**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft
**Band:** 65 (2007)
**Heft:** 340

**Heft**

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

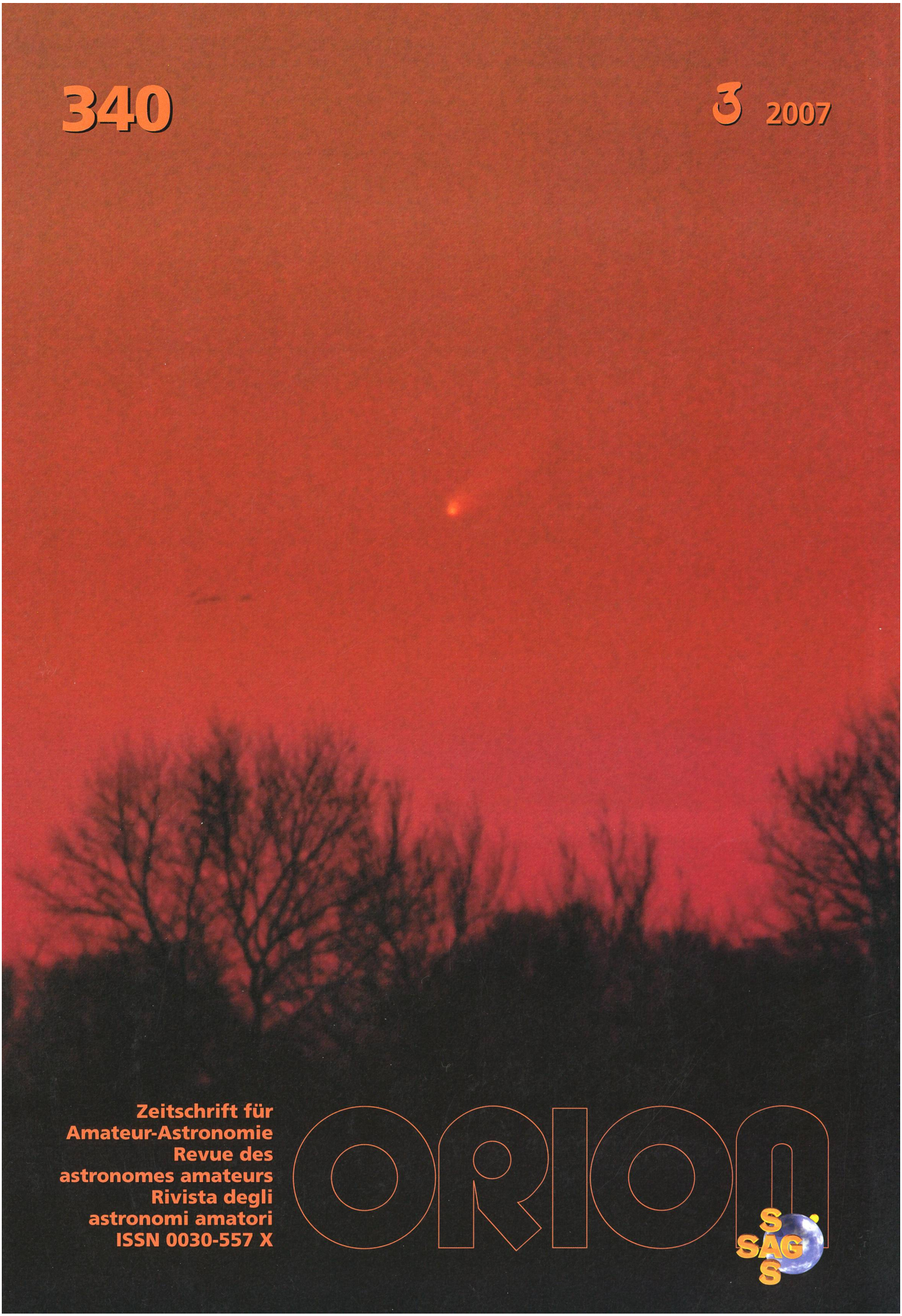
**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 11.07.2025

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

340

3 2007



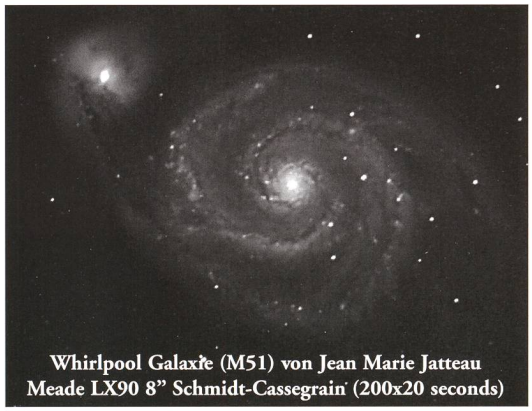
Zeitschrift für
Amateur-Astronomie
Revue des
astronomes amateurs
Rivista degli
astronomi amatori
ISSN 0030-557 X

# ORION

SAG

Sambrero Galaxie (M104) von Steve Hamilton.
Meade LX90 8" Schmidt-Cassegrain
DSI Pro (Lum=20x3 min.) und DSI (10x3 min.)

M13 von Iver Riise
Meade 8" LX90 Schmidt-Cassegrain
LRGB Bild 174 min.



Whirlpool Galaxie (M51) von Jean Marie Jatteau
Meade LX90 8" Schmidt-Cassegrain (200x20 seconds)

# 24 Gründe in der Umlaufbahn ...

**Das neue LX90GPS kann über 30.000 Objekte lokalisieren, sogar sich selbst!**

Jetzt mit 3 Jahren Garantie**

Das neue LX90GPS kann nicht nur Satelliten nachführen, sondern auch mit ihnen kommunizieren. Nach dem Einschalten übernimmt der eingebaute Sony® GPS Empfänger direkt die Ortseingabe, das Datum und die exakte Uhrzeit. Diese Informationen werden vom AutoAlign™ System zur Ausrichtung des Teleskops benutzt und lassen Sie Ihre Lieblingsobjekte noch schneller finden. All die guten Dinge des bewährten LX90 plus die GPS-gestützte Ausrichtung – das neue LX90GPS hat nun alles. Mit seiner hochwertigen Optik „made in USA", der umfangreichen Ausstattung und seinem hervorragenden Preis-Leistungs-Verhältnis ist das LX90GPS eines der besten Schmidt-Cassegrain-Systeme, das Sie finden können. Und es findet sogar sich selbst!

| | 8" | 10" | 12" |
|---|---|---|---|
| Öffnungs-verhältnis | F/10 | F/10 | F/10 |
| UHTC Vergütung | ✓ | ✓ | ✓ |
| Preis | 3.682 SFr* | 4.840 SFr* | 5.667 SFr* |

*Unverbindliche Preisempfehlung in SFr. (CH).

- Schmidt-Cassegrain Design
- UHTC Vergütung serienmäßig
- Beugungsbegrenzte Optik
- Überdimensionierter Hauptspiegel
- Korrektur des periodischen Schneckenfehlers (PEC)
- Leuchtpunktsucher & 8x50 Sucher
- AutoStar® mit AutoAlign™
- Feldstativ aus der LX200 Serie
- AutoStar Suite AE CD enthalten

LEVEL NORTH™ TECHNOLOGY

MEADE
ADVANCED PRODUCTS DIVISION
www.meade.de

MEADE Instruments Europe GmbH & Co. KG • D-46414 Rhede • Gutenbergstraße 2
Tel.: 0049 28 72 / 80 74 - 300 • FAX: 0049 28 72 / 80 74 - 333 • E-Mail: info.apd@meade.de

** Wer die neue Garantieregistration komplett ausgefüllt an uns zurücksendet, bekommt von uns ein weiteres Jahr Garantie!

MEADE ASTRO-SPRECHTAG 2007

**Meade Instruments Europe lädt ein zum Astrotag.**
Erleben Sie die **neuen Produkte** und **Zubehörteile** aus dem Hause **Meade** und sprechen Sie vor Ort mit den **Experten**.

am **23.06.2007** in **Wiesbaden**
AIT Thiele - Wiesbaden - Walkmühlstraße 4 - 65195 Wiesbaden - Tel.: 0611-407226 - www.ait-trading.com/

am **30.06.2007** in **München**
ASTROCOM München - Tel.: 089 / 85 83-660 - www.astrocom.de

am **07.07.2007** in **Augsburg**
Intercon Spacetec - Tel.: 08 21/41 40 81 - www.intercon-spacetec.de

am **22.09.2007** in **Villingen-Schwenningen**
AME 2007 - Tel.: 07 41 / 27 06 210 - www.astro-messe.de

vom **05.** bis **07.10.2007** in **Kärnten**
ITT Kärnten - Tel. 0043 / 47 12-796 - www.alpsat.at/deutsch/astronomie/astronomie_fr.htm

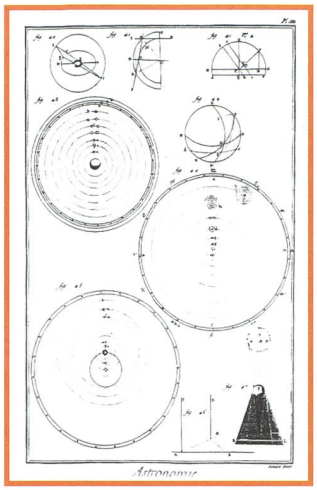
am **13.10.2007** in **Rhede/Westf.**
Tag der offenen Tür bei MEADE - Tel.: 0 28 72 / 80 74-300 - www.meade.de

**Rückfragen / Ausstellungswünsche unter: Tel.: 0 28 72/80 74-300**

ORION

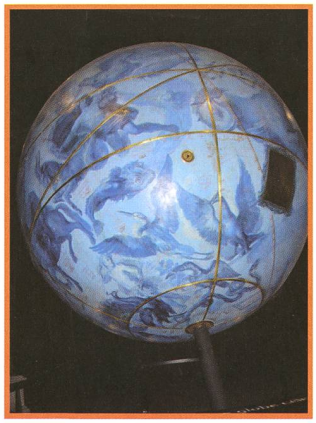
*Herausgegeben von der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft*
*Edité par la Société Astronomique de Suisse*
*Edito dalla Società Astronomica Svizzera*

**65. Jahrgang/année** **N° 340 Juni/Juin 3/2007** **ISSN 0030-557-X**



Les modèles cosmologiques à l'époque de Galilée - 4

Der Venuskalender von Falera - 17



Les grands globes de Coronelli restaurés - 21

## Geschichte der Astronomie - Histoire de l'astronomie

***Les modèles cosmologiques à l'époque de Galilée*** - Coralie Beffa 4

***Der Venuskalender von Falera*** - Martin Kerner 17

***Les grands globes de Coronelli restaurés*** - André Heck 21

## Beobachtungen - Observations

***Erinnerung an den McNeil-Nebel*** - Jörg Schirmer 23

***Totale Mondfinsternis vom 3./4. März 2007*** - Markus Furger 25

***Eclissi totale di Luna*** - Patricio Calderari 26

***Giove e Saturno*** - Mauro Luraschi 27

***Mira im Maximum am 10./11. März 2007*** - Ekkehard Stürmer 28

***Swiss Wolf Numbers 2006*** - Marcel Bissegger 29

## Diversa - Divers

***Honor of Prof. André Heck, associated editor of the Journal ORION*** 30

***Honneur de Prof. André Heck, rédacteur associé de la revue ORION*** 30

***Robert A. Naef (1907-1975) - 100 Jahre*** - Fritz Egger 31

*Les Potins d'Uranie* - ***Plutonisé!*** - Al Nath 32

*Les Potins d'Uranie* - ***Encore des abus de langage...*** - Al Nath 32

## Weitere Rubriken - Autres rubriques

***Veranstaltungskalender / Calendrier des activités*** 26

***Impressum Orion*** 34

***Inserenten / Annonceurs*** 34

**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***

Image of Comet McNaught in the evening dawn, taken on January 10, 2007, by Robert B. Slobins.
Copyright 2007 by Robert B. Slobins/Phototake.

Robert B.Slobins
177, Main Street 254, Fort Lee, NJ 07024 - USA

**Redaktionsschluss / *Délai rédactionnel*** **N° 341** - 16.6.2007 • **N° 342** - 17.8.2007

# Les modèles cosmologiques à l'époque de Galilée

CORALIE BEFFA

Collège de Candolle; classe 402; maître accompagnateur: Nicolas Bernhardt; travail de maturité 2002

## 1. Introduction

Le passage de l'astronomie géocentrique à l'astronomie héliocentrique paraît au premier abord comme une brusque cassure, les uns ayant une pensée révolue et les autres inaugurant l'esprit moderne. En restant dans cette perspective, il est difficile de comprendre l'obstination des défenseurs d'un système qui perdure depuis plus de deux mille ans. A travers ce travail, nous nous interrogerons sur l'évolution qui conduit à la constitution des modèles géocentrique et héliocentrique tels qu'ils s'opposent à l'époque de Galilée. Nous ne nous intéresserons pas à l'aspect polémique concernant le procès fait à Galilée, mais porterons notre attention sur l'aspect scientifique des modèles, en observant leurs différences intrinsèques.

Les partisans du géocentrisme et de l'héliocentrisme tentent chacun à leur manière de concilier l'image idéale qu'ils se font de la nature avec la réalité observable. Aucun de ces modèles n'est un pur décalque de la réalité. Ce sont des représentations qui opèrent des simplifications délibérées, où certains aspects du réel sont négligés au profit d'autres aspects qui sont mis en valeur. Ces modèles, qu'ils soient géocentriques ou héliocentriques, sont de deux types, les modèles mathématiques visant à rendre compte des observations de positions des astres et les modèles qui incluent une explication physique, telle la chute des objets à la surface de la Terre. Suivant le modèle, la méthode diffère car ce ne sont pas les mêmes informations que l'on attend de la nature. L'instrumentalisation comme moyen mis en œuvre pour mettre en valeur des phénomènes apparaît avec Galilée, qui pointe sa lunette vers les objets célestes. Avant lui, les cieux étaient observés à l'œil nu. Certains de ses contemporains contestent ses résultats et les soupçonnent de n'être que des illusions produites par la lunette. L'utilisation d'un instrument n'est pas une chose évidente, car il faut faire confiance à ses informations, qui ne viennent pas directement de nos sens.

Nous nous proposons dans le travail qui va suivre d'examiner différents modèles, les réponses qu'ils apportent ainsi que leurs faiblesses. Nous observerons tout d'abord les différents modèles géocentriques, depuis les premières représentations des civilisations fluviales à l'aboutissement de la *Composition mathématique* de Ptolémée. Puis nous nous demanderons comment le géocentrisme s'est inscrit dans la tradition occidentale, jusqu'à devenir le modèle officiel imposé par les tenants de l'autorité. Ensuite nous considérerons l'héliocentrisme, en commençant par les premières ébauches des précurseurs antiques. Après avoir examiné les origines où l'héliocentrisme est une réponse parmi d'autres au problème de la représentation du ciel, nous aborderons la mathématisation de ces modèles lors de la révolution astronomique, à travers Copernic et Kepler. Enfin, nous présenterons la méthode ainsi que l'effort de diffusion de l'héliocentrisme de Galilée.

## 2. Géocentrisme

### 2.1 Naissance de la cosmologie

#### *Civilisations fluviales*

La régularité de certains phénomènes naturels, comme l'alternance du jour et de la nuit, le retour périodique des saisons ou le mouvement des astres, a dû être observée très tôt. On trouve dans les documents qui nous sont parvenus des civilisations mésopotamienne et égyptienne une tentative de repérage et de classification des événements naturels.

Les premières explications sont de type mythique, où les phénomènes naturels sont personnifiés par des dieux. Ces explications traitent de cas particuliers. Celles-ci sont multiples, sans qu'une version cherche à s'imposer en raison d'une meilleure représentation des faits observables.

Les Mésopotamiens considèrent les événements astronomiques, comme les éclipses ou le passage de comètes, comme des messages divins. Ils établissent des tables astronomiques pour pouvoir prédire à l'avance certains de ces événements et lire ainsi ces avis des dieux. L'astronomie prend donc des intérêts religieux.

L'apparition de l'écriture il y a quelques 5'000 ans en Mésopotamie permet de consigner les observations et de confronter par la suite un fait nouveau avec ceux qui ont été enregistré auparavant. De cette manière, il est possible de remarquer une périodicité dans les phénomènes, qui permet ensuite de les prédire. Les Mésopotamiens multiplient les observations en mesurant précisément la position des astres. Pour pouvoir se repérer sur la voûte céleste, ils partagent le ciel en constellations et établissent le zodiaque, qu'ils divisent en douze segments. Ce travail nécessite une arithmétique élaborée. Ils adoptent un système de numération sexagésimale de position, dont il nous reste d'ailleurs quelques traces dans la division du jour en vingt-quatre heures ou celle de l'angle au centre en 360 degrés. La numérotation de position signifie que le nombre de symbole à manipuler est réduit, car c'est la position qui donne sa valeur au symbole. Ce système permet de résoudre aisément des problèmes complexes.

Le modèle des Mésopotamiens est très sommaire. Il ne décrit que la structure générale de l'Univers. Cependant, il permet déjà l'explication de phénomènes naturels, comme la pluie. Les Mésopotamiens se représentent la terre comme un disque plat, flottant sur un océan. Au-dessus, s'élève la voûte céleste alors que l'enfer est placé dans la demi-sphère inférieure. A l'extérieur de cette sphère s'étend la mer primordiale. Quand l'eau filtre à travers le dôme, il pleut à la surface de la Terre.

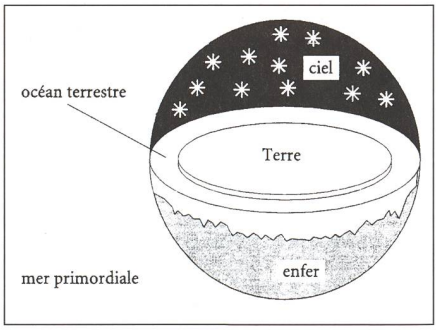



*Fig. 1: représentation mésopotamienne du Monde.*

Contrairement aux Mésopotamiens, les Egyptiens ont un mauvais outil mathématique à cause de leur tendance à tout ramener à des suites d'additions. Le domaine qu'ils développent est la géométrie. Leurs résultats seront repris par la science grecque. On a retrouvé peu de document sur l'astronomie égyptienne. Ils observent surtout le ciel en lien avec le Nil, pour pouvoir par exemple prédi-

re ses crues. Leurs intérêts sont principalement économiques et liés à l'agriculture.

Nous pouvons donc caractériser les civilisations fluviales ainsi: celles-ci donnent des explications mythologiques des phénomènes naturels et développent l'astronomie dans des buts utilitaires précis. Pour cette raison, elles n'ont pas besoin de mettre au point un modèle d'explication général de l'ensemble des phénomènes.

### *Milésiens*

Au VI$^{e}$ siècle, l'école de Milet inaugure une nouvelle façon de concevoir les phénomènes naturels et l'on assiste à la naissance de l'esprit rationnel. Selon elle, la nature n'est pas soumise au pouvoir arbitraire de dieux et l'on a la capacité de chercher la cause des phénomènes naturels. Pour cela, elle remonte au principe fondamental de l'univers.

*Thalès*

Il conçoit la Terre comme un disque flottant sur l'eau, ce qui lui permet d'expliquer par exemple les tremblements de Terre, qui se produisent quand l'eau est agitée. Cette vision ressemble beaucoup à celle des Mésopotamiens, mais elle a le mérite d'écarter l'explication mythologique. Selon Thalès, l'élément premier est l'eau. Cette explication peut paraître simpliste mais de nouveau, la question a plus d'importance que la qualité de la réponse. Elle représente une nouvelle attitude devant la nature.

Cet élément premier est problématique. On peut se demander comment l'eau pourrait produire le feu, son contraire. On remarque ici un autre aspect de l'esprit nouveau de l'école milésienne: les théories sont discutées ; si l'une d'entre elles n'est pas satisfaisante, elle est remplacée par une autre théorie, ce qui n'est pas le cas des explications mythologiques, dont la multiplicité n'est pas critiquée.

*Anaximandre*

Selon lui, l'élément premier est indéfini. Il le nomme *apeiron*. Celui-ci n'a aucune caractéristique précise et Anaximandre évite le problème des contraires qui se pose à Thalès.

Anaximandre propose le premier modèle mécanique des corps célestes, incluant une explication des mouvements des astres. Les quatre éléments sont répartis en quatre régions. Le feu constitue les astres. Au-dessous se trouve l'air. Ses mouvements provoquent le déplacement des astres. L'eau se trouve dans la couche supérieure à la terre. En partie évaporée sous l'action du feu, elle forme la mer. Au centre se trouve la terre. La Terre a la forme d'une colonne et flotte en parfait équilibre au centre de l'Univers. Le feu est contenu dans des espèces de jantes. On l'aperçoit par de petits orifices qui sont les astres. Quand ceux-ci sont obstrués, on assiste aux phases de la Lune ou à une éclipse. Cette conception est beaucoup plus complète que celles qui l'ont précédée. On attribue également à Anaximandre l'invention du gnomon, sorte de cadran solaire constitué d'une tige plantée verticalement dans le sol. Cette invention atteste d'une volonté d'interroger la nature dans l'étude des phénomènes, et non d'attendre passivement qu'elle nous dévoile les informations dont on a besoin.

*Anaximène*

L'*apeiron* d'Anaximandre présente une généralisation dans la recherche de l'élément premier, mais qui est par trop abstraite. Anaximène propose de conserver une distinction entre l'élément premier et les autres. Il veut néanmoins se rattacher à l'expérience et présente un élément qu'il nomme air *apeiron*. Il peut alors décrire le processus par lequel cet élément premier engendre les autres par des notions que l'on rencontre dans l'expérience quotidienne. En effet, on obtient le feu par dilatation de cet élément, l'eau par condensation et la terre par précipitation. Anaximène présente également une conception de l'Univers. Selon lui, la Terre flotte dans l'air. Les astres sont fixés à la sphère de cristal qui s'élève au-dessus de la Terre.

### *Pythagoriciens*

Toute chose est nombre pour les Pythagoriciens. Le principe fondamental de leur philosophie est la correspondance entre les nombres et les mécanismes naturels. Ils illustrent ce principe à travers la musique et l'astronomie, la musique s'adressant à l'oreille et l'astronomie aux yeux. Dans la cosmologie de Pythagore, les rapports mathématiques qui unissent les corps célestes entre eux sont les mêmes que ceux qui régissent l'harmonie de la lyre. La gamme de Pythagore est composée de sept notes jouées sur les sept cordes de la lyre. De même, sept corps tournent autour de la Terre. Cette analogie renforce l'intuition des Pythagoriciens: les nombres commandent tous les ordres de la réalité, même les plus lointains.

A partir de ce postulat, ils comparent le ciel à un gigantesque instrument de musique. Ils présentent alors une «harmonie des sphères célestes» où les corps céleste se déplacent dans l'Univers de manière régulière tout en émettant un son prodigieux. Cette théorie mettant en jeu les sens, il est aisé d'objecter que nous n'entendons pas le son émis par le déplacement des corps célestes. Pour répondre à cette objection, les Pythagoriciens précisent que, si nous ne l'entendons pas, c'est que nous y sommes accoutumés depuis notre naissance. Il convient ici d'examiner le type de réponse avancée. Les Pythagoriciens intègrent, à l'aide d'un raisonnement, la nouvelle observation, qui était problématique, dans leur théorie. Ils reviennent en quelque sorte à la phase qui précède la modélisation, celle où l'on observe les phénomènes en vue de construire un modèle. Par ce procédé, la théorie ne peut jamais être prise à défaut et donc jamais être vraiment vérifiée de façon scientifique. On n'a dans ce cas aucun moyen de la distinguer d'une fiction. L'astronomie mathématique puis Galilée mettrons au point des méthodes pour déterminer la qualité des représentations.

*Modèle des Pythagoriciens*

Les Pythagoriciens proposent au VI$^{e}$ siècle le premier modèle rendant compte de la position des planètes les unes par rapport aux autres. est un modèle géocentrique, la Terre occupant la position centrale dans l'Univers. C'est sûrement pour satisfaire leur principe de beauté et d'harmonie que les Pythagoriciens attribuent aux corps célestes un volume parfait, à savoir la sphère. Ils appliquent le même principe à la trajectoire des corps célestes: ils ne peuvent se mouvoir que selon une trajectoire parfaite, c'est-à-dire circulaire. C'est la première apparition de ce qui devient un dogme à partir de Platon: le mouvement circulaire uniforme des corps célestes.

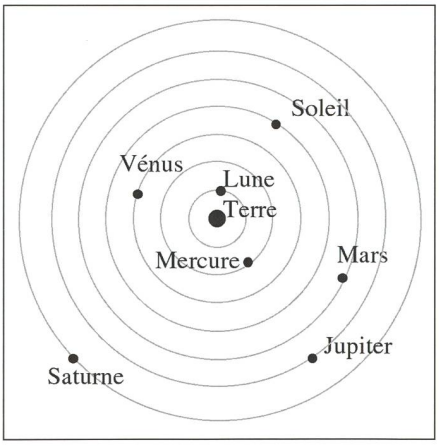



*Figure 2: modèle des Pythagoriciens.*

*Modèle particulier de Philolaos*

Philolaos est l'un des Pythagoriciens les plus importants. C'est le premier à mettre par écrit l'enseignement des Py-

thagoriciens, jusque là oral, dans un ouvrage intitulé *De la nature*. Il propose également un modèle cosmologique. Par rapport au premier modèle pythagoricien, Philolaos introduit des modifications considérables.

Il propose une conception pyrocentrique de l'Univers où la Terre est en rotation autour d'un feu central. Il justifie la position centrale du feu par sa noblesse. Le premier corps qui gravite autour est l'anti-Terre. En rajoutant ce corps céleste par rapport aux autres modèles, Philolaos porte le nombre des corps à dix, qui est considéré par les Pythagoriciens comme un nombre parfait. Les contemporains de Philolaos ont sûrement objecté que personne n'a jamais vu cette anti-Terre, ni d'ailleurs le feu central. Comme réponse, Philolaos explique que l'on ne les voit pas car on habite l'hémisphère opposé, un peu comme si nous étions sur un carrousel et que nous regardions vers l'extérieur: nous ne verrions pas l'axe central. L'anti-Terre permet aussi d'expliquer pourquoi les éclipses de Lune sont plus fréquentes que les éclipses de Soleil. En effet, l'anti-Terre pourrait aussi produire des éclipses de Lune. Ensuite vient la Terre, qui parcourt son orbite en vingt-quatre heures. Pour présenter toujours la même face au feu central, elle doit également avoir une rotation sur elle-même de vingt-quatre heures. Puis il y a la Lune, le Soleil, qui pour Philolaos n'est pas lumineux par lui-même mais est semblable à du cristal et renvoie la lumière du feu, les cinq planètes connues et observables, la sphère des étoiles fixes et le feu enveloppant.

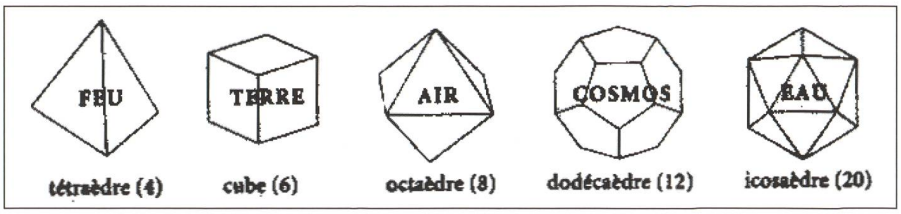


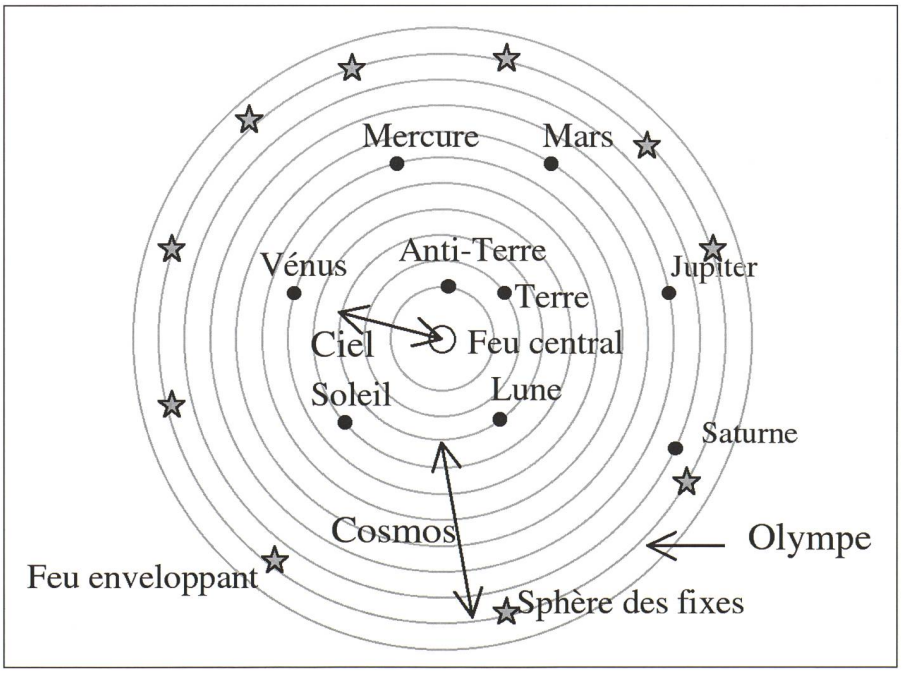

*Figure 4: correspondance entre les éléments et les polyèdres réguliers.*

Philolaos divise l'Univers en trois régions: le feu enveloppant est appelé Olympe; le Cosmos comprend les cinq planètes, le Soleil et la Lune. Ces deux premières régions sont considérées comme composées de corps immuables alors que la région sublunaire, nommée ciel, est le domaine de la génération et de la corruption. Tout comme pour le mouvement circulaire, la séparation des mondes sublunaire et supralunaire sera érigée par la suite en dogme.

### *Platon (~428-~348)*

Pour Platon, ce qui est accessible à nos sens n'est que des apparences. Au-delà se trouve le monde des idées, éternel et immuable. L'activité scientifique doit dégager les lois abstraites qui s'étendent sous les observations sensibles. Platon privilégie une approche mathématique des phénomènes, au détriment de l'expérimentation et de l'observation. Les astres appartiennent au monde visible et sont une copie déformée du monde réel des idées. Platon formule le problème des mouvements planétaires et donne par-là l'impulsion à la recherche astronomique qui va suivre.

*Figure 3: modèle de Philolaos.*




*Monde*

Dans le *Timée*, Platon raconte comment le monde à été construit par un Démiurge. Ce monde est une copie du monde des idées; c'est donc le meilleur monde possible. Il est sphérique, car la sphère est un corps parfait. De plus, tous les solides réguliers sont inscriptibles dans la sphère. Il a un mouvement circulaire, car celui-ci est sans contraires ni errements, ce qui n'est pas le cas des six autres mouvements possibles, le mouvement vers le haut, le bas, la droite, la gauche, l'avant et l'arrière.

Le monde possède une âme qui est principe de mouvement. Elle est constituée du cercle de l'équateur, qui communique sa rotation à la sphère des fixes, et de celui de l'écliptique, qui, divisé en sept cercles concentriques, rend compte des révolutions des différentes planètes.

*Eléments*

La matière préexiste au monde, mais dans un état désordonné. Sous l'action du Démiurge, elle se regroupe suivant les affinités de ses éléments. Les quatre éléments se placent alors dans quatre régions. Platon identifie chaque élément à un polyèdre régulier. Le feu correspond au tétraèdre, l'air à l'octaèdre, l'eau à l'icosaèdre, la terre au cube et l'Univers dans son ensemble au dodécaèdre. Les corps qui nous entourent sont des assemblages de particules polyédriques. Il y a donc sous les apparences une réalité géométrique. Le monde est unique, car le Démiurge a épuisé le matériau des quatre éléments. Aucun élément extérieur au monde ne peut exister.

*Planètes*

Chaque planète ou luminaire est un globe entraîné par le mouvement d'une sphère invisible, concentrique à l'écliptique. Ils sont également affectés par la rotation du monde. Cela rend compte du fait que les planètes participent au mouvement diurne de la voûte céleste mais se déplacent aussi sur le fond du ciel. La terre se trouve immobile au centre.

*Problème du mouvement planétaire*

Platon propose une astronomie idéale, mathématisée. Cela ne correspond pas à la réalité telle que l'on peut l'observer. En effet, le mouvement des planètes comporte des irrégularités appelées anomalies planétaires. Platon indique alors qu'il faut aller au-delà des phénomènes observables et rendre compte de ce caractère apparent à l'aide de mouvements circulaires uniformes. La tâche qu'il assigne aux astronomes est de saisir, sous ces phénomènes changeants, la réalité permanente. Il s'agit de sauver les apparences.

### *Aristote (~384-~322)*

Pour élaborer son modèle, Aristote se base sur des observations du monde qui l'entoure. Grâce à la logique, il parvient alors à intégrer ces observations dans un système complet d'explication du monde. Sa grande cohérence en fera le système dominant jusqu'à l'innovation de la physique classique.

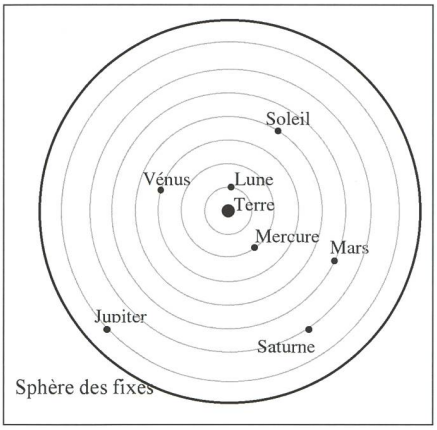



*Figure 5: modèle d'Aristote.*

### *Structure de l'Univers*

*Finitude du Monde*

L'Univers est fini et contenu dans la sphère des étoiles fixe. D'une part, parce que le ciel a un mouvement fini. En effet, on peut observer que les étoiles reviennent toujours à la même place. Or, à un Univers infini correspondrait un mouvement infini. D'autre part, un espace infini n'aurait pas de centre, ce qui est contraire à l'observation de la chute des corps en direction d'un point convergent au centre de la Terre.

Au-delà de la sphère des étoiles fixes, il n'y a rien. Il ne faut pas confondre cette notion avec le vide. En effet, le vide nécessite l'existence d'espace, ce qui n'est pas le cas au-delà de la sphère des fixes.

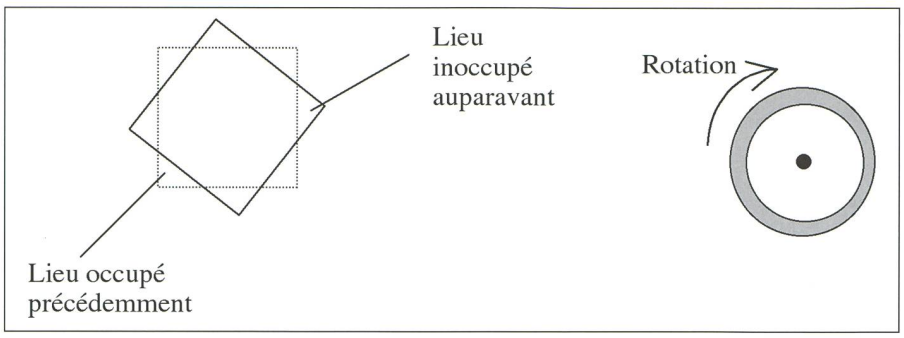



*Figure 7: la rotation d'un cube provoque des changements locaux de l'espace alors que la rotation de sphères occupe toujours le même espace.*

*Unicité du Monde*

Examinons tout d'abord deux axiomes de la physique d'Aristote:

1) Si un corps demeure dans un lieu, c'est son lieu naturel. Placé hors de ce lieu, il y retourne naturellement.
2) Si ce corps doit être tenu, c'est qu'il ne se trouve pas dans son lieu naturel.

De plus, pour qu'un monde soit qualifié «d'autre monde», il faut qu'il possède des ressemblances au monde en question et donc être constitué des mêmes éléments. Sinon, il ne s'agit pas «d'autre monde» mais d'autre chose.

Ainsi, il ne peut exister d'autre monde, car s'il en existait un, ses éléments se regrouperaient avec le premier de façon à n'en former qu'un seul, les éléments des deux mondes ayant les mêmes lieux naturels.

*Inexistence du vide extérieur*

Le vide qualifie un lieu inoccupé. Pour l'occuper, il suffit d'amener un objet. Cependant, il est impossible d'amener des objets au-delà de la sphère des étoiles fixes, car ils sont tous contenus dans cette sphère. Le vide n'existe donc pas en dehors de cette limite.

*Sphéricité du Monde*

Lorsqu'un cube est en rotation, il n'occupe pas toujours le même espace. Il y a un agrandissement et un rétrécissement local de l'espace. Si l'Univers était cubique, il faudrait du vide à l'extérieur de la sphère des fixes pour permettre sa rotation. Or, le vide à l'extérieur de l'Univers est une chose impossible. Le seul volume qui ne change pas de place lors de sa rotation est la sphère. L'Univers est donc sphérique.

De même, les orbes portant les planètes doivent être sphériques. En effet, la forme la plus facile à emboîter dans une sphère est une autre sphère.

*Séparation des mondes supralunaire et sublunaire*

Aristote sépare l'Univers en deux régions bien distinctes: la région supralunaire et la région sublunaire.

La première est éternelle et immuable, alors que la deuxième connaît la variété et le changement. En opposition à la région supralunaire qui possède des mouvements circulaires uniformes, la région sublunaire possède des mouvements rectilignes.

L'Univers est sphérique et, comme toute sphère en rotation, a un centre qui est la Terre, contenue dans la région sublunaire.

*Quatre éléments*

L'existence de la terre implique celle du feu, son contraire, et tous deux impli-

*Figure 6: les trajectoires de chute des éléments lourds convergent vers un point unique.*

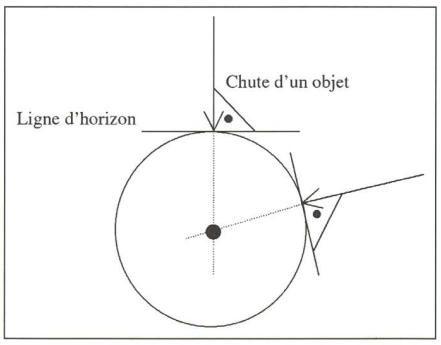
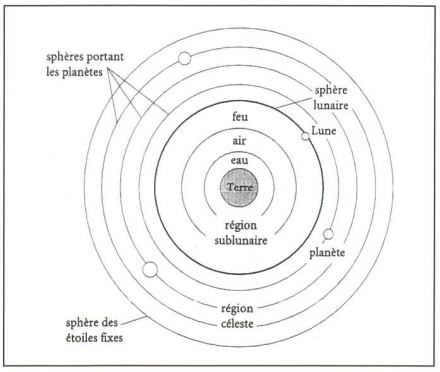



*Figure 8: séparation entre le monde supralunaire et le monde sublunaire.*



quent finalement leurs intermédiaires, l'eau et l'air. Toute la matière se trouvant dans le monde sublunaire est un composé de ces quatre éléments.

Ils sont répartis, tant que rien ne les perturbe, en quatre enveloppes concentriques. Cependant, la rotation des sphères du monde supralunaire les mélange de façon à former les objets qui nous entourent.

Tous les éléments du monde sublunaire ont des mouvements rectilignes, alors qu'Aristote observe des mouvements circulaires dans la région supralunaire. Le feu se dirige vers le haut en opposition à la terre qui se dirige vers le centre de l'Univers, comme tous les corps lourds. Quant aux deux intermédiaires, ils ont tantôt un mouvement vers le bas tantôt vers le haut, suivant le corps avec lequel ils sont en contact.

*Ether*

De la différence entre le mouvement rectiligne des éléments du monde sublunaire avec les mouvements circulaires observés dans le monde supralunaire, Aristote conclut qu'il s'agit d'un cinquième élément qu'il nomme l'éther, signifiant «ce qui se meut toujours». L'éther possédant un mouvement circulaire n'est ni léger ni lourd, car les corps légers se meuvent vers le haut et les lourds vers le bas. Il ne possède pas de contraire. En effet, le mouvement vers le bas est le contraire du mouvement vers le haut et inversement, alors qu'il n'y en a pas pour le mouvement circulaire.

*Planètes*

Les astres sont constitués d'éther et n'ont pas de mouvement propre. C'est à cause de cela qu'Aristote les décrit comme portées par des sphères. Il peut observer grâce aux éclipses que la Lune et le Soleil sont sphériques. En effet, on observe à ce moment la forme du disque lunaire qui occulte le disque solaire. Il est remarquable que, tout en ayant un modèle cosmologique très différent de celui que l'on considère actuellement, les Anciens proposent une explication des éclipses semblable à la nôtre, où une éclipse est provoquée par le passage de la Lune devant le Soleil. Ainsi, certains éléments d'une théorie peuvent être repris dans des modèles diamétralement opposés. La Lune et le Soleil étant constitués d'éther tout comme les autres astres, ils partagent également avec eux leur forme sphérique.

*Terre*

La Terre occupe la position centrale dans l'Univers. Pour montrer cela, Aristote observe que tous les éléments lourds constitués de terre sont attirés vers leur lieu naturel, le centre.

La Terre est fixe. Ayant jeté un objet en l'air, Aristote observe qu'il retombe à la même place. Si la terre avait tourné, il devrait retomber en arrière. Il peut donc conclure que la Terre est immobile. De plus, si la terre tournait, tous les objets de sa surface seraient éjectés par la force centrifuge.

Les composants de la Terre tendent à rejoindre leur lieu naturel. Ils se rassemblent alors le plus proche du centre et se regroupent en sphère.

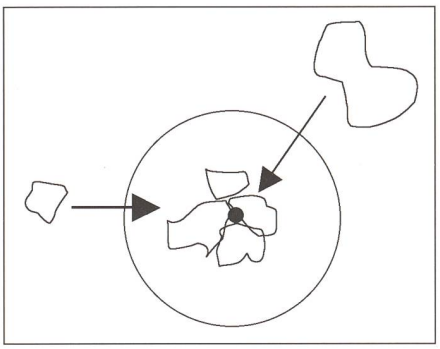


*Figure 9: les graves sont attirés vers le centre de manière à former une sphère.*

Par ailleurs, l'ombre que projette la terre sur la lune lors d'éclipses est circulaire. Cette observation n'est pas suffisante pour conclure à la sphéricité de la Terre. En effet, un disque faisant face au Soleil produirait le même effet. Aristote complète donc l'argument par une autre observation. Il remarque que les étoiles ne se trouvent pas toujours à la même place suivant le lieu où il se trouve sur la Terre.

*Modèle mécanique*

Aristote reprend le système des sphères homocentriques mis au point par Eudoxe et Callippe, mais il s'intéresse à l'aspect mécanique. Comme le vide n'existe pas, chaque sphère transmet son mouvement à celle qui la touche immédiatement. Pour compenser ces mouvements induits par les planètes voisines, il intercale des sphères réactrices. De cette manière, Aristote double presque le nombre de sphères utilisées par Eudoxe. Son modèle comporte alors cinquante-cinq sphères.

## 2.2. Astronomie mathématique

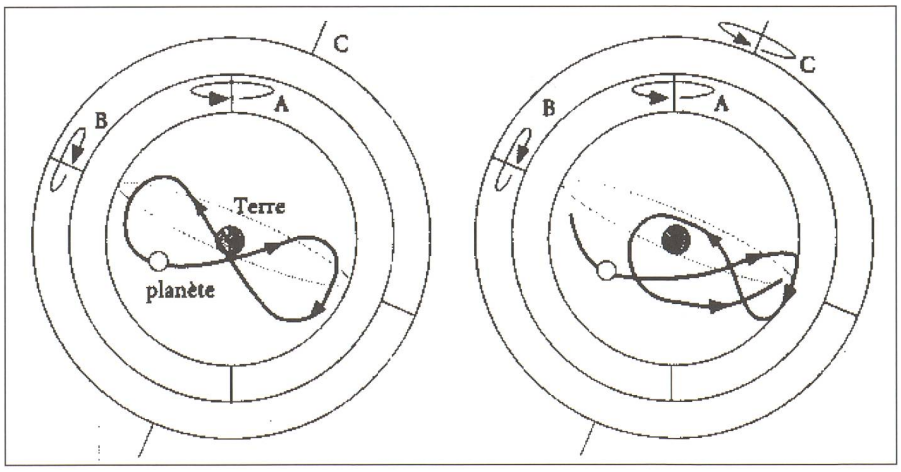
L'astronomie mathématique est développée à la suite des travaux de Platon et Aristote. Elle tente de résoudre le problème du mouvement des planètes en respectant les trois axiomes principaux, à savoir le dualisme des mondes supralunaire et sublunaire, le géocentrisme et les mouvements circulaires uniformes.

La question de la physique ayant été résolue grâce à l'œuvre d'Aristote, reposant sur la logique et constituant donc une connaissance certaine, l'astronomie mathématique ne s'interroge pas sur la vérité des systèmes proposés. Ce sont des modèles purement géométriques, qui tentent de rendre compte des mouvements planétaires, sans préoccupations physiques.

***Eudoxe (v.~406-v.~355), Callippe***

Platon pose une hypothèse géométrique, les mouvements sont circulaires et uniformes. Par-là, il donne une structure mathématique à l'astronomie. Il faut chercher l'ordre sous ces apparences de désordre. Les sphères homocentriques sont une première tentative de rendre compte des phénomènes tout en respectant les dogmes platoniciens et aristotéliciens.

*Figure 10: modèle des sphères concentriques.*



Pour expliquer les anomalies des planètes, Eudoxe emboîte des sphères dont l'axe de la sphère intérieure est solidaire de la sphère extérieure. Ces axes sont inclinés les uns par rapport aux autres. La planète est fixée à l'équateur de la sphère la plus intérieure. Les systèmes de chaque planète restent cependant indépendants les uns des autres.

Avec trois sphères pour le Soleil et trois pour la Lune, ainsi que quatre par planètes, Eudoxe arrive à rendre compte assez précisément des irrégularités. La première sphère explique le mouvement d'orient en occident autour de l'axe du monde, la deuxième le mouvement des planètes le long de l'écliptique, les suivantes les diverses anomalies. Callippe perfectionne ce système en ajoutant une sphère pour Mars, Mercure et Vénus, ainsi que deux pour le Soleil et la Lune. Il rend de cette manière compte de l'inégalité des saisons, ce que n'avait pas fait Eudoxe.

Ce modèle est satisfaisant pour Jupiter et Saturne, passable pour Mercure, mais mauvais pour Vénus et Mars. Il ne rend pas compte des variations d'éclat des planètes. Or, le ciel étant tenu pour immuable, cela ne peut être dû à une cause interne aux planètes. Il ne mentionne pas non plus la variation du diamètre apparent de la Lune, que l'on peut observer par la comparaison des éclipses totales et annulaires. De plus, ce modèle présente des rétrogradations trop régulières par rapport à l'observation.

### *Appolonius (v. ~262-v. ~180), Hipparque*

Appolonius puis Hipparque mettent au point un modèle pour remplacer celui des sphères homocentriques, jugé insuffisant. Ils utilisent deux constructions mathématiquement équivalentes, à savoir les excentriques et les épicycles.

*Excentriques*

La vitesse des planètes sur le zodiaque semble varier, ce qui est contraire au dogme des mouvements uniformes. Les astronomes proposent alors que nous ne soyons pas exactement au centre des mouvements. La vitesse au périgée semble donc plus élevée que la vitesse à l'apogée.

*Epicycles*

Contrairement à la représentation des sphères homocentriques, les planètes ne rétrogradent pas toujours au même endroit. Cela est dû au fait que les irrégularités ne dépendent pas de la position par rapport aux étoiles fixes mais par rapport au Soleil. On peut observer qu'une planète se trouve au centre de son arc de rétrogradation lorsqu'elle est en opposition avec le Soleil.

Le nombre de cercles, la vitesse et le sens de rotation des épicycles peuvent être ajustés de manière à rendre compte des variations apparentes.

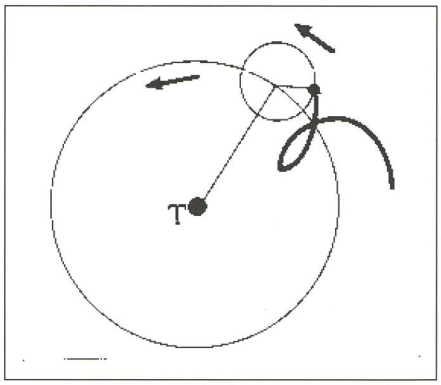



Figure 12: épicycle.

*Hipparque*

Hipparque détermine l'excentricité du soleil, ainsi que son lieu d'apogée. Il aborde la Lune par les deux méthodes équivalentes. Cependant, comme il utilise des observations différentes et inexactes, il n'obtient pas l'équivalence attendue. Dans une telle situation, l'astronomie mathématique privilégie la théorie sur l'observation, et Hipparque conçoit malgré tout son modèle avec ces deux constructions géométriques. Pour les planètes, celui-ci combine la méthode des excentriques et des épicycles. Par ce moyen, le centre de l'épicycle ne décrit pas l'écliptique avec une vitesse constante.

*Méthode*

Hipparque met au point une méthode pour l'élaboration de modèles. Il observe tout d'abord avec précision les particularités des mouvements, analyse ces anomalies et détermine les grandeurs et périodes de révolution des planètes. Il cherche alors une combinaison géométrique qui permet de rendre compte des apparences. Enfin, il élabore des tables en tirant les conséquences de son modèle. La qualité du modèle dépend de l'adéquation entre prévision et observations.

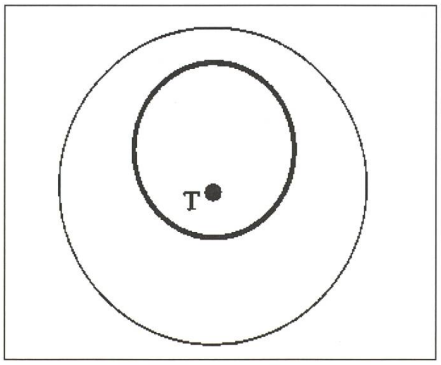



Figure 11: excentrique.

### *Ptolémée (v. 90-v. 168)*

L'ouvrage majeur de Ptolémée est sa *Composition mathématique*, plus connue sous le nom d'*Almageste*. Il a été baptisé ainsi par les Arabes au Moyen-Age. Cela vient d'*Al Midjisti* et signifie «le très grand [livre]». C'est la somme de tout ce que l'on sait en astronomie à l'époque de Ptolémée. Il achève ainsi les ébauches de ses prédécesseurs. L'ouvrage traite de la structure de l'Univers, des mouvements célestes, de la situation de la Terre, ainsi que les théories du Soleil, de la Lune et des planètes. Il contient également une description de la sphère céleste et un catalogue d'étoiles. Ptolémée développe aussi les outils mathématiques nécessaires à l'astronomie.

*Aspect physique*

Ptolémée pose certaines propositions physiques. L'Univers est une sphère et est donc limité. Il est sphérique car il est fait d'éther. Or, l'éther est l'élément le plus homogène. Pour cette raison, il faut lui attribuer le solide le plus homogène qui est la sphère. L'Univers possède un mouvement diurne. C'est pour cela que les étoiles se déplacent dans le ciel. En revanche, les planètes ont un mouvement propre. Quant à la Terre, c'est une sphère immobile au centre du Monde. Si la Terre n'était pas au centre, le plan de l'horizon ne couperait pas la sphère céleste en deux moitiés.

L'immobilité de la Terre n'avait plus été examinée depuis Aristote. Les prédécesseurs de Ptolémée l'admettent sans discussions. Ptolémée reprend les justifications qu'Aristote donne dans le traité du Ciel. Il convient de relever un argument contre le mouvement de la Terre. Si la Terre tournait, les objets se trouvant en l'air, comme les oiseaux ou les nuages, partiraient en arrière. Certains répondent alors que l'eau et l'air tournent avec la Terre. Ptolémée répond que, si l'eau et l'air possédaient le même mouvement que la Terre, ils n'auraient pas de mouvements propres comme le vent ou les vagues.

*Théorie du Soleil*

Ptolémée utilise la méthode d'Hipparque pour mener à bien ses travaux. Il sauve les anomalies du Soleil de la

même façon que ce dernier. Il démontre aussi la parfaite équivalence de la méthode de l'épicycle et de l'excentrique pour le Soleil. Il choisit l'excentrique et détermine les paramètres afin de pouvoir dresser des tables. Comme ces tables supposent des jours d'une durée égale aux nuits, il consacre également des chapitres aux inégalités du jour et de la nuit.

*Théorie des planètes*

Ptolémée améliore la correspondance entre prédictions et observations. Pour cela, il combine les deux modes, tout comme Hipparque. Cependant, cela n'est pas suffisant. Il utilise alors deux artifices inédits, dont le premier est constitué du cercle équant. La vitesse n'est plus constante par rapport au centre mais par rapport à un point du disque.

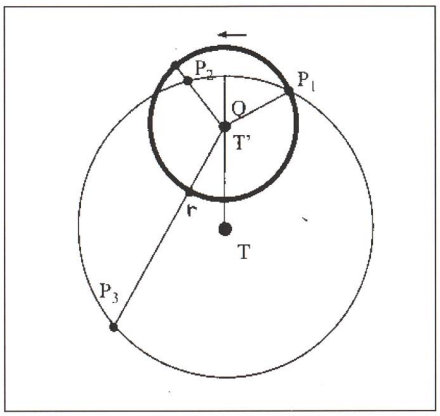



*Figure 13: cercle équant de centre T', où r possède une vitesse constante.*

Pour Vénus et Mercure, il introduit des excentriques mobiles rétrogrades. Il demeure un problème dans la description des mouvements en latitude. Ptolémée le résout en plaçant les déférents et épicycles dans des plans différents.

*Statut du modèle*

Ptolémée affirme l'inadéquation de tout modèle humain prétendant représenter les choses célestes. C'est une absurdité de vouloir imposer aux astres des figurations mécaniques de trajectoires. Il considère son modèle sans réalité physique.

La préoccupation de Ptolémée est d'établir une théorie du mouvement des planètes rapporté à la Terre. Son édifice reste valable dans un système où la Terre est en mouvement. En effet, il pratique une astronomie de position, en employant les étoiles comme repères. Ces observations sur la voûte céleste sont les mêmes, que se soit la Terre ou la sphère des fixes qui possèdent un mouvement. Copernic utilise d'ailleurs les données de Ptolémée pour mettre au point son système héliocentrique.

Après Ptolémée, l'astronomie mathématique consiste en précisions techniques, mais il n'y a que de rares modifications fondamentales.

## 2.3. Occident chrétien

### *Adoption*

On peut considérer Aristote comme le dernier grand cosmologiste et Ptolémée comme le dernier grand astronome. Après eux, il n'y a aucun changement durable jusqu'à Copernic.

L'Occident chrétien ne s'intéresse pas l'héritage scientifique des Grecs, car l'Ecriture est considérée comme renfermant la totalité des connaissances nécessaires au salut, arrêtant ainsi la diffusion d'un savoir extérieur. L'islam récupère cet héritage et son astronomie a pour cadre la tradition de l'Antiquité classique. L'Europe redécouvre ces connaissances au moment de la *Reconquista*.

A cette époque l'Eglise catholique représente l'autorité. Intellectuels et savants sont des membres du clergé. Ce sont eux qui traduisent et diffusent les textes de l'Antiquité. Pour maintenir sa suprématie, l'Eglise doit trouver un compromis entre les doctrines et la philosophie classique. Saint Thomas d'Aquin permet la fusion entre les doctrines et l'aristotélisme.

*Saint Thomas d'Aquin (1227-1274)*

Saint Thomas d'Aquin tente de concilier foi et raison en intégrant la physique d'Aristote. Selon lui, les Ecritures ont un sens métaphorique pour pouvoir être comprises par des gens peu cultivés.

Son maître Albert le Grand a développé la philosophie d'Aristote hors de la théologie. Cependant, il y a de nombreuses contradictions. Pour saint Thomas, il existe des vérités philosophiques, établies par le raisonnement, sans rien emprunter de la théologie. Cependant, ces deux vérités ne sont pas opposées et peuvent s'accorder. Le thomisme permet, par exemple, d'expliquer rationnellement la transsubstantiation.

*Lien entre le spirituel et le matériel*

La scolastique résulte de l'union entre les dogmes chrétiens et l'aristotélisme. Elle aborde le monde de façon rationnelle. Cependant, le spirituel se trouve lié au matériel. Une modification dans l'interprétation des réalités sensibles peut invalider l'ensemble, qui contient aussi les croyances religieuses.

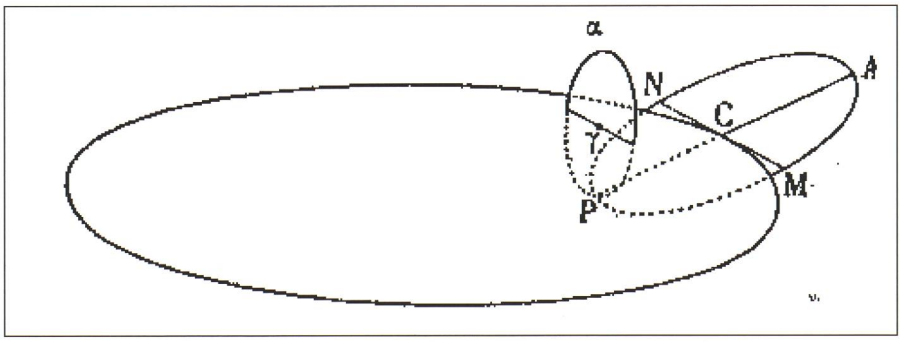
### *Tycho Brahé (1546-1601)*

Tycho Brahé fait des observations systématiques et précises. Sa carte du ciel comporte environ mille étoiles, dont 777 sont très précisément repérées. Il observe le mouvement des planètes sur une période de plus de vingt ans. Pour améliorer la qualité des mesures, il construit une instrumentation plus grande et plus stable. Cependant, il continue de faire exclusivement des observations à l'œil nu.

Il élabore un système pour remplacer celui de Ptolémée. C'est une extension du système d'Héraclide, dont nous reparlerons. Ce système est un compromis par rapport aux problèmes posés par le *Des révolutions des orbes célestes* de Copernic. Tycho veut concilier les Ecritures avec les lois du mouvement, tout en maintenant l'harmonie du système de Copernic. Le centre de l'Univers n'est plus le centre géométrique de la plupart des mouvements.

Ce système pose des problèmes du point de vue physique, car il ne peut être ainsi justifié. Cependant, comme il répond à un besoin, ce système a un succès immédiat. C'est ce modèle qu'adoptent les membres du Collège Romain lorsque les observations de Galilée s'opposent au système de Ptolémée.

*Figure 14: déférents et épicycle dans des plans différents.*



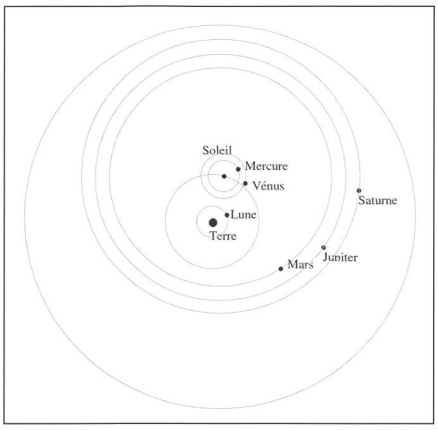



*Figure 15: modèle de Tycho Brahé.*

Tycho Brahé reste fidèle au dogme des mouvements circulaires uniformes et conserve la Terre au centre de son système. Ses observations l'amènent cependant à réfuter l'immuabilité des cieux. Tycho observe une comète et calcule qu'elle doit se trouver au-delà de l'orbe lunaire. Il abandonne alors les sphères de cristal. L'observation d'une nova le contraint à rompre une nouvelle fois avec la tradition. Puisqu'une nouvelle étoile est apparue, les cieux ne sont pas immuables. Après Tycho Brahé, l'opposition entre les mondes sublunaire et supralunaire est mise en question.

### 2.4. Conclusion

Le géocentrisme utilise le procédé que nous avons examiné précédemment chez les Pythagoriciens. Après avoir mis en place un certain nombre de postulats, les astronomes reviennent à l'étape qui précède la modélisation, qui consiste en observations, et complètent la théorie. Un tel procédé est mis en œuvre lorsque la théorie est tenue pour infaillible et que l'on ne doute plus qu'elle puisse tout expliquer. Une théorie érigée en dogme n'a pas besoin d'être vérifiée. La cause de son abandon est alors une trop grande complexité ou l'impossibilité de compléter encore la théorie.

En revanche, l'astronomie mathématique met au point une méthode, qui après l'élaboration d'un modèle, demande des observations, non plus pour compléter la théorie, mais pour la vérifier. Cette vérification est mise en œuvre par la comparaison entre prédictions théoriques et nouvelles observations.

L'aspect physique du modèle géocentrique perdure donc sous forme de dogmes, Tycho Brahé mis à part, alors que l'aspect mathématique, se réduisant à l'affinement des constructions géométriques, est constamment modifié, augmentant peu à peu la complexité des systèmes.

## 3. Héliocentrisme

### 3.1. Précurseurs

Alors que le géocentrisme fait autorité durant l'Antiquité, Héraclide et Aristarque proposent des solutions différentes au problème des planètes. Cependant, leurs modèles n'ont guère de succès. Ni mathématisés ni supportés par une doctrine physique, ces modèles ne sont pas aussi complets que les modèles géocentriques.

#### *Héraclide (~388-~312)*

Son système pourrait être à l'origine de la théorie épicyclique et le place comme précurseur de Tycho Brahé. Héraclide abandonne le premier les sphères homocentriques pour un système semi-héliocentrique.

Il y a des irrégularités de mouvement pour les planètes inférieures et supérieures. Par ailleurs, les planètes inférieures posent des problèmes supplémentaires. Vénus a des changements très marqués. De plus, tout comme Mercure, elle est tantôt devant, tantôt à l'arrière du Soleil. Pour résoudre cela, Héraclide propose que ces deux planètes soient liées au Soleil. La Terre reste tout de même au centre de l'Univers.

Pour expliquer le mouvement apparent de la sphère des fixes, il pose le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même. L'hypothèse du mouvement de rotation de la Terre permet d'économiser des sphères. Cependant, elle heurte le bon sens. En effet, on n'observe aucune affectation sur les corps en chute libre ou le mouvement des nuages.

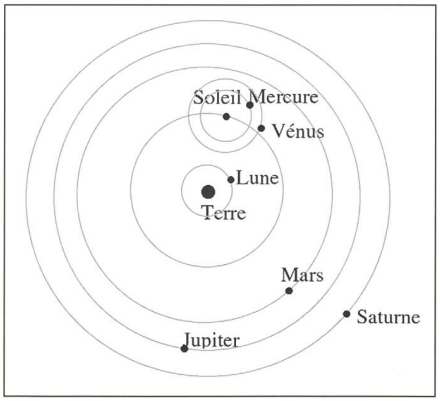



*Figure 16: modèle semi-héliocentrique d'Héraclide.*

#### *Aristarque (v. ~310-v. ~230)*

Aristarque met au point un système héliocentrique, qui inspirera Copernic. A l'instar de l'exigence platonicienne, il pose une hypothèse pour sauver les phénomènes astronomiques, mais n'en affirme pas la réalité.

Selon Aristarque, le Soleil immobile se trouve au centre de la sphère des fixes. La Terre fait le tour du Soleil en une année. De plus, elle possède une rotation diurne, alors que la sphère des étoiles est immobile. Le rayon de cette sphère a un rapport immensément grand avec le rayon de l'orbite terrestre. Si ce n'était pas le cas, on observerait des variations du mouvement des étoiles suivant la position de la Terre, ce qui n'est pas remarqué. La Lune est entraînée autour de la Terre. Les autres planètes décrivent des cercles autour du Soleil.

Avec le recul, cette théorie peut paraître évidente et l'on se demande pourquoi elle n'a pas été immédiatement adoptée. De nombreuses raisons s'y opposent. D'un point de vue religieux, la Terre, étant sacrée, doit se trouver au centre de l'Univers. L'héliocentrisme est aussi contraire à la physique. Si la Terre bougeait, on devrait en voir les effets sur les objets en mouvement dans l'air. D'un point de vue astronomique, ce modèle ne rend pas compte des irrégularités des saisons. De plus, malgré une tentative d'explication, l'absence de parallaxes reste un obstacle. Il faut également noter que l'héliocentrisme est contraire au sens commun. L'astronomie est constituée d'observations effectuées depuis la Terre et, au premier abord, la Terre ne peut être qu'au centre d'un modèle construit par ces mêmes observateurs.

### 3.2. Révolution astronomique

#### *Copernic (1473-1543)*

La publication en 1543 du *De Revolutionibus Orbium Coelestium* est une date importante de l'histoire de la pensée humaine. Avec la diffusion de cet ouvrage, la conception que l'homme se faisait de l'Univers est transformée.

*Problème des planètes*

Copernic se propose de trouver une nouvelle réponse au problème des planètes, qui consiste à réduire les mouvements apparents à des mouvements ré-

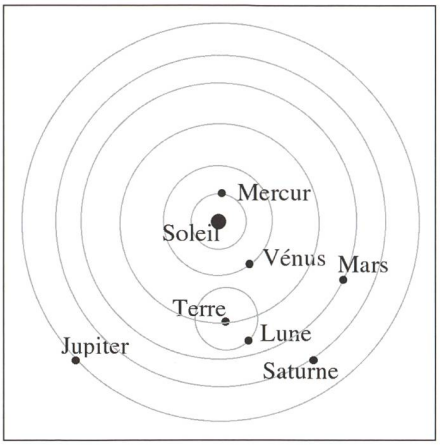



*Figure 17: représentation simplifiée du système de Copernic.*

guliers. En introduisant l'équant, Ptolémée déjoue la règle des mouvements circulaires uniformes. Cet artifice mathématique pose des problèmes physiques et esthétiques. Copernic peut se rendre compte des recherches infructueuses qui le séparent de Ptolémée, alors que ce dernier ne pouvait pas avoir ce recul. Par ailleurs, de nombreuses objections aussi bien physiques que religieuses s'y opposaient. Ainsi, Ptolémée n'aurait pas pu assurer l'affirmation selon laquelle la Terre se meut.

Copernic reproche au géocentrisme sa complexité. Cependant, son système use de presque autant de cercles. L'économie apparaît lorsque l'on envisage le système dans son ensemble. L'orbe de la Terre se substitue alors aux épicycles. Ces épicycles ne sont pas pour autant absents du modèle de Copernic, car ils sont nécessaires pour remplacer les équants.

Le modèle de Ptolémée est assez satisfaisant pour le calcul et représente un chef d'œuvre mathématique. Avec l'équant, il arrive à une précision étonnante. Le système de Copernic n'est pas plus précis. De plus, la nouvelle théorie repose pour une grande partie sur les données de Ptolémée. Il est intéressant de noter qu'à partir des mêmes observations deux modèles différents peuvent être construits. Dans un cas comme celui-ci, ce n'est pas une plus grande précision des mesures qui permet de déterminer le modèle qui représente le mieux la réalité.

De plus, le système de Copernic est pour l'observateur plus compliqué que celui de Ptolémée. En effet, le système de Ptolémée présente les objets célestes comme ils sont vus depuis la Terre. Il est alors aisé de retrouver le lieu apparent d'un astre. Le système de Copernic nécessite la connaissance des positions héliocentriques de l'objet et de la Terre pour déterminer le lieu apparent.

Par ailleurs, le système de Copernic élargit presque à l'infini les dimensions de l'Univers, pour pouvoir justifier l'absence de parallaxes observées.

Le système de Copernic est à peine moins lourd que le système de Ptolémée et n'est pas plus précis. Son importance se situe d'un point de vue esthétique. En effet, il représente une plus grande systématisation que ses prédécesseurs.

*Composition de l'œuvre*

Le *De Revolutionibus Orbium Coelestium* présente un système héliocentrique sous une forme complète. Celui-ci est écrit sur le modèle de l'Almageste. A part le premier livre, cet ouvrage est beaucoup trop mathématique pour pouvoir être lu par un large public et reste réservé aux astronomes. Le premier livre est une présentation générale et non-mathématique du système. Il inclut des arguments issus du géocentrisme, particulièrement de l'aristotélisme. Ainsi, Copernic procède à partir de thèses connues par le lecteur, et introduit progressivement les nouvelles, effectuant un glissement d'un système à un autre.

*Système*

Le système de Copernic comprend sept axiomes:

1. Il n'y a pas de centre unique pour tous les orbes. La Lune tourne par exemple autour de la Terre, qui parcours elle-même un orbe autour du Soleil.
2. La Terre n'est pas le centre de l'Univers mais le centre d'attirance des graves et celui de l'orbe lunaire.
3. Le Soleil est au milieu des orbes. Le centre du Monde se trouve au voisinage du Soleil.
4. La distance à laquelle se trouve la sphère des fixes est incommensurable.
5. La sphère des fixes est immobile et son mouvement n'est qu'apparent. C'est la rotation diurne de la Terre qui le produit.
6. Le mouvement apparent du Soleil est provoqué par le mouvement de révolution de la Terre sur son orbe.
7. Le mouvement rétrograde des planètes est produit par le mouvement de la Terre.

La Terre possède selon ce modèle un triple mouvement, la rotation autour de son axe, le mouvement orbital annuel et le mouvement conique annuel de son axe. Elle n'est pas réellement centrée sur le Soleil pour rendre compte de l'inégalité des saisons.

Les planètes n'ont pas d'épicycles majeurs. Les rétrogradations sont expliquées par les inégalités des temps requis pour parcourir les orbes. La Terre dépasse régulièrement les planètes supérieures et se fait dépasser par les planètes inférieures.

*Argumentation*

Copernic démontre d'abord la sphéricité du Monde, puis celle de la Terre. Il peut alors les rapprocher car ils la même forme. Il montre ensuite le rapport entre la forme sphérique et le mouvement circulaire. Comme la Terre est sphérique, il n'y a plus d'obstacle à son mouvement.

Copernic ne peut pas donner la preuve physique du mouvement de la Terre et doit se contenter d'arguments *a priori*. Il déclare qu'il est absurde de vouloir mouvoir l'Univers plutôt que ce qu'il contient. A l'objection selon laquelle la force centrifuge ferait éclater la Terre, il

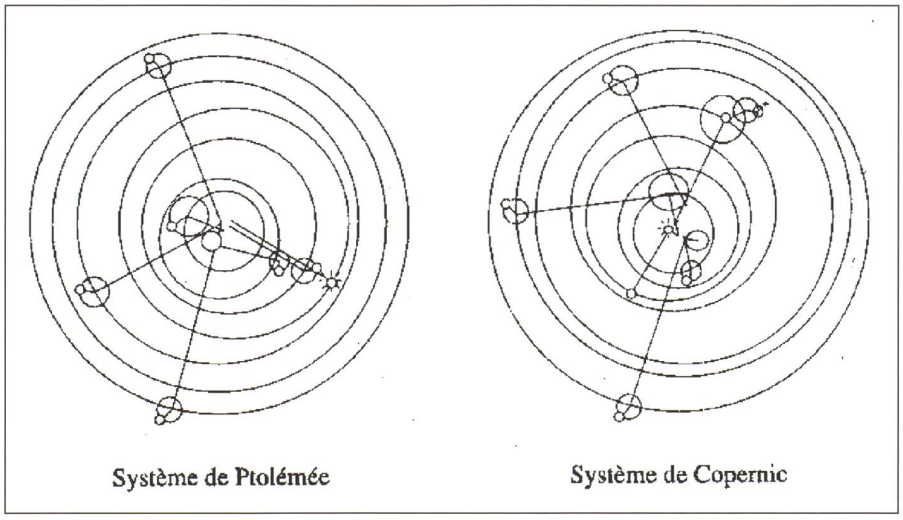



*Figure 18: comparaison du système de Ptolémée et du système de Copernic.*

répond que l'effet serait accentué dans le cas de la rotation des cieux. Cependant, la physique d'Aristote fait une différence qualitative entre la Terre, qui est lourde, et les cieux, qui sont privés de toute pesanteur. Pour mouvoir la Terre, il faut, d'après l'aristotélisme, une force formidable, alors que les cieux tournent selon leur propre nature.

Copernic redéfinit la gravité comme ce qui permet aux parties de former un tout. C'est sous son action que la matière se rassemble naturellement en sphère, qui tourne alors selon la nature propre à cette forme.

Copernic remarque que d'un point de vue strictement optique, on ne peut pas savoir si l'observateur est en mouvement ou si c'est ce qu'il observe qui possède un mouvement. Cependant, cet argument ne lui donne aucun avantage sur le système de Ptolémée.

*Conclusion*

L'œuvre de Copernic ne peut être lue que par des érudits. C'est pour cette raison qu'elle ne fait lors de sa parution que peu de bruit en dehors du milieu astronomique. Les astronomes l'emploient comme une fiction mathématique. C'est d'ailleurs sous cet aspect que le nouveau modèle est présenté dans la préface d'Osiander au *De Revolutionibus Orbium Coelestium*. Selon lui, la science, et l'astronomie en particulier, ne doit s'occuper que de sauver les phénomènes. Elle consiste à relier et ordonner les observations au moyen d'hypothèses, qui permettent par la suite le calcul et la prédiction, mais ne doit pas prétendre à la réalité.

Considérant la possibilité d'améliorer l'héliocentrisme, contrairement aux modèles géocentriques, buttant tous sans nouvelle ouverture sur le même problème, le choix de modèle aurait été vite fait dans le milieu astronomique. Cependant, avec la transformation de la façon dont l'homme conçoit Dieu qu'elle impliquait, l'œuvre de Copernic allait avoir une autre portée.

### *Kepler (1571-1630)*

Kepler substitue une dynamique céleste à la cinématique des cercles. Il rejette ainsi l'attitude purement formaliste et calculatoire de ses prédécesseurs. En plus du calcul de positions, il cherche à révéler la structure réelle de l'Univers. Par cette volonté de s'appuyer sur la réalité et non sur des constructions fictives, Kepler est amené à abandonner le dogme du mouvement circulaire. C'est grâce aux données extrêmement précises de Tycho Brahé que Kepler découvre les trois lois qui portent son nom.

*Abandon du mouvement circulaire*

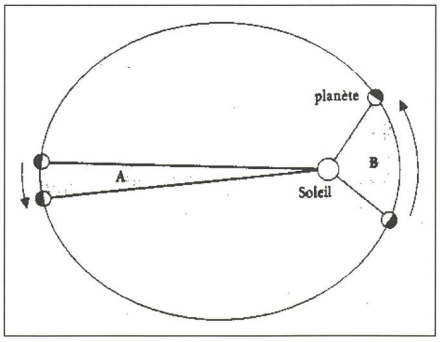
En premier lieu, Kepler abandonne les épicycles que Copernic utilise pour ajuster les trajectoires des planètes. En effet, le mouvement épicyclique est impossible à produire par des moyens purement naturels. Il faudrait à la planète une intelligence pour calculer et faire exécuter le mouvement. De plus, les distances entrant dans les calculs s'étendent entre des points de l'Univers marqués par rien, étant des points géométriques. Il est donc peu probable que les planètes possèdent un tel mouvement et Kepler préfère les équants.

Kepler travaille comme assistant auprès de Tycho Brahé. Celui-ci lui confie les calculs concernant Mars. C'est la seule planète dont l'excentrique est assez grande pour qu'elle apparaisse dans les données observationnelles et lui permettent de découvrir l'ellipticité des orbites.

Kepler commence à déterminer les paramètres de Mars, en utilisant la méthode de l'équant. Le résultat est déplorable. Il y a un écart de huit minutes d'arc entre le calcul et la position de la planète dans le ciel. C'est une erreur inférieure à la limite de l'astronomie antique, mais étant donné la précision des observations de Tycho Brahé, elle ne peut plus être négligée. Kepler est contraint d'abandonner la circularité de l'orbite de Mars. Il pense que c'est un ovale. Cependant, cette figure lui pose de grandes difficultés géométriques. Il décide de faire comme si la trajectoire était une ellipse parfaite. Il arrive ainsi à accorder les observations avec les calculs de positions. Kepler applique ensuite sa découverte aux autres planètes. Il formule sa première loi, selon laquelle les orbites des planètes sont des ellipses dont le Soleil occupe l'un des foyers.

Il élabore ensuite un nouveau calcul pour déterminer les équations des mouvements célestes se basant sur les aires. Il met au point sa deuxième loi. Connue sous le nom de «loi des aires», elle indique que les rayons vecteurs balaient des aires égales en des temps égaux.

*Figure 19: deuxième loi de Kepler: les aires (A et B) balayées par le rayon vecteur de la planète pendant une même durée sont égales.*




*Dynamique*

Selon la cosmologie traditionnelle, les planètes sont mues par des âmes. En revanche, la question de la cause du mouvement n'a aucun sens en astronomie mathématique. A l'époque de Kepler, la distinction entre les mondes sublunaire et supralunaire ne peut plus être maintenue. Il y a une unification des mondes céleste et terrestre. Kepler cherche alors une explication physique aux mouvements célestes.

Il remarque qu'une planète demeure sur un arc déterminé de sa trajectoire un temps d'autant plus long que cet arc est éloigné du Soleil. Si la planète possède une vitesse qui n'est pas constante, c'est que la force qui lui est appliquée n'est pas non plus constante. Or, ce phénomène dépend de la distance au Soleil. Kepler conclut que cette force vient du Soleil. Il tient cette force pour magnétique.

Selon cette théorie, la pesanteur n'est plus un attribut qui constitue le corps. Elle dépend de la grosseur de la planète, ou plus précisément de sa résistance au mouvement, et du Soleil. Le Soleil joue le rôle d'un aimant. Sa rotation provoque le mouvement de la planète, et cela permet de supprimer la notion de moteur planétaire. Kepler rejette le fait que les planètes aient aussi une force. Sinon, elles devraient provoquer un mouvement du Soleil.

*Harmonie du Monde*

Selon Kepler, le cosmos n'est pas le produit du hasard. C'est l'œuvre de Dieu et il doit avoir un plan architectural parfait. Kepler décide de chercher ses lois structurelles, qui, pour lui, ne peuvent être que mathématiques.

Il introduit dans son modèle des petites planètes invisibles, de manière à montrer des proportions dans les distances entre les planètes. Un problème se pose. En effet, l'espace est divisible à l'infini et Kepler ne peut trouver la bonne proportion à l'aide du calcul seul.

Puisqu'il a échoué numériquement, Kepler cherche une solution géométrique. Il associe les cinq espaces entre les planètes aux cinq corps réguliers dont parle Platon dans le *Timée*. Il calcule alors l'ordre dans lequel ils sont emboîtés. Le Monde doit être sphérique, car tous les corps réguliers sont inscriptibles dans la sphère. Le résultat de ce modèle n'est qu'approximatif. Kepler doit par ailleurs attribuer une épaisseur aux sphères qui se trouvent entre les corps géométriques, et où se trouvent les planètes, pour tenir compte des trajectoires.

Etant donné que les rapports géométriques ne sont pas satisfaisants, Kepler détermine les distances grâce aux rapports harmoniques de Pythagore. C'est ainsi qu'il découvre sa troisième loi, à savoir que le carré de la période de révolution divisé par le cube de la distance de la planète au Soleil est une constante.

### *Galilée (1564-1642)*

Adversaire du système de Ptolémée, Galilée l'est aussi de celui de Tycho Brahé, qui lui paraît être un compromis odieux. Ce système qui ne représente pas une rupture majeure, puisqu'il admet l'immobilité de la Terre, est pourtant celui que l'Eglise juge conforme au dogme et choisit à la suite des observations de Galilée. Galilée ignore également les travaux de Kepler, auquel il reproche son mysticisme. L'héliocentrisme défendu par le savant pisan est une version où les trajectoires restent circulaires

*Aspect scientifique de l'œuvre*
*Mouvement*

Galilée reconnaît l'importance primordiale du problème du mouvement dans toute étude des phénomènes naturels. Au double mouvement vers le bas et vers le haut d'Aristote, Galilée en substitue un seul, vers le bas. Si les corps montent, c'est que le milieu dans lequel ils se trouvent possède une masse volumique plus importante et les pousse vers le haut suivant le principe d'Archimède.

Tout mouvement apparent est une combinaison du propre mouvement de l'objet et de celui de la Terre. Un corps en chute libre participe au mouvement de la Terre. De même, une pierre jetée du haut d'un mât participe au mouvement du bateau. Comme son mouvement est une combinaison de celui du bateau et de la chute, elle atterrit au pied du mât et non en arrière comme le pense les aristotéliciens. Si nous ne nous apercevons pas du mouvement de la Terre, c'est que nous y participons aussi.

Galilée ne formule pas explicitement le principe d'inertie mais sa mécanique en est imprégnée. Un corps reste dans un état de repos ou de mouvement aussi longtemps qu'il n'est pas soumis à une force quelconque. Cela est vrai pour le mouvement des planètes qui se meuvent ainsi en cercles.

*Astronomie d'observation*

Galilée n'est pas l'inventeur de la lunette, mais c'est lui qui l'introduit dans le domaine scientifique en étant le premier à la tourner vers le ciel. Ce qu'il observe est en contradiction avec la tradition, mais concorde avec le système de Copernic. Ces observations sont consignées dans le *Sidereus Nuncius*, paru en 1610.

La Lune lui apparaît comme montagneuse, presque semblable à la Terre. A l'aide des ombres projetées par la lumière du Soleil, il mesure la hauteur de ces monts. Cette observation s'oppose à la perfection du ciel. En effet, les corps célestes sont, selon la tradition, parfaitement sphériques et ne souffrent aucune régularité.

Il se rend compte que la lumière blanchâtre que l'on observe sur la partie qui n'est pas éclairée par le Soleil n'a pas sa source dans la Lune elle-même, mais possède une origine terrestre. La Lune ne produit donc pas de lumière, perdant ainsi son statut de luminaire, mais reflète celle qu'elle reçoit directement du Soleil et indirectement par la réflexion de la Terre. Cette dernière possède par-là la même caractéristique que certains corps célestes, ce qui est impensable dans le cadre de la physique aristotélicienne.

Quand il dirige sa lunette vers la Voie Lactée, il découvre qu'elle est constituée de petites étoiles que l'on ne peut distinguer à l'œil nu. Cette découverte introduit la problématique de l'imperfection de nos sens.

Le Soleil présente des taches. Celles-ci sont connues depuis l'Antiquité, mais Galilée prouve qu'elles se trouvent à la surface du Soleil. En observant leur déplacement, il mesure alors la rotation du Soleil. Ceci représente un double affront à la théorie traditionnelle. Il affirme que des irrégularités se produisent à la surface du Soleil, mais aussi que celui-ci tourne sur lui-même, offrant alors la même possibilité à la Terre.

Alors qu'il observe Jupiter, il découvre quatre planètes en rotation autour de ce corps. Le Soleil et la Terre ne sont donc pas les seuls centres de mouvements célestes. Il se rend compte que Vénus présente des phases comme la Lune. Ceci est géométriquement impossible dans le système de Ptolémée. En revanche, comme toutes les observations de Galilée, l'interprétation en est plus simple avec l'héliocentrisme, mais ne représente aucunement une preuve décisive, car elle est tout à fait compatible avec le système de Tycho Brahé.

*Dialogue sur les deux grands systèmes du Monde*

Le pape autorise l'impression du dialogue à condition qu'il ne prenne pas parti pour Copernic. Effectivement, le texte prend la forme d'un dialogue où divers points de vues sont présentés. Dans le préambule, Galilée explique qu'il veut montrer que les savants italiens ne sont pas plus ignorants que les autres et que la condamnation romaine a été faite en pleine connaissance de cause. Pourtant, en 1633, Galilée est condamné par le Saint-Office pour le contenu de ce même dialogue.

*But du dialogue*

Galilée veut répandre le système de Copernic qu'il considère comme représentatif de la réalité et trop peu connu. Il veut également imposer les caractéristiques de la recherche scientifique comme moyen de connaissance. Pour mener à bien son programme, celui-ci a besoin de l'appui d'une puissance importante. Pour l'obtenir de l'Eglise, Galilée cherche un accord entre le copernicanisme et les dogmes. Galilée ne veut pas de compromis de la part de la science, qui pour lui est un moyen de connaissance fiable, mais ne peut pas non plus corriger les dogmes au risque de perdre l'appui de l'Eglise. Il admet alors l'existence de deux langages, mais d'une vérité unique. Les Ecritures doivent pouvoir être comprises de tous. Elles emploient le langage ordinaire, constitué d'images que l'on ne doit pas considérer comme réelles, mais interpréter. Le langage scientifique est utilisé par Dieu quand il écrit le livre de la nature, mais ne s'adresse pas particulièrement aux hommes. Les vérités scientifiques sont incontestables et prouvées par des faits vérifiables. Cette idée est en accord avec les vues de saint Augustin, et a été utilisée par saint Thomas d'Aquin pour accorder le géocentrisme à la doctrine catholique. Cependant, elle est contraire à la doctrine post-tridentine.

*Composition*

Le dialogue s'adresse à l'honnête homme, non latiniste, et est écrit en italien. C'est un exposé clair qui doit persuader le lecteur, éliminer un à un tous ses doutes envers l'héliocentrisme.

La forme dialoguée permet d'introduire les arguments les plus divers, de ne pas prendre les affirmations personnellement à son compte, et rend également l'écrit plus vivant, plus agréable à lire.

Les interlocuteurs sont au nombre de trois, Salviati, copernicien, Sagredo, jeune homme curieux, et Simplicio, aristotélicien. La dialogue se déroule à Venise et les personnages décident de discuter de l'héliocentrisme, en présentant les arguments qui lui sont en faveur et en défaveur.

La première journée traite de l'organisation générale de l'Univers, la deuxième du mouvement diurne de la

Terre, la troisième de la révolution de la Terre autour du Soleil et la dernière de la théorie des marées, considérée par Galilée comme la preuve physique de l'héliocentrisme.

*Contenu*

Le Dialogue est un ouvrage plein de détails et d'arguments pour convaincre le lecteur. Nous ne présenterons dans ce travail que ce qu'écrit Galilée à propos du mouvement de la Terre.

Galilée traite de la position de la Terre sur le plan physique. Il dénonce la confusion faite par l'aristotélisme entre le centre de la Terre, vers lequel sont attirés les graves, et le centre de l'Univers. Il trouve arbitraire de considérer la masse volumique de la Terre comme plus élevée que celle des astres. Suivant le raisonnement aristotélicien, l'inaltérable devrait être plus dense, car plutôt semblable à l'or. D'un point de vue mécanique, Galilée montre l'impossibilité de décider à partir d'objet si le référentiel est en mouvement. Explicitée grâce à l'expérience de passagers dans la cabine d'un navire, cette idée est appliquée à la Terre.

*Méthode*

*Instrumentalisation*

La science se base sur des observations, et donc sur nos sensations. Les instruments ont pour fonction de rendre nos sens aussi efficaces que possible. Selon Galilée, notre organe de vision n'est pas en soi un critère absolu pour attester de l'existence des phénomènes. Ainsi, on découvre à la lunette des objets que l'on ne peut apercevoir à l'œil nu. Pour Galilée, la lunette ne déforme pas les objets, comme le prétendent certains aristotéliciens pour discréditer les observations, mais augmente notre capacité de perception. Cependant, admettre que la lunette rend notre perception plus efficace sous-entend que nos sens ne sont pas parfaits et qu'ils sont perfectibles. Les aristotéliciens s'opposent à cela, car, pour eux, seule la vision directe permet d'appréhender le réel.

Les observations de Galilée ne peuvent être vérifiées grâce à une version directe des phénomènes. De plus, il ne possède pas les bases théoriques adéquates pour comprendre l'optique mise en œuvre dans la lunette. Sa certitude ne peut être appuyée que sur l'expérience répétée que les observations terrestres à l'œil nu et à la lunette concordent.

Pour les aristotéliciens, la Lune ne peut *a priori* pas avoir de montagnes, car étant un corps céleste elle doit être une sphère parfaite. Selon Galilée, la perfection dépend du moyen d'investigation. Les corps célestes peuvent paraître parfaits à l'œil nu et ne pas l'être dans un instrument. Les aristotéliciens ne peuvent accepter cette interprétation et proposent qu'une sphère cristalline invisible enveloppe la Lune. Galilée répond que cette proposition est irréfutable mais également indémontrable, sortant ainsi du domaine scientifique.

*Mathématisation et expérimentation*

La science nécessite un type de discours qui ne puisse pas avoir de déformation de sens. Galilée introduit pour cette raison l'utilisation des mathématiques en tant qu'instrument pour connaître la nature. Les mathématiques garantissent la cohérence du discours de par leur précision et en rendant visible les liens logiques de l'argumentation. Galilée n'est de loin pas le premier à faire usage des mathématiques en astronomie. A la suite de Platon, l'astronomie est basée sur les mathématiques. Cependant, les deux utilisations de cette science sont opposées. Si les observations physiques servent à orienter les recherches mathématiques d'un astronome comme Eudoxe, les mathématiques sont au contraire entièrement au service de la physique telle que la pratique Galilée.

Galilée effectue une réduction systématique des propriétés physiques à une règle descriptive, qui soit commune aux phénomènes du même genre, et reproductible au-delà de l'événement singulier. Cela dit, ces lois s'appliquent dans des conditions idéales, impossibles à obtenir par expérimentation. De plus, la formulation mathématique nécessite des concepts théoriques qui ne peuvent pas être directement vérifiés dans les faits. Pour les vérifier, il faut examiner la correspondance entre les théorèmes que l'on peut en déduire et les phénomènes naturels observables.

Une démonstration mathématique ne peut à elle seule garantir la vérité de fait. Elle permet de mettre en lumière les liens logiques entre plusieurs propriétés et de saisir les principes généraux impliqués. L'expérience doit être préférée au raisonnement. Si une théorie est en désaccord avec les observations, on est assuré de sa fausseté. Cela ne veut pas dire pour autant qu'il faille abandonner la théorie, mais qu'il faut l'examiner à nouveau pour trouver l'erreur. L'expérimentation est facilement mise en œuvre en physique, discipline à laquelle Galilée a grandement contribué. En revanche, l'astronomie est une science d'observation. En raison de l'ampleur et de l'éloignement des objets étudiés, il n'y a pas d'expériences possibles. La mathématisation permet néanmoins de savoir précisément ce que l'on doit observer. C'est alors l'observation effective qui permet de tester la théorie. De plus, alors que les mondes supralunaire et sublunaires sont unifiés en une seule physique, toute expérience faite à la surface de la Terre doit être en accord avec ce que l'on observe dans le ciel. Ainsi, on a indirectement un moyen d'expérimenter pour vérifier les théories astronomiques.

Selon Galilée, il ne faut jamais se contenter d'anciennes explications, mais en chercher continuellement des nouvelles. Aristote peut s'être trompé. Pour rester fidèle à sa méthode, qui se base sur les sensations, il faut rejeter sa théorie. Par exemple, à la suite de l'observation de la nova, le ciel ne peut plus être tenu pour immuable. Le recours à l'expérience va néanmoins plus loin chez Galilée que chez Aristote. Elle est accompagnée d'un appel à la logique, mais aussi aux mathématiques, dans la formulation des lois, ainsi que pour améliorer la précision des mesures et les dispositifs techniques.

La science est pour Galilée une ouverture perpétuelle. Une théorie est une étape vers une connaissance jamais achevée de la nature. Il convient de relever ici que Ptolémée affirmait déjà l'impossibilité d'une adéquation totale et définitive d'un modèle avec la réalité. Cependant, Galilée considère la connaissance comme un but vers lequel on tend, alors que l'inadéquation des modèles conduisait Ptolémée à nier la réalité physique de ceux-ci et à ne les considérer que comme une fiction mathématique.

## 4. Conclusion

Les civilisations fluviales font les premières observations, qui permettent par la suite l'organisation en systèmes d'explications rationnels. L'élaboration de systèmes cosmologiques complets nécessite le développement de l'argumentation et d'une physique. L'astronomie mathématique tente de rendre compte des observations. Petit à petit le modèle géocentrique se met en place. De par ses problèmes récurrents il prépare la révolution qui va suivre, en astronomie, mais aussi dans la méthode scientifique en général. A force de toujours buter contre les mêmes obstacles, une nouvelle solution est proposée. Il se développe de nouveaux arguments, de nouveaux outils et une nouvelle méthode qui vont permettre de les surmonter.

Ainsi, l'évolution des modèles à travers l'histoire de l'astronomie concerne les aspects techniques de ceux-ci, mais également la méthode mise en œuvre

lors de leur conception. Un modèle ne peut véritablement changer sans un changement dans la méthode, dans la façon de concevoir le rapport de la science avec la réalité.

Jusqu'à Galilée, l'astronomie est basée sur l'observation de ce qui nous apparaît depuis la Terre, avec une prise de conscience depuis Platon que ce que l'on voit n'est pas forcément ce qui est. Malgré cette prise de conscience, le maintien d'une méthode strictement observationelle n'apporte pas de véritable changement dans les résultats scientifiques en terme de théories. Les dogmes anciens sont maintenus, car non concurrencés. Galilée développe une nouvelle méthode, où le scientifique doit savoir questionner la nature. Il applique lui-même ses conceptions mécaniques du mouvement, développées sur Terre, à la mécanique céleste. La théorie précède l'expérimentation, puis l'on en tire des conséquences. L'expérimentation ainsi que la prédiction interviennent alors, permettant de confirmer ou infirmer la théorie.

Après Galilée débute ce que l'on nomme la «science moderne». De par sa nouvelle méthode, celle-ci ne permet plus de conserver un ensemble de dogmes contraire à l'observation. Ce n'est plus l'observation qui est interprétée en fonction d'un modèle, mais le modèle développé en fonction de l'observation. Les modèles qui ne correspondent pas aux observations doivent être abandonnés.

Cet abandon des théories pose le problème de leur véracité. Un modèle ne peut correspondre exactement à la réalité. Les simplifications qu'il opère peuvent comporter un élément important dans la compréhension de l'enchaînement des phénomènes. De plus, un modèle décrit les liens entre les observations effectuées. Cependant, ces liens ne peuvent pas être observés directement lors de l'expérimentation, mais inférés. En suivant la méthode expérimentale, il faut alors examiner tous les cas pour être certain d'un modèle, ce qui est impossible à mettre en œuvre. Efficace pour dénoncer la fausseté d'une théorie, cette méthode se révèle être insuffisante pour assurer la vérité d'un modèle.

CORALIE BEFFA
46, rue Montchoisy, CH-1207 Genève
coralie.beffa@gmx.ch

## Bibliographie

CELNIKIER, *Histoire de l'astronomie*, Paris, Lavoisier, «Petite collection d'histoire des sciences», 1996
CHAREIX, FABIEN, *La révolution galiléenne*, Paris, Ellipses, «Philo», 2001
CHAREIX, FABIEN, *Le mythe Galilée*, Paris, PUF, «Science, histoire et société», 2002
COTARDIÈRE, PHILIPPE DE LA, *Dictionnaire de l'astronomie*, Paris, Larousse, «Références Larousse», 1996
CUENOD, MARTIN, DUVERNEY, CLAUDE, *Matériaux d'histoire et de philosophie des sciences*, Genève, 2001
DUHEM, PIERRE, *Le système du monde*, Paris, Hermann, 1958-1979
FONTAINE, SIMAAN, *L'image du monde des Babyloniens à Newton*, Paris, Adapt, 1999
FRÉREUX, DE GANDT, «préface» à Galileo Galilei, *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, Paris, Seuil, «points sciences», 2001
GAPAILLARD, *Et pourtant, elle tourne !*, Paris, Seuil, «Science ouverte», 1993
GEYMONAT, LUDOVICO, *Galilée*, Paris, Seuil, «Points sciences», 1992
HAEFLIGER, NICOLE, *Forme sphérique et mouvements*, Fribourg, 2000
KOESTLER, ARTHUR, *Les Somnambules*, Paris, Calman-Lévy, 1960
KOYRÉ, ALEXANDRE, *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, Gallimard, «Tel», 1998
KOYRÉ, ALEXANDRE, *La révolution astronomique*, Paris, Hermann, «Histoire de la pensée», 1973
KUHN, THOMAS S., *La révolution copernicienne*, Paris, Fayard, «Le phénomène scientifique», 1973
LONCHAMP, *Science et croyances*, Paris, Desclée de Brouwer, «Petite encyclopédie moderne du christianisme», 1992
SOLER, LÉNA, *Introduction à l'épistémologie*, Paris, Ellipses, «Philo», 2000
*Encyclopedie of Philosophy*, ouvrage collectif, Londres, Routledge, 1998
*Histoire générale des sciences*, ouvrage collectif, Paris, PUF, 1961-1979
*Le Petit Robert*, ouvrage collectif, Paris, 1989

### Illustrations

CHAREIX, FABIEN, *Le mythe Galilée*, Paris, PUF, «science, histoire et société», 2002, p. 15, pp. 22-23
CUENOD, MARTIN, DUVERNEY, CLAUDE, *Matériaux d'histoire et de philosophie des sciences*, Genève, 2001, p. 478
*Du Scribe au Savant*, ouvrage collectif, Paris, PUF, 2000, p.30, p. 63, p. 65, p. 69, p.221, p.230, p. 246

## Glossaire

**Apogée**: point de l'orbite d'un corps où celui-ci se trouve à la distance la plus importante par rapport à la Terre.

**Cinématique**: partie de la physique qui étudie les mouvements des corps.

**Comète**: astre composé d'un petit noyau de glace, décrivant une orbite souvent elliptique autour du Soleil. Au voisinage de celui-ci se forment une queue de gaz et une autre de poussière dans la direction opposée au Soleil.

**Dynamique**: partie de la physique qui étudie les forces mises en jeu lors des interactions entre les corps.

**Eclipses**
**Eclipse de Lune**: passage de la Lune dans l'ombre de la Terre.
**Eclipse de Soleil**: passage de la Lune devant le Soleil, provoquant l'occultation du disque.

**Ecliptique**: trajectoire apparente du Soleil sur le fond du ciel durant une année.

**Equateur**
**Equateur céleste**: projection de l'équateur terrestre sur le fond du ciel.
**Equateur terrestre**: cercle imaginaire, perpendiculaire à l'axe de rotation de la Terre. Il permet de définir les coordonnées à la surface de la Terre.

**Nova**: Etoile qui présente une brusque augmentation d'éclat pour une période de quelques heures à quelques jours, puis reprend petit à petit son éclat initial. Ce phénomène est dû à l'explosion des couches extérieures de l'étoile.

**Parallaxes**: déplacement de la position apparente d'un corps en raison du changement de position de l'observateur.

**Périgée**: point de l'orbite d'un corps où celui-ci se trouve à la distance la plus courte par rapport à la Terre.

**Période de révolution**: temps requis par un corps pour accomplir une orbite complète.

**Rétrogradation**: Phase du mouvement d'une planète durant laquelle celle-ci semble repartir en sens inverse avant de reprendre son mouvement régulier le long de l'écliptique.

**Zodiaque**: région de la sphère céleste qui s'étend de par et d'autre de l'écliptique.

# Der Venuskalender von Falera

MARTIN KERNER

Im Kanton Graubünden, in der Nähe der Ortschaft Falera (Fellers), wurde auf dem Hügel Mutta in ca. 1200 m Höhe eine bronzene Scheibennadel gefunden. An dieser Stelle befand sich eine bronzezeitliche Siedlung aus der ersten Hälfte des zweiten vorchristlichen Jahrtausends. Die Nadel befindet sich heute im Rätischen Museum in Chur, Inv. # 41388, Abb. 1. Sie ist 84 cm lang, was einer megalithischen Elle entspricht und ihr ovaler Schild hat eine Breite von 159 mm bei einer Höhe von 126 mm. Dieser ist mit gepunzten Buckeln, die von halbovalen Ziselierungen umgeben sind, verziert, wobei diese in zwei Kränzen angeordnet sind, einmal von aussen her und zum anderen rings um das innere Spiegeloval. In einem Brief vom 28.08.1982 an Dr. RUDOLF DEGEN hat Dr. WILLIAM BRUNNER diese Nadel als einen Venuskalender entschlüsselt.

Ein archäoastrologisch wichtiger Hinweis in der Analyse der Scheibennadel sind die gekreuzten Strichlein als Tagesmarkierungen auf dem inneren Band. Sie lassen einen sicheren Rückschluss zu für die Verwendung von Kerbhölzern als Speichermedium durch die frühen Astronomen. Mit Ausnahme von Kalenderkerbhölzern aus der Renaissance haben sich wohl keine erhalten, wenn man von einigen Knochenritzungen absieht. Die beobachtbare synodische Umlaufzeit der Venus schwankt um den Mittelwert von $584^d \pm 8^d$. Nachfolgend veröffentlichen wir den von Dr. W. BRUNNER an Dr. R. DEGEN gerichteten Brief vom 28.08.1982.

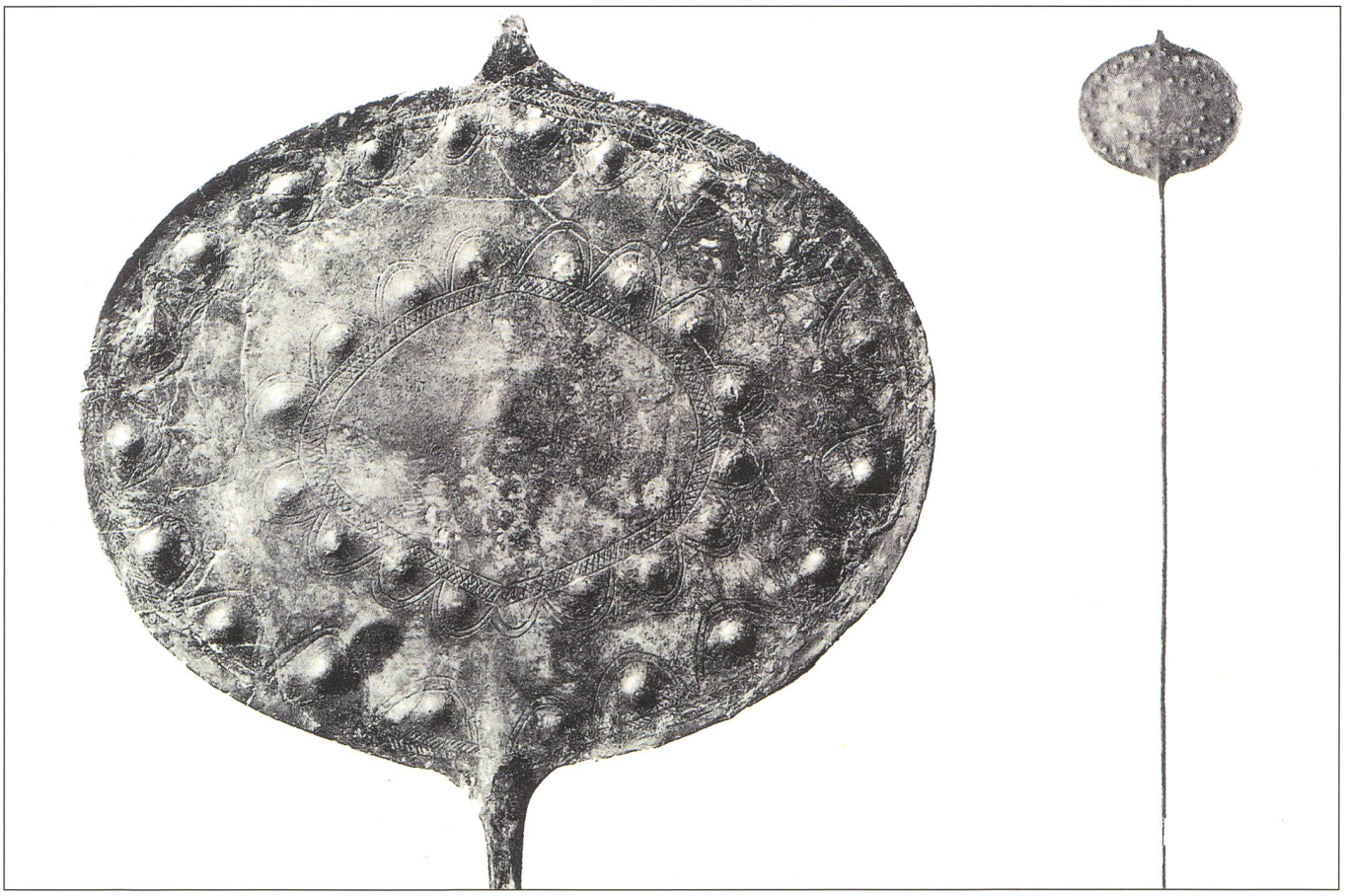
### Erklärungen zum Inhalt der grossen bronzenen Scheibennadel von der Mutta-Siedlung Falera (Fellers)

In der illustrierten Geschichte der Schweiz von WALTER DRACK steht auf Seite 29: "... die Scheibennadeln und weitere typische Blechzierate zeigen eine auffällige Verwandtschaft mit Funden aus den Ostalpen, aus dem Straubinger Kreis (bei Regensburg) und aus Ungarn, vor allem mit der nach einem ungarischen Fundort benannten Kisapostag-Kultur. Dass die Verbindungen wirklich über die Alpen gingen, beweist unter anderem eine schöne Scheibennadel, die vor etlichen Jahren im Kanton Graubünden auf der rund 1300 m hohen Mutta, einem Hügel bei Fellers südlich Ilanz, gefunden worden ist." Der Fund wird in die Früh-Bronze-Zeit, erste Hälfte des zweiten Jahrtausends v. Chr. datiert.

Es gibt Schmuck- und Kultgegenstände, die offensichtlich mit Symbolen von Astral-Kulten geschmückt sind. Aus den Überlieferungen der Hochkulturen geht die besondere Bedeutung der Mond-, der Sonnen- und der Venuskulte hervor. Mond- und Venuskulte hingen meist mit Fruchtbarkeitskulten zusammen. In dem neolithischen und frühbronzezeitlichen, megalithischen Kultort Stonehenge konnten astronomisch bis jetzt nur Beziehungen zu Mond und Sonne und zu deren Finsternisse gefunden werden, jedoch keine Andeutungen an Venuskulte. Diese wurden besonders in Mesopotamien gepflegt. Die Fundbrücke über Österreich und Ungarn gibt einen Hinweis auf diese Kultbeziehungen.

Es stellt sich die Frage: Gibt uns der Dekor auf der Scheibe der Nadel von

*Abb. 1. Scheibennadel von Falera/Mutta © Rätisches Museum, Chur, # 41388*



Fellers einen Hinweis auf einen besonderen Kult? Die Methode, die ich zur Untersuchung von Ornamentinhalten anwende, beruht auf dem Auszählen von gleichartigen Gravierungsstrichen und getriebenen Punkten. In unserem Falle sind die Ornamente der linken und der rechten Scheibenhälfte nahezu symmetrisch. Am äusseren Rand sind 20 Buckel getrieben, die mit zwei Halbkreisen umgrenzt sind. Die Buckel auf der unteren Hälfte der Scheibe sind kräftiger und grösser mit Ausnahme des untersten rechts der Nadel, der nur halb so gross ist als die drei rechts benachbarten.

In Zahlen ausgedrückt haben wir links 10 und rechts $9\frac{1}{2}$ Buckel, total $19\frac{1}{2}$ Buckel. Im inneren Ring haben wir links und rechts je 8 Buckel, die ebenfalls mit 2 Halbkreisen umrahmt sind. Ein leerer Doppelkreis (ohne Buckel) von halbem Durchmesser ist unten in der Mitte eingraviert. Das Fehlen des Buckels könnte auf eine Unsichtbarkeitszeit des Gestirns hindeuten. Diese wäre eine halbe "Buckeleinheit". In Zahlen: $8 + \frac{1}{2} + 8$ Buckeleinheiten.

Anschliessend an den inneren Buckelring ist ein Band mit vielen parallelen gekreuzten Strichlein graviert. In der einen Lage sind 70 und 70 Strichlein, in der gekreuzten ebenfalls 70 + 70 Strichlein oder total 4 x 70 = 280 Strichlein.

Es ist anzunehmen, dass es sich bei den Buckeln und Strichlein um Anzahlen von Tagen, Monaten oder Jahren handeln könnte. Bei den 280 kleinen Strichlein ist als Einheit Tage anzunehmen, da Monats- oder Jahreszyklen dieser Grösse kaum in Betracht kommen. Bei den Buckeln des inneren und des äusseren Ringes wird es sich um die gleiche Einheit handeln, da sie mit der gleichen Signatur der doppelten Halbkreise umrahmt sind.

Nehmen wir Monate zu 30 Tagen an, so würde der innere Ring einem Zeitraum von: (8 x 30 = 240 Tagen) + ($\frac{1}{2}$ x 30 = 15 Tagen) + (8 x 30 = 240 Tagen) entsprechen. Der äussere Ring mit $19\frac{1}{2}$ Buckeln ergäbe einen Zeitraum von: $19\frac{1}{2}$ x 30 = 585 Tagen. Es stellt sich nun die Frage: Für welches Gestirn sind obige Zeitabschnitte von Belang?

Die Antwort ist eindeutig: VENUS. Während 240 Tagen kann Venus als Abendstern am Westhimmel gesehen werden, dann wird sie während zwei Wochen durch Annäherung an die Sonne bei der unteren Konjunktion unsichtbar, um darnach am Osthimmel als Morgenstern für 240 Tage zu erscheinen; dann nähert sich Venus erneut der Sonne und ist während 90 Tagen, 45 Tage vor und nach der oberen Konjunktion mit der Sonne, unsichtbar. Nach einem vollen synodischen Umlauf von ca. 584 Tagen wird Venus erneut als Abendstern sichtbar. Die astronomisch genau beobachteten Umlaufzeiten schwanken zwischen 577 und 592 Tagen. Die mit $19\frac{1}{2}$ Monaten = 585 Tagen vermerkte Zeitspanne liegt in diesem Intervall in der Mitte. Beim äusseren Ring werden die Buckel gegen die Spitze der Scheibe hin etwas kleiner, entsprechend der abnehmenden Venushelligkeit gegen die obere Konjunktion hin, die mit der Erdferne zusammenfällt. Im Buch von ERICH ZEHREN «Das Testament der Sterne» ist der Venuszahl von 280 Tagen ein ganzes Kapitel gewidmet. Es wird auf Opferrituale und auf die Schwangerschaftszeit hingewiesen.

## Ergänzungen vom 7.08.1989

Neben Sonnen- und Mondkult ist in Falera auch ein Kult der Fruchtbarkeitsgöttin Venus-Astarte-Istar belegt. Das Neulicht des 1 bis 3 Tage alten Mondes ist während gewissen Jahren mit ♀ ♂ ⊙ alle 30 Tage zu beobachten, wie gerade dieses Jahr am Abend. Die Trinität von Sonne, Mond und Venus ging auch in den christlichen Kult über.

## Zur Konstruktion des Umrisses der Scheibennadel von Falera

Der Umriss ist im Wesentlichen eine Ovalform, die aus Kreisbogen zusammengesetzt ist. Die Bogenzentren liegen auf vier pythagoreischen Dreiecken mit den Katheten 3 x 7 = 21 mm und 4 x 7 = 28 mm und den Hypotenusen 5 x 7 = 35 mm. Um die Zentren $A_2$ und $A_1$ werden Bogen mit Radien von 8 x 7 = 56 mm geschlagen. Dadurch ist die Breite der Scheibe (56 + 21) x 2 = 154 mm bestimmt. Um die Zentren $B_1$ und $B_2$ werden Bogen mit den Radien (8 + 5) x 7 = 91 mm geschlagen. Vom Zentrum C zur abgestumpften Spitze ist der Abstand gleich der halben Breite = 77 mm. Die kleinen Anschlussbogenzentren liegen auf den Strahlen $B_2D_1$ und $B_2D_2$ oben und $CE_1$ und $CE_2$ unten. Die Anschlussbogen haben Radien von 2 x 7 = 14 mm. Die Nadeldicke ist am oberen Ende 7 mm. Es ist zu vermuten, dass die 7 mm ein Einheitsmass für kleinere Kultgeräte sein könnte. Es ist der dreissigste Teil einer viertelmegalithischen Elle. Dass das genaue Mass der Scheiben-Breite 159 mm, nach neuen Messungen im Rätischen Museum, statt meiner theoretisch angenommenen 154 mm ist, könnte in der Bearbeitung beim Treiben der Venus-Mondsymbole im Bronzeblech liegen. Treibarbeiten dehnen ein Material. Die neuen Nachmessungen im Rätischen Museum ergaben für die Länge 840 mm.

*Abb. 2. Der Venuskalender auf dem Zepter von Falera/Mutta nach einer Zeichnung von W. Brunner*

## Kommentar zum Venuskalender

Ein Venuskalender ist für heute eine exotische Zeiteinteilung. Die Kalenderscheibe von Falera stellt einen luni-solar-planetaren Venuskalender dar. Zum besseren Verständnis müssen dafür die astronomischen Voraussetzungen betrachtet werden. Beteiligt sind die Sonne, die jedoch nur eine passive Rolle spielt, sowie die Planeten Venus und Erde mit dem Mond. Für die Beziehung Erde – Mond ist nur der synodische Mondphasen-Zyklus von $29^d5306$ massgebend. Als Zeitreferenz des Kalenders ist der Erdentag des tropischen Jahres mit $365^d2422$ pro Umlauf gewählt. Demgegenüber hat die Venus eine 0,61521 x kürzere Umlaufzeit von $224^d701$. Wenn Sonne, Venus und Erde auf einem gemeinsamen Radiusvektor stehen, so nennt man dies Konjunktion, wobei es deren zwei gibt, einmal wenn die Venus von der Erde aus betrachtet vor und wenn sie hinter der Sonne vorbeizieht. Dabei wird sie einmal überstrahlt, das andere Mal verdeckt. Zwischen diesen beiden Konjunktionen ist sie als Abend- oder Morgenstern sichtbar und zeigt wie der Mond einen Phasenverlauf, der als Venussynode bezeichnet wird. Dieser ist folgendermassen vorstellbar: Venus und Erde starten in einer Konjunktionslage und die schnellere Venus auf der Innenbahn läuft der Erde voraus und holt sie im Mittel nach $583^d92$ ein und überrundet sie. Beide Planeten stehen dann wieder in Konjunktion zur Sonne, aber in einer völlig anderen Stellung zu den Sternen. Die folgende Synode ist gegenüber dem Tierkreis und den Jahreszeiten verschoben. Damit wechseln auch die Sichtbarkeitsbedingungen der Venus als Abend- und Morgenstern. Fällt z. B. die Abendstern-Periode in den Herbst, wenn der Tierkreis bei Sonnenuntergang seine flachste Stellung einnimmt, so ist auch die Venus nur wenig über dem Hori-

1 : 1

(Obere-Conjunktion)

♀ ob. ☌ ☉

Synodischer Venus (♀)-Umlauf

584 ± 8 Tage =

$= 19 \times 30^d + \frac{1}{2} 30^d = 584$

Alle 30 Tage eine ☌ ♀

Abendstern

Morgenstern

♀ und ☌ ☉

A: 53,°4

Azimut bei ☉-Aufgang 21. 6.

53,°4 = 36,°6 von E für geogr. Breite φ = 46,°8

Sonnendeklination: $\delta_\odot$ = +23,°8

mit Refr. + Sonnenrad.

AM = 29.1 mm

BM = 23.2

CM = 31.0

BC = 38.7

DM = 23.2 mm

JL = 126 mm LM = 63 = MJ

NK = 159 mm CB = 38.8 mm

BF = BE = DH = DG = 55 mm

Proportion 3 : 4 : 5

∢ BCM = 36.°8

H*L // CBH Sonnenaufgang (Genauigkeit 0,°2)

Rück. läufig

Symbol für ♀ ☌ ☾

Karthagische Göttin Tanit/Astarte = Venus

Neu bearbeitet: 7. 8. 1989

Dr. W. Brunner-Bosshard

8302 Kloten, Speerstr 4

zont sichtbar und unterliegt diesen einschränkenden Beobachtungsbedingungen. Umgekehrt verhält es sich im Frühjahr, wenn sie am höchsten über dem Horizont steht. Keine Venussynode gleicht einer anderen und dementsprechend sind die Morgen- und Abendstern-Zyklen auch nicht gleich. Die Stellung der Venus am Himmel ist nicht brauchbar für eine tägliche kalendarische Unterteilung der Synode. Die Überrundungszeit der Venus ist nicht konstant und variiert um einige Tage, weil die Erde auf einer elliptischen Bahn und die Venus auf einer Kreisbahn laufen. Der Geschwindigkeitsunterschied der Planeten gibt Anlass zur so genannten Rückläufigkeit mit Schleifenbildung. Diese tritt bei der Venus symmetrisch zur unteren Konjunktion ein, dauert ca. 22 Tage, wird aber zum grössten Teil von der Sonne überblendet und ist entsprechend unauffällig. Der Radiusvektor der Konjunktionen läuft mit den Planeten gleichsinnig, aber wesentlich langsamer mit der Geschwindigkeit der Schwebungsfrequenz um. Nach fünf synodischen Venusumläufen findet die Konjunktion wieder an der gleichen Stelle gegenüber den Sternen statt. Die Erde hat dabei acht tropische Jahre zurückgelegt, die Venus 13 Umläufe und der Mond 99 Lunationen. Das bedeutet die Möglichkeit der Synchronisierung der luni-solaren Oktaëteris mit dem Venusumlauf und damit die Unterteilung der fünf synodischen Zyklen der Venusphasen in 99 Lunationen. Dies ist die Voraussetzung für die Darstellung des synodischen Venuskalenders von Falera in drei unterschiedlichen Massstäben, den tropischen Tagen des Planeten Erde und den Lunationen seines Mondes und den Synoden des Planeten. Der achtjährige Venuskalender mit seinen zehn Konjunktionen und fünf Synoden ist eine geeignete Langzeitskala, um innerhalb der Oktaëteris und darüber hinaus die Jahre zu bestimmen, wobei die Tierkreiszeichen am Sternenhintergrund die Marken der Skala darstellen.

Die Umlaufzeiten und Beleuchtungsphasen der Gestirne sind folgende:

| | |
|---|---|
| 99 Lunationen | $2923^d53$ |
| 13 siderische Venusumläufe | $2921^d11$ |
| 8 tropische Jahre | $2921^d94$ |
| 5 synodische Venusphasen | $2919^d60$ |

Die Übereinstimmung der einzelnen Perioden ist gut und liegt bei + $2^d4$. Diese Differenz bewirkt einen Umlauf der Venussynode im Tierkreis nach 1200 Jahren und 150 Synoden, entsprechend 300 vierjährigen Konjunktionen.

Die fünf synodischen Venusphasen laufen innerhalb der Tierkreiszeichen des Zodiak in der Geometrie eines Pentagrammes um, zum Beispiel: Krebs – Stier –Wassermann – Schütze – Jungfrau. Nach dem Wechsel des ersten – dritten – fünften Tierkreiszeichens findet der Übergang vom Morgen- zum Abendstern statt. Dieser Sprung der Venus vom östlichen zum westlichen Horizont und zurück hat in frühen Zeiten dazu geführt, zwei Sterne in der Venus zu vermuten. Wie bereits ausgeführt, stehen die Mondphasen zu den Venusphasen in einem geradzahligen Verhältnis, so dass die heliakischen Auf- und Untergänge der Venus von der Sichel des Mondes begleitet werden. Der abnehmende Mond erscheint mit dem Morgenstern im Osten, geht dort unter und erscheint nach ca. drei Tagen wieder am Abend im Westen als aufgehende Sichel. Die astronomische Begründung ist durch die Nähe der Venus und des Mondes zur Ekliptik, der scheinbaren Bahn der Sonne, gegeben. Beide Himmelskörper stehen auf der gleichen Seite relativ zur Sonne, zeigen demzufolge auch die gleiche Sichelform ihrer Beleuchtung. Bei genauer Beobachtung erscheint die Venus ebenfalls als Sichel. Die religiöse Deutung kehrt die bestehenden Ansichten um: Im hellen Osten, wo das Paradies liegt, verschwindet der Mond und kommt danach als junger neugeborener Mond im Westen, wo das Reich der Toten liegt, erneut zum Vorschein. Darin liegt der religiöse Gedanke der Auferstehung begründet.

Diese achtjährige Venusperiode ist auch der Ursprung des achtstrahligen ($2^3$) Symbols des Venuszepters, das aus dem dritten vorchristlichen Jahrtausend überliefert ist. Somit ist es nahe liegend, auch die luni-solare Oktaëteris auf die Periodizität der Venus zurückzuführen und die Penteteris als den jüngeren Kalender zu betrachten. Aber auch die fünf Venussynoden haben wohl dazu beigetragen, dass die Fünf als Pentagramm und fünfstrahliger Stern zu einer heiligen Zahl wurde. Die astronomischen Relationen zwischen Sonne, Mond und Venus sind das Bindeglied der Trinität der astralen Gottheiten von Sonnen- und Mondgott und der Göttin der Venus.

Der Umlauf der Planeten und der Venussynoden im Tierkreis ist möglicherweise die Ursache für die Anlage von Steinkreisen, den Kromlechs, zu kalendarischen Langzeit-Beobachtungen. Zu diesem Zweck sollte die Anzahl der Beobachtungspfeiler als Menhire oder Spalte durch fünf teilbar sein, was bei den grossen Kreisen mit 30 und 60 Steinen meist gegeben ist, wobei diese Kromlechs ebenfalls die Vermessung der Planeten Saturn und Jupiter erlauben und damit auch diese in das Kalendersystem einbeziehen.

Die Scheibe des Venuskalenders ist folgendermassen zu lesen: Der Aussenring begrenzt den Kalenderbereich auf eine synodische Venusperiode mit 19,5 Lunationen, dargestellt durch die Buckel: 19,5 x 29,5306 = $575^d85$. Das innere Oval zeigt die Sichtbarkeit der Venus an, ebenfalls in Lunationen: 16,5 x 29,5306 = $487^d25$. Aufgeteilt in 2 x $244^d$ für Morgen- und Abendstern und 2 x $45^d$ für die Abdeckung der Venus durch die Sonne.

Auf der Kalenderscheibe sind die Buckel, die die Lunationen repräsentieren, durch einen Bogen umspannt. Dieser Bogen tritt erstmalig in den Pyramidentexten des dritten vorchristlichen Jahrtausends auf als Symbol für die Zusammenfassung einer bestimmten und gleichen Menge zur Beschreibung von Wochen oder Monaten, in diesem Fall von Lunationen. In der Mengenlehre von heute hat er noch immer die gleiche Form und Bedeutung.

Februar 2007

MARTIN KERNER
Steg 81
CH-3116 Kirchdorf

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

# Les grands globes de Coronelli restaurés

ANDRÉ HECK

Çà y est: les grands globes de Coronelli sont en place à la Bibliothèque Nationale de France (BNF[1]). Une toute récente visite nous a permis de les admirer après restauration et dans leur nouvel environnement.

Dans un article précédent[2], nous avons présenté la vie et l'oeuvre de VINCENZO CORONELLI, ce moine vénitien de la deuxième moitié du 17e siècle qui fit oeuvre durable de cartographe. S'il reste inégalé de par sa somptuosité décorative, son travail est cependant, aux yeux de certains, sujet à caution quant à la valeur et à la cohérence de la documentation sous-jacente.

Les joyaux de la production de CORONELLI furent les globes de près de 4m de diamètre conçus pour le Roi Louis XIV sur commande d'un courtisant. Sur le globe céleste, les étoiles et les planètes furent positionnées en fonction de la date de naissance du monarque. Quant au globe terrestre, il fait un bilan des connaissances géographiques de l'époque, d'autant plus intéressant qu'il est enrichi de multiples illustrations (bateaux, animaux, personnages, etc.). Les textes explicatifs sont au nombre de près de 600 pour les deux globes.

La taille encombrante de ceux-ci explique pourquoi ils restèrent près de la moitié de leur existence rangés dans des caisses, loin des yeux du public. Après une exposition au Grand Palais pour célébrer la réouverture de celui-ci en 2005, les globes furent exposés provisoirement dans le hall ouest de la BNF (voir illustrations dans l'article précédent). Mais ils avaient besoin d'une cure de rafraîchissement.

Voilà donc qui est chose faite. Les globes sont toujours au même endroit, mais maintenant mis en station sur axes parallèles à celui de notre planète. Une petite exposition bien sympathique a été ajoutée à proximité. L'accès est libre, moyennant bien sûr les habituels contrôles de sécurité.

Pour terminer, voici deux ouvrages récents complétant la bibliographie livrée dans l'article précédent:

## Bibliographie

- RICHARD, H. 2006, *Les Globes de Coronelli*, Bibliothèque Nationale de France/Seuil, Paris, 80 pp. (ISBN 2-7177-2372-2)
- ROLIN, O. 2006, *Une Invitation au Voyage*, Bibliothèque Nationale de France, Paris, 40 pp. (ISBN 2-7177-2373-0)

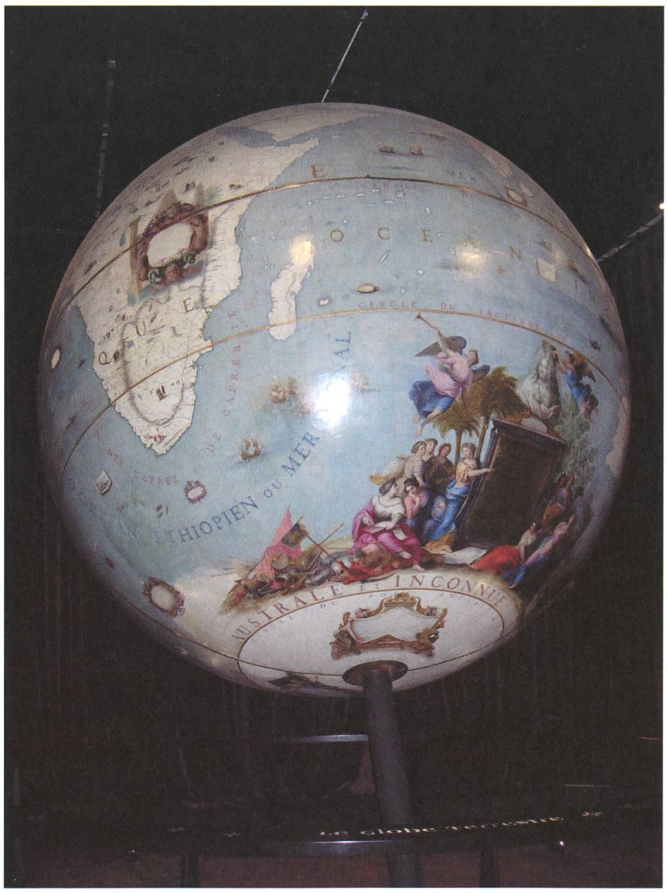
ANDRÉ HECK
Observatoire Astronomique de Strasbourg
11, rue de l'Université
F-67000 Strasbourg

[1] Bibliothèque Nationale de France, Site François-Mitterrand, Quai François-Mauriac, Paris 13e, Métro: «Bibliothèque» (ligne 14 ou RER C) ou «Quai de la Gare» (ligne 6). Voir aussi le site web http://www.bnf.fr/

[2] «Les Globes de Vincenzo Coronelli (1650-1718): Génie ou Mégalomanie?», *Orion* **64/2** (2006) 16-21.

*Fig. 2: On reconnaît le Toucan (gros plan en Fig. 6), la Grue, le Paon et la Baleine sur cette vue du globe céleste. (© A. Heck)*

*Fig. 3: Le globe terrestre nous montre ici les parages de la pointe australe de l'Afrique avec des appellations oubliées aujourd'hui, comme l'Océan Éthiopien et la Mer des Cafres. (© A. Heck)*



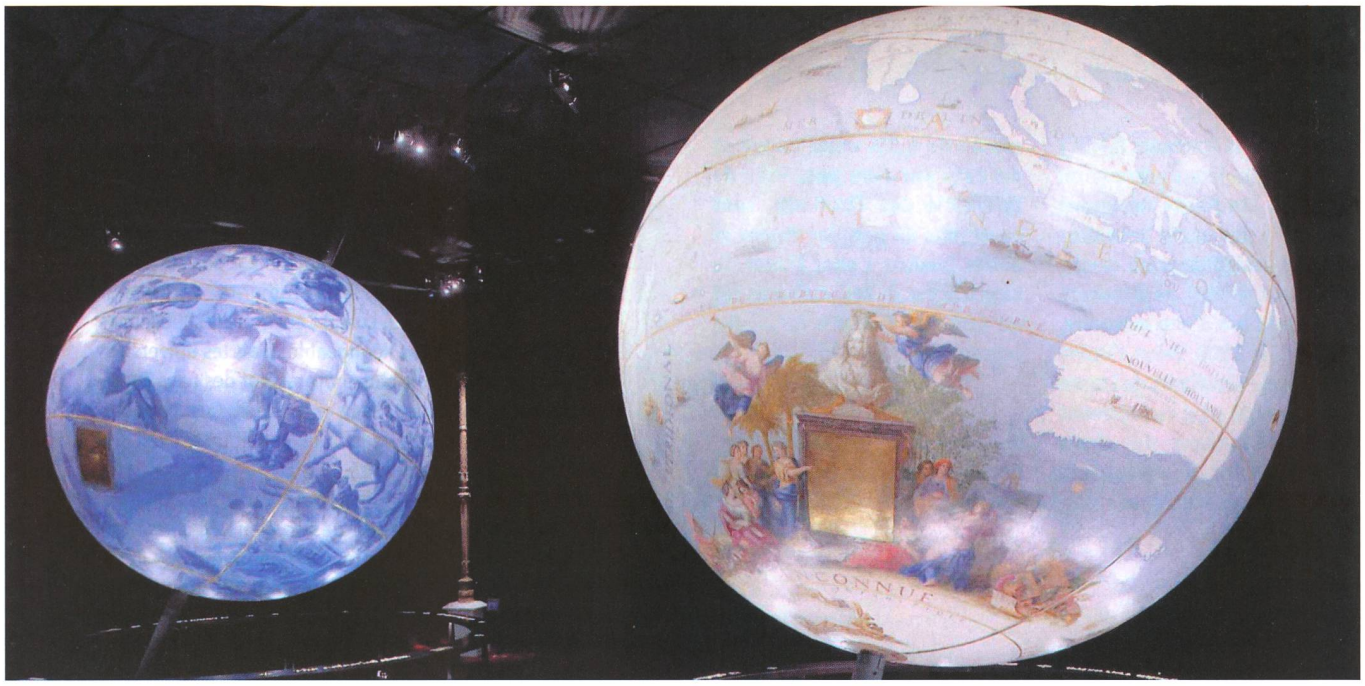


*Fig. 1: Les deux grands globes de Vincenzo Coronelli dans leur nouvelle installation à la Bibliothèque Nationale de France. (© A. Heck)*

*Fig. 4: Cette colonne du support réalisé par Mansart en 1703 pour la présentation des globes au château de Marly est l'une de celles visibles sur la Fig. 2a de l'article précédent (Orion 333, avril 2006, p. 16). Les personnages de cette illustration y paraissent bizarrement des nains en comparaison. (© A. Heck)*

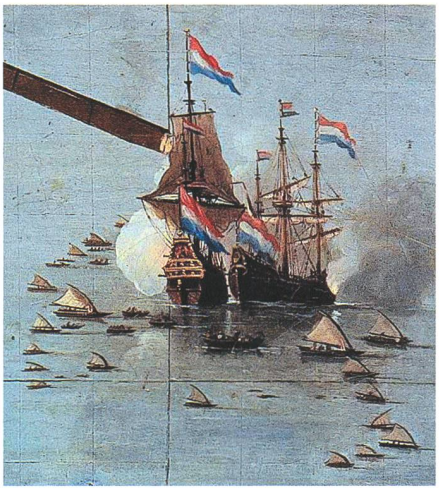


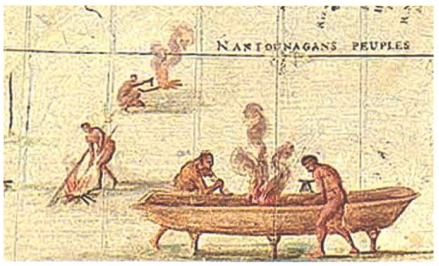
*Fig. 7: De superbes vaisseaux comme ces bâtiments hollandais illustrent le globe terrestre ... (© A. Heck)*

*Fig. 6: Et voici en tout cas un Toucan pas vraiment tocard. (© A. Heck)*

*Fig. 5: Les noms des constellations, comme celui de cette belle Balance, figurent en quatre langues: français, latin, grec et arabe. (© A. Heck)*

*Fig. 8: ... de même des animaux en tous genres comme ces bisons américains (appelés alors «pisikious») ... (© A. Heck)*

*Fig. 9: ... ou encore ces «sauvages abattant des arbres et faisant un canot avec du feu». (© A. Heck)*



# Erinnerung an den McNeil-Nebel

JÖRG SCHIRMER

Ende Januar 2004 richteten viele Amateure ihre Teleskope auf den sonst im Schatten von M 42 stehenden Reflexionsnebel M 78. Jeder wollte ein Bild des am 23. Januar von JAY MCNEIL in diesem Gebiet entdeckten Nebelchens machen. Drei Jahre später spricht in Amateurkreisen eigentlich niemand mehr davon.

## Chronologie

Im Grunde ist diese Entdeckung ein Zeichen dafür, wie wenig genau sich die Masse der Astrofotografen die eigenen Bilder anschaut. Dass JAY MCNEIL den Nebel entdeckt hat, ist eben der Tatsache zuzuschreiben, dass er sich sein Foto genau angesehen hat. So ist er zu den Entdeckerehren gekommen.

Nach dieser Entdeckung ging natürlich sofort das Gekrame in den Schubladen und Fotoarchiven sowie auf diversen Festplatten los. Der älteste Fund, der dabei ans Licht kam, war eine Aufnahme von EVERED KREIMER aus dem Jahre 1966 (http://www.seds.org/messier/m/m078.html). Dort ist genau an der gleichen Position ein ähnliches Nebelchen deutlich zu erkennen. Aus der Zeit davor und einigen Jahrzehnten danach ist kein Foto bekannt, auf dem sich der Nebel befinden würde.

Ab 2002 gibt es dann wieder positives Material. Am 7.12.2002 finden sich auf einem Foto von BENOIT SCHILLINGS erste Andeutungen eines Sternchens an dieser Stelle. Aber erst am 26.11.2003 erkennt man auf einem Foto von MIKE HALDEMAN einen schwachen, länglichen Nebelfleck. Danach geht es Schlag auf Schlag bis zur endgültigen Entdeckung. Eine animierte Chronologie (hauptsächlich „Precoveries") findet sich auf der Internetseite http://www.rc-astro.com/nebulae/mcneil_anim.htm. Sie endet im Februar 2004.

Die Übersicht ist allerdings auch in dem Sinne nicht vollständig, weil sie sich anscheinend nur auf US-amerikanische Quellen bezieht. Wie es scheint, war dieser kleine Nebel für europäische Beobachter nicht so interessant. Lediglich auf der Homepage von BERND GÄHRKEN

(http://www.astrode.de/m78.htm)

habe ich eine Dokumentation über den McNeil-Nebel bis zu seinem Verschwinden im September 2006 gefunden. Man kann die auf diesem letzten Foto kaum wahrnehmbare Aufhellung aber auch für einen Teil des allgemeinen Reflexionsnebelhintergrundes halten. Wie dem auch sei, bis in den April 2005 war der McNeil-Nebel noch einwandfrei nachweisbar, während er im Dezember des gleichen Jahres doch schon schwächelte.

## Worauf lässt sich der McNeil-Nebel zurückführen?

Am südlichen Ende des Nebels kann man auf besonders guten Aufnahmen eine sternförmige Aufhellung erkennen. Sie liegt auf der Position des sehr jungen Sterns IRAS 05436-0007 = V1647 Ori, der als Verursacher für das Aufleuchten des Nebels angenommen wird. Nach Muzerolle et al. (ApJ 620, 107, 2005), die den Stern mit dem Spitzer-Teleskop im nahen Infrarot fotometrierten, hatte dieser Veränderliche einen Ausbruch. Sie nehmen an, dass er zur Klasse der FU Ori- oder der EX Ori-Sterne gehört.

Auch Kun et al. (astro-ph 0408342) werteten optische und Infrarot-Daten aus. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Helligkeitszunahme nicht auf den Wegzug von Staub aus unserer Sichtlinie zurückzuführen ist, sondern dass V1647 Ori tatsächlich eine erhebliche Leuchtkraft- und Temperaturzunahme durchlaufen hat. Sie plädieren ebenfalls für den oben genannten Sterntyp.

Zu den FU Orionis-Veränderlichen schreibt der GCVS (General Catalogue of Variable Stars): „Sie sind durch allmähliches Ansteigen der Helligkeit um ca. 6 mag in mehreren Monaten charakterisiert, gefolgt von entweder fast völlig konstantem Maximallicht, welches über lange Zeitabschnitte anhält, oder langsamem Abfall um 1 bis 2 mag. Die Spektralklasse reicht im Maximum von Ae(alpha) bis Gpe(alpha). Nach einem Ausbruch wird die allmähliche Entwicklung eines Emissionslinienspektrums beobachtet und die Spektralklasse wird später. Diese Veränderlichen kennzeichnen möglicherweise eine der Entwicklungsstufen des T Tauri-Typs der Orion-Veränderlichen (INT) .... Alle zurzeit bekannten FU Ori-Veränderlichen sind mit kometarischen Reflexionsnebeln verbunden." (Eigene Übersetzung)

EX Orionis-Veränderliche sind ebenfalls T Tauri-Sterne, die große und lang andauernde Helligkeitsausbrüche zeigen können. Gegenwärtig sieht man sie als kleinere Ausgaben der FU Orionis-Sterne an oder als Sterne, welche die nachfolgende Entwicklungsstufe darstellen.

Die Gestalt des McNeil-Nebels erinnert uns natürlich sofort an den bekannten kometarischen Nebel NGC 2261 (Hubble's Veränderlicher Nebel) im Sternbild Monoceros (siehe Abb. 3). Bei ihm finden wir an der Südspitze den Veränderlichen R Mon, der in seiner Entwicklung schon fortgeschrittener ist als V1647 Ori.

## Eigene Beobachtungen

Sobald es das Wetter zuließ, habe ich damals ebenfalls mein Teleskop aufgestellt, um den McNeil-Nebel zu beobachten und zu fotografieren. Dabei entstand am 18.02.2004 das in Abbildung 1 gezeigte Foto. Im Jahre 2005 habe ich aus unerfindlichen Gründen kein Foto dieses Objektes angefertigt, während im Jahre 2006 zunächst das Wetter total gegen mich war. Ende 2006 war der Nebel dann schon so schwach, dass er für mich nicht mehr erreichbar war. Aus Gründen der Dokumentation habe ich aber am 13.02.2007 dann doch ein Foto der Region aufgenommen, um eben zu zeigen, dass der McNeil-Nebel nicht mehr sichtbar ist (siehe Abb. 2).

## Bonbon

Während der Kontrolle einiger Aufnahmen des McNeil-Nebels entdeckte GIANLUCA MASI von der Physikalischen Fakultät der Universität Rom die Veränderlichkeit des südlichen der beiden östlich vom Nebel stehenden Sterne. Seiner Meinung nach handelt es sich dabei wohl um einen T Tauri-Stern.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Feb | 11.16 | 2004 | UT | R= | 14.91 |
| Feb | 13.12 | 2004 | UT | R= | 4.97 |
| Feb | 14.15 | 2004 | UT | R= | 14.78 |
| Feb | 16.14 | 2004 | UT | R= | 14.43 |
| Feb | 18.14 | 2004 | UT | R= | 15.1 |
| Feb | 20.10 | 2004 | UT | R= | 14.99 |
| Feb | 25.12 | 2004 | UT | R= | 15.24 |
| Feb | 25.13 | 2004 | UT | V= | 16.51 |

Dieser Stern ist in Abbildung 2 durch einen weißen Strichen markiert. Wegen der geringen Helligkeit ist die fotometrische Beobachtung aber nur mit größeren Instrumenten möglich.

JÖRG SCHIRMER
CH-6130 Willisau
http://www.lula.ch/astro/

*Abb. 1: Der McNeil-Nebel am 18.02.2004. Die weiße Markierung zeigt auf den Nebel. Eigene Aufnahme am C9 $^1/_4$ (Brennweite auf 1233 mm reduziert) mit der CCD-Kamera Alphamaxi von OES (16 Aufnahmen zu 60 Sekunden, Norden ist oben, Osten ist links). Die schräg liegenden Strukturen ergaben sich bei der Addition der Bilder, weil das Fernrohr nicht besonders gut ausgerichtet war.*

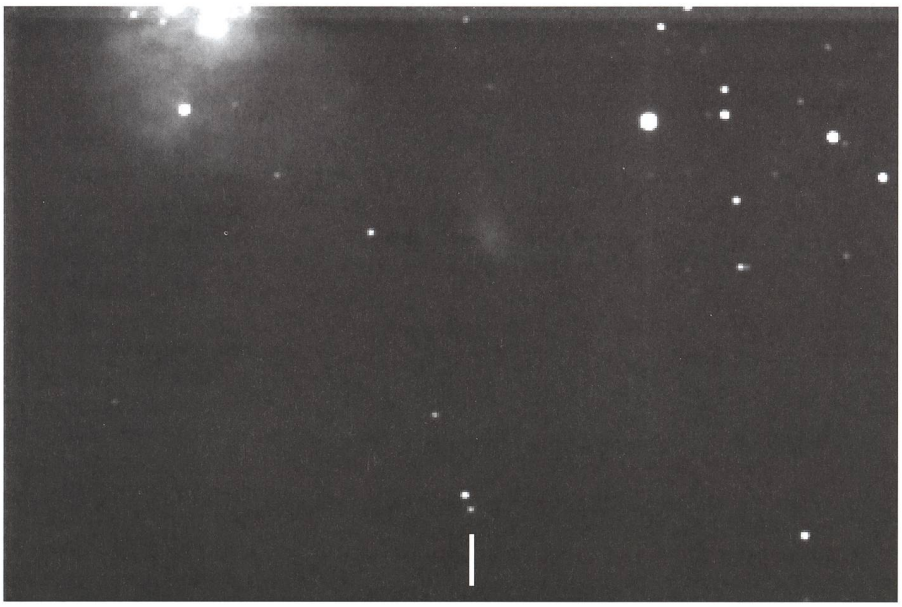


*Abb. 2: Etwa der gleiche Bildausschnitt wie in Abb. 1, jetzt aber am 13.01.2007 aufgenommen. Eigene Aufnahme am C9 $^1/_4$ (Brennweite auf 1233 mm reduziert) mit der CCD-Kamera Alphamaxi von OES (20 Aufnahmen zu 60 Sekunden, Norden ist oben, Osten ist links). Die weiße Markierung zeigt auf den im Text erwähnten neuen Veränderlichen.*

*Abb. 3: Die Aufnahme zeigt den von Amateuren gerne fotografierten Hubble's Veränderlichen Nebel (NGC 2261) am 13.02.2007. Eigene Aufnahme am C9 $^1/_4$ (Brennweite auf 1233 mm reduziert) mit der CCD-Kamera Alphamaxi von OES (17 Aufnahmen zu 30 Sekunden, Norden ist oben, Osten ist links).*

# Totale Mondfinsternis vom 3./4. März 2007

MARKUS FURGER

### Angaben zu den Aufnahmen

Kamera: Olympus [mju:] 410 DIGITAL, Bildmodus SHQ (2272x1704 pixel); Fernrohr: Celestron C90 mit 90° Umlenkspiegel, Okular 18mm Kellner, Afokaler Aufnahmemodus; Bildbearbeitung: Spiegelung links-rechts zur Korrektur der Fernrohrabbildung Schwarzmalung des Hintergrundes bei den nicht-totalen Phasen Keine Farbveränderungen; Programm: GimpShop; Aufnahmeort: Kleindöttingen, Schweiz

### Persönliche Eindrücke während der Beobachtung der Mondfinsternis vom 3./4. März 2007

Abgesehen davon, dass diese Mondfinsternis günstig auf die Nacht von Samstag auf Sonntag fiel, liess vor allem die Wetterprognose auf gute Beobachtungsbedingungen hoffen. Nach einer verregneten Saturnbedeckung durch den Mond am 2. März wich die Enttäuschung, als der Himmel am Samstagnachmittag allmählich aufklarte. Die Bedingungen für eine Beobachtung dieses Naturschauspiels wurden immer besser, und lediglich ein paar entfernte Wolken kränzten den nächtlichen Horizont, während der Mond sich langsam in den Erdschatten schob. Die Sichtbedingungen im unteren Aaretal waren ausgezeichnet, die Luft ziemlich ruhig. Lediglich etwas Streulicht vom Dorf und vom nahen Zirkuszelt hellten den Himmel auf, was aber für die Mondbeobachtung nicht ins Gewicht fiel.

### Fotografie

Gegen 23.20 Uhr begann ich meine Aufnahmeserie. Als Kamera verwendete ich eine Olympus [mju:] 410 DIGITAL Kompaktkamera, welche nicht sonderlich für Astroaufnahmen geeignet ist, da die Aufnahmen vollständig automatisch gesteuert werden. Man hat wenig bis keine Einflussmöglichkeiten auf Belichtungszeiten, Filmempfindlichkeiten und ähnliche Grössen, sondern überlässt das meiste der Programm-Automatik, sobald der Auslöser betätigt wird. Die Kamera wurde mit einer Vorrichtung am Okular meines Celestron C90 Teleskops befestigt, welche von einem Freund und Mitglied der Astronomischen Gesellschaft Baden für mich hergestellt wurde. Die Kamera erlaubt die Betätigung des Auslösers mit einem kleinen Infrarotsender, sodass dadurch keine Vibrationen entstehen, welche zu Bildunschärfe führen können. Die Scharfstellung erfolgte zunächst visuell am Okular des Fernrohrs, und dann folgte eine Kontrolle mit Feinjustierung am (kleinen) Monitor der Kamera. Von 23.20 Uhr bis 01.15 Uhr MEZ machte ich alle paar Minuten eine Aufnahme, wobei die Zeitabstände während der tiefen Phasen der Totalität bis 10 Minuten betrugen. Um die Kontaktzeiten verkürzte ich die Abstände auf 1 bis 2 Minuten. Ungefähr zur Zeit der maximalen Finsternis wurde ein Wechsel des Kamera-Akkus notwendig, was aber weniger als eine Minute Zeit beanspruchte.

*Aufnahmezeiten (MEZ)*

*3.3.2007:23.21 - 23.22 - 23.30 - 23.33*
*23.37 - 23.41 - 23.43 - 3.46*
*23.53 - 23.58 - 4.3.2007: 00.05 - 00.13*
*00.21 - 00.28 - 00.34 - 00.41*
*00.50 - 00.52 - 00.57 - 00.59*
*01.00 - 01.03 - 01.07 - 01.12*

### Bildbearbeitung

Die Fotos wurden nachher mit dem Freeware-Bildbearbeitungsprogramm GimpShop (http://www.fotofreeware.de/gimpshop.php) verarbeitet. Eine Links-Rechts-Spiegelung erzeugte die richtige Bildorientierung. Bei den Bildern vor und nach der Totalität wurde der Hintergrund schwarz eingefärbt, um den Lichtsaum um die helle Mondregion zu entfernen. Die Farben und Helligkeiten der Mondscheibe wurden jedoch im von der Kamera erzeugten Zustand belassen. Bei der hier gezeigten Bildserie fällt eine Asymmetrie im farblichen Verlauf der Mondfinsternis auf. In der ersten Hälfte dominieren die roten und orangen Farbtöne, während nach dem Maximum der Finsternis eher bläuliche Farbtöne überwiegen. Dies entspricht nicht ganz dem visuellen Eindruck im Feldstecher, welcher in der zweiten Finsternishälfte vor allem durch orange Farbtöne bestimmt wurde. Inwiefern die Blautönung ein Effekt der Kamera ist, sollte deshalb mit weiteren Aufnahmeserien des Mondes eingehender untersucht werden.

### Visuelle Beobachtung im Feldstecher

Der Anblick im 9x60-Feldstecher zeigte bei Beginn der Totalität einen auffallenden Kontrast zwischen einem aquamarin- oder türkisblau am hellen Mondrand, welches fliessend überging in ein kräftiges Orange tiefer im Erdschatten. Mit fortschreitender Finsternis wechselte das Blau zu Orange, und der untere Teil des Mondes erschien kupferrot. Gegen den Austritt aus dem Erdschatten hin fiel der Blau-Orangekontrast nicht mehr auf – im Gegensatz zu den Fotos.

Insgesamt war diese Mondfinsternis eine der farbenprächtigsten, die ich bisher gesehen habe. Die rote Kugel stand an einem prominenten Platz etwa in der Mitte unterhalb des Sternbilds des Löwen und markierte zugleich sowohl die Lage des Erdschattens als auch der Ekliptik am nächtlichen Himmelszelt. Die fotografische Dokumentation der Finsternis mit einer einfachen digitalen Kompaktkamera darf als gelungen betrachtet werden und ermuntert zum weiteren Experimentieren in der Astrofotografie.

MARKUS FURGER
Mattenweg 7, CH-5314 Kleindöttingen

# Eclissi totale di Luna

PATRICIO CALDERARI

Fotografie scattate da Patricio Calderari fra le 00:22 e le 00:29 del 04-03-2007; 10 foto, tempo medio di esposizione per ciascuna foto 25 secondi.

Località: Roncapiano, Ticino Svizzera, 45°55'N, 9°02'E, 1100 m/s/m. Telescopio: Lichtenknecker optics a.g. 11 cm, f/15 al fuoco diretto. Fotocamera: Canon EOS20DA. Sensibilità: ISO 200 equivalenti. Filtri: nessuno.

Elaborazione realizzata da Mauro Luraschi: RegiStax© e Photoshop.

PATRICIO CALDERARI
piazzale Municipio, CH-6850 Mendrisio

MAURO LURASCHI
Piazzetta Alta 2, CH-6933 Muzzano

## VERANSTALTUNGSKALENDER / CALENDRIER DES ACTIVITÉS

**Juli 2007**

• *29. Juli bis 18. August 2007:*
43rd International Astronomical Youth Camp (IAYC 2007). Info: Klaas Vantournhout, Enink-straat 21, B-8210 Loppem, Belgien, Tel. +32 50 824 140. E-Mail: info@iayc.org. WWW: www.iayc.org. Ort: Tremesek (Tschechien).

**August 2007**

• *10. bis 12. August 2007:*
19. Starparty. WWW: www.teleskoptreffen.ch/starparty. Ort: Auf dem Gurnigel in den Berner Voralpen.

**September 2007**

• *6. bis 9. September 2007:*
6. Teleskoptreffen «mirasteilas». Mit Vorführungen des Mobilen Planetariums Zürich am 8.9. Info: José De Queiroz, Tel. 081 921 2555, 079 405 9274. E-Mail: teleskoptreffen@mirasteilas.net. WWW: www.mirasteilas.net. Ort: Falera/GR.

• *22. September 2007:*
1. Schweizer Astronomie-Tag. WWW: www.astronomietag.ch. Ort: Auf dem Uetliberg, Zürich. Veranstalter: astrophysics.ch.

• *22. September 2007, 10:00 bis 17:30 Uhr:*
2. Internationale Astronomie-Messe AME2007 WWW: www.astro-messe.de. Ort: Messegelände, Dürrheimer Str./Kreuzung Waldeckweg, D-78054 Villingen-Schwenningen, BRD.

**Oktober 2007**

• *5. bis 7. Oktober 2007:*
23. Internationales Teleskoptreffen (ITT) WWW: www.embergeralm.info/stella/ Ort: Emberger Alm, A-9761 Greifenburg, Österreich. Veranstalter: Verein «Stella Carinthia».

• *12. bis 14. Oktober 2007:*
Ravensburger Teleskoptreffen (RATT). WWW: www.ratt-rv.de Ort: Auf dem Teufelsberg, Horgenzell, D-88212 Ravensburg, BRD.
Veranstalter: Oberschwäbische Sternfreunde.

Hans Martin Senn - Tel. 01 312 37 75
astro!nfo-Homepage:
http://www.astroinfo.ch/
E-Mail: senn@astroinfo.org

# Giove e Saturno

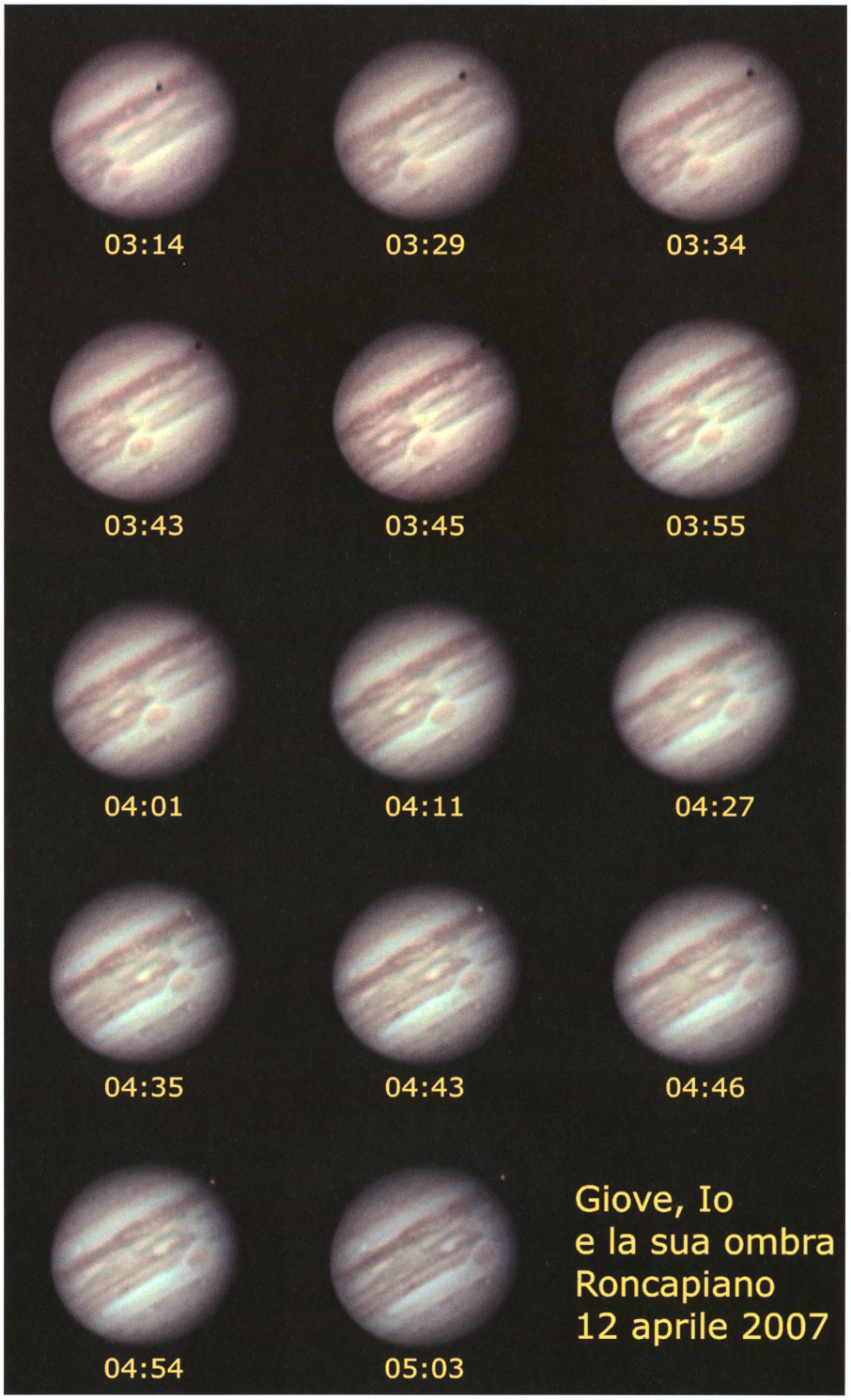
MAURO LURASCHI

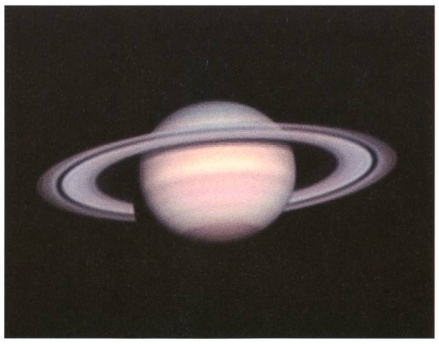
*Località: Roncapiano, Ticino (Svizzera), 45°55' N, 09°02' E, 1100 m/s/m. Ripresa: Saturno: 11 aprile 2007 fra le 21:10 e le 21:55. Giove: 12 aprile 2007 fra le 03:14 e le 05:03. Telescopio: Maksutov 250mm f/20 con Barlow (focale equivalente ca. 9,5m) per Saturno e al fuoco diretto per Giove. Altezza di Saturno sopra l'orizzonte ca. 60°. Altezza di Giove sopra l'orizzonte fra 16° (03:14) e 21,5° (05:03).*

*Condizione meteo: debole foschia, leggera turbolenza per Saturno e media turbolenza per Giove.*

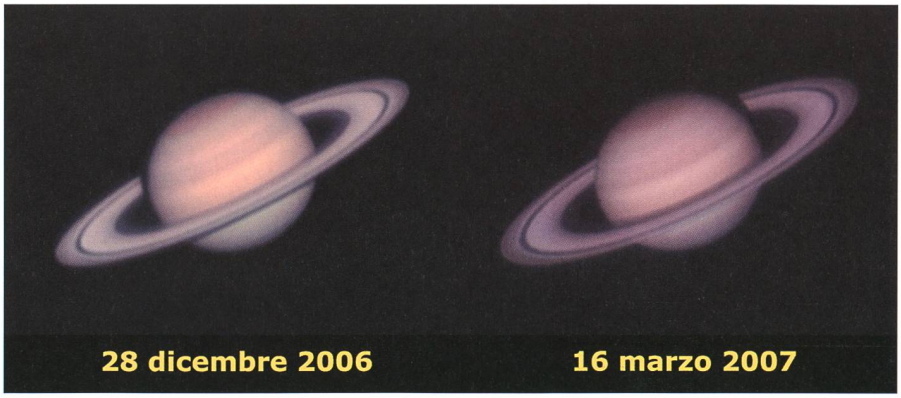
*WebCam: DFK31AF03 colori. Filtri: IR.*
*Elaborazione: RegiStax 4.*
*Saturno: somma di ca. 1500 frames su 2400 ricavati da 12 filmati di 200 frames ciascuno.*
*Giove: somma di ca. 450 frames su 600 per ciascuna immagine (durata di ciascun filmato ca. 1 minuto e 30 secondi).*

MAURO LURASCHI
Piazzetta Alta 2
CH-6933 Muzzano



*Località: Roncapiano, Ticino (Svizzera), 45°55' N, 09°02' E, 1100 m/s/m. Ripresa: 28 dicembre 2006 fra la 01:30 e le 03:00. 16 marzo 2007 fra le 20:30 e le 22:00. Telescopio: Maksutov 250mm f/20 con Barlow, focale equivalente ca. 9,5m. WebCam: DFK31AF03 colori. Filtri: IR. Elaborazione: RegiStax 4, somma di ca. 600 frames su 1200 per l'immagine del 28 dicembre, somma di oltre 1500 frames su 3600 per l'immagine del 16 marzo.*



# Mira im Maximum am 10./11. März 2007

EKKEHARD STÜRMER

*Die Bilder von gestern und heute gefallen mir am besten, weil die Luft sehr klar war und zusätzlich Venus hinzukam, quasi zur „Begrüßung". Es handelt sich um eine Nikon Coolpix 8700.*

*Mit freundlichen Grüßen,*

DR. EKKEHARD STÜRMER
Fliederweg 63, CH-3661 Uetendorf

*DSCN 6739: 10. 3. 2007, 20:17 MEZ; Belichtung: 60 s bei Blende 2.8/ f=35 mm (umgerechnet); ISO 400; Ort: Uetendorf, Fliederweg 63*

*DSCN 6761: 11. 3. 2007, 19:50 MEZ; Belichtung: 60 s bei Blende 2.8/ f=35 mm (umgerechnet); ISO 400; Ort: Uetendorf, Fliederweg 63*

DSS
Dark-Sky Switzerland

**Dark-Sky Switzerland**

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

www.darksky.ch info@darksky.ch

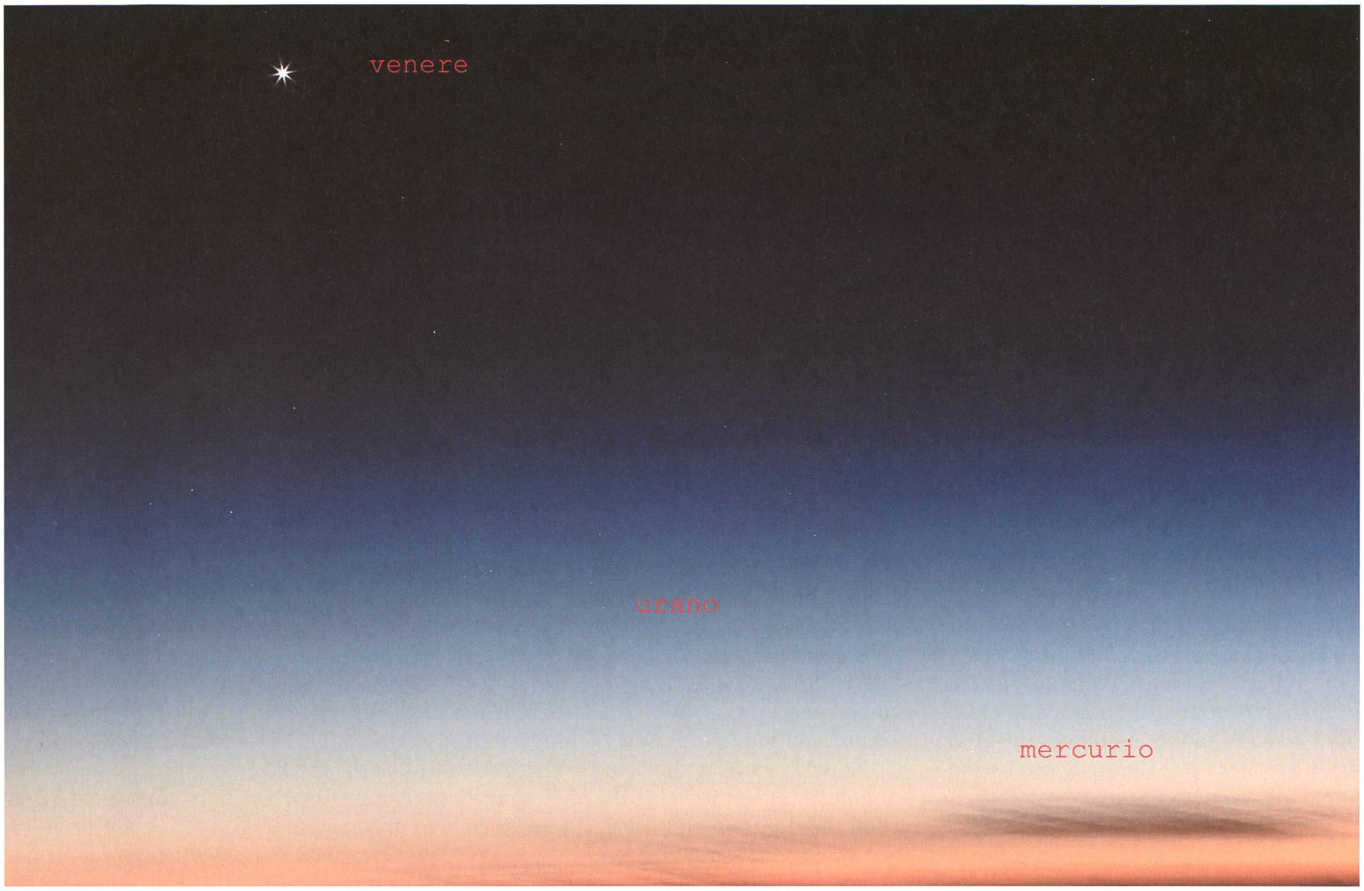
**Wir brauchen Ihre Unterstützung, denn wir wollen**

- 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**

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

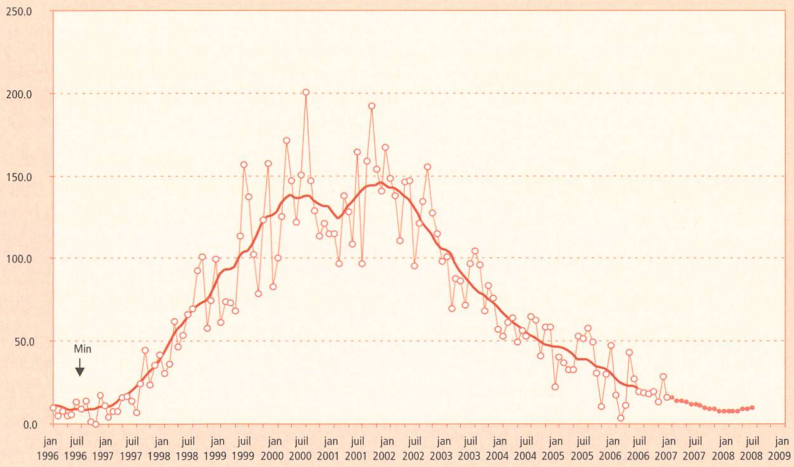
* z.B. für Pressedokumentation, Material, Porto, Telefon




PATRICIO CALDERARI, Piazzale Municipio, CH-6850 Mendrisio

# Swiss Wolf Numbers 2006

MARCEL BISSEGGER, Gasse 52, CH-2553 Safnern




November 2006 — Mittel: **30.4**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 43 | 47 | 59 | 51 | 40 | 31 | 31 | 41 | 23 | 12 |

| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 20 | 29 | 24 | 38 | 37 | 32 | 40 | 32 | 16 |

| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | 0 | 12 | 13 | 26 | 32 | 35 | 50 | |

Dezember 2006 — Mittel: **18.2**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 39 | 42 | 35 | 39 | 51 | 42 | 27 | 12 | 17 | 26 |

| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 32 | 23 | 18 | 17 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 25 |

**November 2006**

| *Name* | *Instrument* | *Beobachtungen* |
|---|---|---|
| BARNES H. | Refr 76 | 12 |
| BISSEGGER M. | Refr 100 | 2 |
| FRIEDLI T. | Refr 40 | 2 |
| FRIEDLI T. | Refr 80 | 2 |
| GÖTZ M. | Refl 100 | 1 |
| MÖLLER M. | Refr 80 | 18 |
| NIKLAUS K. | Refl 250 | 7 |
| TARNUTZER A. | Refl 203 | 8 |
| VON ROTZ A. | Refl 130 | 17 |
| WEISS P. | Refr 82 | 19 |

**Dezember 2006**

| *Name* | *Instrument* | *Beobachtungen* |
|---|---|---|
| BARNES H. | Refr 76 | 9 |
| BISSEGGER M. | Refr 100 | 3 |
| FRIEDLI T. | Refr 40 | 5 |
| FRIEDLI T. | Refr 80 | 5 |
| GÖTZ M. | Refl 100 | 1 |
| NIKLAUS K. | Refl 250 | 18 |
| TARNUTZER A. | Refl 203 | 11 |
| VON ROTZ A. | Refl 130 | 13 |
| WEISS P. | Refr 82 | 22 |
| WILLI X. | Refl 200 | 6 |

# Honor of Prof. ANDRÉ HECK, associated editor of the Journal ORION

(Press release from the Belgian Royal Academy, March 2007)

ANDRÉ HECK, 60, currently astronomer at Strasbourg Observatory (France), has been awarded the Paul and Marie Stroobant[1] Prize 2007 by the Royal Academy of Sciences, Letters and Fine Arts of Belgium.

Created in 1950, the Stroobant prize is awarded every other year to a Belgian or French citizen who has authored the most remarkable astronomy-related work. The 2007 Academy's Stroobant Prize has been awarded to HECK for his impressive professional production and in particular for his pioneering series of volumes entitled «Organizations and Strategies in Astronomy (OSA)», initiated in Year 2000.

Born Belgian, HECK has been first researcher at the Liège, Belgium, Institute of Astrophysics before becoming in 1977 one of the founding members of the observatory set up in Spain by the European Space Agency (ESA) to exploit the International Ultraviolet Explorer (IUE) satellite [a joint venture with the US NASA and the UK SERC, now PPARC]. He served as Deputy and Acting IUE Observatory Director from 1981 to1983. Heck took up a position at Strasbourg Observatory in 1983 where he served as Director from 1988 to 1990.

HECK obtained his PhD in sciences from the University of Liège in 1975 and a DSc in 1986. The following year, he got a degree as Research Director from the Louis Pasteur University in Strasbourg. Unconventionally he also secured degrees in management and communication techniques.

Over his career, HECK moved successfully from field to field, both in observational and theoretical astronomy. He became a skilled observer with Schmidt telescopes (discovering a comet in 1973), spent innumerable nights carrying out photometric measurements (mainly in Chile) and pioneered new techniques of UV spectroscopy while being in charge of scientific operations on the IUE spacecraft (leading to a substantial increase of the satellite's useful life).

Beyond exploiting his own observations of quite a variety of astrophysical objects, HECK developed methodologies of various kinds: statistical parallaxes (galactic distance scale), multivariate data analysis (relationships between photometric and spectroscopic data), and more generally information handling and mining techniques applied to the large amounts of data collected by modern instruments and made available today via «virtual observatories».

HECK played a key role in getting Strasbourg astronomical Data Center (CDS) recognized as a world centre of excellence. He was also instrumental in catalyzing materializations and collaborations in the field of electronic publishing for astronomy.

HECK has organized numerous international conferences and is currently preparing another one to be held in June 2007 at the Palace of the Academies in Brussels on the «Future Professional Communication in Astronomy (and its impact on evaluation)». Heck has been himself an invited speaker at many meetings round the world. He is a prolific author, an editor of reference books and an active science communicator. Among his editorial production, his latest and successful volumes entitled Organizations and Strategies in Astronomy (OSA) (Kluwer/Springer) deserve a special mention. Interestingly HECK's opening chapter in Volume OSA 1 had reproduced – in a premonitory connection with the prize he just received – a world map of astronomy-related organizations drawn by Stroobant and published in 1907.

More details on Heck's activities (as well as contact elements, lists of publications, photographs, etc.) can be found on the web: http://vizier.u-strasbg.fr/~heck. A brief CV is available at http://vizier.u-strasbg.fr/~heck/cvbrief.pdf .

[1] Belgian Astronomer PAUL STROOBANT (1868-1936) directed the Royal Observatory in Brussels (1925-1936) and had been nominated Professor of Astronomy at Brussels University as early as 1896. He presided the «Classe des Sciences» of the Academy in 1931-1932.

# Honneur de Prof. ANDRÉ HECK, rédacteur associé de la revue ORION

(Communiqué de presse de l'Académie Royale de Belgique, mars 2007)

ANDRÉ HECK, actuellement astronome à l'Observatoire de Strasbourg (France), a reçu le Prix Paul et Marie Stroobant[1] 2007 décerné par l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

Créé en 1950, ce prix est attribué tous les deux ans à l'auteur, belge ou français, du travail le plus remarquable sur l'astronomie. Le Prix Stroobant 2007 a été décerné au Prof. HECK «pour son oeuvre scientifique et pour son importante contribution à l'édition d'ouvrages relatifs à l'organisation de l'astronomie», en particulier pour sa série pionnière intitulée Organizations and Strategies in Astronomy (OSA), initiée en 2000.

A. HECK a d'abord été chercheur à l'institut d'Astrophysique de l'Université de Liège avant de devenir en 1977 l'un des membres fondateurs de l'observatoire installé en Espagne par l'Agence Spatiale Européenne (ESA) pour l'exploitation du satellite International Ultraviolet Explorer (IUE), en collaboration avec la NASA et le SERC britannique (maintenant PPARC). Il y fut Directeur Adjoint et Directeur Faisant Fonction de 1981 à 1983. Il est arrivé en 1983 à l'Observatoire de Strasbourg qu'il dirigea de 1988 à 1990.

Docteur en sciences de l'Université de Liège (1975), A. HECK y fut proclamé Agrégé de l'enseignement supérieur en 1986. Il obtint en 1987 l'Habilitation à diriger des recherches de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg. Il est aussi diplômé en gestion et en techniques de communication.

Au cours de sa carrière, A. HECK s'intéressa avec succès à différents domaines, à la fois en astronomie théorique et observationnelle. Il devint un observateur aguerri aux télescopes de Schmidt (découvrant une comète en 1973), passa d'innombrables nuits en mesures photométriques (surtout au Chili) et développa de nouvelles techniques d'observations spectroscopiques UV alors qu'il était responsable des opérations scientifiques sur le satellite IUE (et prolongeant substantiellement la vie active de celui-ci).

Outre l'exploitation de ses propres observations d'une grande variété d'objets astrophysiques, A. HECK développa diverses méthodologies: parallaxes statistiques (échelle de distances galactiques), analyses statistiques multivariées (relations entre les données photométriques et spectroscopiques), et plus généralement des techniques de gestion et d'extraction de l'information appliquées aux grands ensembles de données col-

[1] L'astronome belge PAUL STROOBANT (1868-1936) dirigea l'Observatoire Royal de Belgique (1925-1936) et fut Professeur d'Astronomie à l'Université de Bruxelles dès 1896. Il présida la Classe des Sciences de l'Académie en 1931-1932

lectées par les instruments modernes et rendues aujourd'hui disponibles par l'intermédiaire des «observatoires virtuels».

Le Prof. HECK joua un rôle-clé dans la reconnaissance du Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS) comme un centre d'excellence mondiale. Il contribua aussi fortement à catalyser les réalisations et collaborations dans le domaine de la publication électronique en astronomie.

Il a organisé de nombreux colloques internationaux et en prépare actuellement un autre qui se tiendra en juin 2007 au Palais des Académies à Bruxelles sur la «Future Communication Professionnelle en Astronomie (et son impact sur les processus d'évaluation)». A. HECK est lui-même un orateur invité à de nombreuses réunions de par le monde. C'est un auteur prolifique, un éditeur d'ouvrages de référence et communicateur actif. Parmi sa production éditoriale, ses récents volumes intitulés Organizations and Strategies in Astronomy (OSA) (Kluwer/Springer) méritent une mention spéciale. Dans son chapitre d'ouverture du volume OSA 1, A. HECK reproduisait notamment – connexion prémonitoire avec le prix qui vient de lui être décerné – une carte de la distribution mondiale d'organisations astronomiques dessinée par Paul Stroobant et publiée en 1907.

Plus de détails sur les activités du Prof. HECK (ainsi que des éléments de contact, listes de publications, photographies, etc.) sont disponibles sur le web: http://vizier.u-strasbg.fr/~heck. Un bref curriculum vitae se trouve en http://vizier.u-strasbg.fr/~heck/cvbrief.pdf.

(Bruxelles, mars 2007)

ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE
Palais des Académies; Rue Ducale 1
B-1000 Bruxelles

# ROBERT A. NAEF (1907-1975) - 100 Jahre

FRITZ EGGER

Im gleichen Jahre wie die Urania Sternwarte Zürich (1) wäre auch ROBERT A. NAEF hundertjährig geworden. Die Arbeit und die Verdienste ROBERT NAEFS für die Verbreitung der Astronomie zu würdigen, hiesse, die Geschichte der SAG und des ORION seit deren Entstehung zu schreiben. Es scheint uns angezeigt, seiner hier zu gedenken (2).

Den Namen NAEFS finden wir auf den Präsenzlisten der Gründungsversammlung vom 27. November 1938 und der ersten Generalversammlung der SAG vom 27. April 1939. Als Demonstrator auf der Urania (seit 1926) war er damals bereits ein erfahrener Beobachter und Kenner der Himmelserscheinungen (3).

Im Oktober 1943 kommt die erste Nummer des ORION heraus, mit dem Untertitel *„Mitteilungen der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft – Bulletin de la Société Astronomique de Suisse"*, ein 16 Seiten starkes Heft. NAEF ist Mitglied der Redaktionskommission, zusammen mit MAX SCHÜRER (1910-1997) und EDUARD BAZZI (1890-1972). In der zweiten und dritten Nummer der Zeitschrift (Frühjahr 1944) erscheint ein Beitrag von NAEF mit dem Titel *„Die Sichtbarkeitsverhältnisse der Venus im 8-Jahreszyklus"*. Diesem sollten im Laufe der Jahre noch über 350 weitere grössere und kleinere Artikel folgen.

An der 4. Generalversammlung vom September 1945 in Lausanne (wo wir ihm zum ersten Male begegneten) übernimmt NAEF zusammen mit MAURICE DU MARTHERAY (1892-1955) die Redaktion (4). Nach dem Tode DU MARTHERAYS arbeitet er mit MICHEL MARGUERAT (1907-1967) und später mit EMILE ANTONINI (1904-1994) zusammen. Auch nach seinem Rücktritt als Redaktor (1963) stellt er seine reiche Erfahrung und seine unermüdliche Arbeitskraft als ständiger Mitarbeiter zur Verfügung. Der grösste Teil der zu seiner Lebzeit erschienen rund 5'000 ORION-Seiten sind durch seine Hand gegangen. Das heisst, er hat sie mit den Autoren zusammen gestaltet, zum Druck vorbereitet und korrigiert.

Man muss sich vor Augen halten, dass zu jener Zeit die Autoren ihre Manuskripte oft handgeschrieben einreichten, dass ihnen die Korrekturabzüge zur Durchsicht zugestellt wurden, die dann oft mit bedeutenden Änderungen zurückkamen und neu gestaltet werden mussten. Es gab noch keine Textverarbeitung. ORION erschien bis 1963 vier Mal jährlich, dann während zweier Jahre fünf Mal. 1966 erfolgte der Übergang zur Quartalszeitschrift im damals internationalen Zeitschriftenformat. Das heutige A4-Format wurde 1997 eingeführt.

*ROBERT NAEF anlässlich der SAG-Tagung St. Gallen im Mai 1973. Aufmerksam hört er seinem Gesprächspartner zu.*

Zurück zu ROBERT NAEF: 1941 überraschte er uns mit der ersten Ausgabe des astronomischen Jahrbuches *Der Sternenhimmel.* Neben den sonst üblichen Angaben über den Lauf von Sonne, Mond, Kometen, Planeten enthielt das Jahrbuch einen Astrokalender, der für jeden Tag des Jahres die zu beobachtenden Himmelserscheinungen aufführt. Hinter diesem reichen Inhalt verbirgt sich eine immense Arbeit, die der Autor neben seiner beruflichen Tätigkeit als Mitarbeiter einer Grossbank sozusagen im Einzelgang erbrachte, unterstützt von einigen Helfern, ohne Internet und ohne Softwarepakete. Heuer erschien der 67. *Sternenhimmel*, betreut von HANS ROTH, der das Werk nach NAEFS Nachfolgern, PAUL WILD und WILHELMINE BURGAT, weiter führt.

An der Gründung der *Internationalen Union der Amateur Astronomen (IUAA)* hat sich ROBERT NAEF aktiv beteiligt. Er nahm 1969 Einsitz in deren Vorstand..

In Anerkennung seines unermüdlichen, beispielhaften und fachmännischen Einsatzes für die Astronomie ernannte die SAG 1961 ROBERT NAEF zu ihrem Ehrenmitglied (4). Er hat, zusammen mit dem damaligen Generalsekretär HANS ROHR (1896-1976), wesentlich zur Entwicklung der SAG beigetragen. Nicht nur wir wenigen noch lebenden Gefährten sind ihm dafür dankbar und freuen uns, dass er im *Robert A. Naef-Preis*, in der *Robert A. Naef-Stiftung* und der *Sternwarte Ependes* lebendig in Erinnerung bleibt.

FRITZ EGGER
Göttibachweg 2E, CH-3600 Thun

## Bibliographie

(1) 100 Jahre URANIA-Sternwwarte Zürich. Orion Nr.339 (April 2007)
(2) Robert A. Naef – 1907-1975, Orion Nr. 148 (Juni 1975)
(3) Erinnerungen an Robert A. Naef. Orion Nr. 149 (August 1975)
(4) 4e Assemblée générale de la SAS du 23 septembre 1945 à Lausanne. Orion Nr. 10 (automne 1945)
(5) Generalversammlung der SAG 1961 in Luzern. Orion Nr. 73 (Juli 1961).

## Les Potins d'Uranie

# Plutonisé!

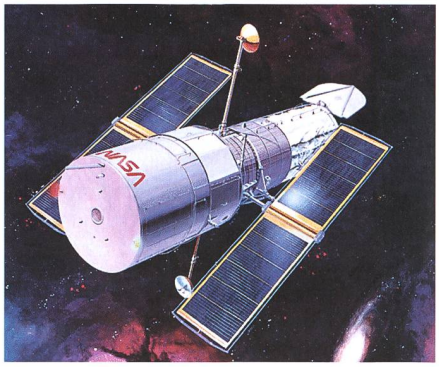
AL NATH

«Je vous plutonise, Monsieur! C'est tout ce que vous méritez de mieux!», dira-t-on en pointant un doigt grondeur vers l'infortunée victime du courroux. Ou encore, «Héhéhé, je l'ai plutonisée» ricanera-t-on entre ses dents tout se frottant les mains d'un air sardonique et satisfait. Ces expressions risquent fort de faire partie de notre vocabulaire de demain: pour l'une ou l'autre raison, une personne ou une chose sera *plutonisée*, c'est-à-dire rétrogradée ou dévalorisée.

Si ce terme n'est pas encore dans nos dictionnaires, il a déjà reçu une consécration outre-Atlantique: un communiqué de presse[1] de l'American Dialect Society (ADS) en date du 5 janvier 2007 faisait savoir que «plutoed» avait été retenu comme le mot de l'année 2006, information reprise les jours suivants par tous les médias d'Amérique du Nord.

Cette sélection était évidemment en rapport direct avec les avatars de la planète Pluton lors de l'Assemblée Générale de l'Union Astronomique Internationale en août 2006 et qui avaient été rapportés en ces pages[2]. La décision de ne plus reconnaître à Pluton la qualité de planète avait provoqué pas mal d'échos dans les médias, des réactions émotionnelles dans le public et même une pétition[3] dans les milieux professionnels, signée par de nombreux astronomes nord-américains.

Fondée en 1889, l'American Dialect Society se consacre à l'étude de l'anglais en Amérique du Nord, de même qu'aux autres langues — et dialectes d'autres langues — influençant l'anglais ou pouvant être influencés par celui-ci. Les membres de l'ADS sont des linguistes, grammairiens, historiens, enseignants, écrivains et autres érudits. Ils procèdent à des votes «pour le plaisir» et non en capacité officielle d'ajouter des termes à l'anglais.




*1. Le terme «Hubble» désigne maintenant, dans le langage populaire américain, un télescope spatial en général, voire même tout simplement un télescope, et non plus seulement le Hubble Space Telescope lancé en 1990 et illustré ici. (© NASA/ESA)*

L'inclusion de nouveaux idiomes dans la pratique quotidienne de l'anglo-américain est certainement plus souple que chez nous où la langue est surveillée par une académie et régulée par des dictionnaires faisant autorité. De temps à autre, un terme astronomique y fait son chemin, comme *Hubble*, maintenant synonyme, dans le langage populaire, de «télescope spatial» en général, voire tout simplement de télescope performant.

AL NATH

[1] http://www.americandialect.org/Word-of-the-Year_2006.pdf

[2] Voir «Pas de Pot pour Pluton (plus pleinement planète)», *Orion* **64/6** (2006) 18-21

[3] http://www.ipetitions.com/petition/planetprotest/

## Les Potins d'Uranie

# Encore des abus de langage ...

AL NATH

Nous avons déjà mentionné dans ces colonnes[1] une annonce problématique d'un télescope Meade sur les feuillets publicitaires du distributeur Lidl: *stricto sensu*, cet instrument aurait permis d'observer des brouillards sur d'autres planètes! Nous avons aussi vainement attiré l'attention des gaillards de Meade sur la nécessité de surveiller ce genre de choses et notamment de pallier à l'inexpérience évidente de certains traducteurs: à la fin de l'an dernier, la même annonce à propos du même télescope était à nouveau largement diffusée par Lidl. A noter que, à la même époque, cette même chaîne de magasins venait d'être condamnée en France[2] pour d'autres publicités mensongères.

Mais c'est la marque Meade qui est à nouveau ces jours-ci sujette à polémiques outre-Atlantique. Elle a en effet qualifié de «Ritchey-Chrétien» certains de ses instruments n'ayant pas la structure inventée par ces deux opticiens. Cette combinaison optique, utilisée par divers grands télescopes professionnels et par le Hubble Space Telescope, permet d'obtenir un plus grand champ libre d'aberration de coma et donc des images de grande qualité dans celui-ci. Elle fait appel à des miroirs hyperboliques, plus coûteux à fabriquer que des éléments sphériques et paraboliques. Les «télescopes Ritchey-Chrétien avancés» de Meade, comme le RCX400 et le LX200R, n'utilisent cependant que des éléments sphériques dans une structure beaucoup moins onéreuse de fabrication et plus proche de la chambre inventée par Bernhard Schmidt.

Les concurrents de Meade ont porté l'affaire devant les tribunaux pour dénomination abusive. Après avoir publié en avant-première un rapport positif de quatre pages sur le RCX400[3] une revue comme *Sky and Telescope (S&T)* est maintenant embarrassée par l'ampleur que prend l'affaire puisque tous les fabricants et distributeurs impliqués sont parmi ses annonceurs. Dans le numéro de janvier 2007, l'éditeur en chef de S&T, notre vieille connaissance Richard T. Fienberg, posait un certain nombre de questions sur l'utilisation légitime de noms d'inventeurs, en remontant jusqu'à Newton, mais sans vraiment convaincre dans un sens ou dans l'autre.

[1] Voir «Brouillards Planétaires», *Orion* **64/4** (2006) pp. 27-29.

[2] Tribunal Correctionnel de Strasbourg, décembre 2006.

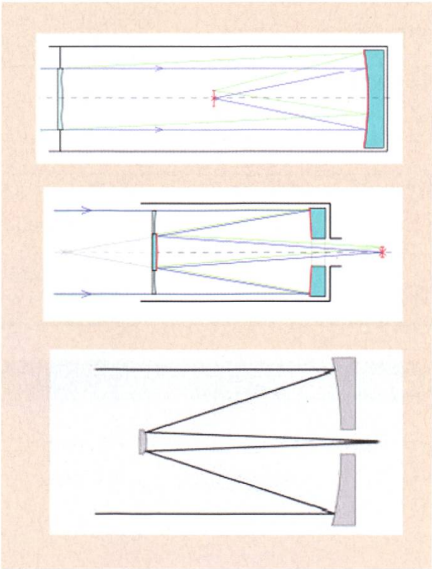
[3] «A Preview of Meade's RCX400» par Dennis Di Cicco, *Sky & Telescope*, May 2005, pp. 86-89. Des extraits en ont été repris par Meade pour vanter cet instrument (voir http://www.meade.com/rcx400/).

Fienberg mentionnait au passage que Meade venait de rendre publique une perte trimestrielle de plusieurs millions de dollars. Ceci expliquerait-il cela? Un manque à gagner ne peut en aucun cas justifier une publicité frauduleuse.

Le numéro de mars de *Sky & Telescope* publie des extraits de lettres de lecteurs en écho à l'éditorial du numéro de janvier, lecteurs quasiment tous très critiques à l'égard de Meade. On y découvre que cette firme est aussi sous investigation pour des problèmes d'éthique et qu'elle a un historique de tentatives de procédures judiciaires à l'égard de ses rivaux. Certains considèrent donc que ce n'est que juste retour des choses ce qu'il lui arrive actuellement, d'autant plus qu'elle n'en est pas à son premier écart de langage – par exemple avec les oculaires «Super Plössl» à cinq éléments alors que le Plössl authentique n'en a que quatre par conception. C'est aussi Meade qui publicise le LX200R comme un «Hubble pour votre jardin». Il est ainsi évident que Hubble, Ritchey, Chrétien et autres ne sont que des slogans de marketing pour la société Meade, sans égard pour ce que ces noms peuvent recouvrir exactement.

*2. Henri Chrétien (1879-1956, à gauche) inventa différentes combinaisons optiques, dont le catadioptre et le processus anamorphique à grand champ (CinemaScope). Il est co-fondateur de l'Institut Supérieur d'Optique français (1920) et de la société Réosc (1937) qui a mis en forme les miroirs de plusieurs grands télescopes. En 1910, Chrétien mit au point avec George Willis Ritchey (1864-1945, au centre) un type de télescope portant leur nom (voir texte). Ritchey passa par les observatoires de Cincinnati, Yerkes et du Mont Wilson dont il s'occupa des instruments. Il séjourna aussi à l'Observatoire de Paris avant de repartir pour le US Naval Observatory de Washington. Bernhard Schmidt (1879-1935, à droite) naquit sur l'île estonienne de Naissar et perdit un bras à l'âge de 15 ans en manipulant des explosifs. Il travailla à l'Observatoire de Hamburg-Bergedorf où il développa en 1930 une chambre photographique à grand champ (voir Fig. 1). © OCA, SAF et Hamburger Sternw.*

*1. Schémas des télescopes du type Schmidt, Schmidt-Cassegrain et Ritchey-Chrétien (de haut en bas). Dans la chambre de Schmidt la plus simple (en haut), l'élément optique concentrateur est un miroir sphérique, aisé à fabriquer. Il est précédé en son centre de courbure d'une lame correctrice. Le récepteur, de surface courbe, est placé au foyer primaire, à l'intérieur. Cette combinaison permet des instruments ouverts et lumineux, tout en contrôlant les aberrations de coma et d'astigmatisme dans un champ relativement grand. Dans la structure en Schmidt-Cassegrain, un miroir secondaire convexe renvoie la lumière au travers d'une ouverture au centre du miroir primaire. Les avantages sont évidents: compacité et récepteur extérieur. Comme expliqué dans le texte, le télescope Ritchey-Chrétien (en bas) est de structure Cassegrain, mais doté de miroirs hyperboliques produisant un grand champ débarrassé d'aberrations, d'où son intérêt pour l'astrophotographie, par exemple.*



********

Nous avons souligné à plusieurs reprises en ces pages[4] l'importance d'utiliser des termes corrects, comme il sied à une approche scientifique, objective et non ambiguë des choses. Même si certaines expressions – comme par exemple «observatoires virtuels» – finissent par pénétrer notre langage quotidien, elles restent des sources de confusion potentielle pour le monde extérieur[5]. Et plus d'un publicitaire a appris à ses dépens qu'un langage trompeur, voulu tel ou non, réserve souvent des retours de flammes dommageables.

Peut-être perturbé par cette affaire Meade, Rick Fienberg cite quelques autres abus de langage dans son éditorial du numéro de mars 2007 de *Sky & Telescope*:

- le terme «théorie» qui est de plus en plus synonyme dans la pratique parlée de supposition ou de vague idée alors que, pour le scientifique, une théorie est un ensemble de faits et de principes expliquant des phénomènes et permettant des prédictions pouvant la confirmer ou l'infirmer;
- les «faits» justement qui ne sont pas simplement des déclarations de personnes que nous estimons dignes de confiance, mais des éléments confirmés par des observations indépendantes en nombre suffisant pour qu'on ne puisse plus les mettre en doute;
- les «preuves directes» ou les «preuves définitives» présentées assez maladroitement par de multiples communiqués de presse d'institutions scientifiques qui ne sont en général au mieux que des meilleures manifestations, obtenues au jour dit, de ce qui est recherché ou supposé.

Ce dernier exemple va évidemment dans le sens des dérives sensationnalistes des médias que nous ne connaissons que trop de nos jours[6]. Un retour vers une approche plus scientifique des réalités, de même qu'une éducation des jeunes dans cet esprit, sont plus que jamais nécessaires. Aux Etats-Unis, c'est plutôt l'inverse qui se passe avec des tentatives de dévier le terme même de «science» vers quelque chose se rapprochant de la religion. Mais c'est là un autre débat sur lequel nous aurons très probablement l'occasion de revenir.

AL NATH

[4] Voir par exemple «Le droit de rester internelligent», *Orion* **56/4** (1998) pp. 39-40 et «Des observatoires virtuels?», *Orion* **58/3** (2000) p. 19.

[5] Un haut fonctionnaire me demanda un jour pourquoi les scientifiques recherchaient des subventions pour les observatoires virtuels alors qu'il s'agissait dans sa compréhension de choses immatérielles («virtuelles»).

[6] Voir par exemple «Cave Media», *Orion* **56/3** (1998) 39-41.

## Buchbesprechungen
## Bibliographies

**Lindberg Christensen, Lars: *The Hands-On Guide for Science Communicators – A Step-by-Step Approach to Public Outreach***, Springer, New York, 2007, xvi + 270pp., ISBN 0-387-26324-1, € 24.95

D'emblée, cet ouvrage ne peut qu'être recommandé à toute personne qui, de près ou de loin, s'occupe de vulgarisation ou, comme l'on dit de nos jours, de communication scientifique. Ce guide comble un vide. Il est en plus bien présenté, dans un style plaisant; il regorge d'illustrations et de conseils pratiques avec des exemples tirés de la physique et de l'astronomie. C'est une contribution fondamentale. Une bonne connaissance de l'anglais est évidemment nécessaire pour en profiter pleinement.

Depuis le Space Telescope – European Coordinating Facility (ST-ECF – Centre de Coordination pour l'Europe du Télescope Spatial) à Garching, l'auteur dirige pour notre continent la communication pour le Hubble Space Telescope (HST) et le futur James Webb Space Telescope (JWST). Il est également le «press officer» de l'Union Astronomique Internationale (UAI) basée à Paris. Lars Lindberg Christensen a été le plus jeune récipiendaire (en 2005) de la médaille Tycho Brahe pour la communication scientifique, décernée par la Fondation Bodil Pedersen. Entre autres choses, il est aussi un membre fondateur et le secrétaire du Groupe de Travail de l'UAI «*Communicating Astronomy with the Public*» (*Communication de l'Astronomie au Public*). Au nombre de ses réussites se trouve par exemple le film documentaire scientifique *Hubble – 15 Years of Discovery* (Hubble – 15 Ans de Découvertes) qu'il a dirigé et qui a été distribué à quelque 750 000 exemplaires.

Le guide présenté ici traite de tous les aspects de la communication scientifique. L'ouvrage débute par des généralités sur celle-ci, sur le processus et le contexte de travail, puis consacre une vaste section à la séquence de communication: la chaîne elle-même, les groupes visés (cibles), les types de produits, la communication écrite et visuelle, la distribution, l'évaluation et l'archivage. Une autre part substantielle du guide traite de sujets spécifiques tels que sites web, production vidéo, communication de crise, ainsi que les directives, conférences de presse, différences nationales et culturelles (rarement abordées ailleurs), aspects commerciaux, problèmes de crédibilité (importants), etc. Le livre est complété par un glossaire et un index fournis, de même que par d'utiles références et liens web.

S'il est ouvertement destiné à la communication vers le public, cet ouvrage sera aussi utile aux scientifiques dans leurs communications professionnelles quotidiennes. En bref, ce joyau mérite de figurer dans toutes les bibliothèques astronomiques ou sur la table de travail de chaque astronome!

André Heck


## Impressum Orion

**Leitender Redaktor/*Rédacteur en chef*:**

**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, Berichte sowie Anfragen zu Inseraten sind an obenstehende Adresse zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren.
*Les manuscrits, illustrations, articles ainsi que les demandes d'information concernant les annonces doivent être envoyés a l'adresse ci-dessus. Les auteurs sont responsables des articles publiés dans cette revue.*

**Zugeordneter Redaktor/ *Rédacteur associé:***

**Prof. André Heck**, Observatoire astronomique, 11, rue de l'Université, F-67000 Strasbourg
e-mail: aheck@cluster.u-strasbg.fr

**Ständige Redaktionsmitarbeiter/ *Collaborateurs permanents de la rédaction***

**Thomas Baer**, Bankstrasse 22, CH-8424 Embrach
e-mail: th_baer@bluewin.ch
**Armin Behrend**, Vy Perroud 242b CH-2126 Les Verrières/NE
e-mail: omg-ab@bluewin.ch
**Dr. Noël Cramer**, Clos des Ecornaches 24, CH-1226 Thônex
e-mail: noel.cramer@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

**Auflage/*Tirage*:**

2000 Exemplare, *2000 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.*

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

**Zentralsekretariat der SAG/ *Secrétariat central de la SAS*:**

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

**Zentralkassier/*Trésorier central*:**

**Dieter Späni**,
Bachmattstrasse 9, CH-8618 Oetwil
e-mail: dieterspaeni@bluewin.ch
Postcheck-Konto SAG: 82-158 Schaffhausen.

**Abonnementspreise/ *Prix d'abonnement*:**

Schweiz: SFr. 60.–, Ausland: € 50.–.
Jungmitglieder (nur in der Schweiz): SFr. 30.–
Mitgliederbeiträge sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.
*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.*
**Einzelhefte** sind für SFr.10.– zuzüglich Porto und Verpackung beim Zentralsekretariat erhältlich.
***Des numéros isolés*** *peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de Frs.10.– plus port et emballage.*

**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

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

http://www.astroinfo.ch



**Copyright:**

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



**Druck/*Impression*:**

Imprimerie du Sud SA, CP 352, CH-1630 Bulle 1
e-mail: michel.sessa@imprimerie-du-sud.ch

*ISSN 0030-557 X*


## Inserenten / Annonceurs


• **Astro-Lesemappe**, Seite/page 20; • **Dark-Sky Switzerland**, Stäfa, Seite/page 28; • **Galileo**, Morges, Seite/page 35; • **Meade Instruments Europe**, D-Borken/Westf, Seite/page 2; • **Wyss Foto**, Zürich, Seite/page 36.

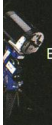
# GALILEO - Ihr Astrospezialist

## EADE

Bridge Dobson Deluxe
e Öffnung für kleine
e
nm: 494€/781CHF
nm: 653€/1031CHF
nm: 1027€/1622CHF
nm: 2334€/3688CHF

Advanced Ritchey-Chrétien LX200R
für visuelle Beobachtungen
und Astrotografie
203mm: 2984€/4715CHF
254mm: 3951€/6242CHF
305mm: 5225€/8256CHF
355mm: 7350€/11613CHF
406mm: 13187€/20836CHF

nced Ritchey-Chrétien RCX400
e Fotografie optimiert
nm: 6349€/10027CHF
nm: 7603€/12012CHF
nm: 10460€/16527CHF
nm: 17503€/27654CHF



Advanced Ritchey-Chrétien RCX400
auf MaxMount-Montierung
Ein Gigant für visuelle Beobachtungen
und die Astrofotografie
406mm: 30727€/48549CHF
508mm: 40908€/64634CHF

nced Ritchey-Chrétien (nur Tubus)
nm: 1363€/2154CHF
nm: 1957€/3092CHF
nm: 2918€/4611CHF
nm: 4035€/6375CHF
nm: 8611€/13606CHF
nm RCX: 13998€/22120CHF
nm RCX: 21463€/33911CHF

## CELESTRON

Maksutov NexStar SE
transportables GoTo-System
102mm: 632€/999CHF

Schmidt-Cassegrain NexStar SE
transportables GoTo-System
125mm: 1095€/1730CHF
152mm: 1528€/2415CHF
203mm: 2019€/3190CHF

Schmidt-Cassegrain auf CGE
Präzision für die Astrofotografie
203mm: 5247€/8290CHF
235mm: 5690€/8990CHF
280mm: 6323€/9990CHF
355mm: 8728€/13790CHF

## TELEVUE

Apochromatische Refraktoren
für gestochen scharfe Abbildungen
60mm: 849€/1342CHF
76mm: 1341€/2120CHF
85mm: 1792€/2832CHF

Apochromatische IS Refraktoren
optimiert für die Astrofotografie
60mm: 1667€/2634CHF
102mm: 2956€/4672CHF

Apochromatische NP Refraktoren
Vierlinser mit schnellem
Öffnungsverhältnis für die
Astrofotografie
101mm: 4057€/6411CHF
127mm: 7150€/11297CHF

## TAKAHASHI

Apochromatische Refraktoren
perfekte Abbildungen,
visuell und fotografisch
FS 60: 517€/818CHF
Sky 90: 1647€/2603CHF
FSQ 106ED: 3578€/5654CHF
TSA 102: 1653€/2770CHF
TOA 130: 4349€/6872CHF
TOA 150: 7960€/12578CHF

Dall-Kirkham Mewlon
für scharfe und kontrastreiche
Abbildungen
180mm: 1867€/2950CHF
210mm: 2319€/3665CHF
250mm: 5657€/8939CHF
300mm: 12785€/20201CHF

Cassegrain-Newton CN-212
Zwei Teleskope in einem.
f/12.4 und f/3.9
212mm: 3168€/5006CHF

Astrograph Epsilon
180mm Newton mit f/2.8
3682€/5819CHF

Ritchey-Chrétien BRC und FRC
perfekt für die Astrofotografie
250mm: 10098€/15956CHF

## OBSESSION

Hochwertige Dobson-Teleskope
auch mit GoTo-System erhältlich
318mm: 3710€/5862CHF
381mm: 4949€/7820CHF
457mm: 6559€/10364CHF
508mm: 7427€/11734CHF
635mm: 12998€/20543CHF
762mm: 17957€/28372CHF

## WILLIAM OPTICS

ZenithStar-Reihe
APO-Refraktoren mit perfektem Finishing
66mm SD: 411€/650CHF
80mm ED: 632€/999CHF
80mm FL: 992€/1568CHF
110mm TMB: 2721€/4299CHF

Megrez-Reihe
APO-Refraktoren mit hoher
mechanischer Präzision
80mm TMB: 1392€/2199CHF
90mm ED: 1127€/1781CHF

FluoroStar FLT
APO-Refraktoren mit grosser Öffnung
Fluorostar 110mm: 2753€/4349CHF
FLT 132mm TMB: 3578€/5653CHF

## RCOS

RC-Teleskope in Perfektion
exklusiv für die Astrofotografie
254mm: 12940€/20445CHF
317mm: 15941€/25187CHF
368mm: 23632€/37338CHF
405mm: 31184€/49271CHF
506mm: 49832€/78735CHF

## ASA

Astrographen höchster Qualität
203mm: ab 3751€/5927CHF
254mm: ab 4690€/7410CHF
305mm: ab 7041€/11125CHF

## TEC

Apochromatische Dreilinser
ölgefüllt, hochauflösend
mit ED- oder Fluoritgläsern
140mm: 4991€/7885CHF
160mm: 12288€/19415CHF
180mm: 17604€/27815CHF
200mm: 26576€/41990CHF

## uppeln von Sirius Observatories

gestellt aus Glasfaser, sorgfältige Verarbeitung, Motorisierung optionell
nputergesteuert, europäischer Generalimport direkt aus Australien.

HOME-Variante

| | |
|---|---|
| Durchmesser: | 2.30m |
| Gesamte Höhe: | 2.65m |
| Wandhöhe: | 1.50m |
| Kuppel ohne Wänden: | 7147 CHF |
| Kuppel mit Wänden: | 11386 CHF |
| Motorisierung: | 3932 CHF |

SCHOOL-Variante

| | |
|---|---|
| Durchmesser: | 3.50m |
| Gesamte Höhe: | 3.25m |
| Wandhöhe: | 1.50m |
| Kuppel ohne Wänden: | 15582 CHF |
| Kuppel mit Wänden: | 22840 CHF |
| Motorisierung: | 4213 CHF |

UNIVERSITY-Variante

| | |
|---|---|
| Durchmesser: | 6.70m |
| Gesamte Höhe: | 5.50m |
| Wandhöhe: | 2.00m |
| Kuppel ohne Wänden: | 63403 CHF |
| Kuppel mit Wänden: | 90090 CHF |
| Motorisierung: | inkl. |

**Grüner Laserpointer**

Leistungsstarker und sehr gut
sichtbarer Laserpointer. Ideal für
öffentliche Führungen.
Verkauf nur in der Schweiz.
149 CHF

galileo

ADM - Argo Navis - Artemis - ASA - Astrodon - Astronomik - AstroZap - Atik - Baader Planetarium - Bob's Knobs - Canon - Celestron
Cercis Astro - Coronado - Denkmeier Diffraction Limited - Equatorial Platforms - FLI - Gemini - Geoptik - Imaging Source - Imports chinois
Intes Micro - JMI - Johnsonian Design - Losmandy - Lumicon - Lymax Meade - Miyauchi - Obsession - OGS - Optec - RCOS - RoboFocus
SBIG - Shoestring Astronomy - Sirius Observatories - SkyWatcher - Software Bisque - SolarScope - Starlight Instruments - Starlight Xpress
StarryNight - StarWay - StellarCat - Swarowski - Takahashi - TEC - TeleVue - Thousand Oaks - True Technology - Vixen - William Optics

**www.galileo.cc** **info@galileo.cc**

Limmattalstrasse 206 - 8049 Zürich - Tel. : +41 (0) 44 340 23 00 - Fax : +41 (0) 44 340 23 02
Rue de Genève 7 - 1003 Lausanne - Tel. : +41 (0) 21 803 30 75 - Fax : +41 (0) 21 803 30 77

# Teleskop-Serie CPC

CELESTRON®

## CPC – die modernste Teleskopgeneration von Celestron

Änderungen vorbehalten 12/05

Revolutionäre Alignementverfahre
Mit «SkyAlign» müssen Sie kein
Stern mehr mit Namen kennen. Sie fa
ren mit dem Teleskop drei beliebi
Sterne an, drücken «Enter» und sch
errechnet der eingebaute Computer d
Sternenhimmel und Sie können üb
40 000 Objekte in der Datenbank p
Knopfdruck positionieren. Ihren Star
ort auf der Erde und die lokale Z
entnimmt das Teleskop automatisch d
GPS-Satellitendaten.
«SkyAlign» funktioniert ohne das Te
skop nach Norden auszurichten, oh
Polarstern – auf Terrasse und Balkon
auch bei eingeschränkten Sichtve
hältnissen!

Mit «Solar System Align» können Sie
Objekte des Sonnensystems für d
Alignment nutzen. Fahren Sie einfa
die Sonne an (nur mit geeignete
Objektivfilter!), drücken Sie «Ente
und finden danach helle Sterne u
Planeten mühelos am Taghimmel!

Alle Funktionen des Handcontrolle
(inkl. PEC) lassen sich durch die m
gelieferte NexRemote-Software vo
PC aus fernsteuern. Der Handcontrol
ist per Internet updatefähig.

Die Basis (11" grosses Kugellager) u
die Doppelarm-Gabelmontierung trag
das Teleskop, auch mit schwere
Zubehör, stabil.

Easy as 1-2-3
SkyAlign™
USE NEARLY ANY 3 BRIGHT OBJECTS IN THE SKY TO ALIGN YOUR TELESCOPE!

**CPC 800**
Schmidt-Cassegrain-Spiegelteleskop mit Starbright Vergütung Ø 203 mm, Brennweite 2032 mm, f/10 Geliefert mit 40 mm Okular Ø 1¼" (51x), Zenitspiegel Ø 1¼", Sucherfernrohr 8x50, Autobatterieadapter und höhenverstellbarem Stahlstativ.

**Fr. 4790.–**

(Aufpreis für XLT-Vergütung Fr. 170.-

CELESTRON Teleskope von der Schweizer Generalvertretung mit Garantie und Service.

proastro
P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Dufourstrasse 124 · 8008 Zürich
Tel. 044 383 01 08 · Fax 044 380 29
info@celestron.ch