siècle son catalogue stellaire, il remarqua des régions particulièrement pauvres en étoiles. Ces régions constituaient pour Herschel des zones où la population stellaire était, réellement, moins dense que dans l'immédiat voisinage. C'est seulement au cours du 20<sup>e</sup> siècle que l'on a commencé à suspecter que ces «trous» étaient en fait des portions du ciel soumise à un fort obscurcissement. La première évidence de l'existence de la matière interstellaire est due à l'astronome R. J. TRUMPLER (1886-1956) en 1930. Lors de la mesure de la distance d'amas stellaires effectuée par deux méthodes indépendantes (la luminosité apparente de l'amas et son diamètre apparent) Trumpler n'obtint pas les mêmes résultats. De plus, il constata que les distances déterminées par la première méthode étaient systématiquement plus grandes que celles obtenues par la deuxième méthode. Il en conclut que l'espace entre la terre et les objets mesurés n'était pas vide. Depuis, l'espace interstellaire s'est peuplé d'une multitude «d'objets»: les gaz interstellaires, les nuages moléculaires, les poussières interstellaires etc. .... et l'astronomie de l'espace interstellaire n'a cessé de progresser. La minéralogie a été une des premières branches des sciences de la Terre à développer une filière cosmique. Elle est concernée par tous les solides de l'espace qui sont accessibles aux techniques minéralogiques. Dans les premières modélisations des nuages de poussières, les astrophysiciens ont admis que les grains étaient constitués de minéraux ressemblant à ceux du système solaire. Pendant les années 1950-1960, un changement de décor radical est intervenu et la modélisation s'est faite autour des grains de «glace» de toute espèce. Les matériaux réfractaires comme le graphite et les silicates (Figure 7) n'ont fait leur apparition, dans les modèles, qu'au courant de la décennie 1960-1970. L'observation directe de la bande de vibration du radical

SiO<sub>4</sub>, dans les nuages de poussières, a confirmé cette hypothèse. En 1996-98, ISO (Infrared Space Observatory) a fait la découverte surprenante de bandes spectrales correspondant à des silicates cristallins.

L'importance des poussières interstellaires en astronomie est énorme malgré le fait qu'elles ne représentent qu'environ un pour cent (en masse) du milieu interstellaire.

Elles affectent le flux de radiations à travers l'espace d'une manière infiniment plus efficace que les gaz. Leur pouvoir d'absorption est nettement plus important et représentent des sources de rayonnement infrarouge de loin plus puissantes que les gaz. De plus, elles interviennent dans les processus de formation des molécules.

Généralement, poussières et gaz cohabitent, et ont donc une interaction réciproque souvent non négligeable. Mais leur comportement physique face à la lumière et leurs propriétés physiques intrinsèques sont suffisamment différentes pour pouvoir séparer distinctement la contribution de chacun de ces deux composants du milieu interstellaire. On peut poser un certain nombre de questions fondamentales concernant ces poussières interstellaires:

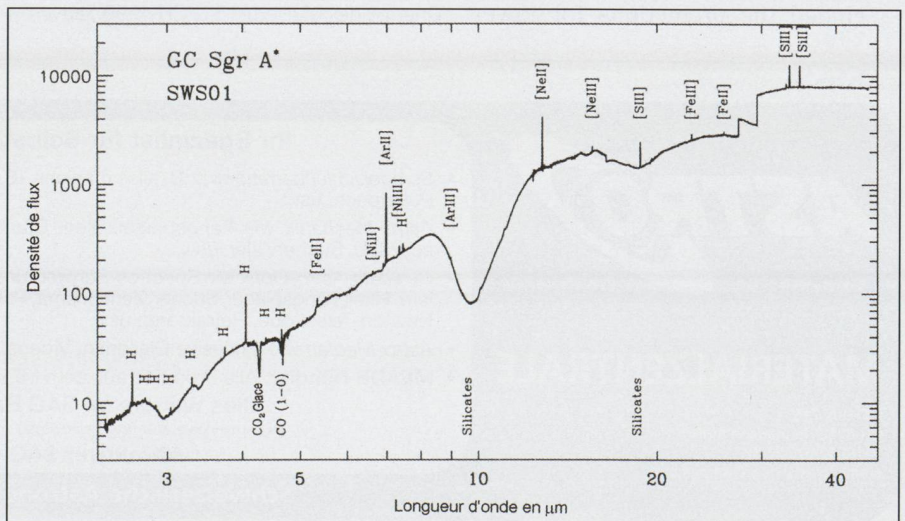
- D'où viennent-elles? Les poussières comme le nom l'indique, pour petites qu'elles soient, sont des grains de matière solide. Or, il ne faut pas oublier que si les étoiles éjectent de la matière celle-ci se trouve à une température telle que tout est à l'état de gaz. La formation des grains de poussière ne se fait donc pas dans le milieu stellaire proprement dit.
- Quelle est leur taille, forme, composition chimique, charge électrique, température etc. ...?
- Quel est ou sont le/les mécanisme(s) de croissance?
- Peuvent-elles être détruites?

Sans compter évidemment l'interrogation de base «par quels moyens d'observation» les astronomes obtiennent-ils des informations sur ces poussières interstellaires? Nous allons essayer de développer quelques éléments de réponse à ces questions.

Il y a deux possibilités pour l'observation directe des grains de poussière: la spectroscopie infrarouge et la diffusion de la lumière stellaire par les grains de poussière.

On pourrait aussi citer comme preuve indirecte de leur existence le fait que l'on constate que le gaz interstellaire ne reproduit pas l'abondance (standard) des éléments mesurés dans les étoiles. En effet, on remarque que certains éléments sont sous-représentés dans le gaz interstellaire par rapport à leur abondance dans les étoiles (Figure 6). Une façon possible d'interpréter cette diminution est effectivement de penser que ces matériaux sont à la base des grains de poussière solides interstellaires.

Figure 7: Ce schéma donne le spectre infrarouge du centre de notre galaxie entre 2.4 mm et 45 mm pris avec le spectromètre à courtes longueurs d'onde de ISO. On y décèle des zones de forte absorption due aux grains de poussière à 3 mm (glace d'eau), 9.7 mm et 18 mm dues à des silicates. (Source [3]).



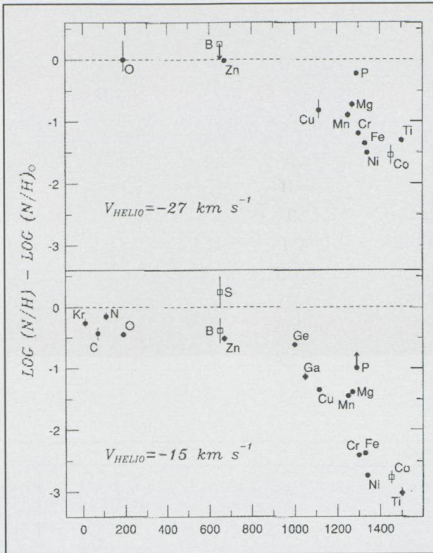


Figure 6: Ce schéma montre l'abondance par rapport à l'hydrogène, des éléments de deux nuages interstellaires dans la direction de  $z$  Oph comparée à celle du soleil. Si l'abondance est la même, l'élément se trouve sur la ligne horizontale pointillée. Si l'élément se trouve en dessous de cette ligne, cela signifie que son abondance dans le nuage est plus faible que dans le soleil. On constate que pour la grande majorité des éléments, l'abondance dans les nuages est quelque fois largement inférieure à l'abondance solaire. Cette déplétion peut partiellement correspondre à la formation de grains de poussière. (Source [3]).

### L'absorption et la diffusion de la lumière stellaire par les grains de poussière

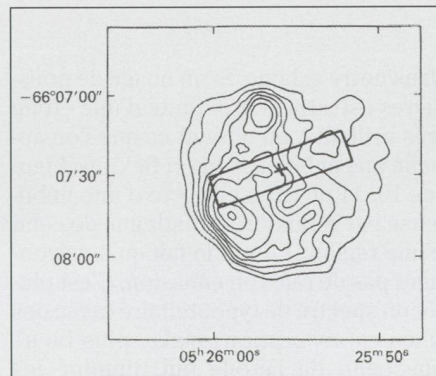
L'absorption et la diffusion de la lumière stellaire par les grains de poussière sont les deux phénomènes physiques qui permettent une observation directe de ces derniers. Le fait qu'il y ait absorption ou diffusion de la lumière n'est qu'une question de dimension, forme et composition chimique du grain de poussière ainsi que de la longueur d'onde du rayonnement. Dans le visible, il y a approximativement équipartition entre les deux phénomènes. C'est-à-dire qu'une moitié de la lumière est absorbée et l'autre moitié est diffusée.

#### B1) L'absorption

L'absorption de la lumière visible ou ultraviolette, par les poussières, provoque automatiquement l'échauffement de celles-ci. La température d'équilibre d'un nuage de poussières est déterminé par la balance entre la quantité d'énergie absorbée et la quantité d'énergie émise sous forme de rayonnement infrarouge. Les poussières chauffées sont de loin les sources de rayonnement infrarouge les plus répandues que les astro-

nomes aient trouvées. Le spectre émis est un spectre continu dont le maximum d'émission dépend de la température des poussières. Il y a plusieurs mécanismes possibles pour l'échauffement des grains de poussière. Le principal reste évidemment le rayonnement stellaire, mais, dans certains cas, la collision avec des ions ou des électrons d'un gaz à très haute vitesse peut être efficace. Il faut toutefois que le gaz se trouve à une température de plusieurs millions de degrés pour contribuer efficacement à l'échauffement des grains de poussière. A ces températures, le gaz émet automatiquement des rayons X. Le satellite IRAS (Infrared Astronomy Satellite) a justement mis en évidence une zone à émission infrarouge enrobée dans une région émettant des rayons X d'un rémanent de supernova (Figure 8). Ce qui semble donc bien confirmer que des gaz à très haute température peuvent échauffer des grains de poussière. Un troisième mécanisme est l'échauffement par réaction chimique exothermique à la surface des grains. Comme par exemple la formation de molécules d'hydrogène  $H_2$ . Pour que cette réaction puisse exister deux conditions doivent être remplies. Premièrement, il faut qu'un atome d'hydrogène (du gaz) reste «collé» à la surface du grain pendant un laps de temps suffisant pour que un deuxième atome d'hydrogène vienne le rejoindre. Et deuxièmement, que le grain de poussière possède une certaine température minimale. Si ces deux conditions sont satisfaites la réaction  $H + H = H_2$  peut avoir lieu. Cette réaction étant exothermique elle libère une certaine quantité d'énergie dont une partie peut servir à l'échauffement du grain de poussière.

Figure 8: Les contours indiquent l'émission en rayons X des restes de l'explosion de la supernova N 49 dans le grand nuage de Magellan. Le rectangle indique la position de la source infrarouge détectée par le satellite IRAS. Cette découverte confirme l'existence d'un mécanisme d'échauffement des grains de poussière par un gaz à très haute température. (Source [2]).



L'émission infrarouge par les poussières peut être également utilisée pour découvrir l'existence de disque de poussières circumstellaires (Figure 9) qui peuvent être à l'origine de la création de planètes. Les situations représentées par les étoiles  $\mu$  Cep (Figure 4) et IRC+10216 sont des modèles types de ce genre de phénomène.

Les étoiles de masse faible à intermédiaire perdent une large partie de leur masse initiale lorsque, dans leur évolution, elles atteignent la branche dite «asymptotique des géantes» (voir le diagramme de Hertzsprung-Russel). Pendant cette période de perte de masse une vaste enveloppe circumstellaire composée de poussières et de molécules se forme. L'étoile CW Leo (IRC+10216)<sup>1</sup> est l'exemple le mieux connu d'une étoile évoluée ayant une enveloppe circumstellaire optiquement «épaisse». Elle perd selon les dernières estimations  $3.5 \cdot 10^{-5}$  masses solaires par an ( $\sim 7 \cdot 10^{22}$  tonnes par an). Il a été possible d'observer ces poussières à cause de la lumière diffusée des étoiles de champ. Les poussières existent par tout dans cette enveloppe, de la photosphère de l'étoile jusqu'à une distance de 3 pc de celle-ci. La masse actuelle totale de ce nuage circumstellaire est estimée à trois masses solaires et la proportion de poussières par rapport au gaz est de 4 pour mille. Les parties les plus internes de l'enveloppe sont optiquement opaques; cela est dû à une forte absorption par le carbure de silicium SiC. Une modélisation, qui permet de rendre compte de toutes les données d'observation et en particulier l'interprétation correcte des bandes spectrales observées à  $11.3 \mu m$   $27 \mu m$ , prévoit en plus des grains de SiC des grains de carbone amorphe enrobés dans une fine couche de sulfure ( $[Mg_{0.5}Fe_{0.5}S]$ ).

#### B2) La diffusion

Les poussières interstellaires peuvent aussi diffuser la lumière. Lorsqu'il y a diffusion, c'est en fait la lumière de l'étoile elle-même qui nous parvient, mais par des chemins détournés et après avoir changé très souvent de direction. La dernière diffusion qui envoie la lumière dans notre direction semble donner au nuage de poussières sa propre brillance. La lumière diffusée représente le quart de la lumière que l'on voit

<sup>1</sup> CW Leo est une étoile riche en carbone située à une distance de 150 pc.

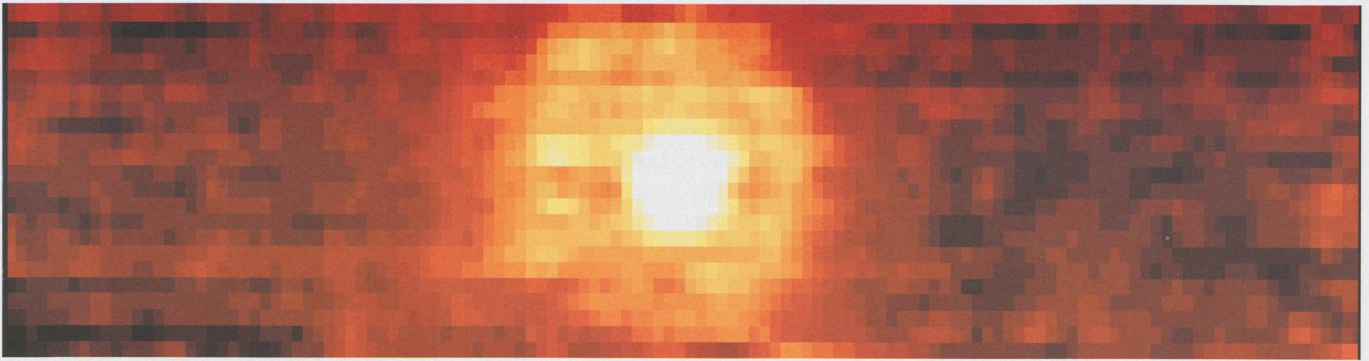


Figure 9: Image, prise par ISO, d'un nuage de poussières entourant l'étoile à carbone Y CVn.



Figure 10: Neuf des plus spectaculaires nébuleuses par réflexion sont assemblées dans cette image. Sur la première ligne, on trouve: NGC 1977 dans Orion, IC2118 (la Tête de Sorcière) et M78 aussi dans Orion. La deuxième ligne montre M20 la nébuleuse Trifide, NGC 2264 dans la Licorne et IC405. Et pour terminer, sur la dernière ligne, on trouve NGC 2023, NGC 7023 (la nébuleuse de l'Iris) et l'étoile Mérope dans NGC 1435.

Figure 11: Nébuleuse par réflexion dans la constellation d'Ophiuchus



Figure 12: Les étoiles de la Pléiades entourées de nébuleuses par réflexion.

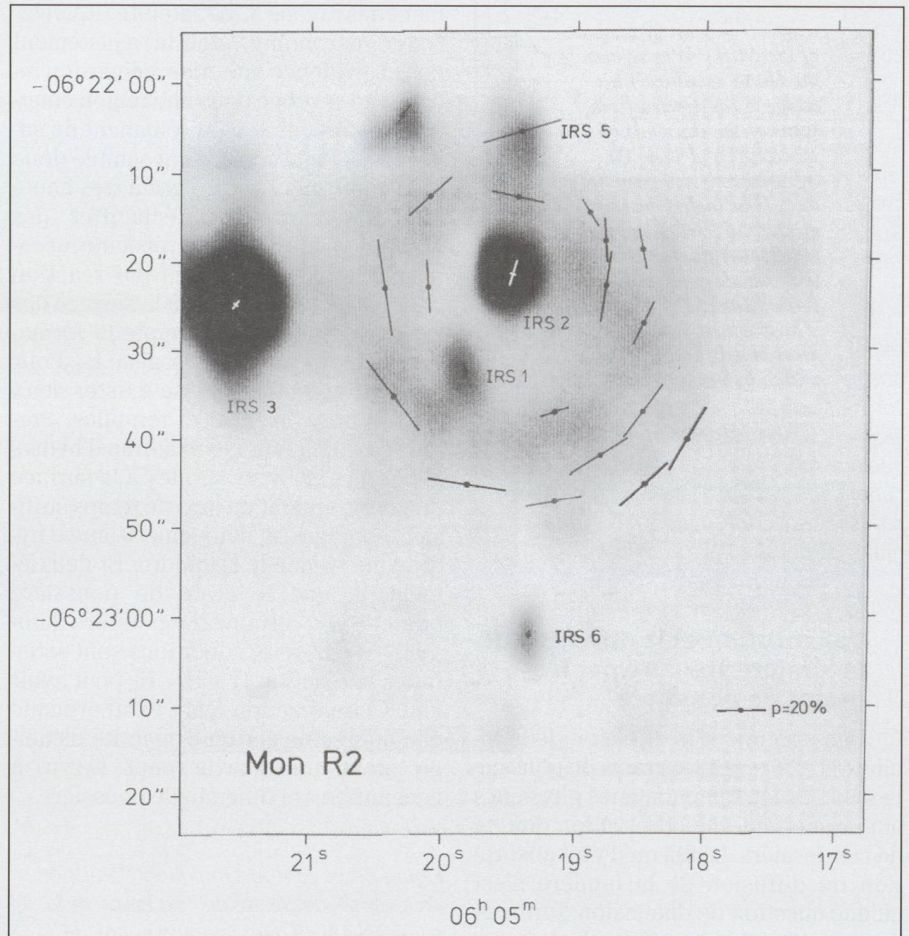


Figure 5: Cette image représente la nébuleuse R2 dans la constellation de la Licorne à la longueur d'onde de 2.2 mm. Les points sombres indiquent les régions de plus forte émission infrarouge. Les traits noirs indiquent la direction de polarisation du rayonnement infrarouge dû à la diffusion de la lumière par des particules de poussière. La configuration en cercles de la direction de polarisation indique clairement que la source illuminatrice des poussières est la source IRS 2. (Source [1]).

dans notre galaxie. Si un nuage de poussières est situé à proximité d'une étoile très brillante, on obtient ce que l'on appelle une nébuleuse par réflexion (Figures 10, 11 et 12). Le spectre d'une nébuleuse par réflexion se distingue de celui d'une région H II par le fait qu'il ne contient pas de raies en émission. C'est plutôt un spectre de type stellaire (avec des raies en absorption) mais «plus bleu» que celui de l'étoile qui illumine les

poussières. Cela en raison du fait que le rayonnement bleu est diffusé avec plus d'efficacité que les autres composantes du rayonnement<sup>2</sup>. Pour pouvoir obtenir une nébuleuse par réflexion, il faut que la température de l'étoile soit comprise entre certaines limites. Elle ne doit pas

<sup>2</sup> La couleur bleu du ciel terrestre relève du même phénomène.

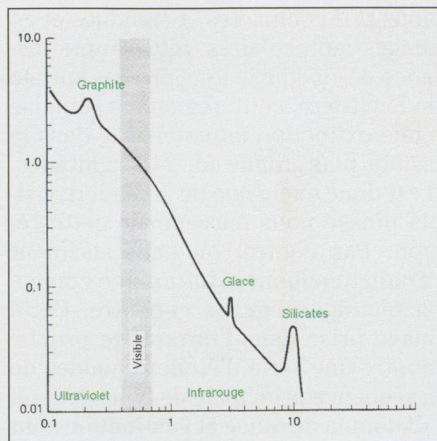


Figure 3: Dans ce schéma, on a horizontalement la longueur d'onde exprimée en  $\mu\text{m}$  et verticalement l'extinction exprimée en magnitudes. La courbe est normalisée de telle façon que l'extinction dans le visible correspond à une magnitude. Elle montre l'allure générale de la courbe d'extinction par des particules de poussière interstellaire en fonction de la longueur d'onde. (Source [1])

être inférieure à  $15000^\circ\text{K}$  et ne pas dépasser les  $30000^\circ\text{K}$ . La limite supérieure est imposée par le fait que si la température est trop élevée, il y a ionisation du milieu et on bascule dans une nébuleuse à émission. Il ne faut pas oublier que gaz et poussières sont intimement liés. La limite inférieure est liée à la courte durée de vie des étoiles massives, celles ayant la plus grande probabilité d'être associées à ce type de nuage.

Une caractéristique importante de la lumière diffusée est le fait qu'elle est polarisée (il y a une direction privilégiée de la vibration électromagnétique). La direction de la polarisation maximale indique d'où vient le rayonnement qui illumine le nuage de poussières. La mesure de cette polarisation permet donc de déterminer dans quelle direction se trouve l'étoile responsable de cette illumination (Figure 5).

La Galaxie est remplie d'une lumière diffuse que l'on ne peut correctement expliquer que par la présence de grains

<sup>3</sup> Il convient de faire la distinction entre le rougissement dû aux poussières interstellaires et celui dû aux poussières de l'atmosphère terrestre.

<sup>4</sup> Un changement d'intensité d'un facteur 100 représente une différence de magnitude entre les deux objets de 5 unités.

<sup>5</sup> Ces valeurs sont arrondies, les valeurs exactes se calculent en utilisant l'expression suivante:  $(2.512)^{\text{(nombre de magnitudes absorbées)}}$ .

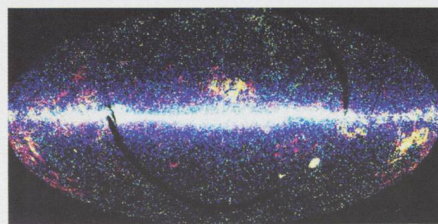
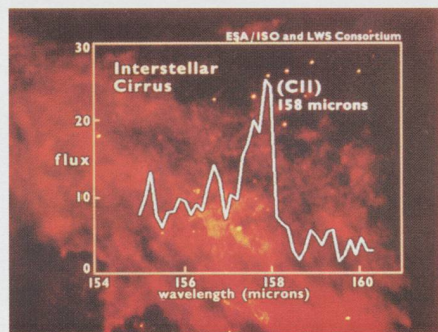


Figure 1: Cette image montre les sources ponctuelles de rayonnement infrarouge détectées par le satellite IRAS (Infrared Astronomical Satellite) sur l'ensemble du ciel. La codification des couleurs est la suivante: - les points bleus sont des étoiles froides de notre galaxie, - les points jaune-vert sont des galaxies. Le fait qu'il y ait une «apparente» concentration le long d'un grand cercle au dessus du plan galactique provient du superamas local, - les points rouges sont les cirrus infrarouges de notre galaxie.

Figure 2: Image d'un cirrus infrarouge prise par ISO. En superposition son spectre.



de poussière. Lorsqu'on calcule la section efficace pour la diffusion de Rayleigh par des atomes ou molécules et qu'on la compare aux mêmes calculs pour des grains de poussière, on constate que ce que l'on observe n'est compatible qu'avec une diffusion produite effectivement par des grains de poussière. Cette lumière diffuse de faible intensité qui possède un maximum autour de 100 micromètres donne ce que l'on appelle les «cirrus infrarouges» (Figures 1 et 2). Le satellite IRAS les a cartographiés et on constate qu'il existe une étroite corrélation entre les régions de cirrus infrarouges et les régions d'émission de la raie de 21cm de l'hydrogène, ce qui confirme l'association intime entre gaz et poussières.

La lumière diffusée permet d'obtenir des informations sur l'albédo des grains de poussière, c'est-à-dire leur capacité à réfléchir la lumière qui est une indication sur l'état de leur surface. Elle donne aussi une information sur le facteur de phase, c'est-à-dire, qu'elle précise si le grain diffuse la lumière de préférence

vers l'avant ou vers l'arrière, ce qui constitue une indication sur la forme du grain.

L'observation des nuages de poussières peut se faire à partir d'instruments terrestres si la température du nuage est plus grande que  $150^\circ\text{K}$ . L'observation dans le visible qui requiert au moins une température de  $1500^\circ\text{K}$  est généralement impossible parce qu'à cette température les grains sont en principe détruits.

### L'extinction interstellaire

Le milieu interstellaire n'est nulle part complètement transparent, ni nulle part complètement opaque dans la totalité des longueurs d'ondes. L'atténuation que la lumière subit à cause des poussières interstellaires est appelée l'extinction interstellaire (Figure 3). Elle est responsable du rougissement de la lumière qui nous provient des étoiles et d'autres objets de l'espace<sup>3</sup>. L'extinction interstellaire est due à l'absorption et à la diffusion de la lumière stellaire par les grains de poussière; elle dépend évidemment de la longueur d'onde du rayonnement. On la mesure en magnitude. Elle représente donc le nombre de magnitudes perdues par rapport à l'éclat réel de l'objet mesuré. Typiquement dans le plan de la Galaxie, on estime que la perte est d'une magnitude tous les 500 pc parcourus par la lumière et ceci pour le rayonnement visible. Dans ces conditions, la lumière d'une étoile qui doit parcourir 2 kpc dans la plan de la Galaxie avant de nous rejoindre subit une diminution de luminosité d'un facteur  $40^{(4)}$ , d'un facteur 1600 si elle doit parcourir 4 kpc et si elle doit parcourir les 30000 pc qui nous séparent de l'autre extrémité de la Galaxie la perte de luminosité correspond à un facteur de  $10^{24(5)}$ . On voit aisément que dans la direction du plan galactique, il n'est guère possible d'explorer que l'immédiat voisinage du soleil en lumière visible. Heureusement, toutes les longueurs d'ondes ne subissent pas la même atténuation. Une utilisation aussi large que possible de toute l'étendue du spectre électromagnétique permet aux astronomes de pénétrer à des profondeurs interdites par le seul usage de la lumière visible. On comprend ainsi l'effort porté sur la réalisation d'instruments capables de capter la lumière en dehors du spectre visible. L'exemple de la région H II W51 montre bien ce phénomène de l'extinction différentielle en fonction de la longueur d'onde. W51 est un des plus lumineux complexes de formation stellaire de notre galaxie. C'est un environnement riche en jeunes étoiles massives, en ré-



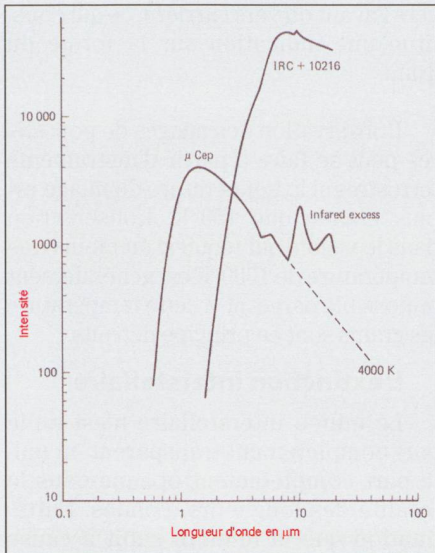


Figure 4: Emission infrarouge d'enveloppes de poussière autour d'étoiles. L'étoile lumineuse  $\mu$  Cep possède un spectre infrarouge avec un maximum à  $7 \mu\text{m}$  qui correspond parfaitement avec l'émission d'un corps noir à  $4000^\circ\text{K}$ . Mais on remarque deux pics à  $10 \mu\text{m}$  et à  $20 \mu\text{m}$ , qui correspondent à l'émission infrarouge de grains de silicate chauffés indiquant l'existence d'une enveloppe circumstellaire de poussières. Les particules de poussière absorbent environ 10% de la lumière incidente est ré-émettent cette énergie sous forme de rayonnement infrarouge. L'enveloppe de poussières est trop tenue pour pouvoir la détecter directement. C'est seulement à travers le rayonnement infrarouge que l'on peut inférer sur sa présence. (Source [1]).

gions H II compactes et étendues et en nuages moléculaires. Situé à une distance de 7.5 kpc le long du bras spirale du Sagittaire, cette région est soumise à une extinction interstellaire, dans le visible, plus grande que 24 magnitudes. Il est donc exclu que de la lumière visible puisse nous parvenir de cette région. Par contre, on peut aisément l'étudier en lumière infrarouge comme en témoigne l'image ci-contre. Cette image prise dans l'infrarouge proche montre une série d'étoiles chaudes de la séquence principale de type spectral OB dont la distance et l'extinction sont compatibles avec celle de W51. Ce sont donc bien des étoiles membres de W51 (Figures 13 et 14).

FABIO BARBLAN  
Route de l'Etraz 6a  
CH-1239 Collex/GE

Figure 13: Une image Infrarouge de W51

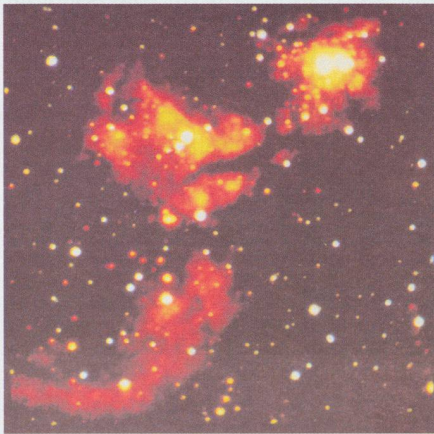
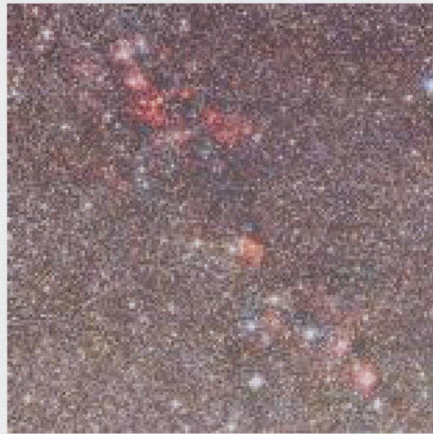
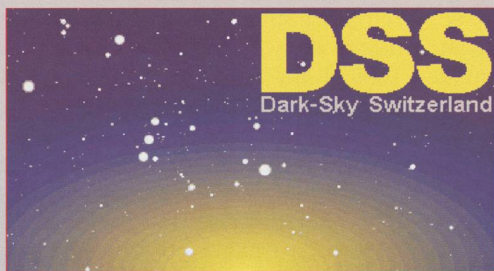


Figure 14: Image infrarouge de W51



### Bibliographie

- [1] *The Fullness of Space*, G. WYNN-WILLIAMS, Cambridge University Press, 1992.
- [2] *The Dusty Universe*, A. EVANS, Ellis Horwood, 1993.
- [3] *The Physics of the Interstellar Medium*, J. E. DYSON AND D. A. WILLIAMS, Institute of Physics Publishing, 2<sup>nd</sup> ed. 1997.
- [4] *The Physics of Interstellar Dust*, E. KRÜGEL, Institute of Physics Publishing, 2003.
- [5] *Solid Interstellar Matter: The ISO Revolution*, Ed. L. d'Hendecourt et al., Springer Verlag, 1999.



## Dark-Sky Switzerland

Gruppe für eine effiziente Aussenbeleuchtung  
Fachgruppe der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
Mitglied der International Dark-Sky Association

[www.darksky.ch](http://www.darksky.ch)

[info@darksky.ch](mailto:info@darksky.ch)

**Wir brauchen Ihre Unterstützung, denn wir wollen**

- ⇒ die Bevölkerung über Lichtverschmutzung aufklären
- ⇒ Behörden und Planer bei Beleuchtungskonzepten beraten
- ⇒ neue Gesetzestexte schaffen

Dazu brauchen wir finanzielle Mittel\* und sind auf Ihren Beitrag angewiesen.  
Ihr Beitrag zählt und ist eine Investition in die Qualität des Nachthimmels.  
Direkt auf PC 85-190167-2 oder über [www.darksky.ch](http://www.darksky.ch)

DSS Dark-Sky Switzerland - Postfach - 8712 Stäfa - PC 85-190167-2



\* z.B. für Pressedokumentation, Material, Porto, Telefon

# Mesures photométriques d'étoiles variables diverses

## Sixième partie - Travail de maturité

LOREN COQUILLE

### 2. Courbe obtenue et interprétations

#### CD17 (=USNO-A2.0 1050-19031360)

J'ai mesuré cette étoile durant mon stage du 14 au 28 juillet 2003 à l'observatoire de St-Luc. Sur trois nuits (2003.07.17, 2003.07.18 et 2003.07.19), nous avons fait 172 poses de 180 secondes. La réduction des données photométriques a été effectuée une première fois par DORAN DELUZ<sup>31</sup> et moi-même le 19 juillet 2003 à l'OFXB avec un programme récemment installé, puis une deuxième fois par RAOUL BEHREND le 30 juillet 2003 à l'observatoire de Genève pour des raisons techniques.

On voit que la courbe est éventuellement encore à compléter au niveau de la moitié de la période environ. D'autre part, plusieurs points sont à mettre en évidence. Premièrement, nous pouvons remarquer que la courbe présente peu de dispersion au niveau de la «montée». Cela rend compte du mode de pulsation de l'étoile, qui s'effectue selon un mode fondamental. En effet, si l'étoile ne pulsait pas en simple mode, deux (ou plus) fréquences de pulsation se superposeraient et l'on assisterait inévitablement à une variation de période (voir paragraphe «Variations de période» sous «Les RR Lyrae»), qui mènerait à une dispersion plus grande des mesures, puisqu'elles n'ont pas été réalisées en même temps, c'est-à-dire sur une seule période.

Deuxièmement, nous voyons une sorte de «bosse» en fin de «descente». Elle est due à un mécanisme hydrostatique ayant lieu lorsque l'étoile dégonfle: à un certain moment, l'étoile ne peut plus continuer à dégonfler, un blocage s'effectue, donnant lieu à une onde de choc qui la fait briller plus. Ensuite seulement interviennent les mécanismes d'opacité et de transfert d'énergie, qui vont faire regonfler l'étoile.

Il est possible de calculer la distance de cette étoile, grâce à l'une des formules démontrées à la section précédente.

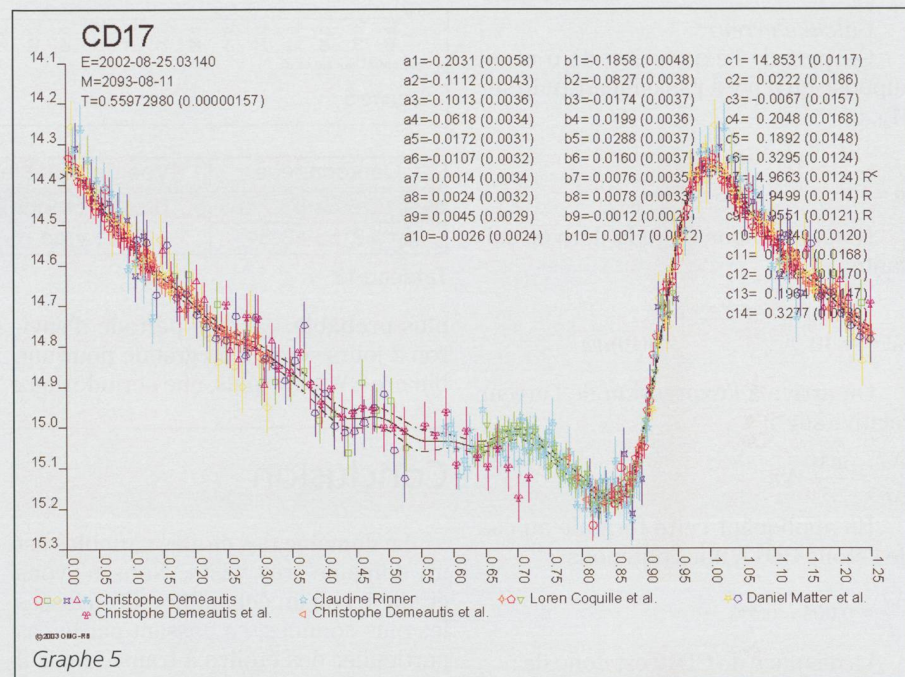
distance d'une étoile dont on connaît la magnitude visuelle et la magnitude absolue, en étant conscients que l'estimation de la distance à laquelle on va aboutir ne sera pas d'une grande précision, puisque nous utilisons une approximation.

Sur la courbe de CD17, nous pouvons estimer les magnitudes maximale et minimale atteinte par l'étoile aux valeurs suivantes:

$$m_{\max} = 14.35 \pm 0.01 \quad \Delta m_{\max} = 0.01$$

$$m_{\min} = 15.17 \pm 0.01 \quad \Delta m_{\min} = 0.01$$

Il sera nécessaire pour cela d'utiliser le fait que les RR Lyrae ont toute une magnitude absolue d'environ 0.6. Nous allons donc utiliser la formule donnant la



Coordonnées	Type de variable	Sous-type	Période	Amplitude
$\alpha = 21^h 00^m 21.3s$	RR Lyrae	RRab	0.56 j	~0.8 magn.
$\delta = +15^\circ 48' 35''$				

Tableau 12



<sup>31</sup> Elève de quatrième année au collège de Candolle, stagiaire à l'Observatoire de St-Luc.

La magnitude moyenne de l'étoile est donc:

$$m_{moy} = \frac{m_{max} + m_{min}}{2} = \frac{14.35 + 15.17}{2} = 14.76$$

$$\Delta m_{moy} = \frac{\Delta m_{max} + \Delta m_{min}}{2} = 0.01$$

On peut maintenant utiliser la formule donnant la distance de l'étoile en parsec:

$$d = 10^{\left(1 + \frac{m - M_{abs}}{5}\right)} = 10^{\left(1 + \frac{14.76 - 0.6}{5}\right)} = 6.79 \cdot 10^3 [pc]$$

Ce qui donne en années-lumière (sachant qu'un pc équivaut à 3.26 al):

$$d = 6.79 \cdot 10^3 [pc] \cdot 3.26 \left[\frac{al}{pc}\right] = 2.21 \cdot 10^4 [al]$$

Calcul d'erreur:

On part de l'expression de d et on suppose qu'il n'y a pas d'incertitude sur  $M_{abs}$ :

$$d = 10^{\left(1 + \frac{m_{moy} - M_{abs}}{5}\right)} = F(m_{moy})$$

Nous obtenons donc la dérivée suivante:

$$dd = \frac{1}{5} \cdot 10^{\left(1 + \frac{m_{moy} - M_{abs}}{5}\right)} \cdot \ln(10) dm$$

On arrive à l'expression de l'erreur relative sur d:

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{\ln 10}{5} \Delta m$$

En appliquant cette formule au cas de l'étoile CD17, nous obtenons:

$$\frac{\Delta d}{d} \cong 0.005 = 0.5\%$$

La distance de CD17 est donc de :

$$6.76 \cdot 10^3 pc \leq d \leq 6.82 \cdot 10^3 pc$$

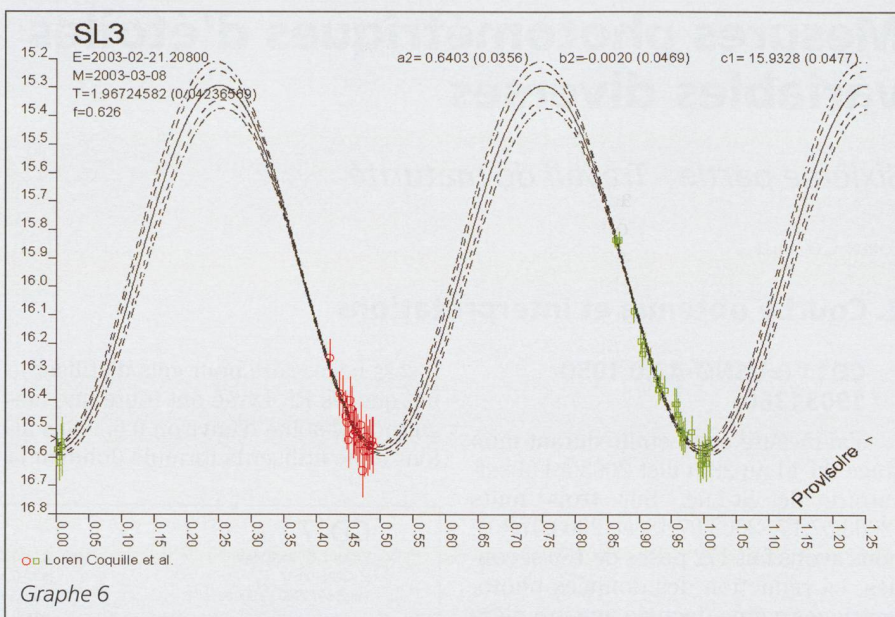
C'est-à-dire:

$$2.20 \cdot 10^4 al \leq d \leq 2.22 \cdot 10^4 al$$

### SL3

Cette étoile a été découverte dans le champ de ASAS, lors de la réduction des données photométriques de cette étoile par RAOUL BEHREND le 27 avril 2003 à l'observatoire de Genève.

La courbe de luminosité est encore très peu précise, et il faudrait refaire des mesures pour pouvoir l'améliorer. L'amplitude et la période indiquées sont provisoires. En effet, en ce qui concerne la période, elle peut être de 1.967j s'il s'agit d'une binaire (par exemple de type EW; il y a deux éclipses), ou alors de la moitié (0.984j) s'il s'agit d'une RR Lyrae. Cette dernière possibilité est la



Coordonnées	Type de variable	Période	Amplitude
$\alpha = 12h24m53.146s$	probablement	1.967j pour deux	~1.3 magn.
$\delta = +3^\circ53'43.34''$	RR Lyrae	périodes,	

Tableau 13

plus probable, car une période d'environ 2 jours serait trop grande pour une binaire EW, et de plus, une période deux

fois plus petite coïnciderait parfaitement avec les périodes observées des RR Lyrae.

## Conclusion

Le domaine des étoiles variables est un domaine très vaste. Nous n'avons étudié ici qu'un échantillon des classes les plus connues, en passant par le cas particulier des étoiles à transit, mais il en existe bien d'autres. A titre d'exemple: les variables semi-régulières, les irrégulières, les rotatives, les éruptives, les étoiles U Geminorum ou variables cataclysmiques (déjà évoquées), les RV Tauri, les  $\beta$  Canis Majoris, les  $\delta$  Scuti, les  $\alpha$  Canum Venaticorum ou variables à spectre magnétique, les Z Camelopardalis, les novae, les novae récurrentes, les supernovae, les étoiles symbiotiques, les P Cygni, les R Coronae Borealis, etc. Vu sous cet angle, ce travail est assez restrictif.

A l'inverse, l'étude d'une seule classe d'étoiles variables aurait amplement justifié un travail de maturité. Le champ de ce travail paraît alors trop étendu. Il n'a en effet été possible que d'aborder les bases propres à chaque sujet. Le choix que j'ai fait a toutefois eu l'avantage de me limiter à un niveau théorique que je suis en mesure de maîtriser, bien qu'il ait fallu évoquer quelques subtilités un peu plus ardues pour moi. Approfondir plus aurait souvent nécessité de faire appel à des notions de niveau universitaire.

Quoi qu'il en soit, les étoiles variables sont loin d'être entièrement comprises. Les données du satellite Hipparcos ont déjà permis et vont encore permettre de donner un élan à la recherche dans ce domaine. Les connaissances évoluent de manière quantitative certes, puisque l'on mesure toujours plus d'étoiles variables, mais aussi de manière qualitative: on découvre en effet des étoiles dont les propriétés physiques n'avaient encore jamais été observées, ce qui mène à la détermination de nouvelles classes, par exemple.

Quand à la quête des exoplanètes, elle ne fait que commencer. On en connaît environ une centaine à ce jour, et les techniques de détection ne cessent de se perfectionner. «La découverte de planètes en dehors du système solaire est l'un des plus enthousiasmants progrès scientifiques du passage au troisième millénaire. Sommes-nous seuls dans l'Univers? Cette question posée depuis plus de deux mille ans semble pouvoir bientôt trouver une réponse.»<sup>32</sup>

Bref, le domaine des étoiles variables comme celui des exoplanètes sont des domaines en pleine évolution, à laquelle des amateurs peuvent contribuer.

<sup>32</sup> Extrait du quatrième de couverture du livre «Les nouveaux mondes du cosmos» de MICHEL MAYOR et PIERRE-YVES FREI.

## Postface

Étant arrivée au terme de ce travail, je pense pouvoir affirmer que les principaux buts que je m'étais fixés ont été atteints.

Tout d'abord, sur le plan scientifique, j'ai trouvé le sujet des étoiles variables très intéressant et enrichissant. C'est en effet l'une des rares branches de l'astrophysique qui donne la possibilité aux amateurs de participer activement à l'avancée des connaissances, en faisant part de leurs mesures. Saisir cette occasion a été d'une grande satisfaction pour moi, d'une part en pouvant compléter les courbes de luminosité d'étoiles récemment découvertes, et d'autre part en ayant découvert d'autres étoiles variables dans ces mêmes champs. La petite

aventure qui a consisté à mesurer l'étoile Cyg2001 (présumée à transit) était une expérience non moins intéressante, bien qu'un peu décevante.

Concernant la réalisation des mesures en général, j'ai appris à faire fonctionner la caméra CCD de l'observatoire de Saint-Luc, et je maîtrise maintenant plus ou moins l'acquisition des images ainsi que le prétraitement. J'ai encore besoin d'aide pour le traitement des images proprement dit, et il me manque une certaine dextérité en informatique (surtout avec Linux!) pour pouvoir faire face à tous les aléas et les difficultés que l'on peut rencontrer.

D'autre part, la météo n'était pas au beau fixe durant chacun de mes stages. C'est un des facteurs que j'ai dû apprendre à gérer. Est-il nécessaire de citer cet-

te grisaille monotone qui élit chaque année domicile dans notre chère cuvette genevoise? Je n'ai pu effectuer aucune nuit de mesure à l'Observatoire de Genève pour cette raison. Il a également fait mauvais temps dix jours de suite durant mes seize jours de stage à l'OFXB en août 2002!

Quand à l'aspect théorique de mon travail, il m'a permis d'acquérir les bases indispensables à l'étude des étoiles variables. La compréhension des méthodes permettant d'obtenir diverses informations sur les étoiles (masse, rayon, distance, etc.) était une de mes principales motivations à la réalisation de ce travail. Pensant initialement que cela était possible uniquement à partir de courbes photométriques, je me suis vite rendue compte qu'une analyse photométrique de la lumière était insuffisante dans de nombreux cas, et qu'il était nécessaire de faire appel à d'autres méthodes: j'ai notamment remarqué que la méthode donnant la masse des binaires à éclipses nécessite une mesure astrométrique, qui est impossible à réaliser pour des binaires spectroscopiques; j'ai montré la complémentarité de l'astrométrie, la spectrométrie, et la photométrie dans mon chapitre sur les exoplanètes; la méthode BW pour les étoiles pulsantes nécessite également une importante part de spectrométrie, etc. N'ayant eu la possibilité de réaliser que des mesures photométriques, je n'ai pu appliquer l'ensemble des formules théoriques aux étoiles étudiées, comme je le souhaitais au départ, mais l'aspect auquel je donne le plus d'importance, c'est-à-dire la compréhension de la théorie, a été pleinement satisfait.

D'autre part, au cours de l'année, j'ai eu l'occasion de rencontrer plusieurs personnes, dont des spécialistes du domaine des étoiles variables ou des exoplanètes. Je pense notamment à RAOUL BEHREND, de l'Observatoire de Genève, qui a effectué la réduction de certaines images et qui a permis la découverte de nouvelles étoiles variables, mais aussi à MICHEL MAYOR, qui a consacré du temps à mes questions sur les étoiles à planètes. J'ai beaucoup apprécié leur gentillesse et leur disponibilité.

En résumé, la réalisation de ce travail de maturité a été une expérience plus que positive à bien des égards. «Je veux bien qu'on sache que le peu que j'ai appris jusqu'ici n'est presque rien à comparaison de ce que j'ignore et que je ne désespère pas de pouvoir apprendre»<sup>33</sup>...

LOREN COQUILLE

18, rue de Vermont, CH-1202 Genève

## Bibliographie

Voici la liste des ouvrages que j'ai utilisés au cours de la réalisation de ce travail, tous chapitres confondus:

- ACKER AGNÈS, *ASTRONOMIE*. Introduction, Masson, Collection De caelo, Paris, 1992, 376 pages.  
 ACKER AGNÈS / JASCHEK CARLOS, *ASTRONOMIE*. Méthodes et calculs, Masson, Collection De caelo, Paris, 1995, 284 pages.  
 BRADLEY W. CAROLL / DALE A. OSTLIE, *An introduction to Modern Astrophysics*, Addison-Wesley, USA, 1996, 1360 pages.  
 BUIL CHRISTIAN, *CCD Astronomy*, Willmann-Bell Inc., Richmond (USA), 1991, 321 pages.  
 CEVEY DANIEL / THELIN MIREILLE, *Cours d'option complémentaire de physique Astronomie I - L'Univers tel qu'on l'observe*, Collège Rousseau, 2001, 112 pages.  
 CRM / CRP / CRC, *Formulaires et Tables*, Editions du Tricorne, Genève, 1992, 261 pages.  
 DELHAYE J., *Cours d'Astrophysique générale*, Hermann, Paris, 1969-70, 266 pages.  
*Dictionnaire Le Petit Larousse 2003*, Larousse, Paris, 2002, 1818 pages.  
*Encyclopédie Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation.  
 HAÏT JEAN-FRANÇOIS, Article (dossier) : *Ils vont découvrir 1000 planètes*, Ciel & Espace n°396, Mai 2003, p. 41.  
 HENAREJES PHILIPPE, Article : *Etoiles variables, Les danseuses du firmament*, Ciel & Espace n°394, Mars 2003, pp. 36-48.  
 KARTTUNEN HANNU / KRÖGER PEKKA / OJA HEIKKI / POUTANEN MARKKU / DONNER KARL JOHAN, *Fundamental Astronomy*, Springer, Physics and Astronomy, Helsinki, 2000, 531 pages.  
 KLOTZ ALAIN / MARTINEZ PATRICK, *Le Guide Pratique de l'Astronomie CCD*, Imprimerie Ménard, Toulouse, 1994, 297 pages.  
 MARTIN EMILIE, Article : *Pourquoi la Lune a-t-elle une face cachée ?*, Ciel & Espace n°396, Mai 2003, p. 59.  
 MAYOR MICHEL / FREI PIERRE-YVES, *Les nouveaux mondes du cosmos*, Seuil, science ouverte, Paris, 2001, 259 pages.  
 PECKER J.-C. / SCHATZMAN E., *Astrophysique générale*, Masson, Paris, 1959, 756 pages.  
 PETIT MICHEL, *Les étoiles variables*, Masson, Paris, 1982, 260 pages.  
 SEGUIN MARC / VILLENEUVE BENOÎT, *Astronomie & Astrophysique*, ERPI, Saint-Laurent (Québec), 1995, 550 pages.

J'ai également consulté bon nombre de sites Internet, dont les adresses sont citées ci-dessous. J'ai préféré les classer selon l'ordre chronologique du travail, puisqu'il est difficile de savoir a priori de quel sujet ils traitent, contrairement aux livres.

### Etoiles variables en général

<http://obswww.unige.ch/~behrend/pagecou.html>  
<http://www.astrosurf.com/lombry/menuevariables.htm>

### Introduction générale

[www.rc.azur.fr/fresnel/gi2t/recherche/stellaire/cephedes/cephedes.htm#Ancre3](http://www.rc.azur.fr/fresnel/gi2t/recherche/stellaire/cephedes/cephedes.htm#Ancre3)  
[www.unil.ch/sc/pages/bazar/articles/phys/astro/2\\_astro.htm](http://www.unil.ch/sc/pages/bazar/articles/phys/astro/2_astro.htm)  
[www.astrosurf.com/lombry/Documents/evolstar\\_bmaudaire.pdf](http://www.astrosurf.com/lombry/Documents/evolstar_bmaudaire.pdf)

### Fonctionnement de la caméra CCD

<http://www.bdl.fr/Phemu03/ntp05.html>  
<http://pccorot15.obspm.fr/COROTCAL/Banc%20CCD/>  
[carac%20CCD%20contenu.html](http://carac%20CCD%20contenu.html)

### Etoiles binaires à éclipses

<http://astronomy.iffrance.com/astronomy/pages/etoiles/etoilesdb.html>

### Programmes d'animation pour les étoiles binaires

<http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/astro101/java/binary/binary.htm>  
<http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/astro101/java/eclipse/eclipse.htm>  
<http://www.physics.sfasu.edu/astro/dansoftware.html>

### Etoiles à transit planétaire

<http://www.astrocosmos.net/canvas.php?rubrique=1>

### Etoiles variables pulsantes

<http://www.astrosurf.com/lombry/magnitudes.htm>  
<http://savar.astronomie.ch/volume6/page5/odba0asso.nordnet.fr/carl/kepler.htm>

### Glossaire

<http://www.astrosurf.com/lombry/glos-af.htm#A>  
[http://members.aol.com/\\_ht\\_a/grosso33/glossair/glossair.htm](http://members.aol.com/_ht_a/grosso33/glossair/glossair.htm)

<sup>33</sup> Dixit Descartes in «Discours de la Méthode»

## Sources des illustrations

### Figures

- Figure 1: provient du cours d'option complémentaire d'astronomie du Collège Rousseau  
 Figure 2: provient du livre *Fundamental Astronomy* de HANNU KARTTUNEN, P.K., H.O. et M.P.  
 Figure 3: provient du livre *Le Guide Pratique de l'Astronomie CCD* d'ALAIN KLOTZ et P.M.  
 Figure 4: provient du livre *Le Guide Pratique de l'Astronomie CCD* d'ALAIN KLOTZ et P.M.  
 Figure 5: provient du livre *Le Guide Pratique de l'Astronomie CCD* d'ALAIN KLOTZ et P.M.  
 Figure 6: provient du site [www.rc.observatoire.fr/fresnel/gi2t/recherche/stellaire/cepheides/cepheides.htm#Ancre3](http://www.rc.observatoire.fr/fresnel/gi2t/recherche/stellaire/cepheides/cepheides.htm#Ancre3)  
 Figure 7: provient du livre *Le Grand Livre du Ciel* des éditions Bordas  
 Figure 8: provient du site [www.astrosurf.com/lombry/Documents/evolstar\\_bmauclaire.pdf](http://www.astrosurf.com/lombry/Documents/evolstar_bmauclaire.pdf) avec modifications personnelles  
 Figure 9: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.  
 Figure 10: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.  
 Figure 11: production personnelle  
 Figure 12: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.  
 Figure 13: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.  
 Figure 14: provient du livre *Astrophysique générale* de J.-C. PECKER et E.S., avec modifications personnelles.  
 Figure 15: provient du livre *Fundamental Astronomy* de HANNU KARTTUNEN, PK, HO et MP.  
 Figure 16: production personnelle  
 Figure 17: production personnelle  
 Figure 18: production personnelle  
 Figure 19: négatif d'un champ CCD réalisé à l'Observatoire de Saint-Luc, avec marque ajoutée  
 Figure 20: négatif d'un champ CCD réalisé à l'Observatoire de Saint-Luc, avec marque ajoutée  
 Figure 21: provient du livre *Les nouveaux mondes du cosmos* de MICHEL MAYOR et P-Y.F.  
 Figure 22: provient du livre *Les nouveaux mondes du cosmos* de MICHEL MAYOR et P-Y.F.  
 Figure 23: production personnelle  
 Figure 24: provient du livre *Les nouveaux mondes du cosmos* de MICHEL MAYOR et P-Y.F.  
 Figure 25: production personnelle  
 Figure 26: provient du livre *Les nouveaux mondes du cosmos* de MICHEL MAYOR et P-Y.F.  
 Figure 27: production personnelle  
 Figure 28: provient du livre *Les nouveaux mondes du cosmos* de MICHEL MAYOR et P-Y.F.  
 Figure 29: production personnelle, avec spectres provenant de l'Encyclopédie Encarta 99  
 Figure 30: production personnelle  
 Figure 31: provient du dossier *Ils vont découvrir 1000 planètes* tiré du *Ciel & Espace* n°396  
 Figure 32: négatif d'un champ CCD réalisé à l'Observatoire de Saint-Luc, avec marque ajoutée  
 Figure 33: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.  
 Figure 34: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.  
 Figure 35: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.  
 Figure 36: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.  
 Figure 37: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles..  
 Figure 38: provient du livre *Astronomie & Astrophysique* de MARC SEGUIN et B.V., avec modifications personnelles  
 Figure 39: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.  
 Figure 40: négatif d'un champ CCD réalisé à l'Observatoire de Saint-Luc, avec marque ajoutée

### Tableaux

- Tableau 1: provient du cours d'option complémentaire d'astronomie du Collège Rousseau, avec modifications personnelles.  
 Tableau 2: provient du site <http://www.astrosurf.com/lombry/menu-variables.htm> avec modifications personnelles  
 Tableau 3: provient du site [www.astrosurf.com/lombry/Documents/evolstar\\_bmauclaire.pdf](http://www.astrosurf.com/lombry/Documents/evolstar_bmauclaire.pdf) avec modifications personnelles  
 Tableau 4: production personnelle  
 Tableau 5: production personnelle  
 Tableau 6: production personnelle  
 Tableau 7: production personnelle  
 Tableau 8: production personnelle  
 Tableau 9: production personnelle  
 Tableau 10: production personnelle  
 Tableau 11: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.  
 Tableau 12: production personnelle  
 Tableau 13: production personnelle

### Graphes

- Graphe 1: courbe de luminosité de LB34 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève  
 Graphe 2: courbe de luminosité de ASAS J122418+0351.6 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève  
 Graphe 3: courbe de luminosité de SL2 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève  
 Graphe 4: courbe de luminosité de SL3 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève  
 Graphe 5: courbe de luminosité de SL4 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève  
 Graphe 6: courbe de luminosité de CD17 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève

## Remerciements

J'aimerais ici remercier chaleureusement toutes les personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail de maturité (je les cite, comme à mon habitude, dans l'ordre alphabétique, car je ne saurais procéder à une autre classification [!]):

### **Raoul BEHREND,**

astronome à l'Observatoire de Genève, spécialiste des mesures d'étoiles variables, pour la réduction des données photométriques de LB34, ASAS et CD17, pour le temps qu'il a consacré à mes questions, ainsi que pour les livres que j'ai pu emprunter à l'observatoire. C'est avec lui que les étoiles SL2, SL3 et SL4 ont été découvertes.

### **Daniel CEVEY,**

professeur de Physique au collège Rousseau, maître accompagnant de ce travail, pour le temps qu'il m'a consacré, les explications qu'il m'a données, et les livres qu'il m'a prêtés.

### **Michel MAYOR,**

directeur de l'Observatoire de Genève, pour les explications qu'il m'a données (concernant la méthode utilisée pour la détermination de la masse d'une exoplanète), et pour les articles qu'il m'a fournis.

### **Dominique NAEF,**

doctorant à l'observatoire de Genève, pour les courbes de transit (photométriques et spectroscopique) de HD209458, ainsi que pour les explications qu'il m'a données.

### **Yves REVAZ,**

doctorant à l'Observatoire de Genève, pour la réduction des données photométriques de Cyg2001.

### **Nicolas WAELCHLI,**

responsable de l'Observatoire de St-Luc, pour son aide précieuse, notamment en informatique, lors des nuits de mesure, ainsi que pour ses explications.

## KLEIN-INERATE PETITE ANNONCE

● *A vendre:*  
 VENTE DE CAMERA CCD  
**Camera CCD Model Hisis33**, avec chip Thomson TH7895M, 512 x 512 pixel, classe 1. Pixels carrés de 19micron de côté. Dimension réelle du chip: 9.7 x 9.7mm. Temps du download: binning 1x1: 11sec; binning 2x2: 4sec. Non antiblooming. Refroidissement par circulation à l'air avec possibilité de refroidissement à liquide. Sensibilité: 40% quantum efficiency. Toujours fonctionnée très bien. Age: 5 ans. Vente en Europe chez:

<http://gwgalla.tread.it/europixel/europixelweb/welcomeframe.htm>

Prix de vente à neuf: 5100 Euro. Mon prix: 2000 Euro (3200 CHF). Idéal pour débuter en astronomie CCD avec une caméra performante dotée d'un assez grand capteur. Plusieurs images faites avec cette caméra sont à voir sur

<http://aida.astronomie.info/sposetti/>

Contact: [stefanosposetti@freesurf.ch](mailto:stefanosposetti@freesurf.ch)

# Ergänzende Bemerkungen zum Artikel «9000 Jahre Venustransits»

ROBERT NUFER

In ORION 325 beschreibt GERHART KLAUS die Rhythmen und Intervalle zwischen den Venustransits über einen Zeitraum von 9000 Jahren. Er führt den Leser durch eine Serie von Transits mit zu- und wieder abnehmender Dauer. Dieser Artikel soll zeigen, wie es zu den beschriebenen Rhythmen kommt.

Meine Überlegung, um hinter das «Geheimnis» der Transitintervalle zu kommen, war folgende: Von allen unteren Venuskonjunktionen sind nur die allerwenigsten in der «Transitliste», nämlich etwa zwei Prozent. Erschiene die Sonne gut neun Grad gross am Himmel oder läge die Venusbahn exakt auf der Ekliptik, so wäre die Transitliste über 5600 Zeilen lang, ein Eintrag alle 584 Tage.

Bild 1 zeigt schematisch die Bahnen von Venus und Erde. Durchschnittlich kommt es alle 584 Tage oder 1.6 Jahre zu einer unteren Konjunktion. Die Venus legt in dieser Zeit einen Umlauf mehr zurück, nämlich 2.6. Nach fünf unteren Konjunktionen sind  $5 \times 1.6 = 8$  Jahre oder  $5 \times 2.6 = 13$  Venusjahre vergangen. Es gibt also fünf Positionen in der Ekliptik, an denen es zu unteren Konjunktionen kommt. Erde und Venus bilden je ein Fünfeck. Da Venus für 13 Umläufe 2.5 Tage weniger als acht Jahre braucht, dreht sich das Venusfünfeck langsam im Uhrzeigersinn, also entgegen der Umlaufrichtung beider Planeten. Eine volle Drehung dauert 1215 Jahre, also verschieben sich nach jeweils 243 Jahren die Ecken um eine Position. Zu Transits kommt es nur, wenn sich eine Ecke in der Nähe der Knotenlinie befindet. Diese Drehung führt ausserdem dazu, dass acht Jahre nach einem Transit höchstens noch ein weiterer folgt. War aber der letz-

te Transit sehr zentral, so verfehlt Venus acht Jahre davor und acht Jahre danach die Sonne. Zu einer viel genaueren Wiederholung kommt es nach 243 Jahren oder 152 synodischen Umläufen, wenn die nächste Ecke an den Knoten gewandert ist. Eine Serie von Transits, die sich im Abstand von 243 Jahren folgen, reisst erst nach einigen tausend Jahren wieder ab!

Ich habe mit Excel eine Tabelle und eine Grafik erstellt, die alle unteren Venuskonjunktionen enthält, wobei ich mich auf die 6000 Jahre von -2000 bis +4000 beschränkt habe. Die Formeln zur Berechnung der Konjunktionszeitpunkte habe ich MEEUS [1] entnommen, und für die Berechnung der genauen Positionen von Venus und Erde habe ich die wichtigsten Terme der VSOP87D-Theorie [2] benutzt. Den minimalen Abstand zur Sonnenmitte ( $g$ ) aller Konjunktionen habe ich dann aus zwei Zeitpunkten kurz vor und nach der Konjunktion bestimmt. Ob die Venus nun tatsächlich vor der Sonne vorbeizieht, ist nur noch eine Funktion der scheinbaren Grössen von Sonne und Venus.

Bild 2 zeigt die komplette «Konjunktionsliste» (kleine farbige Kreise) und die tatsächliche «Transitliste» (schwarze Punkte). Auf der y-Achse ist der Abstand der Venus während der unteren Konjunktion von der Ekliptik (Sonne) aufgetragen. Die Grafik zeigt die Minimalabstän-

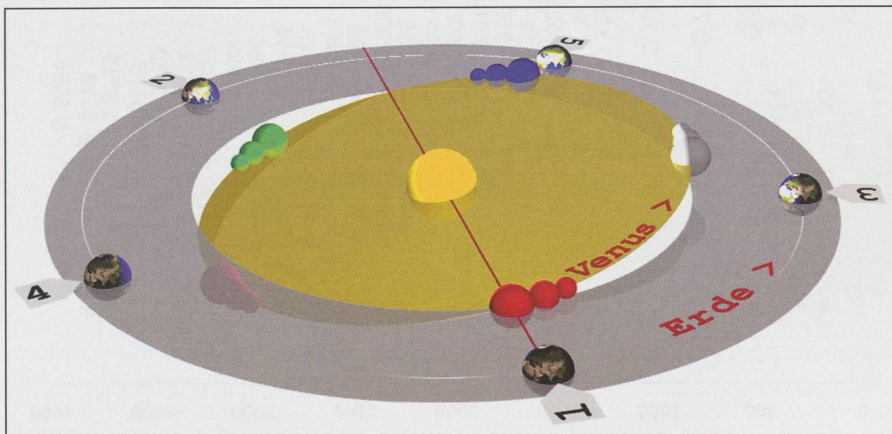
de der Venus von der Sonne (in Bogensekunden) als Funktion der Zeit, aufgetragen in Jahren. Das Bild zeigt deutlich, wie «spärlich» die (von der Natur getroffene) Auswahl ist. Man erkennt die Anordnung der fünf «Sinuskurven», die alle acht Jahre einen Punkt haben und untereinander jeweils um 243 Jahre verschoben sind.

Bild 3 zeigt das gleiche wie Bild 2, aber nur im Bereich von +/- einem knappen Grad über und unter der Ekliptik. Das gelbe Band entspricht etwa der scheinbaren Grösse der Sonne. Folgt man den Konjunktionen einer Farbe, so erkennt man, dass es sehr oft zu zwei Transits (innerhalb von acht Jahren) kommt, aber dass es auch Zeiten gibt, wo es nur zu einem Transit kommt. Eine solche Zeitspanne zwischen den Jahren -500 und +500 ist rosa unterlegt. Damals folgten sich neun «isolierte» Transits im Abstand von 121.5 Jahren, abwechselungsweise am ab- und aufsteigenden Knoten.

Bild 4 ist noch etwas mehr zur Ekliptik gezoomt, weil hier nur die wirklichen Transits interessieren. Die Farbcodierung hat nichts mehr mit der Codierung der anderen Bilder zu tun. Statt dessen haben hier Transits die gleiche Farbe, die sich nach 243 Jahren wiederholen. Venustransits finden nur statt, wenn dieser Minimalabstand kleiner als etwa 1000 Bogensekunden ist. Die etwas «angefressen» erscheinende schwarze Linie bei +/-1000 Bogensekunden zeigt diese Limiten.

Ablesebeispiel: Der Transit vom letzten Juni (schwarzer Punkt beim Jahr 2004) fand etwa  $625''$  unterhalb der Ekliptik statt, der nächste (grau-schwarzer Punkt bei +2012) wird knapp  $560''$  über der Ekliptik stattfinden, und damit auch

*Bild 1: Schematische Bahnen von Venus und Erde. Die Orte der unteren Venuskonjunktionen bilden ein Fünfeck. Erde und Venus erreichen die jeweils nächste Position (1-2-3-4-5) nach knapp 584 Tagen, was 1.6 Jahren oder 2.6 Venusjahren entspricht. Zu Transits kommt es nur, wenn eine Ecke in der Nähe eines der beiden Knoten zu liegen kommt. Das Schema zeigt die Situation ganz links in Bild 2 mit einem Transit an der «roten Ecke». Da sich das Fünfeck der Venus einmal in 1215 Jahren entgegen der Umlaufrichtung von Venus und Erde um die z-Achse dreht, kommt es in durchschnittlich 121.5 Jahren zu einem oder zwei Transits an der «grünen Ecke» am absteigenden Knoten, nach weiteren 121.5 Jahren zu einem oder zwei Transits an der «grauen Ecke» wieder am aufsteigenden Knoten, u.s.w.*



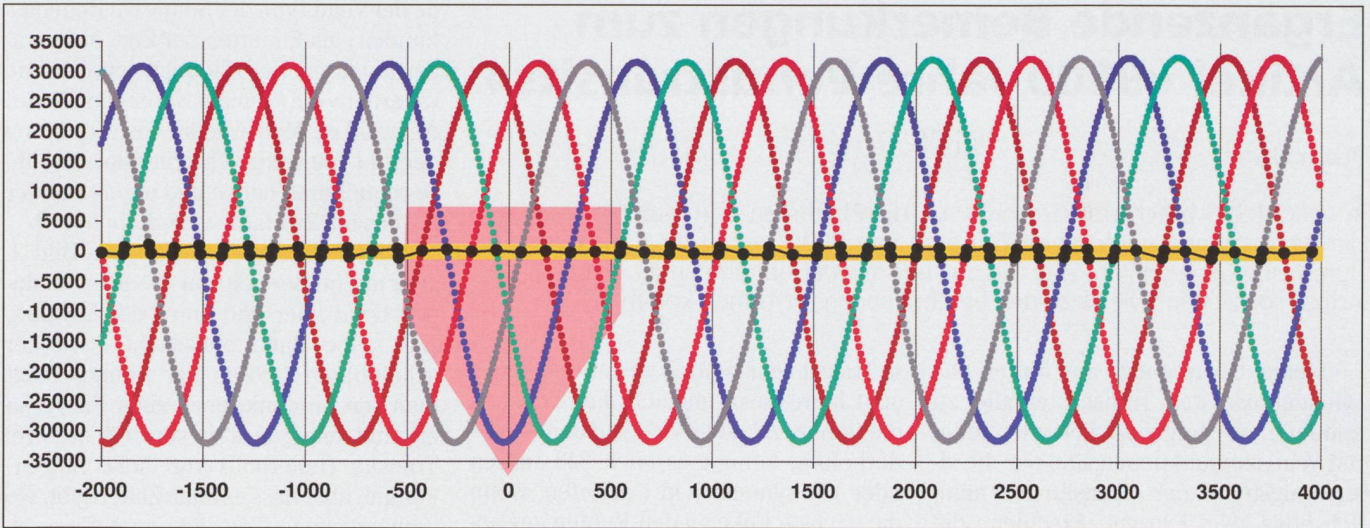


Bild 2: Untere Venuskonjunktionen über einen Zeitraum von 6000 Jahren. x-Achse: Jahr; y-Achse: minimaler scheinbarer Abstand der Venus von der Sonnenmitte ( $\eta$ ) in Bogensekunden. Das gelbe Band entspricht etwa der scheinbaren Grösse der Sonne, die schwarzen Punkte darauf sind die tatsächlichen Venustransits. Während der rosa Periode folgen sich Venustransits alle 121.5 Jahre, wie in Bild 1 gezeigt, abwechslungsweise am auf- und absteigenden Knoten.

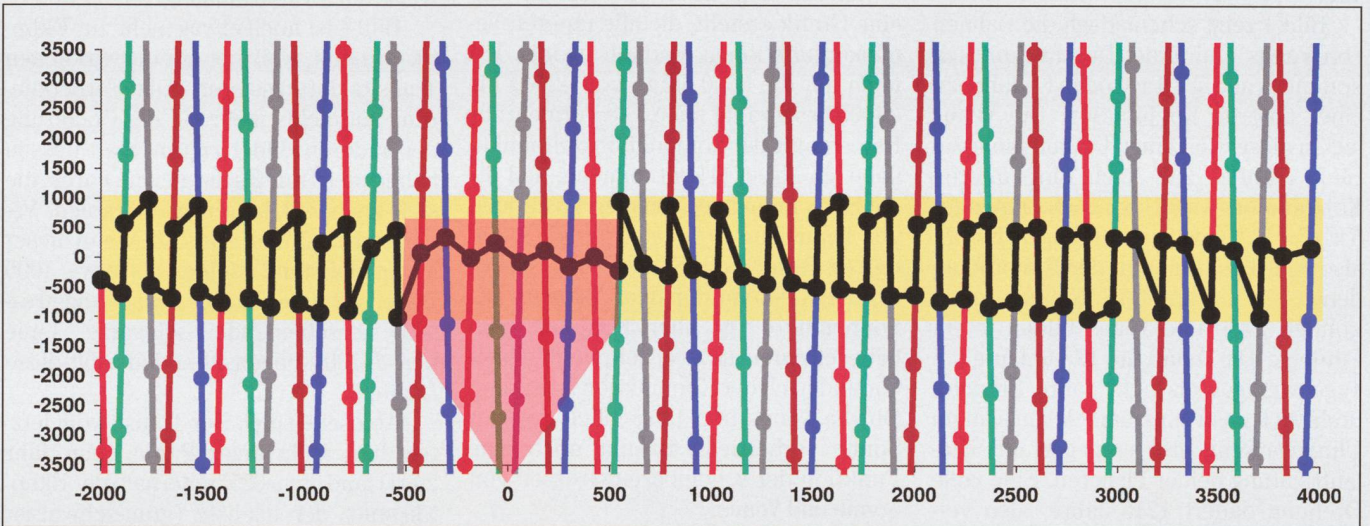
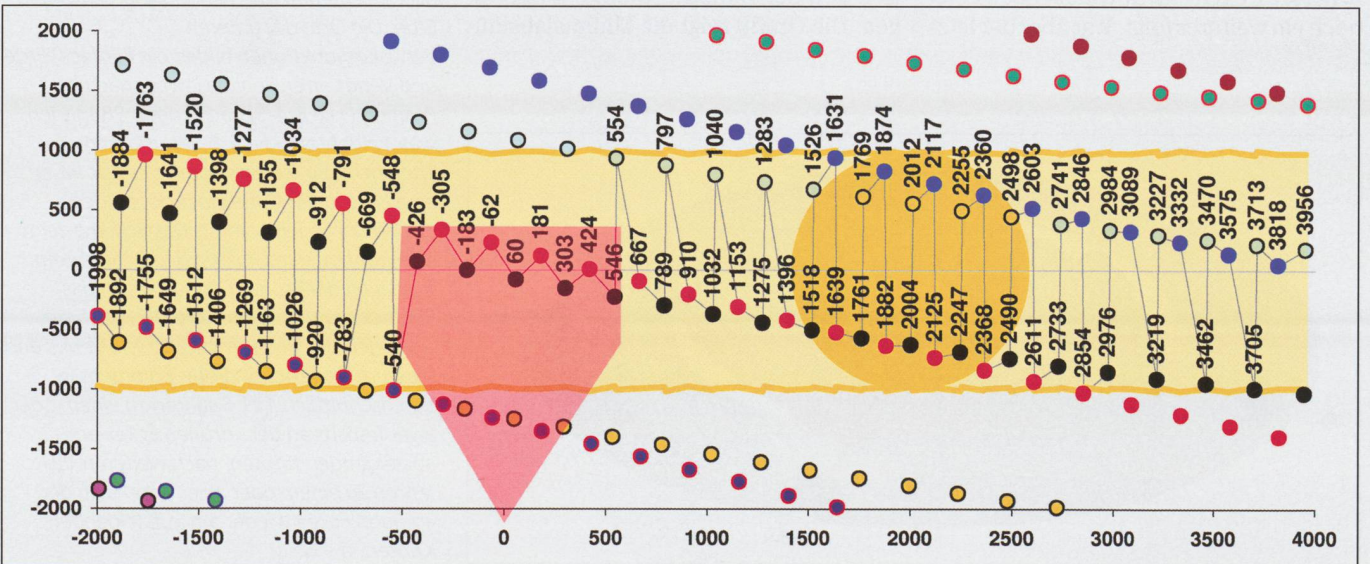


Bild 3: Untere Venuskonjunktionen über einen Zeitraum von 6000 Jahren. Gleiche Darstellung wie in Bild 2, aber die y-Achse ist 10x gespreizt.

Bild 4: Venustransits über einen Zeitraum von 6000 Jahren. x-Achse: Jahr; y-Achse: minimaler scheinbarer Abstand der Venus von der Sonnenmitte ( $\eta$ ) in Bogensekunden. Die Höhe des gelben Bandes entspricht dem tolerierten Abstand der Venus von der Ekliptik, der noch zu einem Transit führt (= Summe der scheinbaren Radien von Sonne und Venus).

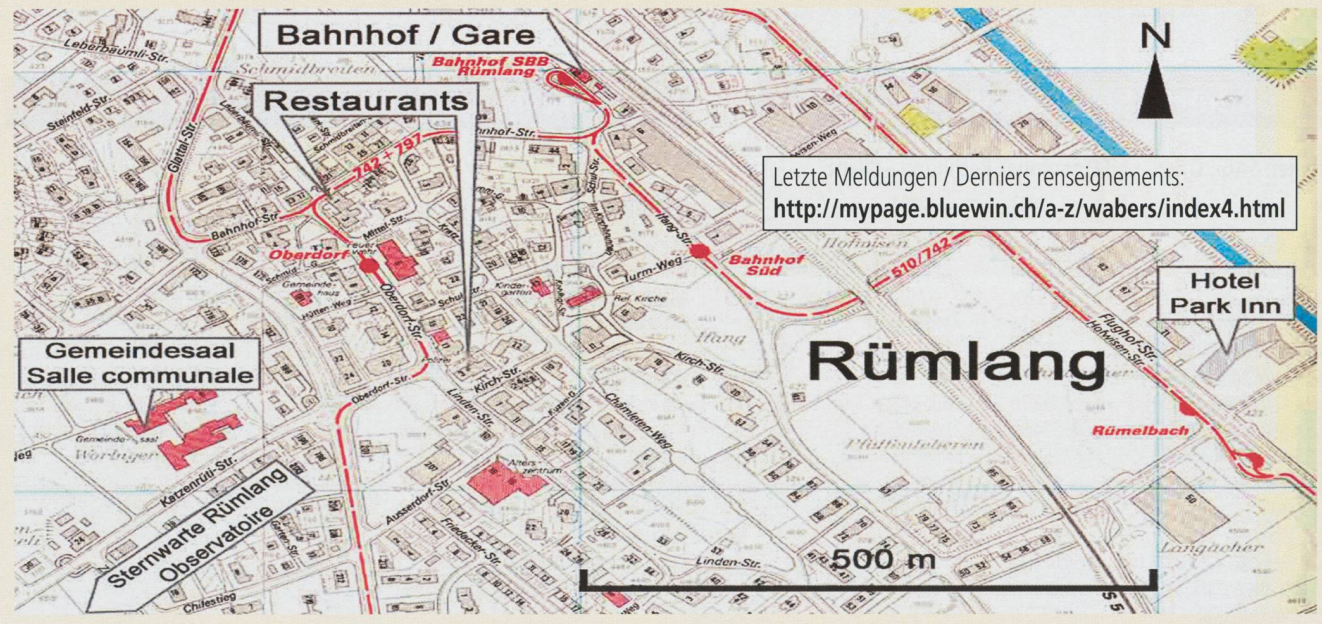


## 61. GV der SAG vom 21. Mai 2005 in Rümlang

1. Begrüssung durch den Präsidenten der SAG
2. Wahl der Stimmzähler
3. Genehmigung des Protokolls der 60. Generalversammlung vom 5. Juni 2004 in Sitten
4. Jahresbericht des Präsidenten
5. Jahresbericht der Zentralsekretärin
6. Jahresbericht des Technischen Leiters
7. Jahresbericht der ORION-Redaktoren
8. Diskussion der Jahresberichte
9. Jahresrechnung 2004, Jahresbericht des Zentralkassiers
10. Revisorenbericht 2004
11. Diskussion der Rechnung, Entlastung des Zentralvorstandes
12. Budget 2006
13. Wahlen
14. Wahl der Rechnungsrevisoren
15. Verleihung des Robert A. Naef – Preises, Ehrungen
16. Anträge von Sektionen und Mitgliedern
17. Mitteilungen und Verschiedenes
18. Bestimmung von Ort und Zeit der GV 2006

## 61<sup>e</sup> AG de la SAS du 21 mai 2005 à Rümlang

1. Allocution du président de la SAS
2. Election des scrutateurs
3. Procès-verbal de l'Assemblée Générale du 5 juin 2004 à Sion
4. Rapport annuel du président
5. Rapport annuel de la secrétaire centrale
6. Rapport annuel du directeur technique
7. Rapport annuel des rédacteurs d'Orion
8. Discussion des rapports annuels
9. Finances 2004 - Rapport du caissier central
10. Rapport 2004 des vérificateurs des comptes
11. Discussion des comptes, Décharge du Comité Central
12. Budget 2006
13. Elections
14. Election des vérificateurs des comptes
15. Attribution du prix Robert A. Naef
16. Propositions des sections et des membres
17. Communications et divers
18. Détermination du lieu et de la date de l'Assemblée Générale 2006



## VERANSTALTUNGSKALENDER CALENDRIER DES ACTIVITÉS

### April 2005

- 5. April 2005  
 19:30 Uhr: «Einstein und die Allgemeine Relativitätstheorie» Vortrag von Ch. Wüthrich, Uni Bern.  
 Ort: Kuppelraum im Hauptgebäude der Universität, Hochschulstrasse 4, 3012 Bern. Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Bern (AGBE).

### Mai 2005

- 21./22. Mai 2005:  
 61. Generalversammlung der SAG Vorträge, Besuch der Sternwarten Rümlang und Bülach, Besichtigung von SR Technics.  
 Ort: Gemeindesaal Rümlang/ZH (Vorträge). Veranstalter: Schweizerische Astronomische Gesellschaft (SAG) sowie Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland (AGZU) und Verein Sternwarte Rotgrub Rümlang (VSRR).

### Juli 2005

- 24. Juli bis 13. August 2005:  
 41st International Astronomical Youth Camp IAYC.  
 WWW: www.iayc.org. Ort: Závadka nad Hronom, Slovakia. Veranstalter: International Workshop for Astronomy.

### September 2005

- 2. bis 4. September 2005:  
 Swiss Star Party. Info und Anmeldung: Radek Chromik Leuenberger.  
 E-Mail: radek.chromik@starparty.ch.  
 WWW: www.starparty.ch.  
 Ort: Gurnigelpass in den Berner Alpen.
- 29. September bis 3. Oktober 2005:  
 Amateur-Teleskoptreffen Mirasteilas. Info und Anmeldung: José De Queiroz.

E-Mail: teleskoptreffen@mirasteilas.net.  
 WWW: www.mirasteilas.net. Ort: Falera/GR.

### Oktober 2005

- 22. Oktober  
 ab 19:30 Uhr: 14. Zumstein-Teleskoptreffen «Faszination Mars». Info und Anmeldung: Michel Figi, Foto Video Zumstein AG, Casinoplatz 8, 3001 Bern, Tel. 031/311 2113, Fax 031/312 2714.  
 E-Mail: astro@zumstein-foto.ch.  
 WWW: www.zumstein-foto.ch.  
 Ort: Restaurant Berghaus Gurnigel/BE.  
 Veranstalter: Foto Video Zumstein AG, Bern.

astroInfo-Veranstaltungskalender  
 Hans Martin Senn - Tel. 01/312 37 75  
 astroInfo-Homepage: <http://www.astroinfo.ch/>  
 E-Mail: [senn@astroinfo.ch](mailto:senn@astroinfo.ch)



**SAG-Budget 2005 - Entwurf Budget 2006**

**Beinhaltet: SAG-, Orion- und Orionfonds-Rechnung**

Erfolgsrechnung	2005 (genehmigt)	2006 (Entwurf)
<b>Aufwand</b>		
Druckkosten ORION	100'000.—	90'000.—
Drucksachen und Werbung	500.—	1'000.—
Aufwendungen ORION Redaktion	3'000.—	3'000.—
Generalversammlung	5'000.—	5'000.—
Tagungen SAG	1'000.—	1'000.—
Administration (Sekretariat/Kasse)	3'500.—	3'500.—
Vorstand	4'000.—	3'500.—
Internationale Organisationen	500.—	500.—
Arbeitsgruppen	3'500.—	3'500.—
Adressverwaltung	2'500.—	2'500.—
Versand Orion	1'500.—	7'000.—
Steuern, Bankspesen	2'000.—	2'000.—
<b>Total Aufwand</b>	<b>127'000.—</b>	<b>122'500.—</b>
<b>Ertrag</b>		
ORION-Einzel-Abo	28'000.—	28'000.—
Sektionsbeiträge inkl. Orion	65'000.—	62'000.—
ORION Inserate	26'000.—	26'000.—
Sirius-Lizenzen	2'500.—	2'000.—
Sekretariat / CD-Verkauf	500.—	500.—
Lesemappe / ORION Zirkular	—	—
Zinsertrag / -aufwand	5'000.—	4'000.—
<b>Total Ertrag</b>	<b>127'000.—</b>	<b>122'500.—</b>

Das Budget 2005 basiert auf:	Abopreis	Total
Sektionen:	Vollmitglied 48.—	53.—
	Jungmitglied 24.—	27.—
	Inland	60.—
	Ausland	70.—
		(Euro 50.—)

Neueneegg, 19.1.2005 / Urs STAMPFLI

**Konsolidierte SAG Rechnung 2004**

**Beinhaltet: SAG-, Orion- und Orionfonds-Rechnung – Bilanz**

Aktiven	2003	2004
Kasse SAG Kassar	352.50	485.50
Kasse Zentralsekretariat	494.50	267.50
Kasse Orion-Zirkular	(13.65)	(2.25)
Postcheck 82-158-2	2'323.24	3'858.72
Postcheck Sekretariat 12-17785-8	850.91	2'537.66
Postcheck Lesemappe 34-2081-7	924.56	1'522.56
Postcheck 17-76200-5 (OK)	3'413.20	6'003.85
Bank CS, Sparkonto 162896-71	46'534.50	27'986.05
Bank CS Zinsstufen 807498-60	67'255.30	67'692.45
Bank CS 610005-90 (OZ)	327.60	306.70
Bank CS (OK)	55'873.87	49'398.27
Bank CS, Sparkonto 162896-70	31'822.55	31'925.95
Anlagesparkto. UBS 455.698.J1 (OF)	54'623.25	54'800.75
Verrechnungssteuer SAG	1'362.15	1'665.75
Verrechnungssteuer (OK)	(45.23)	73.13
Bestand Sofi Brillen		6'675.—
Debitoren Orion Inserenten	4'892.50	4'892.50
Gewinn / Verlust Berichtsjahr	12'830.19	12'587.92
	<b>283'821.94</b>	<b>272'678.01</b>

Passiven	2003	2004
TP Orion, Vorauszahlungen	18'804.26	20'490.52
Kreditoren Redaktion	(86.10)	(86.10)
Eigenkapital	265'103.78	252'273.59
Gewinn Berichtsjahr		
	<b>283'821.94</b>	<b>272'678.01</b>

OF: Orion Fonds / OK: Orion Kasse / OZ: Orion Zirkular

**Erfolgsrechnung**

Aufwand	2003	2004
Druckkosten Orion	81'816.45	108'640.60
Drucksachen und Werbung		2'644.80
Aufwendungen Orion Redaktion	522.—	2'979.29
Beiträge an SAG (OF+Sekretariat)	9'080.70	—
Generalversammlung	4'133.50	5'052.80
Tagungen SAG	1'255.60	2'153.50
Administration (Sekretariat/Kasse)	2'488.75	2'725.90
Anschaffungen		749.20
Vorstand	2'927.90	3'566.40
Arbeitsgruppen	1'077.35	3'372.10
Adressverwaltung	2'588.70	2'657.95
Versand Orion	6'813.25	9'080.95
Steuern, Bankspesen	499.11	1432.55
Gewinn Berichtsjahr		
	<b>113'203.31</b>	<b>145'056.04</b>

Ertrag	2003	2004
Orion Jungmitglieder	180.—	144.—
Orion Vollmitglieder	24'752.—	21'903.50
Orion Auslandsmitglieder	5'061.50	5'120.99
Orion Buchhandel	608.42	336.—
Sektionsbeiträge	64'359.—	59'949.—
Orion Inserate	0.—	37'064.50
Sekretariat / CD-Verkauf	184.—	—
Verkauf Sofi Brillen		1'177.10
Lesemappe / Orion Zirkular	(131.01)	588.50
Zinsertrag / -aufwand	1'360.42	1'124.53
Spenden+Währungsertrag	498.79	5'060.—
Lizenzbeitrag Sirius	3'500.—	—
Verlust Berichtsjahr	12'830.19	12'587.92
	<b>113'203.31</b>	<b>145'056.04</b>

OF: Orion Fonds / OK: Orion Kasse / OZ: Orion Zirkular

## Les Potins d'Uranie

### La Lune Rousse

AL NATH

Avant de vous parler des «Lunes de couleur», laissez-moi brièvement vous raconter l'histoire de celui que l'on appelait la «Lune Rousse» dans ce village des hauts-plateaux marécageux. Comme dans beaucoup de petites communautés, les sobriquets y étaient facilement attribués. Ils collaient aux personnages pour le reste de leur vie et parfois même se transmettaient de générations en générations. Ce surnom-ci a une saveur assez pittoresque, en plus d'une connotation astronomique.

\*\*\*\*\*

Imaginez un vélo arrivant vers vous et monté par un individu tellement gros que la selle et sa structure disparaissent totalement sous l'abdomen du cycliste. Les jambes de celui-ci doivent s'écarter et battre l'air à 45° pour pouvoir appuyer sur les pédales. Mais celles-ci tournent tellement vite qu'il se dégage une agilité surréelle de cette masse en mouvement.

Ajoutez deux petits yeux pétillant de malice enfoncés dans un visage rendu poupin par la peau tendue. Piquez les joues de quelques points de rousseur sous une tignasse poil-de-carotte en bataille. Et voilà le personnage: bon gros, jovial, boute-en-train, omniprésent dans les activités sociales du village, joueur de trompette dans la fanfare locale (joues gonflées à bloc et doigts boudinés pianotant sur les pistons) et — vous en seriez-vous doutés — coureur de jupons d'autant plus à succès que ses conquêtes échangeaient des confidences avec des trémolos dans la voix.

A propos de voies justement, le gaillard gagnait sa vie en oeuvrant sur celles du tramway à la ville voisine. C'était la belle époque de ce moyen de locomotion, alors en pleine expansion. Et c'était toujours un spectacle paradoxal pour les passants que de voir ce mastodonte plié en deux et remettant à niveau les pavés des différentes rues de la cité.

Les nuits de travail n'étaient pas rares, n'était-ce d'ailleurs que pour remplacer progressivement les rails usés en dehors des horaires de circulation des trams — un rite auquel s'étaient habitués les citadins. Les zones où les pavés avaient été enlevés étaient délimitées avec les

moyens de l'époque: des brûlots à pétrole posés à même le sol et jetant une lueur jaunâtre et dansante sur un ballet d'ombres découpant, déplaçant, remplaçant, mettant à niveau, ressoudant et testant nouvelles voies et aiguillages.

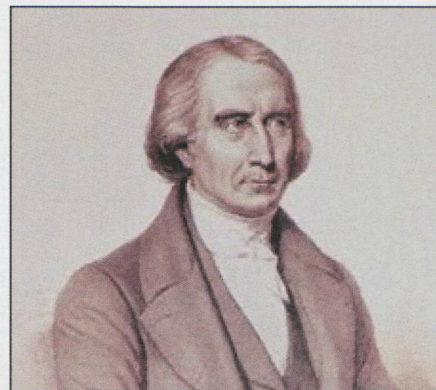
C'est justement lors d'une de ces nuits que notre gaillard se vit affublé de son sobriquet, une de ces nuits claires et fraîches d'avril que tous les jardiniers et cultivateurs craignent car les basses températures y font des dégâts sur les jeunes pousses qui en résultent «roussies» (brûlées). Les journaux avaient parlé des effets de la «Lune Rousse». En levant les yeux de ses pavés, l'un des compagnons de travail de notre ami vit sa tête hilare de rouquin, éclairée par les brûlots, en projection sur le ciel à côté de la Lune encore presque pleine et l'amalgame fut fait.

Ce surnom supplanta tous ceux qu'on avait pu lui attribuer jusqu'alors à partir de son obésité. Et il l'assuma avec le plus grand bonheur, brailant parfois lui-même lors de ses arrivées spectaculaires à vélo: «Tirez-vous, v'là la Lune Rousse!»

\*\*\*\*\*

#### **Au fait, les Lunes peuvent-elles être colorées?**

ANDRÉ DANJON (1890-1967), directeur de l'Observatoire de Strasbourg (1929-1945) puis de l'Observatoire de Paris (1945-1963), s'était intéressé à la Lune. Il détermina non seulement son albédo, mais aussi la lumière cendrée qu'il fut le premier à observer photométriquement. Danjon proposa aussi une échelle (voir tableau) allant de 0 à 4 (et à laquelle son



(Dominique) FRANÇOIS ARAGO (Estagel 1786 - Paris 1853) eut une vie bien remplie, non seulement comme savant (mathématicien, physicien, astronome), mais aussi comme homme politique, et il serait audacieux de vouloir résumer celle-ci en quelques lignes ici. Disons seulement qu'il participa à la mesure aventureuse d'un arc de méridien en Espagne (1806), préliminaire à la standardisation du système métrique, qu'il fut membre de l'Académie des Sciences (1809), professeur à l'Ecole Polytechnique, Directeur de l'Observatoire de Paris puis du Bureau des Longitudes, député (1830-1948), Ministre de la Guerre et de la Marine (on retient qu'il contribua à l'abolition de l'esclavage dans les colonies), etc. Ses travaux scientifiques concernèrent la chromosphère solaire, la polarisation chromatique, la vitesse du son, la réfraction des gaz, l'électromagnétisme (aimantation du fer par un courant électrique), etc.

nom est resté) pour les colorations d'éclipses totales de Lune conditionnées par les couches supérieures de l'atmosphère terrestre où passent en tangence les rayons solaires.

En dehors des phénomènes exceptionnels que sont les éclipses, les colorations apparentes de la Lune ne peuvent être provoquées que par des effets atmosphériques filtrant la lumière en provenance de notre satellite. C'est le cas lorsque la Lune se lève ou se couche. A

Echelle de Danjon pour les éclipses totales de Lune

0	éclipse très sombre (Lune presque invisible, particulièrement au milieu de la totalité)
1	éclipse sombre, avec coloration grise ou brunâtre (détails lunaires difficiles à discerner)
2	éclipse rouge sombre ou de couleur rouille (le plus souvent, tache très sombre au centre de l'ombre, tandis que zone extérieure assez claire)
3	éclipse rouge-brique (ombre souvent bordée d'une zone grise ou jaune)
4	éclipse de couleur cuivre ou orange très clair (zone extérieure bleuâtre et très brillante)

l'instar du Soleil dans les mêmes positions, elle est alors plus rouge. Mais pourquoi cela?

Le fond bleu du ciel s'explique par l'effet Rayleigh: la taille des molécules d'air est telle que celles-ci dispersent plus les rayons bleus de la lumière solaire qui vont ainsi s'égailler dans l'atmosphère diurne et lui donner sa coloration bleue. L'effet est moins prononcé au fur et à mesure que la longueur d'onde augmente. Ainsi ce sont plutôt les rayons jaunes et surtout rouges qui nous arrivent en direct du Soleil et qui lui donnent sa coloration. Près de l'horizon, au lever et au coucher de l'astre, la couche atmosphérique à traverser étant plus épaisse, il y a accentuation du phénomène et donc du rougissement. L'effet est similaire pour la Lune, mais dans une moindre mesure, vu la luminosité plus faible de l'astre.

Si l'atmosphère est rendue plus dense, par exemple par la présence de poussières provenant de pollutions, d'éruptions volcaniques, de feux de forêts ou d'autres sources, l'effet Rayleigh peut être renforcé, avec parfois des conséquences inverses de celles qu'on attendrait: tout dépend de la taille des particules en suspension dans l'air.

En 1883, l'éruption du Krakatoa fut entendue comme un coup de canon à 600km de distance et fut assimilée à une explosion nucléaire de 100 mégatonnes. Les particules provenant de l'éruption avaient en grande majorité la taille d'environ un micron, exactement ce qu'il fallait pour disperser le rouge et laisser passer en direct les autres couleurs. Les Lunes furent donc bleues et parfois verdâtres, et cela pendant des années après l'éruption, aussi longtemps que les nuages de poussières restèrent en suspension dans l'atmosphère. On rapporta aussi des couchers de Soleil de couleur lavande. Des Lunes bleues furent aussi observées après d'autres éruptions volcaniques, comme celles du Mount Saint Helens en 1980, d'El Chichón en 1983 ou encore du Pinatubo en 1991.

Encore un mot pour les habitués de la littérature anglo-saxonne où l'expression Blue Moon (Lune Bleue) apparaît quelquefois. Cette expression n'a rien à voir avec la coloration intrinsèque de l'astre. Elle désigne une deuxième Pleine Lune se produisant dans le même mois du calendrier: un événement rare, mais possible puisque la période des lunaisons (environ 29 jours) est légèrement inférieure à la durée des mois. Dans un endroit donné, une Blue Moon se produit tous les deux ans et demi en moyenne.

\*\*\*\*\*

Quant à la «Lune Rousse», voici ce qu'en disait FRANÇOIS ARAGO dans son *Astronomie Populaire* en quatre volumes (1854-1857):

«Dans les nuits des mois d'avril et mai, la température de l'atmosphère n'est souvent que de 4, de 5 ou de 6 degrés centigrades au-dessus de zéro. Quand cela arrive, la température des plantes exposées à la lumière de la Lune, c'est à dire à un ciel serein, peuvent geler nonobstant l'indication du thermomètre. Si la Lune, au contraire, ne brille pas, si le ciel est couvert, la température des plantes ne descend pas au-dessous de celle de l'atmosphère, il n'y aura pas de gelée, à moins que le thermomètre n'ait marqué zéro. Il est donc vrai, comme les jardiniers le prétendent, qu'avec des circonstances thermométriques toutes pareilles, une plante pourra être gelée ou ne l'être pas, suivant que la Lune sera visible ou cachée par les nuages; s'ils se trompent, c'est seulement dans les conclusions: c'est en attribuant l'effet à la lumière de l'astre. La lumière lunaire n'est ici que l'indice d'une atmosphère sereine; c'est par suite de la pureté du ciel que la congélation nocturne des plantes s'opère; la Lune n'y contribue aucunement; qu'elle soit couchée ou sur l'horizon, le phénomène a également lieu. L'observation des jardiniers était incomplète, c'est à tort qu'on la supposait fautive».

AL NATH

KLEIN-INSERATE  
PETITES ANNONCES

• Zu verkaufen:  
CCD Kamera. Daten: **Modell Hisis33**, mit Thomson TH7895M chip, 512 x 512 Pixel, Güteklasse 1. Rechteckige Pixeln: 19 x 19micron. Reelle Abmessungen des Chips: 9.7 x 9.7mm. Download-Zeiten: binning 1x1: 11Sek.; binning 2x2: 4Sek. Non antiblooming. Luftkühlung. Wasserkühlung möglich. Empfindlichkeit: 40% Quanteneffektivität. Immer sehr gut funktioniert. 5 Jahren alt. Verkauf in Europa bei:

<http://gwgalla.tread.it/europixel/euro-pixelweb/welcomeframe.htm>  
Verkaufspreis neu: 5100 Euro. Mein Preis: 2000 Euro (3200 CHF).  
Ideal für den Einstieg in die CCD-Astronomie mit einer Leistungskamera mit grosser Sensorfläche. Viele Bilder dieser Kamera sind bei <http://aida.astronomie.info/sposetti/> zu sehen. Kontakt nehmen mit: [stefanosposetti@freesurf.ch](mailto:stefanosposetti@freesurf.ch)

• Zu verkaufen:  
5 1/2-Zimmer-Reihenhaus (Baujahr 1982) mit Sternwarte (Christen-Apochromat 150mm/f8 von 1986, Parallakt. Montierung mit elektron. Nachführ., Drehkuppel). Als unsere NachfolgerInnen in der selbst verwalteten Wohngenossenschaft Mülimatt suchen wir Menschen, die neben Individualität auch Interesse und Freude an einer Gemeinschaft haben. Viel Spielraum für Kinder, Heizsystem Sonnenkollektoren und Holzöfen. 200 m von Bushaltestelle Post Hausen am Albis/ZH. Tel. +41-44-764 0853 <http://www.wsl.ch/staff/christian.hoffmann/MM5917.ehtml>

• Günstig abzugeben:  
**Newton mit 250 mm**, 1:6, Leitfernrohr und Nachführung für Fotografie, Stativ und Säule, Farbfilter und weiteres Zubehör.  
O. HEDINGER. Tel. P. 031 922 38 21

etwas länger dauern. Mit der gelb unterlegten Sonne ist die Situation während des Transitmaximums 2004 angedeutet. Die ganz feinen Striche verbinden die Transits miteinander. Diese Striche entsprechen der Kurve in G. KLAUS' Artikel.

Jetzt zur eigentlichen Analyse: G. KLAUS' zunehmende Transitdauern beginnen -1884 (schwarze Periode, Sommertransits am absteigenden Knoten). Die «Sinuskurve» genau dazwischen (rote Periode, Wintertransits am aufsteigenden Knoten) beginnt sich -1763 mit einem kurzen Transit ganz im Norden bemerkbar zu machen. Klarer Favorit im Erzeugen langer Transits ist aber in der Folgezeit die schwarze Periode, die ja auch die Punkte bei den Transitdauern zugewiesen bekam. Beide Perioden, die Schwarze und die Rote, erzeugen in der Folgezeit längere Transitdauern, während am unteren Sonnenrand die gelb-schwarze und die blau-rote Periode langsam ausklingen. Zwischen -426 und +546 sind nur die schwarze und die rote Periode «aktiv», und zwar sehr zentral, so dass sich eine Reihe von über acht Stunden dauernden Transits alle 121.5 Jahre ergibt. Und jetzt kommt das Gemeine in der Natur: die rote Periode bildet bei +424 einen «perfekten», langen Transit, der G. KLAUS dazu verleitet hat, von schwarz auf rot «umzusteigen». Und damit beginnt etwas auf den ersten Blick unerwartetes: Die rote Periode ist merkwürdigerweise steiler als die Schwarze und endet tatsächlich +2854, wobei sie die schwarze Periode Richtung Süden überholt. Die schwarze Periode, mit der die «Reise» begann, bleibt in Wirklichkeit fast tausend Jahre länger aktiv, nämlich bis +3705.

Der Grund für die verschiedenen Steilheiten liegt vor allem in der Exzentrizität der Erdbahn. Ein analoges Phänomen ist beim Vorwärtsschreiten in Nord-Südrichtung beim Saroszyklus zu beobachten, wo sich das Gamma ( $\gamma$ ) bei Sonnenfinsternissen im Winter jeweils weniger schnell ändert als bei Finsternissen im Sommer.

ROBERT NUFER

Im Römergarten 1, 4106 Therwil  
Robert.Nufer@Bluewin.ch

### Bibliographie

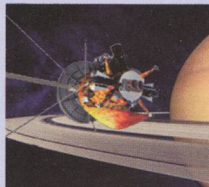
- [1] MEEUS J., *Astronomical algorithms*, second edition, Willmann-Bell, Inc., Richmond, Virginia, USA
- [2] BRETAGNON P., FRANCOU G., *Planetary Theories in rectangular and spherical variables: VSOP87 solution*. Astron. Astrophys. 202, 309 (1988)

**www.astronomie.info** **Unser Name ist unser Programm!**  
Bei uns sind Sie umfassend und aktuell informiert **astroinfo** Alle Aspekte und Ereignisse aus Astronomie und Raumfahrt

Am Himmel Astrolexikon Finsternisse Planetarium Sternbilder

### Am Himmel

#### News und Monatsübersichten

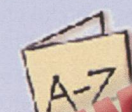


**Monatlich stellen wir für Sie das Wichtigste zur Himmelsbeobachtung zusammen.**

Hier finden Sie z.B. die Planetenübersicht, Mondkalender, einen Spaziergang am Sternenhimmel und ein aktuelles Schwerpunktthema. Hier finden Sie natürlich auch Schlagzeilen aus Astronomie und Raumfahrt.

### Astrolexikon

#### Astronomie in Stichworten

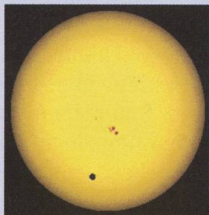


Unser **Astronomie-Lexikon umfasst Hunderte** Begriffe und zahlreiche **Schwerpunktaufsätze.**

Sie finden hier zu fast allen Themenbereichen der Astronomie Hintergrundwissen. A - B - C - D - E - F - G - H - I - J - K - L - M - N - O - P - Q - R - S - T - U - V - W - X - Y - Z. Auch Java-Applets und vieles mehr...

### Finsternisse

#### Alles über Finsternisse und Transits

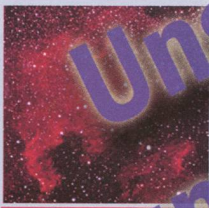


**Der Venustransit in allen Facetten, Berichterstattung zu Finsternissen**

Finsternisse sind ein Schwerpunkt von *astroInfo* - deshalb haben wir Hunderte von Karten und Fotos erstellt um Ihnen die Erlebnisse eines Finsternis und Transit möglichst nahe zu bringen. Sie finden aber auch Details über veränderliche Sterne und Schattenbeobachtung der Jupitermonde.

### Sternbilder

#### Diamanten am Nachthimmel



Der Sternenhimmel ist ein wunderschöner Deep-Sky-Objekten - fündig!

In unserem Sternatlas finden Sie Beschreibung von einer Fülle von Deep-Sky-Objekten. Natürlich ist jedes einzelne der 88 Sternbilder dargestellt.

### Planetarium

#### Unsere Online Planetariums-Software: Alles inklusive!



**Planen Sie Ihre Beobachtungsnacht mit unserem Astroprogramm CalSKY.com**

Ob Sie Iridium-Flares oder irgendwelche exotischen Satelliten sehen möchten, Sternbedeckungen durch den Mond Ihr Ziel ist, neu entdeckte Asteroiden verfolgen oder Ihre nächste grosse Sonnenfinsternis-Reise planen - um unser CalSKY kommen Sie nicht herum.



Copyright © 2003, the authors, all rights reserved. This material may not be reproduced in any form without permission.

# Die «Konjunktions-Schleufe» der Venus, oder deren Flaufen am Transit vom 8. Juni 2004

ANDREAS TARNUTZER

Als aktiver Sonnenbeobachter und Teilnehmer am von ANDREAS INDERBITZIN initiierten Projekt genoss ich wie geplant den Transit der Venus am Sonnenteleskop der Sternwarte Hubelmatt in Luzern. Leider waren zu dieser Zeit nur ganz wenige unscheinbare Sonnenflecken zu sehen. Die Sternwarte war für das Publikum geöffnet, und rund 500 Personen bewunderten das seltene Ereignis.

Das Sonnenteleskop besteht aus einem Polar-Heliostaten, der das Sonnenlicht in eine parallel zur Erdachse liegenden Achse zum Objektiv lenkt. Ein zusätzlicher Planspiegel lenkt das Licht horizontal auf die optische Bank. Mit einem Zenitspiegel und einem geeigneten Fotoobjektiv wird das Bild der Sonne auf eine fest montierte senkrechte Projektionswand projiziert. Wegen der ungeraden Anzahl von Spiegeln erscheint das Bild im Einblick seitenverkehrt. Die Projektion ihrerseits kehrt das Bild nochmals um, so dass es schliesslich wieder seitenrichtig wird. Der Durchmesser des Objektivs beträgt 150 mm, die Brennweite 3600 mm.

Während der Vorbereitung zur Vorführung, besonders bei der Bestimmung der Eintritts- und Austrittsorte der Venus auf der Projektionswand, fiel mir auf, dass sich Venus seltsam verhält: An Stelle des geradlinigen Durchgangs vor der Sonne, so wie es überall publiziert wurde, trat sie fast radial in die Sonne ein, machte einen Bogen um anschliessend wieder fast radial auszutreten. Dabei lagen Eintritts und Austrittsorte nahe beieinander. Der Grund für dieses

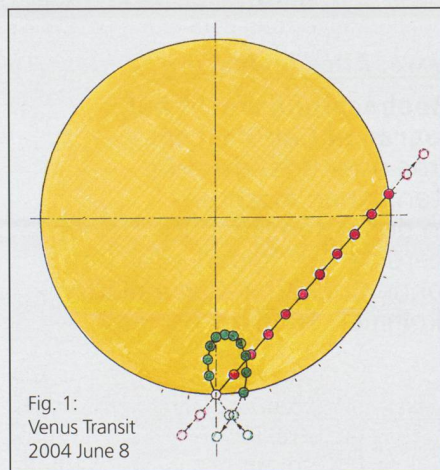


Fig. 1:  
Venus Transit  
2004 June 8

eigenartige Verhalten der Venus ist nahe liegend: Bei der Benutzung eines Polar-Heliostaten rotiert das Sonnenbild einmal in einem Tag, die tägliche Rotation der Erde widerspiegelnd, also  $15^\circ$  pro Stunde.

Die massstäblich gezeichnete Figur 1 zeigt die Situation. Die gerade Linie, in 10 gleiche Abschnitte von rund 42 Minuten geteilt, zeigt den wahren Durchgang der rot markierten Venus. Die grün markierte Venus zeigt ihrerseits den Durchgang, wie er auf der Projektionswand sichtbar war. Werden noch je 2 entsprechende Abschnitte vor und nach dem Transit zugefügt, die allerdings unsichtbar und hier gestrichelt gezeichnet sind, so erscheint eine ganze Schleife! Nun hat Venus als innerer Planet ja keine Oppositionsschleufe. Aber jetzt ist sie doch noch zu einer Schleufe gekommen, die ich hier scherzhafterweise «Konjunktions-Schleufe» nenne, in Anlehnung an die erstere.

Der entsprechende Effekt kann leicht demonstriert werden, indem man eine transparente Kopie der Figur 1 macht und diese auf die Originalfigur legt. Anschliessend rotiert man diese etappenweise im Gegenuhrzeigersinn um das Zentrum der Sonne, bis die Markierungen aussen an der Sonne mit der vertikalen Mittellinie zusammenfallen. Diese Markierungen sind mit den Stellungen der Venus korreliert.

Die Zeichnung basiert auf den geozentrischen Daten, die in der Tabelle 7-47 des Buches *Astronomical Tables of the Sun, Moon and Planets* von MEEUS enthalten sind. Ich filmte den ganzen Transit mit meinem Camcorder, der direkt neben der Projektionslinse fest montiert war, und zwar vom 1. bis zum 2. Kontakt durchgehend, dann alle 4 Minuten für rund 5 Sekunden, und schliesslich vom 3. zum 4. Kontakt wieder durchgehend. So konnte ich den ganzen Transit auf einer einstündigen Kassette festhalten.

Während des Ereignisses wollten viele Besucher wissen, wo die Ein- und Austrittspunkte der Venus lagen, und ich musste immer wieder erklären, warum Venus nicht in einer Geraden vor der Sonne durchfährt. Astronomie ist manchmal ein verzwicktes Gebiet: Normalerweise muss man erklären, warum die Wirklichkeit nicht so ist, wie man sie sieht. Diesmal aber war es genau umgekehrt.

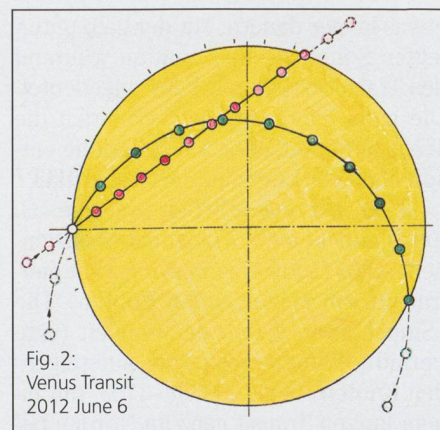


Fig. 2:  
Venus Transit  
2012 June 6

Jedermann wusste, wie die Wirklichkeit war, und ich musste erklären, warum man sie nicht so sieht!

Hier nun erhebt sich eine wichtige Frage: Wieso haben wir diese «Konjunktions-Schleufe» bei Merkur bei seinem Durchgang vom 7. Mai 2003 nicht geachtet? Sicher, auch Merkur verhielt sich etwas eigenartig. Aber die damaligen Bedingungen waren anders. Venus passierte 628 Winkelsekunden *südlich* der Sonnenmitte. Dadurch war die Richtung ihrer Bewegung der Rotationsrichtung der Sonne entgegengesetzt. Daraus resultierte die Differenz der beiden, und die Bahn wurde dadurch zusammengepresst. Merkur hingegen passierte 709 Winkelsekunden *nördlich* der Sonnenmitte. Die beiden Bewegungen addierten sich, der Transit des Merkur vor der Sonne erfolgte somit in einem lang gezogenen Bogen. Der gleiche Effekt wird auch beim nächsten Transit der Venus vom 6. Juni 2012 wirksam sein. Figur 2 zeigt dies.

Wann werden wir das nächste mal Glück haben, eine richtige «Konjunktions-Schleufe» zu beobachten? Bei Venus haben wir jetzigen Erdbewohner keine Chancen mehr. Nach der vorherigen vom 6. Dezember 1882 und der jetzigen wird die nächste «Schleufe» erst am 8. Dezember 2125 sichtbar sein, zu spät für uns. Bei Merkur hingegen sind die Chancen intakt: Die letzten «Konjunktions-Schleufen» ereigneten sich am 10. November 1973 und am 6. November 1993, die nächsten werden am 8. November 2006, am 9. Mai 2016 und am 7. November 2039 erfolgen.

Wohlgemerkt, diese «Konjunktions-Schleufen» werden einzig durch die Verwendung eines Polar-Heliostaten verursacht, das heisst, durch die Beobachtungsmethode. Aber gilt das gleiche nicht auch für die Oppositionsschleufe? An Stelle der Erdrotation wird diese ja durch die Bewegung der Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne verursacht.

ANDREAS TARNUTZER

Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern

# Le transit de Vénus et la quête de la parallaxe solaire

## Troisième partie - Travail de maturité

DORAN DELUZ

### Géométrie

«Je dis souvent que si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez et l'exprimer par un nombre, vous savez quelque chose de votre sujet, mais si vous ne pouvez pas le mesurer, si vous ne pouvez pas l'exprimer par un nombre, vos connaissances sont d'une bien pauvre espèce et bien peu satisfaisantes: ce peut être le commencement de la connaissance, mais si vous êtes à peine, dans vos pensées, avancez vers la science, quel qu'en puisse être l'objet.»

LORD KELVIN (1824-1907)

### Notions de parallaxe

Si le terme «parallaxe» n'est pas un mot que nous utilisons tous les jours, le phénomène qu'il décrit n'en a pas moins été expérimenté par tout le monde.

Pour se rendre compte de ce qu'est cette notion, il suffit par exemple de tendre le bras pouce levé et de regarder successivement par l'œil gauche puis par l'œil droit. On constate instantanément que le doigt se déplace sur l'arrière-plan en fonction de l'œil avec lequel on regarde. Cela est dû au fait qu'un environnement est perçu de différentes façons selon l'endroit d'où il est observé. Or, l'écartement de nos yeux suffit à percevoir ces différences lorsque les objets sont proches de nous.

Considérons maintenant que l'écart entre nos deux yeux, qui est mesurable, est la base d'un triangle imaginaire, et que le sommet de ce dernier se trouve sur l'objet observé (par exemple le pouce). On dit alors que la parallaxe est le demi-angle situé au sommet de ce triangle. Or, cet angle peut être déduit en fonction du déplacement du pouce sur l'arrière-plan. Si l'on connaît ce dernier et la base du triangle, il est donc aussi possible de connaître les dimensions des deux côtés du triangle et surtout, toujours par trigonométrie, la distance entre l'observateur et son pouce.

Bien sûr, plus l'objet observé est loin, plus l'écart entre les deux points d'observation doit être grand. Ainsi, pour mesurer les distances des planètes, on peut utiliser la méthode de «pa-

rallaxe diurne», qui consiste à observer l'astre depuis deux postes d'observation éloignés sur Terre. Pour des distances encore plus grandes, celles d'étoiles par exemple, on utilisera la méthode de la «parallaxe annuelle», en observant d'abord l'objet à un moment donné de l'année, puis en l'observant à nouveau 6 mois plus tard, lorsque la Terre aura parcouru la moitié de son orbite et sera par conséquent de l'autre côté du Soleil.

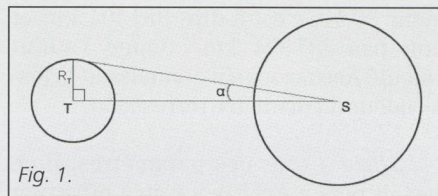


Fig. 1.

Il a été dit dans l'introduction que la quête de l'Unité Astronomique, c'est-à-dire la distance du Soleil à la Terre, était dépendante d'un autre paramètre: la parallaxe solaire. Sachant maintenant ce qu'est une parallaxe, il est facile de comprendre la notion de parallaxe solaire. Comme l'illustre la figure 1, la parallaxe solaire ( $\alpha$  sur le dessin) est donc l'angle sous lequel un observateur placé au centre du Soleil verrait le demi-diamètre (ou le rayon) de notre Terre.

En d'autres termes, si l'on note ST l'Unité Astronomique, R le rayon de la Terre et  $\alpha$  la parallaxe solaire, on a la relation

$$\overline{ST} = \frac{R_T}{\text{tg}(\alpha)}$$

Cet angle  $\alpha$  étant très petit (de l'ordre de  $0.0024^\circ$ ), on peut confondre sa valeur en radians et sa tangente, ce qui nous donne encore plus généralement

$$\overline{ST} = \frac{R_T}{\alpha}$$

On voit donc que si l'on connaît la valeur du rayon terrestre, la parallaxe solaire nous donne d'une façon très simple la distance Terre-Soleil. Mais si le diamètre de notre Terre était déjà bien connu lorsque les transits de Vénus furent découverts, il n'en a pas toujours été ainsi. Les méthodes de calculs décrites ci-dessous montreront donc comment cette valeur a été estimée pour la

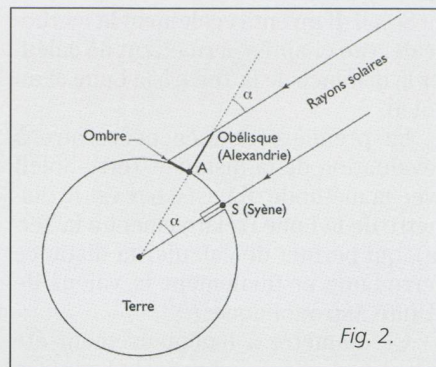


Fig. 2.

première fois, avant qu'on ne s'attache à quelques-unes des plus importantes méthodes utilisées dans le but de calculer la parallaxe solaire.

### Méthodes de calculs

#### Le rayon de la Terre

Nous ne nous attarderons pas trop sur la mesure du rayon de la Terre, mais la méthode est intéressante à évoquer et le résultat utile pour la suite du chapitre.

Il semble que la première détermination de cette grandeur est à attribuer à ERATOSTHÈNE DE CYRÈNE (276-195 av. J.-C.). L'astronome grec avait en effet remarqué que dans la ville de Syène, en Haute-Égypte, le Soleil éclairait le fond d'un puits vertical lors du jour le plus long de l'année. Le même jour mais plus au nord, à Alexandrie, l'ombre d'un obélisque s'écartait de la verticale d'un angle  $\alpha$  d'environ  $7.2^\circ$ , soit  $1/50$  d'une circonférence. ERATOSTHÈNE en déduisit ingénieusement que cet angle correspond aussi à la différence de latitude entre les deux villes, et donc que cette distance angulaire qui les sépare est aussi l'équivalent de  $1/50$  de la circonférence terrestre.

Sachant qu'environ 5000 stades grecs séparaient les deux cités, il en conclut que la circonférence de la Terre était de  $5000 \times 50$ , soit 250 000 stades, ce qui donne un rayon terrestre de 39 800 unités. On ne connaît malheureusement pas avec exactitude les dimensions du stade grec à l'époque d'ERATOSTHÈNE, mais il semblerait qu'il équivaille à environ 157 mètres. Cela attribuerait au rayon terrestre une valeur d'environ 6250 km au lieu des 6378 km admis aujourd'hui, ce qui un résultat tout à fait admirable!

#### Aristarque et Copernic

ARISTARQUE DE SAMOS (310-230 av. J.-C.), autre grand astronome grec, fut notamment le premier à émettre, 3 siècles avant notre ère, l'hypothèse de la rotation de la Terre sur elle-même et autour

du Soleil. Il inventa également la méthode décrite ci-après permettant de calculer la distance de la Terre à la Lune et au Soleil.

La première donnée nécessaire à l'évaluation de la distance Terre-Soleil avec la méthode d'ARISTARQUE est le diamètre de la Lune (relativement à la Terre), qui permet de calculer la distance Terre-Lune et finalement la valeur de l'Unité Astronomique.

Ce diamètre a ingénieusement été calculé grâce aux éclipses de Lune. On sait depuis l'antiquité grecque que la Lune se déplace d'une fois son diamètre en une heure. Or, l'occultation totale de la Lune pendant une éclipse dure au maximum deux heures, ce qui signifie que l'ombre de la Terre peut contenir jusqu'à trois fois la Lune, et que la Terre elle-même peut donc à priori en faire autant (Fig. 3). Mais c'est sans compter que le Soleil n'est pas à une distance infinie de la Terre et donc que l'ombre de cette dernière est légèrement conique et non cylindrique. Ainsi, l'endroit du cône d'ombre que va traverser la Lune est plus étroit que le diamètre de la Terre lui-même: le diamètre de la Lune est donc légèrement inférieur à un tiers de celui de la Terre. Si l'on suit ce raisonnement, on tombe facilement sur la vraie valeur qui est

$$D_{\text{Lune}} = 0.27 D_{\text{Terre}}$$

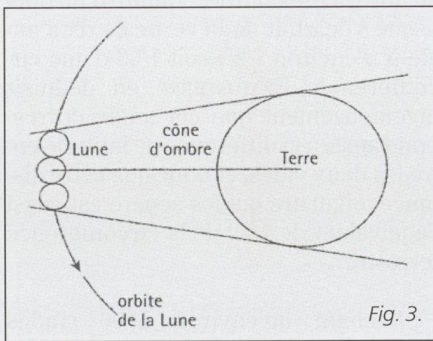


Fig. 3.

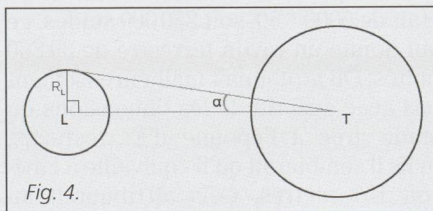


Fig. 4.

ARISTARQUE avait également réussi à estimer de façon assez correcte le diamètre apparent de la Lune dans le ciel. Il savait que cet astre met environ 29 jours et demi pour faire le tour de la Terre. Il savait donc aussi qu'en un jour, la Lune parcourait sur son orbite un angle de

$$\frac{360^\circ}{29.5j} = 12.2^\circ/j.$$

D'autre part, on a déjà dit que la Lune parcourt son propre diamètre en une heure. Son diamètre apparent est donc égal à

$$\delta_L \frac{12.2}{24} = 0.508^\circ = 30.5 \text{ minutes d'arc}$$

Or d'après la figure 4,  $[\alpha = \delta_L/2]$  et  $[RL = D_L/2]$ . On a donc la relation suivante:

$$LT = \frac{R_L}{\text{tg}(\alpha)} = \frac{D_L}{2 \cdot \text{tg}(\frac{\delta_L}{2})} = \frac{0.27 D_T}{8.866 \cdot 10^{-3}} = 30.45 D_T$$

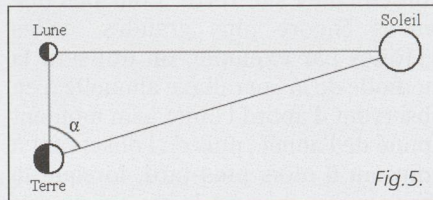


Fig. 5.

Ce résultat est très proche de la réalité, le vrai facteur de  $D_T$  étant normalement 30.17, c'est-à-dire 384 404 km et non pas 387 994 km comme l'aurait calculé ARISTARQUE s'il connaissait la juste valeur du diamètre terrestre.

Grâce à tous ces paramètres, il ne restait plus à ARISTARQUE qu'à effectuer un simple calcul trigonométrique afin de connaître la distance de la Terre au Soleil. Mais c'est là qu'il commisit malheureusement sa plus grosse erreur car l'angle  $\alpha$  de la figure 5 est très difficile à calculer précisément sans instrument perfectionné.

L'astronome grec suivit le raisonnement suivant: lorsque la Lune est exactement à son premier quartier, c'est-à-dire lorsqu'on en voit un demi-croissant parfait, elle forme avec le Soleil et la Terre un angle de presque  $90^\circ$ . Le cosinus de cet angle combiné à la distance Terre-Lune permet de connaître la distance Terre-Soleil. Mais le cosinus d'un angle proche de  $90^\circ$  exige une précision à laquelle l'astronome ne pouvait prétendre.

On sait aujourd'hui que cet angle vaut  $89^\circ 51'$  (soit  $89.85^\circ$ ). Mais ARISTARQUE, par une méthode qu'on ignore totalement, ne mesura ici qu'un angle de  $87^\circ$ . Il trouve ainsi l'Unité Astronomique comme égale à

$$\overline{ST} = \frac{\overline{TL}}{\cos(\alpha)} = \frac{30.5 D_T}{\cos(87)} \cong 583 D_T$$

au lieu de

$$\frac{30.17 D_T}{\cos(89.853)} \cong 11\,759 D_T$$

On voit clairement à quel point une petite erreur fausse ici complètement le résultat. Malgré tout, cela n'empêche

pas ARISTARQUE d'avoir été très près du but, notamment par sa façon de procéder qui était tout à fait innovatrice pour l'époque.

A noter que ce même principe peut être utilisé de façon plus large en l'appliquant à une planète inférieure (Vénus, par exemple) en lieu et place de la Lune. Lorsque la planète est à son élongation maximale, l'angle qu'elle forme avec le Soleil et la Terre est de  $90^\circ$  (voir figure 6). En mesurant l'écartement angulaire apparent entre Vénus et le Soleil, on peut mettre en évidence la relation

$$\frac{\overline{SV}}{\overline{ST}} = \sin(\theta) = 0.72$$

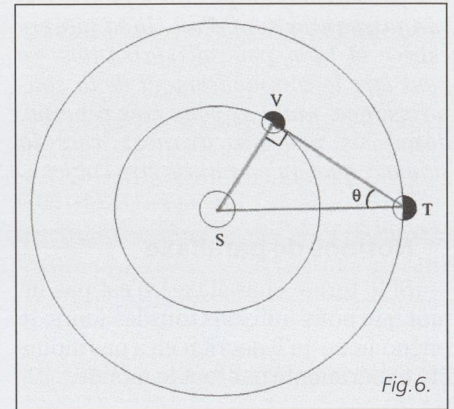


Fig. 6.

COPERNIC a lui-même essayé cette méthode et trouva pour l'angle  $\theta$  une valeur de  $46^\circ$  environ. Même si cela ne peut pas aider à calculer directement l'Unité Astronomique sans connaître au préalable la distance Vénus-Terre, cette démonstration géométrique fut une belle confirmation de la 3<sup>e</sup> loi de Kepler, avant même que celle-ci ne soit conçue. En effet, cette loi affirme que les distances moyennes des planètes au Soleil sont proportionnelles aux carrés de leurs périodes de révolution. Dans le cas présent, nous avons donc une justification de cette loi par les deux relations suivantes:

$$\left(\frac{\overline{SV}}{\overline{ST}}\right)^3 = \left(\frac{224}{365}\right)^2$$

et

$$\frac{\overline{SV}}{\overline{ST}} = 0.72 = \left(\frac{224}{365}\right)^{\frac{2}{3}}$$

### Jeremiah Horrocks

JEREMIAH HORROCKS, né en 1619, mort en 1641, ne vécut que 22 ans. Ces quelques années de vie laissèrent pourtant de nombreuses traces dans le milieu astronomique (Cf. chapitre «Histoire»). Dans son œuvre *Venus in Sole visa*, l'astronome traite de l'observation et de l'exploitation du tout premier transit de Vénus observé par un homme.

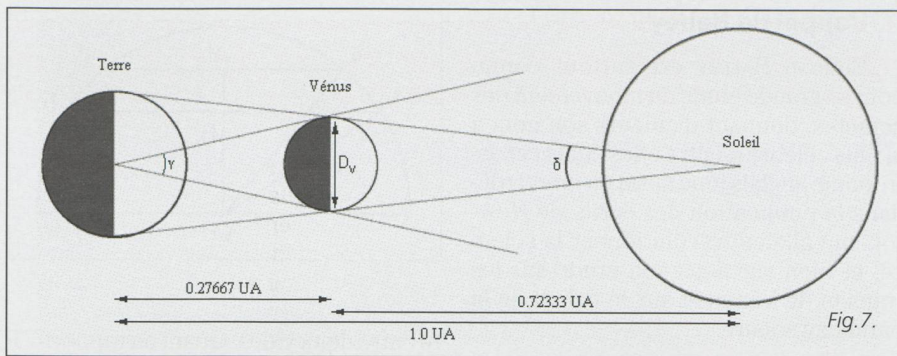


Fig. 7.

Grâce à l'observation de ce transit, HORROCKS tenta, le premier, de calculer la parallaxe solaire. Malheureusement, en cette première moitié du XVII<sup>e</sup> siècle, aucune méthode ne permettait d'accomplir cette tâche et HORROCKS dut donc inventer sa propre méthode de calcul. Bien qu'ingénieur, le calcul de la parallaxe solaire par HORROCKS se fondait sur des principes qui, alors communément admis à l'époque, se révélèrent par la suite erronés. Le jeune astronome considéra en effet que la taille des planètes était proportionnelle à leur distance du Soleil et que, par conséquent, toutes les planètes du système solaire auraient la même taille apparente vues depuis le centre de l'astre du jour, (figure 7). Pour lui et les astronomes de son époque, la parallaxe solaire était donc en l'occurrence la même «pour la Terre» que «pour Vénus».

Fort de ce principe, HORROCKS se basa sur une figure du type de celle ci-dessus, désignant par  $D_v$  le diamètre intrinsèque de Vénus,  $\gamma$  son diamètre apparent vu de la Terre et  $\delta$  son diamètre apparent vu du Soleil. Comme nous avons à faire à deux triangles isocèles et possédant la même base, on peut affirmer que

$$D_v = \gamma VT = \delta SV$$

D'où les relations:

$$\delta = \gamma \frac{VT}{SV} = \gamma \frac{ST - SV}{SV} = \gamma \left( \frac{ST}{SV} - 1 \right)$$

Or on sait, grâce à la 3<sup>e</sup> loi de Kepler, que le rapport Soleil-Terre sur Soleil-Vénus peut être calculé facilement. En ce qui concerne le diamètre  $\gamma$  apparent de Vénus vu depuis la Terre, Horrocks le calcule simplement à l'aide d'un carton percé d'un trou qu'il tient devant ses yeux. Ayant estimé  $\gamma = 1'16''$ , il en déduit que  $\delta = 28''$ .

Si toutes les planètes, observées depuis le Soleil, avaient bien le même angle (ce que semblait encore confirmer Gassendi par de récentes observations), alors la parallaxe solaire aurait été égale à  $\delta/2$  et l'Unité Astronomique calculée comme sur la figure 1:

$$\overline{ST} = \frac{R_T}{\alpha} = \frac{R_T}{\frac{\delta}{2}} = \frac{R_T}{6.79 \cdot 10^{-5}} = 14\,733 R_T = 7\,367 D_T$$

Le résultat ( $\alpha = 14''$ ) obtenu par Jeremiah Horrocks un an avant sa mort et grâce à sa méthode est encore loin de la réalité ( $\alpha = 8.79''$ ), mais au moins s'inscrit-il dans la constante diminution de la supposée valeur de la parallaxe solaire. Et alors que l'utilisation du transit de Vénus comme moyen de mesure de l'UA vient tout juste d'être perçue par ce jeune homme, déjà, depuis 5 ans, est né quelque part en Angleterre celui qui esquissera les bases de la meilleure approche de l'aspect géométrique des passages de Vénus, lançant avant sa mort un appel international afin d'encourager la poursuite de la quête de la parallaxe solaire. Cette personne-ci est EDMOND HALLEY...

## La planète rouge

Durant cet été 2003, Mars n'a laissé personne indifférent: elle passait plus près de la Terre qu'elle ne l'avait fait depuis 73 000 ans! Bien que cette situation soit exceptionnelle, Mars nous rend quand même visite tout les deux ans environ, à des distances plus ou moins grandes. Ces moments où une planète supérieure passe sur son orbite au plus proche de la Terre sont appelés oppositions, de la même façon qu'on parle de «conjonctions inférieures» pour les planètes intérieures (Cf. chapitre «Des Transits»).

Avant de passer à la dernière méthode de HALLEY évoquée ci-dessus, voyons encore comment en 1672 les célèbres astronomes RICHER (1630-1696), PICARD (1620-1682) et CASSINI I<sup>er</sup> (1625-1712) réussirent à calculer la parallaxe de notre étoile grâce à Mars.

A l'instar d'un transit de Vénus, une opposition de Mars exige que trois corps soient alignés. Par contre, l'ordre est cette fois différent: Mars - Terre - Soleil. Nous savons donc qu'à ce moment l'égalité suivante est vraie

$$\overline{S_{\text{soleil}} M_{\text{mars}}} = \overline{ST_{\text{terre}}} + \overline{TM}$$

Ce qui nous fait une première équation à trois inconnues.



Les Twin Peaks de Mars vue par Mars Pathfinder (1997).

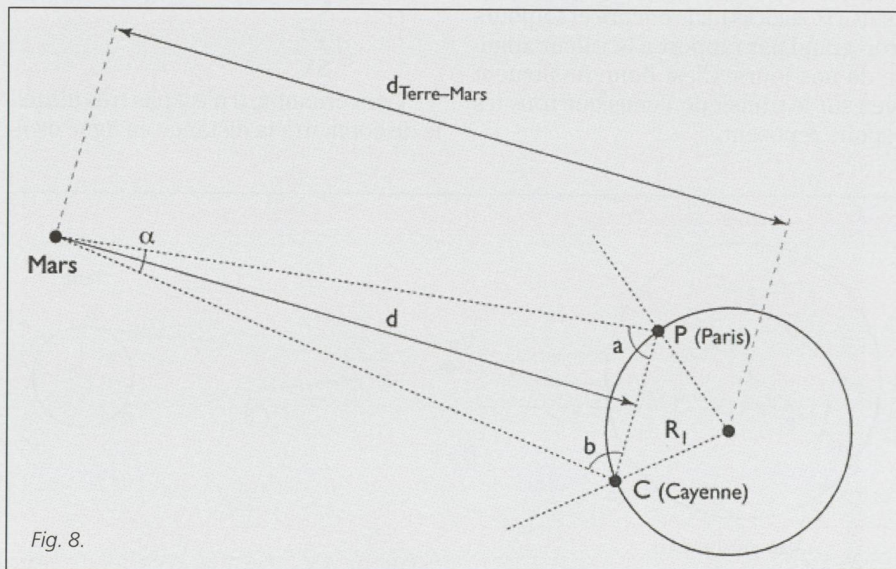


Fig. 8.



La distance Terre-Mars a pu être calculée par CASSINI et RICHER grâce à la méthode géométrique de la figure 8. Les deux astronomes, respectivement à Paris et à Cayenne, calculèrent les angles  $a$  et  $b$  par rapport à Mars au même moment. De cette mesure, on déduit facilement l'angle  $\alpha$ :

$$\alpha = 180^\circ - a - b$$

Ils pouvaient également connaître la distance P-C grâce aux informations latitudinales et longitudinales des deux villes. Ainsi  $d$  peut être calculée par une seule opération trigonométrique:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{PC}{2d}$$

Qui peut être simplifié de la façon suivante, sachant que, comme avec la figure 1, la tangente d' $\alpha$  peut être confondue avec sa valeur en radians:

$$d = \frac{PC}{\alpha}$$

De plus, considérant la taille du rayon de la Terre devant la distance P-C, on peut considérer que  $d_{\text{Terre-Mars}}$  vaut

$$\overline{TM} \cong d + R_T$$

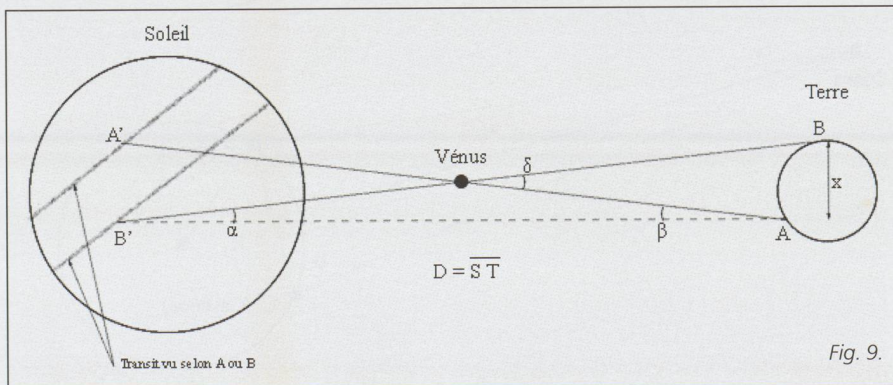
Reprenons notre première équation dont on connaît maintenant le dernier terme combinons-la avec la 3<sup>e</sup> loi de KEPLER:

$$(1) \overline{SM} = \overline{ST} + \overline{TM}$$

$$(2) \frac{T_T^2}{\overline{ST}^3} = \frac{T_M^2}{\overline{SM}^3}$$

Ainsi, et à nouveau grâce à KEPLER, on se retrouve dans une situation simple de 2 équations à 2 inconnues, où  $T_T$  et  $T_M$  sont bien sûr les périodes orbitales de la Terre et de Mars, déjà très bien connues au XVII<sup>e</sup> siècle.

On notera que les trois astronomes trouvèrent une parallaxe solaire de  $\alpha = 9.5''$ , ce qui est déjà bien mieux que JEREMIAH HORROCKS mais encore et toujours trop grand par rapport à la valeur admise de nos jours. C'est donc finalement bien sur le transit de Vénus que tous les espoirs sont posés.



### L'appel de Halley

EDMOND HALLEY est surtout connu pour sa grande étude du mouvement des comètes, donnant d'ailleurs son nom à la plus célèbre d'entre elles. Mais cet astronome anglais joua aussi un grand rôle dans la publication des écrits de Newton, qui allaient révolutionner la science, et bien sûr dans son étude sur les transits de Vénus et sur le calcul de la parallaxe solaire.

La méthode de Halley, notamment parce qu'elle fait intervenir plus d'un observateur et donc des comparaisons de mesures est, dans son intégrité, beaucoup trop complexe à présenter ici. On peut cependant se pencher sur une des nombreuses méthodes très simplifiées qui mettent néanmoins bien en évidence le principe imaginé par l'astronome tout en donnant de bons résultats. Pour des calculs plus sophistiqués, voir le complément informatique de ce travail. (voir fig. 9)

De la même façon que précédemment, on peut affirmer que la distance Terre-Soleil vaut ici environ

$$D = \frac{x}{\alpha}$$

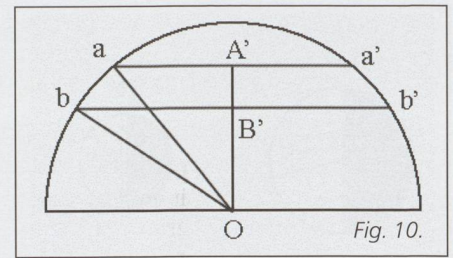
On a de plus les relations suivantes (les angles étant en radians):

$$\begin{aligned} x &= \overline{VT} \delta \quad \text{et} \quad \overline{A'B'} = \overline{SV} \delta \\ &\Downarrow \\ \alpha &= \frac{x}{D} = \frac{\overline{VT} \delta}{D} \quad \text{et} \quad \beta = \frac{\overline{A'B'}}{D} = \frac{\overline{SV} \delta}{D} \\ &\Downarrow \\ \frac{\alpha}{\beta} &= \frac{\overline{VT}}{\overline{SV}} \quad \text{et} \quad \alpha = \beta \frac{\overline{VT}}{\overline{SV}} \end{aligned}$$

En injectant la dernière équation dans la toute première, on obtient finalement:

$$D = \frac{x}{\beta \frac{\overline{VT}}{\overline{SV}}}$$

Concernant  $x$ , il n'est pas très difficile de connaître la distance en ligne droite



entre deux villes. Quant au rapport  $\overline{VT}$  sur  $\overline{SV}$ , nous l'avons facilement grâce à KEPLER. Concrètement, cela donne

$$\overline{SV} = \overline{ST} \left( \frac{224.7}{365.3} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.723$$

et

$$\overline{VT} = 1 - \overline{SV} = 0.277$$

$$\frac{\overline{VT}}{\overline{SV}} = 0.383$$

Il ne reste donc plus que le calcul de  $\beta$ .

On sait que le diamètre du Soleil est de  $32'$  d'arc. De plus, compte tenu de sa position dans le ciel et de la vitesse angulaire apparente de Vénus, on sait que cette dernière parcourt l'équivalent du diamètre du Soleil en un temps maximum. Si les deux observateurs mesurent correctement les temps d'entrées et sorties de la planète dans le disque solaire, il est alors possible de convertir les durées de passage perçues par chaque observateur en distances angulaires.

En admettant que le premier observateur chronomètre une durée  $t_1$  et que l'autre obtienne une durée  $t_2$ , alors les distances angulaires parcourues par Vénus sur le disque solaire seront données par

$$aa' = 32' \frac{t_1}{t_{\max}} \quad \text{et} \quad bb' = 32' \frac{t_2}{t_{\max}}$$

A la lumière de ces informations, il est possible de calculer la distance angulaire entre  $A'$  et  $B'$ , soit l'angle  $\beta$ . Pour ce faire, il faut soustraire  $OB'$  à  $OA'$ , distances que l'on connaît grâce à l'application de la règle de Pythagore aux triangles  $aa'O$  et  $bb'O$ :

$$\begin{aligned} OA' &= \sqrt{aO^2 - \left(\frac{aa'}{2}\right)^2} \quad \text{et} \quad OB' = \sqrt{bO^2 - \left(\frac{bb'}{2}\right)^2} \\ &\Downarrow \\ \beta &= \overline{A'B'} = OA' - OB' = \sqrt{aO^2 - \left(\frac{aa'}{2}\right)^2} - \sqrt{bO^2 - \left(\frac{bb'}{2}\right)^2} \end{aligned}$$

D'une façon générale, on peut donc utiliser la formule suivante, qui permet d'éviter tout calcul intermédiaire:

$$\overline{ST} = \frac{X \left( \left( \frac{T_V}{T_T} \right)^{\frac{2}{3}} - 1 \right)^{-1}}{\sqrt{{}^{\circ}R_s^2 - \left( \frac{{}^{\circ}D_{st_{\max}} t_1}{2} \right)^2} - \sqrt{{}^{\circ}R_s^2 - \left( \frac{{}^{\circ}D_{st_{\max}} t_2}{2} \right)^2}}$$

Démontrons cette méthode par un petit exemple. Le 3 juin 1769, le transit de Vénus fut observé entre autres en deux points terrestres: à Varda, en Finlande, et à Tahiti, en Afrique du sud (il ne s'agit pas de l'île homonyme). La longueur d'un tunnel qui irait en ligne droite d'un ville à l'autre serait d'environ 13 400 km. Notre première équation devient donc

$$D = \frac{13\,400}{\beta \cdot 0.383}$$

L'observateur se trouvant à Varda mesura une durée de 5h 53min 14s alors que depuis Tahiti, le passage devant le disque solaire ne dura que 5h 30min 4s. Le diamètre angulaire du Soleil (32') aurait été parcouru par Vénus en 8h. On peut avec ces informations calculer les distances angulaires aa' et bb':

$$aa' = 32' \frac{5.501\text{ h}}{8\text{ h}} \cong 22.00 \text{ et } bb' = 32' \frac{5.887\text{ h}}{8\text{ h}} \cong 23.55$$

Ce qui permet de calculer l'angle  $\beta$ :

$$\beta = \sqrt{(16')^2 - (11')^2} - \sqrt{(16')^2 - (11.78')^2} = 0.79, \text{ soit } 2.27 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

Ce qui au final nous donne une Unité Astronomique équivalente à

$$D = \frac{13\,400}{2.27 \cdot 10^{-4} \cdot 0.383} = 154\,127\,512 \text{ km}$$

Ce qui a le mérite d'être assez proche de la réalité malgré les approximations. En effet, la Terre orbite autour du Soleil à une distance moyenne de 149 600 000 km, allant jusqu'à 152 100 000 km à son aphélie. Notre calcul correspond donc à une parallaxe solaire de  $\alpha = 8.53''$ , ce qui représente une erreur moyenne de 3%!

### Récapitulatif

Voici un petit tableau récapitulatif des différentes valeurs de la parallaxe

solaire, calculées depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours. L'évolution de la valeur de l'UA, qui ne cessa de baisser, est flagrante. On notera que c'est bien un passage de Vénus qui fournit la meilleure estimation de l'Unité Astronomique à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

(à suivre)

DORAN DELUZ

Route de Frontenex 100

CH-1208 Genève

Auteur [année]	Valeur de l'UA /	Méthode	Valeur de la parallaxe
Anaximandre	~ 54 rayons terrestres		~ 1.06°
Aristarque de Samos	~ 300 rayons terrestres		~ 11.4'
Hipparque	2490 rayons terrestres		~ 1.4'
Ptolémée	1210 rayons terrestres		~ 2.8'
Copernic	1500 rayons terrestres		~ 2.4'
Kepler			≤ 1'
Horrocks		Transit de 1639	14''
Cassini I <sup>er</sup>		Parallaxe de Mars	9.5''
		Transits de 1761 et 1769	de 8.50'' à 8.88''
[1835]		Transits de 1761 et 1769	8.571'' ± 0.037''
Gill [1881]		Parallaxe de Mars	8.78''
Newcomb [1890]		Transits de 1874 et 1882	8.79''
[1941]		Parallaxe de l'astéroïde Eros	8.790''
NASA [1990]		Mesure Radar	8.79415''

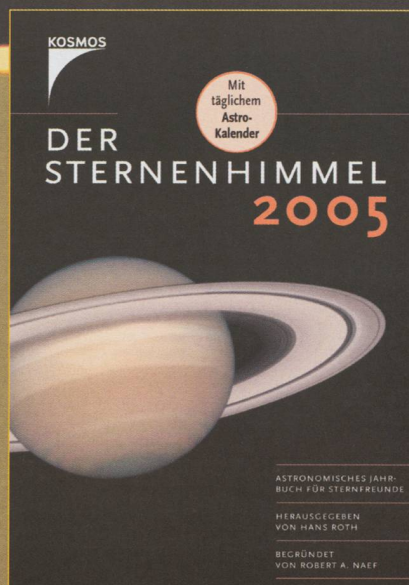
KOSMOS

## Das astronomische Jahrbuch für die Schweiz

Das Astro-Jahrbuch für hohe Ansprüche! Mit mehr als 3.000 Himmelsereignissen bietet das Buch unschlagbar detaillierte Informationen rund um den Sternenhimmel. Besonders praktisch beim abendlichen Einsatz ist der tägliche Astro-Ereignis-Kalender!

- Das Astro-Highlight im Jahr 2005: Ringförmige Sonnenfinsternis in Spanien, die bei uns partiell zu verfolgen ist.

www.kosmos.de



Hans Roth  
**Der Sternenhimmel 2005**

352 Seiten, ca. 80 Abbildungen gebunden  
ISBN 3-440-09795-1

€ 24,90; €/A 25,60; sFr 42,-

## Comète Machholz



Image de la Comète Machholz passant à côté des Pléiades, que j'ai prise près de Toulouse le 7 janvier 2005 à 20h06 TU. La queue de plasma de la comète traverse l'amas des Pléiades, et montre une déconnexion. Appareil photo numérique Canon EOS 20D, avec téléobjectif 1,8/200 mm. Pose : 125 secondes, sensibilité 800 ISO. Traitement d'image sous PRISM. Amicalement.

PATRICK MARTINEZ  
Route de Revel, F-31450 Varennes



Un'immagine della cometa machholz scattata all'inizio di gennaio quando era vicina alle pleiadi. Pellicola: kodak portra 800 asa; esposizione: 20 minuti; obiettivo: 600 mm f/4, posto su f/6.3; cassa: pentax 67

PATRICIO CALDERARI  
Piazzale Municipio, CH-6850 Mendrisio  
pcalderari@swissonline.ch

# Komet Macholz

Machholz  
7. Januar 2005  
135 mm 1:2,8 10 Min. auf Fuji 800



Machholz  
7. Januar 2005  
300 mm 1:4 10 Min. auf Fuji 800



SPAHR STEFAN  
Bellevue  
CH-3294 Büren an der Aare

Teleobiettivo 135 mm, f:2,8; Film Fujicolor 800 ASA; Luogo:Car, Valle Leventina, 1640 msm

3-1-05: combinazione di 5 immagini di ca 5 min. ciascuna



5-1-05: combinazione di 2 immagini di ca. 5 min. ciascuna



7-1-05: combinazione di 3 immagini di ca. 5 min. ciascuna

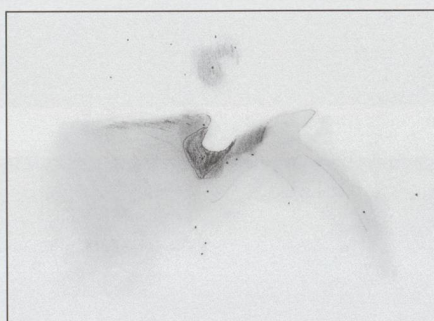


# Marokkanische Sternennächte

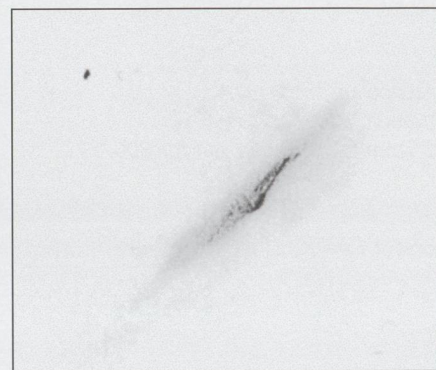
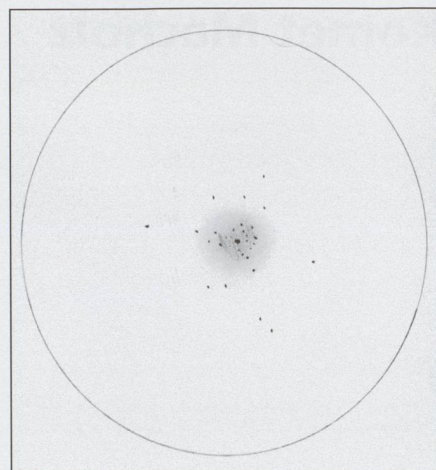
HEINZ SCHNEIDER

Während einer Woche (1. - 8. Januar 05) hatte ich Gelegenheit, den nördlichen Winterhimmel von einem südlichen Reiseziel aus zu beobachten. Das «Maison d'hôte (Gästehaus) I Roccha» liegt gut drei Fahrstunden von Marrakech entfernt an der Route Richtung Süden (Ouarzazate) im Berberdorf «Tisselday». Sieben Zimmer stehen dort für Gäste bereit, das Haus ist im traditionellen Stil aus Lehm erbaut und bietet viel Ruhe in einem landestypischen Dekor. Die Einrichtung ist einfach, aber alles ist vorhanden, was man wirklich braucht. Erfreulich war neben der grossen Gastfreundschaft das Interesse der Gastgeber an meinen nächtlichen Aktivitäten auf der Terrasse oder im Garten.

Mehrmals konnte ich am Westhimmel abends die Pyramide des Zodiaklichtes sehen. Eine weisse, schön gezeichnete Wintermilchstrasse spannte sich über den Himmel. Deutlich war zu erkennen, dass die geografische Breite von ca. 34 Grad Nord einen veränderten Anblick der Sternbilder erlaubte, so stiegen die Plejaden in den Zenit, und Orion war deutlich höher über dem Horizont. Besonders interessant waren die Gebiete im Südosten des Himmelsjägers bis weit unterhalb von Sirius. Abend für Abend konnte ich die Wanderung des Kometen Machholz feststellen, es waren deutlich zwei Schweife zu sehen. Nachts war kaum Flugverkehr feststellbar und das Seeing über längere Zeit sehr ruhig, was den Beobachtungen einen besonderen Reiz verliehen hat. Mit einem Kleinteleskop (wahlweise 102/1300mm Mak/Cass und 70/700 FH) durch diesen unglaublich brillanten Sternenhimmel zu schweifen war ein



ebenso schönes Erlebnis, wie es tagsüber die Wanderungen in einer faszinierenden Landschaft und die Begegnungen mit den einheimischen Berbern und ihrer gastfreundlichen Kultur waren. Für geologisch Interessierte ist das Gebiet wegen der vielen Mineralien sehr ergiebig, so ist der Besitzer des «I Roccha» Geologe und bietet auch Führungen an. Auch für etwas weniger an Astronomie interessierte Begleitpersonen ist der Aufenthalt sehr lohnend und ausgesprochen angenehm und erholsam. Nun steht das 70mm Teleskop samt Stativ für Gäste bereit.

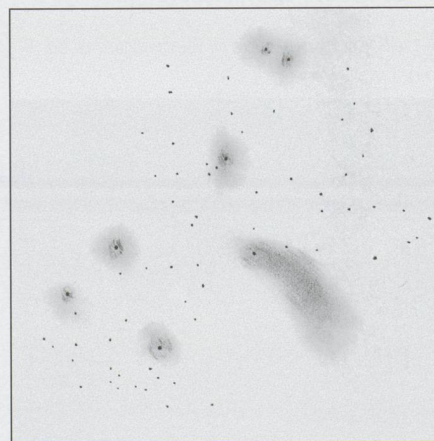
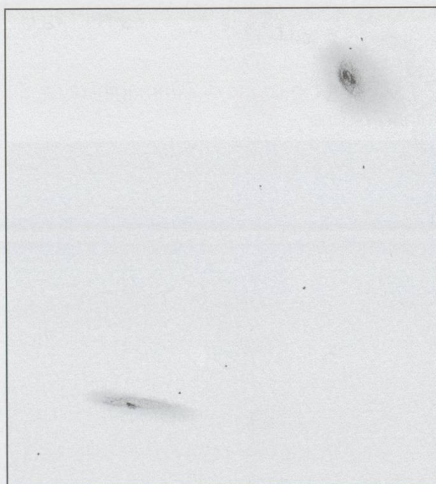


Adresse des Gästehauses:

I Roccha  
Douar Tisselday; BP 7;  
Ighrem N'Oudal; Ouarzazate

email: iroccha@terremaroc.com  
Tel.: 00212 67 73 70 02

HEINZ SCHNEIDER  
Ilfisstrasse 20, CH-3555 Trubschachen



## ASTRO-LESEMAPPE DER SAG

Die Lesemappe der Schweizerischen astronomischen Gesellschaft ist die ideale Ergänzung zum ORION.

Sie finden darin die bedeutendsten international anerkannten

Fachzeitschriften:

**Sterne und Weltraum**

**Astronomie heute**

**Ciel et Espace**

**Spektrum der Wissenschaft**

**Forschung SNF**

**Der Sternenbote**

Kostenbeitrag: nur 30 Franken im Jahr!

**Rufen Sie an: 071 966 23 78**

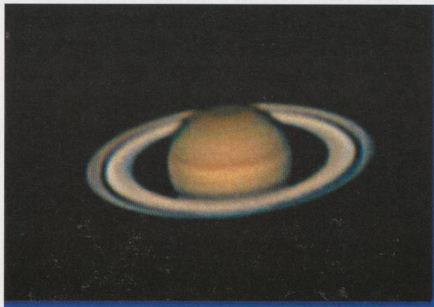
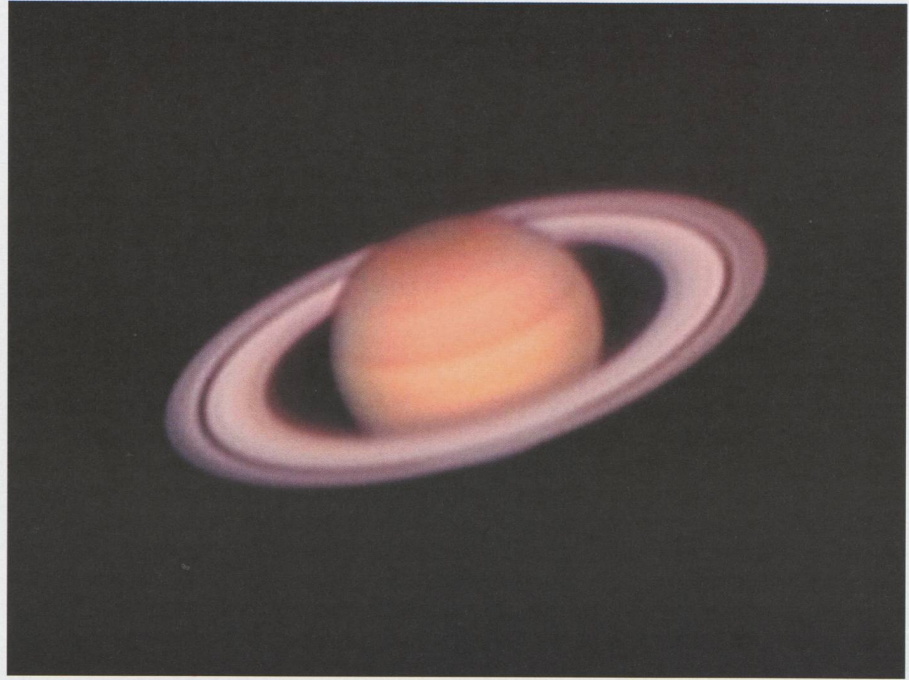
CHRISTOF SAUTER, Weinbergstrasse 8  
CH-9543 St. Margarethen

# Fotografia di Saturno realizzata il 7 gennaio 2005

Attrezzatura di proprietà di Patricio Calderari: Telescopio: Meade 7" f/15 Maksutov-Cassegrain con Barlow 2x, focale equivalente ca. 5300 mm. WebCam: Philips toUcam PRO II con filtro infrarossi.  
Località: Roncapiano (Ticino, Svizzera) circa 45°55'08" Nord - 09°01'56"  
Est a 1100 m/slm. Condizioni atmosferiche: leggera turbolenza (in condizioni di seeing migliore si può fare sicuramente di meglio!).  
Filmati AVI realizzati fra le 22.30 e le 24.00.  
Elaborazione realizzata da Mauro Luraschi con RegiStax3 ottenuta sovrapponendo circa un centinaio di immagini in formato JPG ottenute a loro volta dall'elaborazione di una dozzina di filmati AVI per un totale di oltre 10000 frames. Immagine originale (saturno-7-1-05-originale.jpg) formato 320x240. Immagine rielaborata con Photoshop (saturno-7-1-05.jpg) formato 600x450.  
Grazie per l'attenzione.

MAURO LURASCHI

piazzetta Alta 2, CH-6933 Muzzano



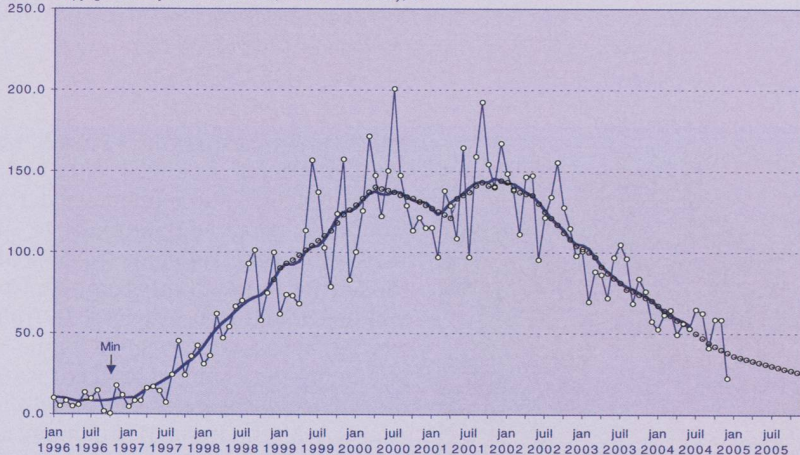
Data: 10 gennaio 2005, Luogo Muzzano/TI; Strumento: Maksutov Cassegrain 300/4800; Webcam Philips ToUcam Pro al fuoco diretto; Media di ca. 1500 immagini da due filmati AVI; Elaborazione Registax 3 e Picture Window 2.5; Dimensioni 315x220 pixel

ALBERTO OSSOLA  
CH-6933 Muzzano

## Swiss Wolf Numbers 2004

MARCEL BISSEGER, Gasse 52, CH-2553 Safnern

Copyright 2004 by Thomas K. Friedli, Rudolf Wolf Society, Zurich



November 2004

Mittel: 57.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
97	121	103	78	78	60	92	72	47	37

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
49	52	62	70	53	57	62	47	43	42

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
36	42	43	50	41	42	55	35	38		

Dezember 2004

Mittel: 23.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40	41	43	33	35	19	13			14

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18	21	21	18	14	17	0	18	22	14

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
26	29	21	23	21	15	31	19	15	23	26

Venustransit vom 8. Juni 2004

## Kolloquium vom 13. November 2004 im Parktheater Grenchen

ARNOLD VON ROTZ



Wie vielerorts in der Schweiz, so wurden auch die bei der Sternwarte Uitikon zusätzlich aufgestellten Instrumente rege dazu benützt, das seltene Ereignis in natura mitzuerleben. Verschiedene Lehrer fügten die Beobachtung des Venustransits in ihren Stundenplan ein und erklärten zuvor ihren Schützlingen, wie ein solcher Durchgang zustande kommt. (Aufnahme: ARNOLD VON ROTZ)

Bei der Ankunft in Grenchen Süd gab es zwar nicht einen so strahlenden Sonnenschein wie anlässlich des Venusstransits vom 8. Juni 2004. Keinen Abbruch tat dies bei den Venusbeobachtern, die sich auf dem Weg und im Foyer des Parktheaters Grenchen begrüßten, dem eigenwilligen Theaterbau, der vom bekannten Zürcher Architekten ERNST GISEL erbaut wurde und dem vor wenigen Wochen von der ETH Zürich für sein Lebenswerk die Ehrendoktorwürde verliehen wurde. Im Foyer wurden die über 60 Teilnehmer von THERESE und HUGO JOST mit Kaffee, Gipfeli und hausgemachtem Zopf willkommen geheissen und in eine festliche und erwartungsvolle Stimmung versetzt, galt es doch zu vernehmen, was sich alles ereignet hatte, welche Resultate mit der schweizweiten Beobachtung des Venustransits erzielt wurden usw. Man erzählte von den Erlebnissen bei diesem Ereignis, mit welchen Instrumenten beobachtet wurde, welche Reaktionen das Publikum gezeigt hatte, ob man den schwarzen Tropfen gesehen habe usw. Kein Wunder, das der Venustransit das

Hauptgesprächsthema war. Erfreulich war es, Sternfreunde zu sehen, mit denen man seit Jahren nicht mehr einen Gedankenaustausch pflegen konnte. Andere Erinnerungen wurden ausgetauscht; natürlich kam man immer wieder auf den strahlenden 8. Juni zu sprechen, auf den Tag, an dem die Venus erstmals nach rund 121 Jahren wieder eine Vorstellung vor der Sonne gab, wie sie kein heute lebender Mensch je gesehen hat.

Beim Mittagessen.  
(Aufnahme: MARKUS HERMANN)



### Begrüssung durch Hugo Jost

Um 10 Uhr versammelte sich das Plenum im Theatersaal zur Begrüssung durch HUGO JOST. Zur Freude aller gab es zum Beginn für drei Berner eine Überraschung; fälschlicherweise gelten die Berner nicht als die schnellsten. THERESE JOST überreichte zur Begrüssung ein Präsent an DR. HEINZ STRÜBIN, ehemaliger Präsident der SAG, dessen Anmeldung zu diesem Treffen als erste eintraf und Dr. MAX HUBMANN, der mit seiner Anmeldung terminlich im Mittelfeld lag. Als besonderen Willkommensgruss überreichte THERESE ein weiteres Präsent an PAUL WILD, ehemaliger Direktor am Astronomischen Institut der Universität Bern, der auch als Referent im Kreis von uns Astroamateuren immer wieder gern gesehen wird. Zudem durfte sich schon mancher Sternfreund vertrauensvoll an Professor WILD wenden, wenn Fragen auftauchten, die das Wissen und die Kenntnisse von uns Amateuren überstiegen. PAUL WILD war noch nie um eine kompetente, ausführliche und vor allem auch verständliche Antwort verlegen, die er meist in seiner markanten und ihm eigenen Handschrift verfasste.

### Das AVZ-Projekt «Venustransit 2004»

Auslöser für die Idee, den Venustransit zur Bestimmung der Astronomischen Einheit AE nach den Methoden von HALLEY mit den heute den Amateuren zur Verfügung stehenden Mitteln zu ermit-



THERESE JOST, die Organisatorin und Gute Fee der Tagung. (Aufnahme: HUGO JOST)

teln, war ein Vortrag von WALTER BERSINGER über JAMES COOK (1728-1779). Vorbilder waren die Unternehmungen der Astronomen früherer Jahrhunderte, die versuchten, mit trigonometrischen Methoden die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne zu bestimmen. In früheren Zeiten besonders wichtig für die Bestimmung der Sonnenparallaxe waren die Venusdurchgänge. Die wesentlich exaktere Methode zur Bestimmung der AE mittels Radar gibt es erst seit 1958.

An der Tagung der Internationalen Astronomischen Union im Jahre 1976 wurde die AE, die auch als eine astronomische Konstante gilt, mit dem neuen Wert von 149 597 870 km angenommen.

Nach den Ausführungen von ANDREAS LINDERBITZIN nahm das Projekt, den Venustransit mit heutigen Amateurmitteln zu beobachten, daraus die AE zu berechnen und die Resultate mit jenen der Fachastronomen früherer Jahrhunderte zu vergleichen, an der ersten Sitzung vom 26. Oktober 2000 in der Universität Zürich Irchel konkrete Formen an. Das Projekt der Amateure sah vor, beim Venustransit vom 8. Juni 2004 den Versuch zu unternehmen, nach den Methoden der Vorbilder des 18. und 19. Jahrhunderts die AE mit den heute den Amateuren zur Verfügung stehenden Mitteln zu bestimmen und mit den Resultaten der Astronomen früherer Jahrhunderte zu vergleichen. Es wurden verschiedene Arbeitsgruppen gebildet, die sich mit Geschichte, Kinematik, Instrumente, Beobachtung, Kontakte und Auswertung zu befassen hatten. Ihre Aufgabe bestand vor allem darin, alle Fragen und eventuellen Probleme, die sich bei der Beobachtung ergeben könnten, vor dem Ereignis zu klären und sicherzustellen, dass möglichst nichts schief gehen konnte. Ein Transit des Planeten Merkur, der am 7. Mai 2003 stattfand und der ebenfalls bei gutem Wetter beobachtet werden konnte, bot eine günstige Gelegenheit zum «Üben». Computer und GPS standen den Fachastronomen früherer Jahrhunderte noch nicht zur Verfügung, heute waren sie für das Unternehmen der Amateure unentbehrliche Hilfsmittel. Mit dem Vorhaben sollte auch die Freude an unserem schönen Hobby gefördert werden und neue Freundschaften entstehen. Leider konnten auf der südlichen Halbkugel unserer Erde keine Amateure gefunden werden, die sich für unsere Idee begeistern liessen.

Prof. Dr. PAUL WILD im Gespräch mit RENY MONTANDON. (Aufnahme: MARKUS HERMANN)



THOMAS FRIEDLI hält seinen Vortrag im gut gefüllten Saal. (Aufnahme: MARKUS HERMANN)

### Erlebnisse und Resultate der Beobachtungen in Luzern

Wie vielerorts in der Schweiz, so gestaltete sich der Venustransit nach den Worten von MARC EICHENBERGER auch in Luzern zu einem kleinen Sommerfest. Auf der Sternwarte Hubelmatt und im Verkehrshaus wurde der Öffentlichkeit Gelegenheit geboten, den Vorübergang des kleinen Venusscheibchens vor der Sonne zu sehen. Den verschiedenen Kinderzeichnungen konnte entnommen werden, dass dieses Ereignis auch bei der Jugend einen grossen Eindruck hinterliess.

### Wo war der schwarze Tropfen?

Wie HUGO JOST in seinem hervorragend dokumentierten Vortrag zeigen konnte, ist der viel zitierte «Schwarze Tropfen», der bekanntlich von den Astronomen früherer Jahrhunderte beim zweiten und dritten Kontakt gesehen, jedoch am 8. Juni von den wenigsten Beobachtern bemerkt werden konnte und deshalb bezweifelt wurde, eine Realität. Nach seinen Ausführungen kann dieses Rätsel nicht als Sinneseindruck oder als Einfluss der Erdatmosphäre interpretiert werden, sondern ist ein Phänomen, das mit der beobachtenden Optik zusammenhängt. Beweis dafür ist, dass diese Erscheinung auch bei extraterrestrischen Beobachtungen auftritt.

Beim Apèro, gestiftet von der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft, und dem anschliessenden

Mittagessen wurden die eigenen Erlebnisse und das Gehörte ausgiebig diskutiert, persönliche Erfahrungen ausgetauscht und neue willkommene Freundschaften geknüpft. Wer den schwarzen Tropfen bisher nicht gesehen und auch nicht an ihn geglaubt hatte, für den lag der Beweis in Form eines Papiermodells beim Gedeck auf dem Mittagstisch, er ist nun für jedermann eine Realität.

### Venustransit digital: Erfahrungen für routinemässige Sonnenfotografie

THOMAS FRIEDLI zeigte anhand von Digitalaufnahmen, dass der Venustransit Gelegenheit bot, in der Familie und unter Freunden ein kleines Fest zu veranstalten und dabei trotzdem den wissenschaftlichen Aspekt nicht ausser acht zu lassen.

### Bestimmung der Astronomischen Einheit ohne zweiten Beobachtungsort

Gespannt waren viele auf das Referat von ROLAND BRODBECK, der sich mit ARNOLD BARMETTLER und MARC PESENDORFER vorgenommen hatte, ohne zweiten Beobachtungsort die AE zu ermitteln. Anhand von sieben ausgewerteten Messungen des Venustransits kamen sie nach ihren Berechnungen für die die AE auf den erstaunlich genauen Wert von 145,4 Millionen Kilometer,  $\pm 5,4$  Millionen Kilometer. Für viele



überraschend war auch die Genauigkeit, die sich aus Ihren Merkurbeobachtungen ergab. Aus diesen Beobachtungen errechneten sie die AE zu 147 Millionen Kilometer,  $\pm 13$  Millionen Kilometer.

**«Die Flausen der Venus während dem Transit vom 8. Juni 2004»**

Eine anregende, jedoch nicht ganz ernst zu nehmende Beobachtung demonstrierte ANDREAS TARNUTZER. Ein azimutal aufgestelltes Beobachtungsinstrument hinterliess den Eindruck, der Lauf der Venus, das Sinnbild der griechischen Liebesgöttin Aphrodite, vor der Sonnenscheibe vollziehe sich nicht auf einer Geraden, sondern vollführe einen grossen Bogen und verlasse die Sonnenscheibe beim vierten Kontakt dort, wo sie Helios den ersten Berührungskuss verliehen hatte. Eine Erscheinung, die vor allem blutige Laien nachdenklich machte und von den Demonstratoren eine Erklärung über die Drehung des Himmelsgewölbes verlangte.

**9000 Jahre Venustransit**

GERHART KLAUS zeigte uns mit seinem interessanten «EKG der Venus» die periodische Wiederkehr der rund 110 Venustransits innerhalb eines Zeitraumes von 9000 Jahren.

Dass den Organisatoren auch das leibliche Wohl sehr am Herzen lag, belegte der Pausenkaffe mit verschiedenen hausgemachten Kuchen, der am Nachmittag von den Veranstaltern offeriert wurde.

**Dank und Ausblick**

Sichtlich beeindruckt von der gelungenen Zusammenkunft war auch DIETER SPÄNI, Präsident der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG. Er richtete seine Dankesworte an das Ehepaar THERESE und HUGO JOST, die keinen Aufwand gescheut hatten, für alle ein denkwürdiges Treffen zu veranstalten, an die Referenten und alle Teilnehmer, die bewiesen, dass in den Sektionen der SAG ein aktives Gesellschaftsleben herrscht, und an die Sternfreunde allge-

mein, die er aufrief, auch in Zukunft gemeinsam die Astronomie zu erleben. Um verschiedene Erfahrungen reicher verstreuten sich die Teilnehmer gegen 17 Uhr in alle Gegenden der Schweiz.

**Venustransit Bildergalerie**

Eine Kostprobe zur Bildergalerie präsentierte HUGO JOST mit Bildsequenzen zum Venustransit, Öffentlichkeitsarbeit mit dem Solarscope an Kindergärten und Schulen in Grenchen und Bettlach, Präsenz der Medien, Beobachtungen, die Kinder in Zeichnungen festhielten usw.

Wer ein Dokument über alle Vorträge und die reiche Bildergalerie der Tagung, über die von der Astronomischen Vereinigung Zürich erarbeiteten Publikationen, über die Bilder des Transits von Venus und Merkur sowie andere Information zu diesen denkwürdigen Ereignissen haben möchte, kann diese bei der Astro-Werkstatt von HUGO JOST bestellen; Kosten pro CD: 10 Franken.

ARNOLD VON ROTZ  
Seefeldstrasse 247, CH-8008 Zürich

**Ihr Partner für Teleskope und Zubehör**



Grosse Auswahl  
Zubehör, Okulare, Filter

Telrad-Sucher  
Astro-CCD-Kameras  
Astro-Software

Sternatlanten  
Sternkarten  
Astronomische Literatur

Beratung, Service  
Günstige Preise

Ausstellungsraum



Tel. 031 311 21 13 Fax 031 312 27 14

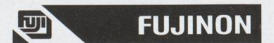
**Alleinvertrieb für die Schweiz: PENTAX®**



Tele Vue



Kowa



Der erste Refraktor mit APO-Linse unter Fr. 1000.-  
ORION 80/600 Tubus nur Fr. 780.-

- Refraktor Teleskop mit ED-Glas
- 2"-Okularauszug, Gewicht 2.6kg
- Stativanschlussplatte
- Das preisgünstige Reisetoteleskop



Internet <http://www.zumstein-foto.ch>

e-mail: [astro@zumstein-foto.ch](mailto:astro@zumstein-foto.ch)

# Einstein-Jahr 2005

MAX HUBMANN

Die UNESCO hat zum Einstein-Jahr ein «World Year of Physics» ausgerufen, um mit weltweiten Aktionen auf die Bedeutung der Physik hinzuweisen. Auch in der Schweiz führen naturwissenschaftlich orientierte Organisationen und Institute Erinnerungsanlässe durch (siehe auch Orion 1/2005). Von den vielen zur Zeit in Vorbereitung stehenden Anlässen dürften für die Amateur-Astronomen die folgenden von Interesse sein.

In **Bern**, wo Einstein zur Zeit des *annus mirabilis* lebte, wird unter dem Titel «Einstein 2005 Festival Bern» mit einer ganze Reihe von Veranstaltungen die öffentliche Aufmerksamkeit auf das Wirken Einsteins gerichtet.

• 16. Juni 2005 – 17. April 2006

## Sonderausstellung im Historischen Museum Bern

Albert Einstein (1879-1955)  
www.bhm.ch/

• Ab April 2005

## Einsteinpfad Bern

In der Stadt wird ein Weg «auf Einsteins Spuren» angelegt, welche die Besucherschaft mit Hilfe einer Broschüre Aspekte aus EINSTEINS Leben in Bern näher bringt.

www.philoscience.unibe.ch/einstein05/de/query?lbl=Einsteinpfad

• Ab April 2005

## Einstein Stadtrundgang (geführt)

Wissenschaftlich begleitet vom Lehrstuhl für Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte der Uni Bern und durchgeführt von StattLand

www.stattland.ch/Bernrelativ.html

## Jahreskongress der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften und der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft

• 14. Juli 2005

## Jahreskongresse der beiden Organisationen mit Festreferaten.

Prof. Dr. SIMON LILLY: *Exploring the Universe in Space and Time – A hundred Years after Einstein.*

• 15. Juli 2005

## «OPEN DAY»

mit Referaten, Demo Experimenten, Ausstellungen.

Referate:

Prof. Dr. MARKUS ROTHACHER, TU München: *Globale Navigation mit Einstein und künstlichen Satelliten.*

Prof. Dr. NICOLAS THOMAS, Uni Bern: *Mercurmission und Relativitätstheorie, Sonne und Kometen.*

Prof. Dr. BERNHARD BRAUNECKER, Leica Systems: *Einstein's Photon Theory and its Impact on Modern Photonics.*

Prod. Dr. THORSTEN HENS / PROF. DR. STEFAN REIMANN Uni Zürich: *Econophysics.*

www.einsteinheute.ch

Weitere Informationen über  
www.einstein2005.ch

In **Zürich**, wo Einstein studierte und später als Professor wirkte:

• 7. Juni 2005 – 11. Juni 2005

**Einstein Symposium** an der ETH Zürich *Physics in the 21st Century – 100 Years after Einstein's «Annus Mirabilis»* Vorträge von bedeutenden Wissenschaftlern. Einige davon richten sich an ein breiteres Publikum. Für Details konsultiere man [www.itp.phys.ethz.ch/einstein/EinsteinETH.htm](http://www.itp.phys.ethz.ch/einstein/EinsteinETH.htm)

• und im Oktober 2005

**Ausstellung im ETH-Hauptgebäude**  
Einstein in Zürich

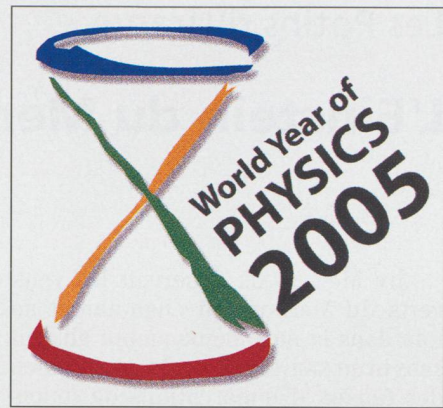
A **Génève**:

En cadre de «l'annus mirabilis» a l'Ecole de Physique, quelques conférences seront organisées.

Pour détails voir: <http://www.unige.ch/sciences/physique/> (bouton grand public).

A **Lausanne**:

(zur Zeit nichts bekannt.)



In **Aarau**, wo Einstein an der Kantonschule die Matura machte:

• 18. Oktober 2005-19. November 2005  
Ausstellung in der Alten Kantonsschule Aarau (Eingangshalle des Steinmannhauses, Bahnhofstr. 91).

Neben der Ausstellung finden drei Vorträge statt, jeweils 19:30 bis 21:00 Uhr:

• 19. Oktober 2005:

*Relativitätstheorie – Geschichte einer Idee* (Prof. D. GIULINI, Freiburg),

• 2. November 2005:

*Relativitätstheorie – Kontroversen um eine Idee* (Dr. A. FÖLSING, Hamburg),

• 16. November 2005:

*Weisse Zwerge, Neutronensterne und Schwarze Löcher* (Prof. Dr. N. STRAUMANN, Zürich)

www.alte-kanti-aarau.ch/

In **Winterthur**:

• 25. Februar 2005-Ende Januar 2006  
Sonderausstellung im Technorama

## Mein Gott, Einstein

In **Basel**:

• 21. November 2005

An der Universität Basel

## $E = mc^2$ wird 100

Alle Gymnasien und technischen Berufsschulen sind aufgerufen, am 21. November 2005 den hundertsten Geburtstag von  $E=mc^2$  mit Einzelaktionen vor Ort zu zelebrieren. Die Schweizerische Physikalische Gesellschaft schreibt einen Preis für das gelungenste Geburtstagsfest in Höhe von Fr. 6000.– aus.

Informationen auf: [www.wyp2005.ch](http://www.wyp2005.ch)

Obige Liste entspricht dem Informationsstand vom 21. Februar 2005.

Weitere Angaben sind auf den folgenden Websites enthalten:

[www.einstein2005.ch](http://www.einstein2005.ch)

(Superhomepage der Koordinationsstelle)

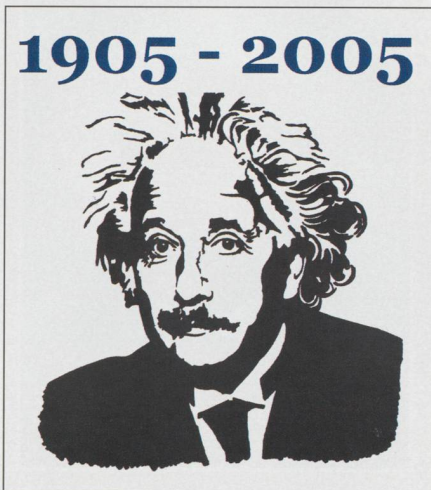
[www.wyp2005.ch](http://www.wyp2005.ch)

[www.einstein-bern.ch](http://www.einstein-bern.ch)

(Einsteinhaus)

[www.eps13.org](http://www.eps13.org)

(European Physical Society)

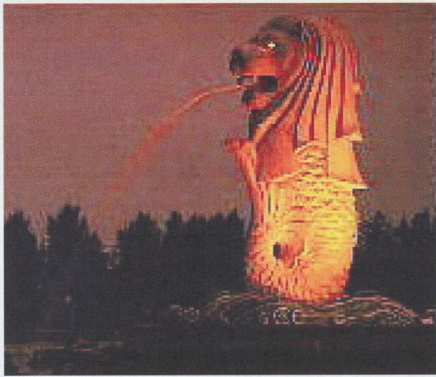


## Les Potins d'Uranie

# L'Einstein du Merlion

AL NATH

JIM McCULLOGH observait les yeux verts du Merlion qui clignotaient au loin dans la nuit. Le paquebot glissait sans bruit sur les eaux calmes au milieu des fanaux d'embarcations de toutes tailles ancrées dans la rade. Bien que de relâche pour la journée, notre marin s'était levé tôt car il ne voulait manquer sous aucun prétexte le spectacle fascinant qu'était à chaque fois l'arrivée de nuit dans le port de Singapour.



Le Merlion de Singapour

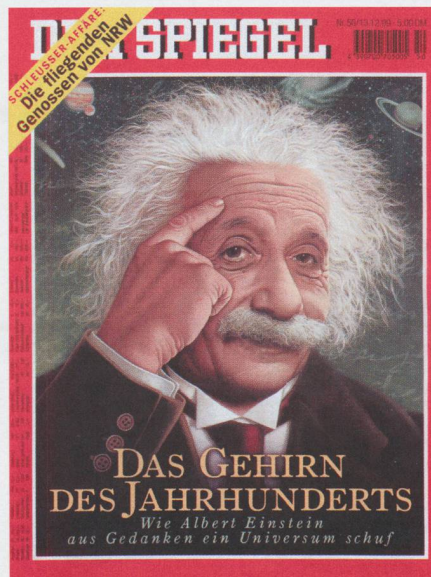
Il s'était placé au plus haut et le plus en avant possible du navire pour en jouir pleinement. Il distinguait déjà le ballet incessant des engins sur les quais couverts de colonnes de conteneurs. Rien n'arrêtait cette activité de fourmis insensibles au rythme diurne. Le temps de chaque navire à quai était précisément compté et tout espace libéré était rapidement réutilisé. L'envoûtement de Singapour commençait chaque fois par là pour notre marin.

Le Merlion était maintenant beaucoup plus proche et JIM McCULLOGH pouvait distinguer la forme de cette statue imposante élevée à une créature mythique, hybride de lion et de poisson, devenue la mascotte de Singapour. Cette ville-état d'environ 585 km<sup>2</sup>, située à la pointe sud de la péninsule de Malaisie et dont le niveau de vie est le second en Asie après le Japon, rassemble environ trois millions d'habitants appartenant à différentes populations: chinois (76%), malais, indiens, eurasiens, plus une pléiade de groupes plus réduits.

Certes, le régime politique local est souvent critiqué par les adeptes des démocraties à l'occidentale parce que trop autoritaire<sup>1</sup>: une «dictature bienveillante» empreinte de confucianisme dont les résultats tangibles font envie à bien d'autres pays. Outre la bonne santé économique déjà mentionnée, JIM McCULLOGH y appréciait l'absence presque totale de criminalité et, last but not least, la coexistence pacifique d'un éventail de communautés ethniques et religieuses très différentes, souvent en conflit dans des territoires voisins.

Notre marin aimait se promener dans les artères propres de la ville, utiliser les taxis courtois et honnêtes, ou

Couverture du Spiegel du 13.12.99 rendant hommage à ALBERT EINSTEIN.



encore se déplacer sans la moindre appréhension dans les transports en commun impeccables et efficaces. Lui qui parcourait sans cesse le monde avait rapidement fait de Singapour son étape favorite en cette partie du globe.

Souvent, lorsqu'il pouvait s'y arrêter pour plus d'un jour, il rayonnait depuis Singapour, notamment vers les villes malaises du détroit de Malacca. Cette voie d'eau, comme toutes les autres de la région, était toujours infestée de pirates, extrêmement bien équipés, ce qui obligeait les bateaux à certaines précautions, comme se déplacer en convoi et, la nuit, éclairer et surveiller leur coque, souvent par les moyens les plus modernes, pour éviter les abordages<sup>2</sup>.

Le jour commençait maintenant à poindre. JIM McCULLOGH avait décidé que, cette fois, son étape serait culturelle. Une fois le navire accosté et les formalités de police et de douane complétées, il allait débarquer et passer une grande partie de la journée au Singapore Science Centre.

\*\*\*\*\*

Le Singapore Science Centre est l'une de ces institutions, de plus en plus nombreuses de par le monde, qui offrent, aux jeunes et aux moins jeunes, une vaste gamme d'expériences interactives en sus d'activités plus classiques comme projections de films, séances de planétariums et autres immersions Omnimax.

JIM McCULLOGH prit grand plaisir à sa visite, aux films qu'il visionna, aux expériences où il se testa, et aux discussions spontanées avec enfants et adultes dans ce laboratoire de l'intelligence. Notre marin passait tout cela mentalement en revue sur son trajet de retour en métro entre les stations de Jurong East et Orchard.

Un élément pourtant l'avait perturbé: un mannequin articulé (ou bien était-ce un singe?) déguisé en Einstein montant et descendant sans cesse le long d'une corde verticale, suspendue non loin de l'Astro Shop. JIM McCULLOGH se demandait comment celui que les divers bilans récents avaient systématiquement consacré comme Le Génie du XX<sup>e</sup> siècle<sup>3</sup>, comment la mémoire d'ALBERT EINSTEIN donc pouvait mériter un tel traitement.

<sup>1</sup> Il fut un temps où, à leur arrivée à l'aéroport international de Singapour, l'un des plus beaux du monde, les messieurs porteurs de cheveux trop longs étaient fermement invités à passer chez le coiffeur, sinon à reprendre l'avion...

<sup>2</sup> Absolument authentique en ce début de 21<sup>e</sup> siècle!

<sup>3</sup> Voir par exemple la page de titre du Spiegel en illustration.

<sup>4</sup> POLLACK, A.: *Scientists are Sick and Tired of Being Bad Guys*, Intern. Herald Tribune (3 Dec 1998).

Cela lui rappela aussi un article<sup>4</sup> qui soulignait comment les scientifiques en avaient assez d'être systématiquement décrits, surtout dans les films, comme des individus fous, mauvais, asociaux, maladroits, excentriques, etc. La question immédiate était: fallait-il blâmer uniquement les auteurs et réalisateurs pour cette peinture péjorative, ou bien les scientifiques étaient-ils aussi responsables de cette image?

EINSTEIN lui-même fut probablement, du moins en partie, à l'origine du processus avec sa manipulation habile des médias naissants et de leur publicité excessive, en particulier aux Etats-Unis. Sa façon détendue de s'habiller et de se comporter, nouvelle pour l'époque, certaines de ses déclarations, ainsi que des photos pour le moins surprenantes qu'il permit de lui déclenchèrent l'hystérie de médias peu habitués alors à ce type de comportements de la part de scientifiques célèbres.

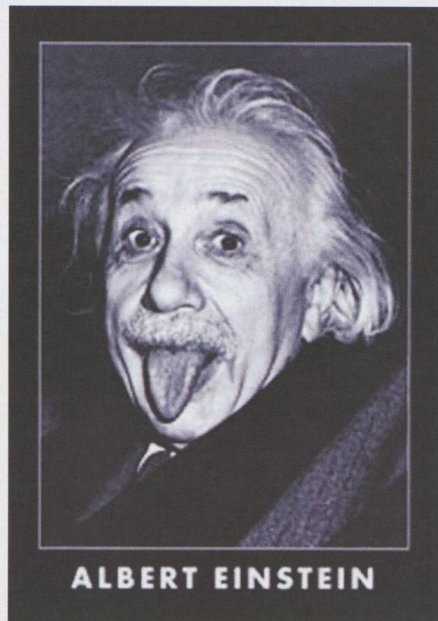
\*\*\*\*\*

Dans certains milieux intellectuels de cette partie-ci du monde, il est devenu une mode bien ancrée de mal présenter. D'aucuns se sentent obligés de dévaloriser l'aspect extérieur, prétendant que ce sont les neurones cérébraux qui comptent. On peut certes en débattre, mais est-ce bien là la meilleure façon d'impressionner favorablement le grand public?

Nous avons vu pas mal d'endroits où le problème de l'image est délibérément ignoré. Les visiteurs et les médias, traités avec peu de considération, ne peuvent quitter ces institutions qu'avec le sentiment d'être passés par des lieux étranges – et ne peuvent donc que s'en faire l'écho.

Pas de malentendu cependant: il est bien évident que la chose la plus importante est le travail produit par les scientifiques et les résultats qu'ils obtiennent. Mais n'est-il pas incohérent d'entendre certains de ceux-ci se plaindre d'un soutien insuffisant de la société alors que les mêmes ne se préoccupent pas autant qu'il le faudrait de la façon dont cette société fonctionne?

Un ambassadeur avec d'importantes responsabilités dans des organisations internationales nous faisait récemment part de son embarras entre, d'une part, son propre intérêt et son souhait de soutenir les activités scien-



Einstein tirant la langue.

tifiques fondamentales et, d'autre part, ses difficultés pour trouver des chercheurs «présentables» dans différentes disciplines, y compris la nôtre, des personnes capables de sortir de leurs sphères de cristal, d'expliquer leurs travaux et besoins tout en prenant pleinement en considération les valeurs du monde extérieur.

En d'autres termes, comme le recommandait l'article lu par JIM McCULLOGH, «une meilleure image des scientifiques et des ingénieurs pourrait conduire à ce que plus de jeunes gens se dirigent vers ces domaines et à un plus grand support du public pour des projets allant de l'exploration spatiale aux accélérateurs de particules.»

Il semble par ailleurs bien difficile de trouver le juste milieu entre, d'une part, le sérieux de la finalité de la science et de l'impact du progrès des connaissances sur l'avenir de notre monde et, d'autre part, un exposé attrayant et séduisant. Une mode actuelle met l'accent sur la présentation «ludique» des sciences, une mode fâcheuse, fortement critiquable dans ses excès, et critiquée par pas mal de responsables de par le monde ayant les mains dans le cambouis et faisant face aux réalités. Dans cette optique «ludique», comment les scientifiques pourraient-ils ensuite espérer être pris au sérieux par les décideurs et bailleurs de fonds puisqu'ils «jouent». Mais c'est là un tout autre débat sur lequel nous aurons sans doute l'occasion de revenir.

AL NATH

**Sky-Watcher® Teleskope**  
Die visuelle Erfahrung der reinen Natur

**Reflektore – Newton-System**

- IN KLASSISCHER SOWIE IN KURZER BAUWEISE
- 114/500 P EQ1 293.- inkl. MWSt
  - 114/900 EQ2 259.- inkl. MWSt
  - 130/900 EQ2 289.- inkl. MWSt
  - 150/750 P EQ3-2 580.- inkl. MWSt
  - 200/1000 P EQ5 767.- inkl. MWSt
  - 200/1000 P HEQ5 1225.- inkl. MWSt
  - 200/1000 P EQ6 1615.- inkl. MWSt
  - 254/1200 P EQ6 1935.- inkl. MWSt



**Maksutov Cassegrain**

- Mak 90 EQ1 387.- inkl. MWSt
- Mak 102 EQ2 491.- inkl. MWSt
- Mak 127 EQ3-2 798.- inkl. MWSt
- Mak 127 EQ5 915.- inkl. MWSt



**Refraktore**

MIT OPTISCH EFFEKTIVEM LUFTSPALT NACH JOSEPH VON FRAUENHOFER

- 60/700 AZ-2 125.- inkl. MWSt
- 70/700 AZ-2 168.- inkl. MWSt
- 70/900 AZ-2 259.- inkl. MWSt
- 80/400 EQ-1 364.- inkl. MWSt
- 90/910 EQ-2 418.- inkl. MWSt
- 102/500 AZ-3 452.- inkl. MWSt
- 102/1000 EQ3-2 593.- inkl. MWSt
- 120/600 AZ-3 619.- inkl. MWSt
- 120/1000 EQ-5 798.- inkl. MWSt
- 150/750 H-EQ5 1549.- inkl. MWSt
- 150/1200 H-EQ5 1549.- inkl. MWSt
- 150/1200 EQ-6 1936.- inkl. MWSt



Offizieller Vertreter für die Schweiz für Sky-Watcher®

**Orion® Teleskope Refractor Revolution!**



- Orion ED 80 APO**
- 80/600 nur Tubus 734.- inkl. MWSt
  - SVP ED 80 APO EQ mit deutscher Montierung SkyView Pro 1235.- inkl. MWSt
  - idem + Motore + Polar Sucher 1448.- inkl. MWSt

- Orion ED 100 APO**
- 100/900 nur Tubus 1485.- inkl. MWSt
  - SVP ED 100 APO EQ mit deutscher Montierung SkyView Pro 2149.- inkl. MWSt
  - idem + Motore + Polar Sucher 2295.- inkl. MWSt

**SkyQuest™ XT IntelliScope Dobson**



- IntelliScope, mit Handsteuerung geliefert**
- XT6 844.- inkl. MWSt
  - XT8 933.- inkl. MWSt
  - XT10 1239.- inkl. MWSt
  - XT12 1589.- inkl. MWSt

Als offizieller Vertreter für die Schweiz haben wir das ganze ORION Programm auf Lager.

**QuickFinder**

- Sucher ohne Vergrößerung**
- ZWEI ROTE KREISE VON JE 0.5° UND 2°, KÖNNEN AUCH BLINKEN. IDEAL FÜR KLEINE TELESKOPE.
- QuickFinder, mit Batterien 64.- inkl. MWSt



Mit jedem Teleskop, **GESCHENKE:**  
1 mehrsprachige CD-Rom + Kollimation + optische und mechanische Kontrolle durch Herrn B.E. Perret



**OPTIQUE PERRET**  
CENTRE TELESCOPES & JUMELLES®  
Rue du Perron 17 – 1204 Genf – Schweiz  
Tél. 022 311 47 75 – Fax: 022 311 31 95  
[www.optique-perret.ch](http://www.optique-perret.ch)

Preise inkl. MWST 7.6 %, in CHF unverbindliche Angaben

# Danièle Holder-Bianchetti

**Galerie du Faucon La Neuveville / BE**

*Kleine Stadt am Bielersee*

**Ausstellung vom 3. bis am 24. April 2005**

Öffnungszeiten:

Freitag / Samstag / Sonntag von 15 bis 18Uhr

**Galerie du Faucon La Neuveville / BE**

*Petite cité de caractère au bord du Lac de Biemme*

**Exposition du 3 au 24 avril 2005**

Ouverture:

vendredi / samedi / dimanche de 15 à 18 heures

DANIÈLE HOLDER-BIANCHETTI, Künstlerin aus Genf, lebt seit über 20 Jahren in Biel. Nach mehreren regionalen und nationalen Ausstellungen und einem ersten Preis 2000 in Frankreich (Salon international de la Peinture à l'eau) führt die Künstlerin ihre Arbeit auf mehreren Ebenen und Dimensionen weiter.

In dieser Ausstellung, die sie während zweier Jahre vorbereitet hat, setzt sie ihre Vorstellungen zu den Sonnensystemen um. Von der Erde ausgehend führt sie uns auf eine Reise durchs Weltall. Riesige Leporelli «micro macro» erzählen Geschichten von fremden Welten.

Von der Decke hängen «leuchtende Meteoriten», die ein sanftes Licht verbreiten. Sie stellen die Herzen der Kometen dar. Dank der Sonnenbestrahlung leuchten sie in der Nacht.

Die Planeten hat DANIÈLE HOLDER-BIANCHETTI in Form von magischen Quadraten dargestellt: sie nennt sie «space catchers». Heutige wie frühere Kenntnisse, auch irrtümliche Vorstellungen über die Planeten werden angedeutet. Es erscheinen magische Zahlen und Formeln aus der Sphärenmusik nach Pythagoras. Die Farben entsprechen den Planeten (rot für Mars, blau für die Erde...). Als Material hat DHB Stoff als Hintergrund und kleine Papier- oder Plastiksäcke verwendet, die als «Fallen» dienen, um Raum und Zeit «einzufangen».

Durchs Teleskop entdecken wir den «deep space», farbige Kreise überschneiden sich und erinnern an entstehende Sternwelten und Galaxien.

All diese Werke, die an Hand von Mischtechniken und aus verschiedensten Materialien wie Stoff, zerknülltes Papier, Akryl- und Wasserfarben geschaffen wurden, können wir als versteckte Botschaften sehen. Wir können den Versuch wagen, sie zu entziffern, oder einfach nur staunen und genießen.



DANIÈLE HOLDER-BIANCHETTI, artiste d'origine genevoise vit à Biemme depuis 20 ans. Après différentes expositions dans la région, en Suisse et un Grand Prix en 2001 dans un concours international de peinture à l'eau en France, l'artiste poursuit ses recherches en travaillant en plusieurs dimensions.

Dans cette exposition, fruit de deux ans de travail, DHB raconte son interprétation du système solaire et sa vision de l'espace où la terre sert de repère au voyage.

De longs leporello «micro macro» déroulent les histoires possibles de ces mondes.

Des objets suspendus, les

«météorites lumineuses» brillent d'une faible lumière. Ils figurent les noyaux de comètes que la lumière du soleil révèle dans la nuit.

DANIÈLE HOLDER-BIANCHETTI

a représenté les planètes sous la forme de carrés magiques, les «space catcher», par de grandes voiles de tissu. Ces représentations traduisent à la fois nos connaissances de ces planètes, le savoir des anciens, ce qui s'est révélé faux, ainsi que notre imaginaire. On y trouve les nombres tirés de la musique des sphères selon Pythagore, des couleurs, rouge pour mars, bleu pour la terre et des petits sachets de papiers froissés ou en plastique, pièges imaginés par l'artiste pour capter l'espace et le temps.

Vus à travers un télescope puissant, les «deep space», ensemble de cercles aux couleurs évanescentes qui se superposent, évoquent des mondes en gestation, des étoiles et des galaxies.

Ces œuvres conçues au moyen de techniques mixtes, tissu, papier froissé, acrylique, gouache, empreinte d'objets sont autant de messages codés à déchiffrer ou à simplement regarder.

**The Carnegie Observatories Astrophysics Series published by Cambridge University Press:**

**Ho, L. C. (ed.): Carnegie Observatories Astrophysics Series.** Set consisting of four volumes. Hardback, ISBN 0-521-84285-9, GBP 280.00, USD 450.00.

This series of four books celebrates the Centennial of the Carnegie Institution of Washington, and is based on a set of four special symposia held by the Observatories in Pasadena. Each symposium explored an astronomical topic of major historical and current interest at the Observatories, and each resulting book contains a set of comprehensive, authoritative review articles by leading experts in the field. This series is edited by Luis C. Ho, staff astronomer at the Carnegie Observatories. Each volume is separately available.

**Ho, L. C. (ed.): Coevolution of Black Holes and Galaxies.** (Carnegie Observatories Astrophysics Series, Vol. 1). Cambridge, Cambridge University Press 2004. xxi, (1), 474 p., numerous Figures and Tables. Hardback, ISBN 0-521-82449-4, GBP 75.00, USD 130.00.

This Volume contains twenty-nine chapters: 1. The stellar-dynamical search for supermassive black holes in galactic nuclei, 2. Black holes in active galaxies, 3. Intermediate-mass black holes in the Universe: a review of formation theories and observational constraints, 4. The supermassive black hole at the center of the Milky Way, 5. The first nonlinear structures and the reionization history of the Universe, 6. Adiabatic growth of massive black holes, 7. Formation of supermassive black holes: simulations in general relativity, 8. Gas-dynamical processes in dense nuclei, 9. Formation of massive black holes in dense star clusters, 10. Accretion onto black holes, 11. QSO lifetimes, 12. Fueling gas to the central region of galaxies, 13. The AGN-disk dynamical connection, 14. Black holes and the central structure of early-type galaxies, 15. The inner properties of late-type galaxies, 16. Influence of black holes on stellar orbits, 17. Single and binary black holes and their influence on nuclear structure, 18. Supermassive black holes: demographics and implications, 19. Black hole demography from nearby active galactic nuclei, 20. The evolution of quasars, 21. Quasar hosts and the black hole spherical connection, 22. Star formation in active galaxies: a spectroscopic perspective, 23. AGN feedback mechanisms, 24. Pieces of the galaxy formation puzzle: where do black holes fit in?, 25. Joint formation of supermassive black holes and galaxies, 26. The formation of spheroidal stellar systems, 27. Massive black holes, gravitational waves, and pulsars, 28. Obscured active galactic nuclei and obscured accretion, 29. Conference summary.

**Freedman, W. L. (ed.): Measuring and Modeling the Universe.** (Carnegie Observatories Astrophysics Series, Vol. 2). Cambridge, Cambridge University Press 2004. xvi, 390, (2) p., numerous Figures and Tables. Hardback, ISBN 0-521-75576-X, GBP 75.00, USD 130.00.

This Volume contains twenty-three chapters: 1. A brief history of cosmology, 2. Edwin Hubble: a biographical retrospective, 3. Inflation, 4. Update on string theory, 5. Dark matter theory, 6. Status of cosmology on the occasion of the Carnegie Centennial, 7. The extragalactic distance scale, 8. The Hubble constant from gravitational lens time delays, 9. Measuring the Hubble constant with the Sunyaev-Zel'dovich effect, 10. How much is there of what? Measuring the mass density of the Universe, 11. Big Bang Nucleosynthesis: probing the first 20 minutes, 12. Cosmological results from 2dF Galaxy Redshift Survey, 13. Large-scale structure in the Sloan Digital Sky Survey, 14. LIGO at the threshold of science operations, 15. Why is the Universe accelerating?, 16. Cosmology and life, 17. Evidence from Type Ia supernovae for an accelerating Universe and dark energy, 18. Theoretical overview of cosmic microwave background anisotropy, 19. The polarization of the cosmic microwave background, 20. The Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, 21. Inter-

ferometric observations of the cosmic microwave background radiation, 22. Conference summary: observational cosmology, 23. Measuring and modeling the Universe: a theoretical perspective.

**Mulchaey, J. S. / Dressler, A. / Oemler, A. (eds.): Clusters of Galaxies – Probes of Cosmological Structure and Galaxy Evolution.** (Carnegie Observatories Astrophysics Series, Vol. 3). Cambridge, Cambridge University Press 2004. xv, (1), 381, (3) p., numerous Figures and Tables. Hardback, ISBN 0-521-75577-8, GBP 75.00, USD 130.00.

This Volume contains twenty-three chapters: 1. Galaxy clusters as probes of cosmology and astrophysics, 2. Clusters of galaxies in the Sloan Digital Sky Survey, 3. Clustering studies with the 2dF Galaxy Redshift Survey, 4. X-ray surveys of low-redshift clusters, 5. X-ray clusters at high redshift, 6. The red sequence technique and high-redshift galaxy clusters, 7. Probing dark matter in clusters, 8. Clusters of galaxies: an X-



«Europa»  
Newton Reihe

Durchmesser: von 150 bis 350 mm

Hohe optische Leistungen, geringes Gewicht.

- Europa 250/1200 P (8.0 kg) 1079.- inkl. MWSt
- Europa 300/1200 P (10.0 kg) 1870.- inkl. MWSt
- Europa 350/1600 P (15.0 kg) 2925.- inkl. MWSt

«GDX Dielectric» (Hilux) Newton Reihe

Durchmesser: von 150 bis 350 mm

Bessere optische Qualität, mit Dielectric-Vergütung, bietet noch mehr Licht (ca. 26%). Inkl. Testbericht.

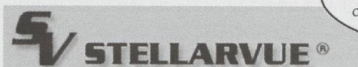
- GDX 250/1200 P (8.2 kg) 1648.- inkl. MWSt
- GDX 300/1200 P (10.0 kg) 2695.- inkl. MWSt
- GDX 350/1600 P (15.0 kg) 4115.- inkl. MWSt

(Preise für Tubus allein)

Hergestellt in Europa



Mit jedem Teleskop:  
**GESCHENKE:**  
1 mehrsprachige CD-Rom + Kollimation + optische und mechanische Kontrolle durch Herrn B.E. Perret



Hergestellt in Kalifornien

Stellarvue Acromat und Apocromat: hohe Präzision

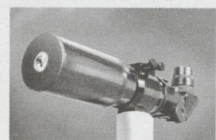
Optisch sehr gut: es lohnt sich.

- Nighthawk AT1010 80/480 760.- inkl. MWSt
- SV 80/9D 80/750 760.- inkl. MWSt
- APO SV 102V JMI 102/790 3435.- inkl. MWSt

Stellarvue TMB TRIPLET APO

Optische und mechanische Exzellenz, Feather Touch Focuser mit 2 Gängen.

- Super APO SV 80S F 80/480 3270.- inkl. MWSt
- Super APO SV 105S 105/650 5498.- inkl. MWSt
- Super APO SV 115S 115/805 7295.- inkl. MWSt



OPTIQUE PERRET – CENTRE TELESCOPES & JUMELLES®

Rue du Perron 17 – 1204 Genf – Schweiz – Tél. 022 311 47 75 – Fax: 022 311 31 95

[www.optique-perret.ch](http://www.optique-perret.ch)

Preise inkl. MWST 7.6 %, in Schweizer Franken

unverbindliche Angaben

## BUCHBESPRECHUNGEN BIBLIOGRAPHIES

ray perspective, 9. Cool gas in clusters of galaxies, 10. Using the Sunyaev-Zel'dovich effect to probe the gas in clusters, 11. The formation of early-type galaxies: observations to  $z \approx 1$ , 12. Evolution of early-type galaxies in clusters, 13. Star-forming galaxies in clusters, 14. The stellar content of galaxy clusters, 15. Modeling stellar populations in cluster galaxies, 16. The chemistry of galaxy clusters, 17. Interactions and mergers of cluster galaxies, 18. Evolutionary processes in clusters, 19. Interactions of galaxies with the intracluster medium, 20. The difference between clusters and groups: a journey from cluster cores to their outskirts and beyond, 21. Galaxy groups at intermediate redshift and the mechanisms of galaxy evolution, 22. The intragroup medium, 23. Symposium summary.

**McWILLIAM, A. / RAUCH, M. (eds.): *Origin and Evolution of the Elements*.** (Carnegie Observatories Astrophysics Series, Vol. 4). Cambridge, Cambridge University Press 2004. xvi, 496 p., numerous Figures and Tables. Hardback, ISBN 0-521-75578-6, GBP 75.00, USD 130.00.

This Volume contains thirty-one chapters: 1. Mount Wilson Observatory contributions to the study of cosmic abundances of the chemical elements, 2. Synthesis of the elements in stars: B<sup>2</sup>FH and beyond, 3. Stellar nucleosynthesis: a status report 2003, 4. Advances in r-process nucleosynthesis, 5. Element yields of intermediate-mass stars, 6. The impact of rotation on chemical abundances in red giant branch stars, 7. s-processing in AGB stars and the composition of carbon stars, 8. Models of chemical evolution, 9. Model atmospheres and stellar abundance analysis, 10. The light elements: lithium, beryllium, and boron, 11. Extremely metal-poor stars, 12. Thin and thick Galactic disks, 13. Globular clusters and halo field stars, 14. Chemical evolution in  $\omega$  Centauri, 15. Chemical composition of the Magellanic Clouds, from young to old stars, 16. Detailed composition of stars in dwarf spherical galaxies, 17. The evolutionary history of Local Group irregular galaxies, 18. Chemical evolution of the old stellar populations of M31, 19. Stellar winds of hot massive stars nearby and beyond the Local Group, 20. Presolar star-dust grains, 21. Interstellar dust, 22. Interstellar atomic abundances, 23. Molecules in the interstellar medium, 24. Metal ejection by Galactic winds, 25. Abundances from the integrated light of globular clusters and galaxies, 26. Abundances in spiral and irregular galaxies, 27. Chemical composition of the intracluster medium, 28. Quasar elemental abundances and host galaxy evolution, 29. Chemical abundances in the damped Ly $\alpha$  systems, 30. Intergalactic medium abundances, 31. Conference summary.

ANDREAS VERDUN

## Impressum Orion

### Leitende Redaktoren/Rédacteurs en chef:

**DR. NOËL CRAMER**, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny  
Tél. 022 755 26 11  
e-mail: noel.cramer@obs.unige.ch  
http://obswww.unige.ch/~cramer

**DR. ANDREAS VERDUN**, Astronomisches Institut, Universität Bern, Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern  
Tel. 031 631 85 95  
e-mail: andreas.verdun@aiub.unibe.ch  
http://www.aiub.unibe.ch

Manuskripte, Illustrationen und Berichte sind an obenstehende Adressen zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren. *Les manuscrits, illustrations et rapports doivent être envoyés aux adresses ci-dessus. Les auteurs sont responsables des articles publiés dans cette revue.*

### Auflage/Tirage:

2300 Exemplare, 2300 exemplaires.  
Erscheint 6 x im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember. *Paraît 6 fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.*

### Copyright/Copyright:

SAG. Alle Rechte vorbehalten.  
SAS. *Tous droits réservés.*

### Druck/Impression:

Imprimerie du Sud SA, CP352, CH-1630 Bulle 1  
e-mail: michel.sessa@imprimerie-du-sud.ch

**Anfragen, Anmeldungen, Adressänderungen sowie Austritte und Kündigungen des Abonnements auf ORION** (letzteres nur auf Jahresende) sind zu richten an: Für Sektionsmitglieder an die Sektionen. Für Einzelmitglieder an das Zentralsekretariat der SAG:

**Informations, demandes d'admission, changements d'adresse et démissions** (ces dernières seulement pour la fin de l'année) sont à adresser: à leur section, pour les membres des sections; au secrétariat central, pour les membres individuels.

**SUE KERNEN**, Gristenbühl 13, CH-9315 Neukirch.  
Tel. 071 477 17 43, E-mail: sag.orion@bluewin.ch

### Abonnementspreise

Schweiz: Sfr. 60.–, Ausland: € 50.–  
Jungmitglieder (nur in der Schweiz): Sfr. 30.–  
Mitgliederbeiträge sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.

### Abonnement

Suisse: Frs. 60.–, étranger: € 50.–  
Membres juniors (uniquement en Suisse): Frs. 30.–  
Le versement de la cotisation n'est à effectuer qu'après réception de la facture.

### Zentralkassier/Trésorier central:

**URS STAMPFLI**, Däleweidweg 11, (Bramberg)  
CH-3176 Neuenegg,  
Postcheck-Konto SAG: 82-158 Schaffhausen.

**Einzelhefte** sind für Sfr.10.– zuzüglich Porto und Verpackung beim Zentralsekretär erhältlich.

**Des numéros isolés** peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de Frs.10.– plus port et emballage.

### Aktivitäten der SAG/Activités de la SAS:

http://www.astroinfo.ch

### Ständige Redaktionsmitarbeiter/ Collaborateurs permanents de la rédaction

**THOMAS BAER**, Bankstrasse 22,  
CH-8424 Embrach  
e-mail: th\_baer@bluewin.ch

**DR. FABIO BARBLAN**, 6A, route de l'Etraz,  
CH-1239 Collex/GE  
e-mail: fabio.barblan@obs.unige.ch

**ARMIN BEHREND**, Vy Perroud 242b  
CH-2126 Les Verrières/NE  
e-mail: omg-ab@bluewin.ch

**HUGO JOST-HEDIGER**, Lingeriz 89,  
CH-2540 Grenchen  
e-mail: hugo.jost@infrasys.ascom.ch

**STEFAN MEISTER**, Steig 20,  
CH-8193 Eglisau  
e-mail: stefan.meister@astroinfo.ch

**HANS MARTIN SENN**, Püntstrasse 12,  
CH-8173 Riedt-Neerach  
e-mail: senn@astroinfo.ch

### Übersetzungen/Traductions:

**DR. H. R. MÜLLER**,  
Oescherstrasse 12,  
CH-8702 Zollikon

### Korrektor/Correcteur:

**DR. ANDREAS VERDUN**,  
Astronomisches Institut, Universität Bern,  
Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern  
e-mail: verdun@aiub.unibe.ch

### Inserate/Annonces:

Das Amt des Orion-Kassiers ist z.Z. vakant. Bitte wenden Sie sich an die leitenden Redaktoren.

*Le poste de caissier Orion est momentanément vacant. Veuillez vous adresser aux rédacteurs en chef.*

### Redaktion ORION-Zirkular/ Rédaction de la circulaire ORION

**MICHAEL KOHL**,  
Huebacher 919, CH-8637 Laupen  
e-mail: mike.kohl@gmx.ch

### Astro-Lesemappe der SAG:

**CHRISTOF SAUTER**,  
Weinbergstrasse 8,  
CH-9543 St. Margarethen

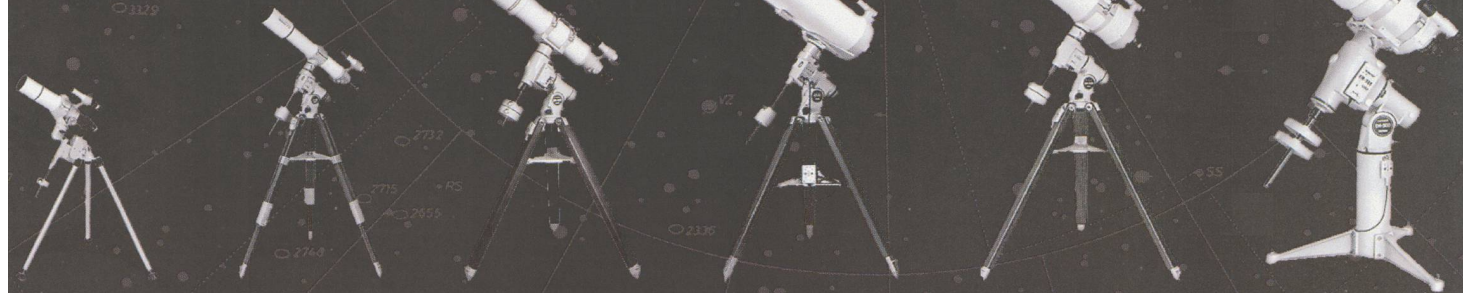
ISSN 0030-557 X

## Inserenten / Annonceurs

• **ASTROINFO**, Seite/page 23, 24; • **ASTRO-LESEMAPPE**, Seite/page 32; • **ASTRO-MATERIAL**, Seite/page 11; • **DARK-SKY SWITZERLAND**, Stäfa, Seite/page 16; • **GALILEO**, Morges, Seite/page 43; • **KOSMOS**, Sternenhimmel 2005, Seite/page 29; • **MEADE INSTRUMENTS EUROPE**, D-Borken/Westf, Seite/page 2; • **OPTIQUE-PERRET**, Genève, Seite/page 39, 41; • **WYSS FOTO**, Zürich, Seite/page 44; • **ZUMSTEIN FOTO-VIDEO**, Bern, Seite/page 36.

# Nouveau magasin à Lausanne

## AKAHASHI



**Nettes Fluorites Apochromatiques**  
 60 : 958 CHF  
 70 : 3026 CHF  
 102 : 2933 CHF  
 128 : 6553 CHF  
 152 : 16639 CHF

**Triplets Otrho-Apochromatiques**  
 TOA-130 : 7993 CHF  
 TOA-130F : 9398 CHF  
  
 Quadruplet Fluorite  
 FSQ-106 : 7087 CHF

**Télescopes Réflecteurs**  
 Mewlon 180 : 2998 CHF  
 Mewlon 210 : 3998 CHF  
 Mewlon 250 : 9460 CHF  
 CN-212 : 4836 CHF  
 BRC 250 : 117746 CHF

**Montures Equatoriales Allemandes**  
 TSP : dès 1011 CHF  
 EM-11 : dès 4061 CHF  
 EM-200 : dès 6071 CHF  
 NJP : dès 7201 CHF  
 EM-500 : 22962 CHF

## CORONADO

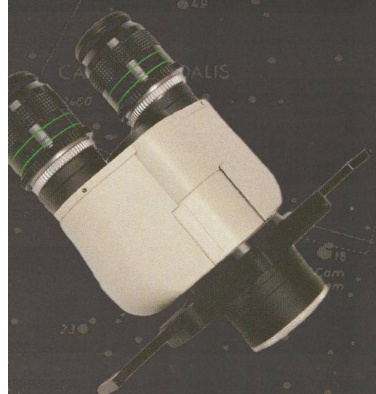


### Le soleil en H alpha pour 990 CHF

Le PST (personal Solar Telescope) de Coronado est un instrument complet, lunette astronomique et filtre, destiné à l'observation du soleil en H alpha. Son diamètre de 40mm et sa bande passante inférieure à 1Å permet l'observation et la photographie des protubérances à la surface et en périphérie du soleil. Le PST vous est proposé pour seulement 990 CHF, une première dans le monde des filtres H alpha. Il est optimisé pour accueillir un deuxième filtre Solar Max 40 (1834 CHF). La bande passante se réduit alors à 0.6Å et offre un contraste exceptionnel.



## DENKMEIER



Vous avez deux yeux? Utilisez-les! Les têtes binoculaires permettent de voir jusqu'à 40% de détails en plus. Sans compter l'effet 3D sur la Lune, les planètes et les objets du ciel profond. L'univers prend enfin toute sa dimension.

Les têtes binoculaires Denkmeier vous apportent cette nouvelle sensation. Elles sont aujourd'hui considérées par la plupart des astronomes amateurs comme les meilleures du marché.

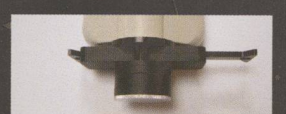
En kit, une seule paire d'oculaires permet d'atteindre plusieurs grossissements (en moins d'une seconde avec le système optionnel Power Switch). Par exemple, avec le kit Schmidt Cassegrain, une paire de 20mm s'utilise en 10mm, 20mm et 40mm, limitant ainsi le prix de revient. Elles sont disponibles en version Schmidt Cassegrain, Newton ou Lunette astronomique.

Denkmeier Standard :	890 CHF
Kit Denkmeier Standard :	980 CHF
Denkmeier II (traitement diélectrique) :	1390 CHF
Kit Denkmeier II (traitement diélectrique) :	1990 CHF
Réglage optionnel des dioptries :	216 CHF
Système Power Switch :	200 CHF

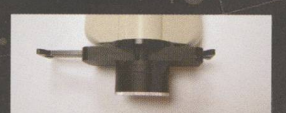
### Power Switch sur télescope Schmidt-Cassegrain



Facteur grossissant 1x

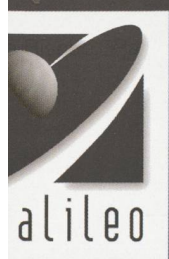


Facteur grossissant 2x



Facteur grossissant 0,5x

Galileo est l'unique revendeur autorisé en Suisse pour Takahashi, Coronado et Denkmeier



Meade - Celestron - TeleVue - Takahashi - William Optics - Vixen - Intes - Intes Micro - Coronado - Losmandy - Denkmeier - SBIG - Thousand Oaks - ScopeTronix - SolarScope - Miyauchi - Starway - Lumicon - OGS - RCOS - Software Bisque - Paralux

[www.galileo.cc](http://www.galileo.cc)

Nouvelle adresse, 350 mètres carrés, magasin, école d'astronomie ([www.erastro.ch](http://www.erastro.ch)), bibliothèque...

GALILEO - Rue de Genève 7 - 1003 Lausanne - Tél : +41 (0) 21 803 30 75 - Fax : +41 (0) 21 803 30 77 - E-mail : [info@galileo.cc](mailto:info@galileo.cc)



# CELESTRON® CGE Serie

CGE – eine deutsche, parallaktische GoTo-Montierung für die komplette Baureihe der CELESTRON Schmidt-Cassegrain-Optiken.

Die CGE-Montierung ist der Fels in der Brandung, grundsolide und dennoch transportabel. Der erschütterungsfreie und sanfte Lauf sind Merkmale dieser mit bis zu 26 kg belastbaren Montierung – ausreichend für viel Zubehör.

Datenbank von 40'000 Objekten  
• GPS-Option • ausgereifte NexStar-Software und Elektronik  
• 12V Servomotoren • stabiles Heavy-Duty-Stativ • Optiken mit Starbright Coating

**CGE-800** (D=203mm, F = 2030 mm)

**CGE-925** (D=235mm, F = 2350 mm)

**CGE-1100** (D=279mm, F = 2800 mm)

**CGE-1400** (D=356mm, F = 3900 mm)

DIE TELESKOPE  
FÜR DEN  
AMBITIONIERTEN  
ASTRONOMEN.

**CGE 1400**  
Fr. 15990.-

**CGE-1100**  
Fr. 9990.-

**CGE-925**  
Fr. 9290.-

**CGE-800**  
Fr. 8290.-

CGE-Montierung  
mit Stativ  
(ohne Optik)  
Fr. 7390.-

CELESTRON Teleskope von der  
Schweizer Generalvertretung  
mit Garantie und Service.

proastro  
P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Dufourstrasse 124 • 8034 Zürich  
Tel. 01 383 01 08 • Fax 01 383 00  
E-Mail: info@wyssphotovideo.ch