

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 64 (2006)  
**Heft:** 336

## 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:** 21.07.2025

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

**336**

**S** 2006

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

**ORION**



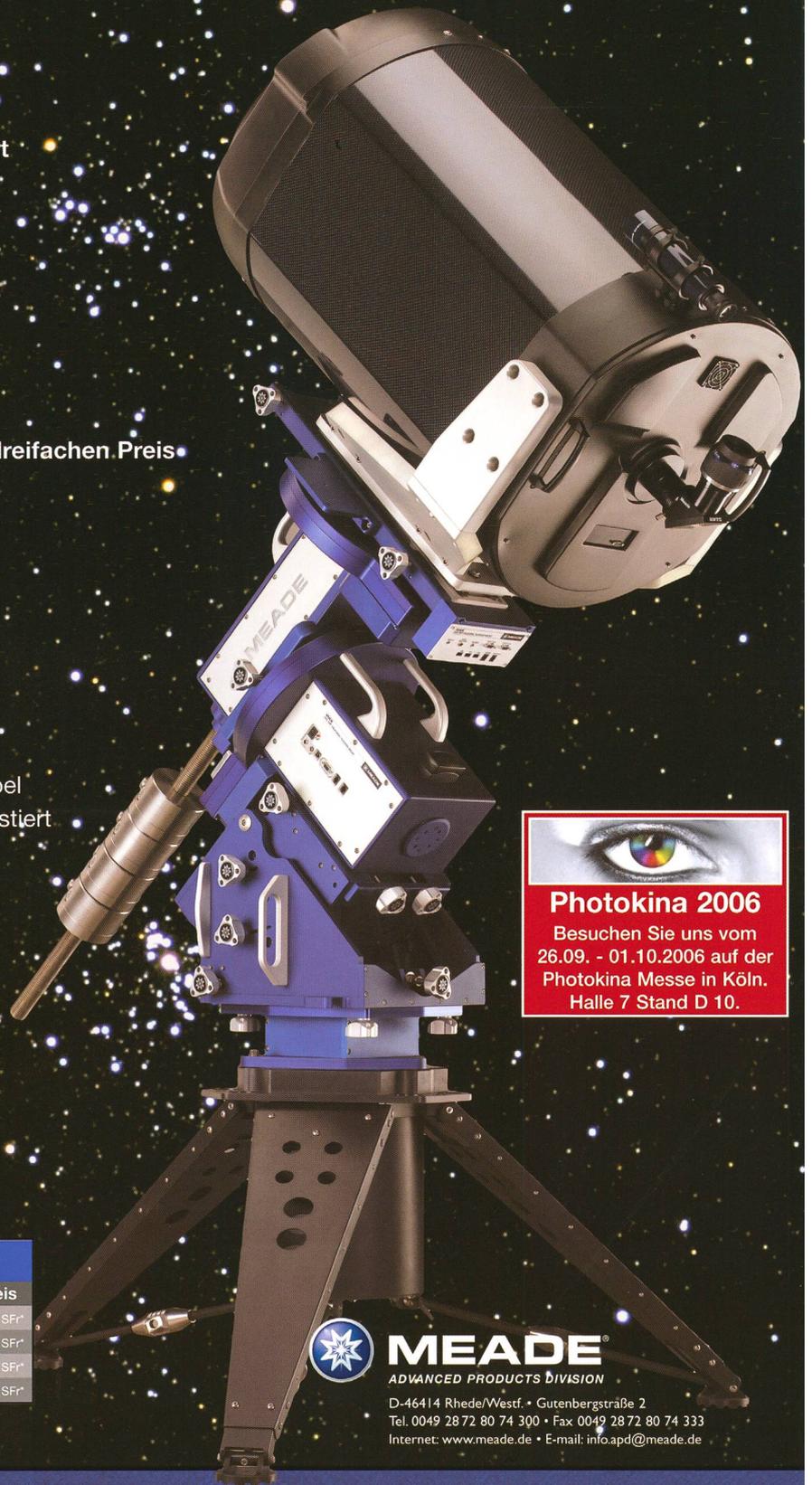
# RCX400 MAX-Mount 16" & 20" Advanced Ritchey-Chrétien

Nutzlast insgesamt: 115 kg  
 Öffnung: 16" + 20"  
 Optik: Advanced Ritchey-Chrétien  
 Vergütungen: UHTC™  
 Montierungstyp: deutsch, computergesteuert  
 Schneckenraddurchmesser: 346 mm  
 Periodischer Fehler: ca. 2 Bogensekunden  
 Polhöhenbereich: 0-90°  
 Anzahl der Zähne: 652 (RA + DEC)

Das erste voll integrierte System seiner Art:  
**Software / Montierung / Teleskop**  
 Sie könnten sich ein kleineres System zum dreifachen Preis  
 zusammenstellen lassen. Aber warum?

## Technische Highlights:

- Austauschbare Schwalbenschwanzplatten
- Interne Verkabelung
- Optik schnell austauschbar
- Incl. erweiterter AutoStar Software
- Steuerbar via Handbox, Netzwerk, Internet
- Saubere Installation ohne außen liegende Kabel
- Überdimensionierter Hauptspiegel, fix, laserjustiert
- Tubuslüfter und Korrektorplattenheizung integriert
- Computeroptimierte Streulichtblenden
- Kupplungsloses, voll gekapseltes Getriebe mit vorgespannten Schnecken
- Elektronisches Front-Fokus-System
- Kohlefasertubus
- Elektronische Kollimation




**Photokina 2006**  
 Besuchen Sie uns vom  
 26.09. - 01.10.2006 auf der  
 Photokina Messe in Köln.  
 Halle 7 Stand D 10.

## RCX400 MAX-Mount

Modell	Art.Nr.	Preis
16" RCX400 auf Max-Mount mit Stativ	0132040	37.249 SFR
16" RCX400 auf Max-Mount mit Azimutal-Säule	0132041	37.249 SFR
20" RCX400 auf Max-Mount mit Stativ	0132050	51.299 SFR
20" RCX400 auf Max-Mount mit Azimutal-Säule	0132051	51.299 SFR

\*Unverbindliche Preisempfehlung in SFR, (CH).



**MEADE**  
 ADVANCED PRODUCTS DIVISION

D-46414 Rhede/Westf. • Gutenbergstraße 2  
 Tel. 0049 2872 80 74 300 • Fax 0049 2872 80 74 333  
 Internet: www.meade.de • E-mail: info.apd@meade.de



### 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.

vom **07.10.** bis **08.10.2006** 10:00 - 18:00 Uhr in **Frankfurt a.M.**  
 (DORINT NOVOTEL Hotel Frankfurt City in der Lise-Meitner-Straße 2, 60486 Frankfurt)

am **07.10.2006** von 9:00 - 18:00 Uhr in **München**  
 (ASTROCOM, Fraunhoferstraße 14, 82152 Martinsried/München, Tel.: 0049 89-8583660)

am **21.10.2006** von 10:00 - 18:00 Uhr in **Wiesbaden**  
 (AIT Astronomische Instrumente Thiele, Walkmühlstr. 4, 65195 Wiesbaden, Tel.: 0049 611-407226)

am **29.10.2006** 10:00 - 18:00 Uhr in **Bochum**  
 (Krane Optik, Kortumstr. 109, 44787 Bochum, Tel. 0049 234/681026)

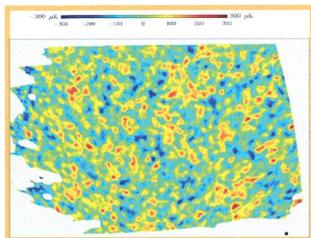
Rückfragen / Ausstellungswünsche unter: Tel.: 0049 28 72/80 74-300

vom **04.11.** bis **05.11.2006** 10:00 - 18:00 Uhr in **Köln**  
 (DORINT NOVOTEL Hotel Köln City in der Bayenstr. 51, 50678 Köln)

vom **05.12.** bis **07.12.2006** 9:30 - 19:00 Uhr in **Frankfurt a.M.**  
 (SEB BANK Frankfurt im Steinweg 5, 60313 Frankfurt)

vom **09.12.** bis **10.12.2006** in **Kassel**  
 (MÖVENPICK Hotel Kassel in der Spohrstraße 4 (Kurfürstengalerie))

am **16.12.2006** 10:00 - 18:00 Uhr in **Essen**  
 (Krane Optik, Limbecker Platz 7, 45127 Essen, Tel. 0049 201/228644 o. 232910)



Les premières molécules de l'Univers - 4



Generalversammlung der SAG  
 Assemblée générale de la SAS - 16



7. Internationale Astronomiewoche  
 Arosa - 20



Les Potins d'Uranie: Le «truc d'Ernest» - 26



Les Potins d'Uranie: Etreinte Céleste - 30

## Grundlagen - Notions fondamentales

*Les premières molécules de l'Univers* - DENIS PUY 4

## Sektionsberichte - Communications des sections

*Generalversammlung der SAG am 20.-21. Mai 2006*  
*Assemblée générale de la SAS les 20-21 mai 2006* - KLAUS VONLANTHEN 17  
*7. Internationale Astronomiewoche Arosa 22. - 29. Juli 2006* - HULDRICH HOCH 20  
*Das Planetarium aus Zürich feiert sein zehnjähriges Bestehen*  
 URS SCHEIFELE, MATTHIAS HOFER 24

## Beobachtungen - Observations

*Lunar-scenic-flyby* - ANTHONY AYIOMAMITIS 25  
*Swiss Wolf Numbers 2006* - MARCEL BISSEGGER 25

## Diversa - Divers

*Les Potins d'Uranie* - Le «truc d'Ernest» - AL NATH 26  
*Les Potins d'Uranie* - L'Axe du Monde - AL NATH 28  
*Les Potins d'Uranie* - Étreinte Céleste - AL NATH 30

## Weitere Rubriken - Autres rubriques

*An- Verkauf - Petite Annonce* 28  
*Buchbesprechungen - Bibliographies* 32  
*Veranstaltungskalender - Calendrier des activités* 33  
*Buchbesprechungen - Bibliographies* 34  
*Errata* 34  
*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

Vénus se lève fortement rougie en compagnie des Pléiades et par clair de lune au-dessus du stratus qui recouvre l'océan Atlantique. Photo prise le 22 juin 2006 depuis l'observatoire de Cerro de los Muchachos, 2400m, Île de La Palma des Canaries. La lueur rouge au premier plan vient de l'éclairage public de la ville de Barlovento. Un ancien objectif très lumineux Pentax (f:1.2, 50mm) adapté sur un boîtier numérique (Pentax \*istDS) réglé à 800ASA permet de faire des prises de vue presque «instantanées» du ciel nocturne  
 (Photo NOËL CRAMER)

Redaktionsschluss / Délai rédactionnel N° 337 - 16.10.2006 • N° 338 - 11.12.2006

# Les premières molécules de l'Univers\*

DENIS PUY\*\*

«Je ne puis regarder une feuille d'arbre sans être écrasé par l'Univers»

VICTOR HUGO

Les molécules sont omniprésentes dans notre vie quotidienne. Ce que nous mangeons, buvons, respirons, fabriquons, la revue que vous avez entre les mains, l'encre qui a permis d'imprimer cet article; tout dans notre monde est composé de molécules ou plus précisément d'atomes qui s'associent pour former de multiples molécules aux propriétés très diverses. L'origine première des molécules a été pendant très longtemps une question relativement négligée, bien que les molécules se révèlent essentielles à de nombreux mécanismes chimique, physique et dynamique en astrophysique. La formation des premières molécules était, il y a encore une vingtaine d'années, très peu étudiées. Les développements théoriques actuels ainsi que les perspectives observationnelles de l'Univers profond, dans un très proche futur, permettent désormais de reconsidérer l'astrochimie primordiale au point d'envisager un rôle central dans les grandes questions cosmologiques relatives aux processus de formation des premières structures gravitationnelles de l'Univers.

Une molécule, loin d'être un objet inerte, peut vibrer, tourner, se dissocier par collision ou s'associer à d'autres; une molécule peut par ailleurs chauffer ou refroidir son milieu environnant. Ainsi une présence moléculaire dans un quelconque milieu astrophysique peut engendrer d'importantes conséquences sur son évolution thermodynamique et dynamique. Les premières molécules de l'Univers, ou molécules primordiales, vont donc avoir de grandes incidences sur la caractérisation des premiers objets de l'Univers et plus particulièrement sur la nature de ces derniers. Comme nous le verrons il se pourrait que ces

premiers objets gravitationnels soient des étoiles massives initiées par la présence de molécules.

L'objet de cet article est de présenter les mécanismes de formation des premières molécules de l'Univers, puis de décrire les conséquences de ces dernières sur la structuration de la matière aux grandes échelles. Après un bref rappel historique, au premier paragraphe, sur le concept d'atomes et de molécules, nous décrirons, au second paragraphe, le mécanisme de synthèse des premiers atomes de l'Univers dans le cadre du paradigme d'expansion de l'Univers. Ceci nous conduira au processus de formation des premières molécules de l'Univers, décrit au troisième paragraphe, puis aux conséquences de l'existence de ces dernières sur la dynamique de formation des premières structures de l'Univers (quatrième paragraphe). Dans le dernier paragraphe nous aborderons les projets expérimentaux du futur visant à mettre en évidence une signature des premières molécules de l'Univers afin de comprendre l'origine et les caractéristiques des premiers objets apparaissant dans l'Univers.

## 1. Le concept d'atomes et de molécules

La volonté de compréhension de la diversité des êtres et des objets de la nature a toujours été une grande question chez les hommes à l'instar de celle de comprendre l'agencement du cosmos ou de son organisation universelle. Aussi loin que remonte les textes écrits, l'aspiration chez l'homme de posséder une description simple de la matière, qui l'environne et le compose, reste centrale.

Le concept d'atome est vraisemblablement apparu en Grèce antique il y a près de vingt-cinq siècles. Leucippe de Milet introduit pour la première fois l'idée que la matière pouvait être structurée en entités élémentaires, indivisibles, insécables appelées «*a-tomos*» (en grec ancien). Le plus célèbre de ses élèves Démocrite d'Abdère, voir figure 1, compléta cette notion au point d'en faire une théorie qui permit de fournir une explication de la création et de la structuration progressive de l'Univers. A la même



Fig. 1: Effigie de Démocrite d'Abdère sur le billet de 100 Drachmes de l'ancienne monnaie grecque (substituée désormais par l'euro). Sur cette coupure bancaire Démocrite est présenté comme le «père» de la vision atomiste de la matière. Le rôle de Leucippe d'Elée, dans cette conception révolutionnaire, sera très souvent omis (l'élève Démocrite surpassa le maître Leucippe dans la notoriété).

époque émergeait en Inde la philosophie *Vaiseshika*. Selon le *Nyaya-Vaiseshika*<sup>1</sup> la matière est composée par un germe originel *l'anu*, en sanskrit, invisible et intangible, qui devient *paramanu* lorsqu'il prend une forme tangible.

Toutes ces idées préfigurent le concept moderne d'atomes et de molécules que l'on connaît. Ces réflexions sont en complète opposition avec celles d'Empédocle d'Agrigente développées quelques années auparavant. Pour Empédocle l'Univers fut générée à partir de quatre substances fondamentales ou racines:

## La Terre – l'Eau – l'Air – le Feu

Ces deux approches, qui ont certes la vision commune d'une discontinuité de la matière à l'échelle microscopique et d'une continuité à l'échelle macroscopique, s'opposent profondément sur la nature des constituants fondamentaux de la matière. Le dogme empédoclien des quatre substances primordiales va perdurer pendant de nombreux siècles et notamment sous l'impulsion essentielle des deux grands philosophes grecs PLATON D'ATHÈNES et ARISTOTE DE STAGIRE son élève. Aristote va jeter les premiers fondements de la physique par l'introduction de modèles, la nature n'est plus un fait contemplatif mais un lieu d'étude [2]. Aux yeux du philosophe grec les quatre éléments fondamentaux (terre, eau, air et feu) se transforment les uns dans les autres et donnent naissance à n'importe lequel d'entre eux. Aristote ne croit pas aux atomes malgré qu'il ne rejette pas la possibilité d'une décomposition des substances en des éléments très petits, cependant tout corps qui n'est pas l'un des quatre éléments forme un composé de ces derniers. La doctrine atomiste sombra peu à peu dans l'oubli pendant de longs siècles, pour laisser place au triomphe durable de la théorie aristotélicienne [3].

\* Conférence principale en français tenue lors de l'assemblée générale 2005 de la SAS à Rümlang.

\*\* Professeur à l'Université des Sciences Montpellier II (Groupe de Recherche en Astronomie et en Astrophysique du Languedoc, France), associé également à l'Observatoire de Genève.

<sup>1</sup> Voir l'ouvrage sur le *VADAYA TANTRA D'AGIT MOOKERJEE* et *MADHU KHANNA* [1].

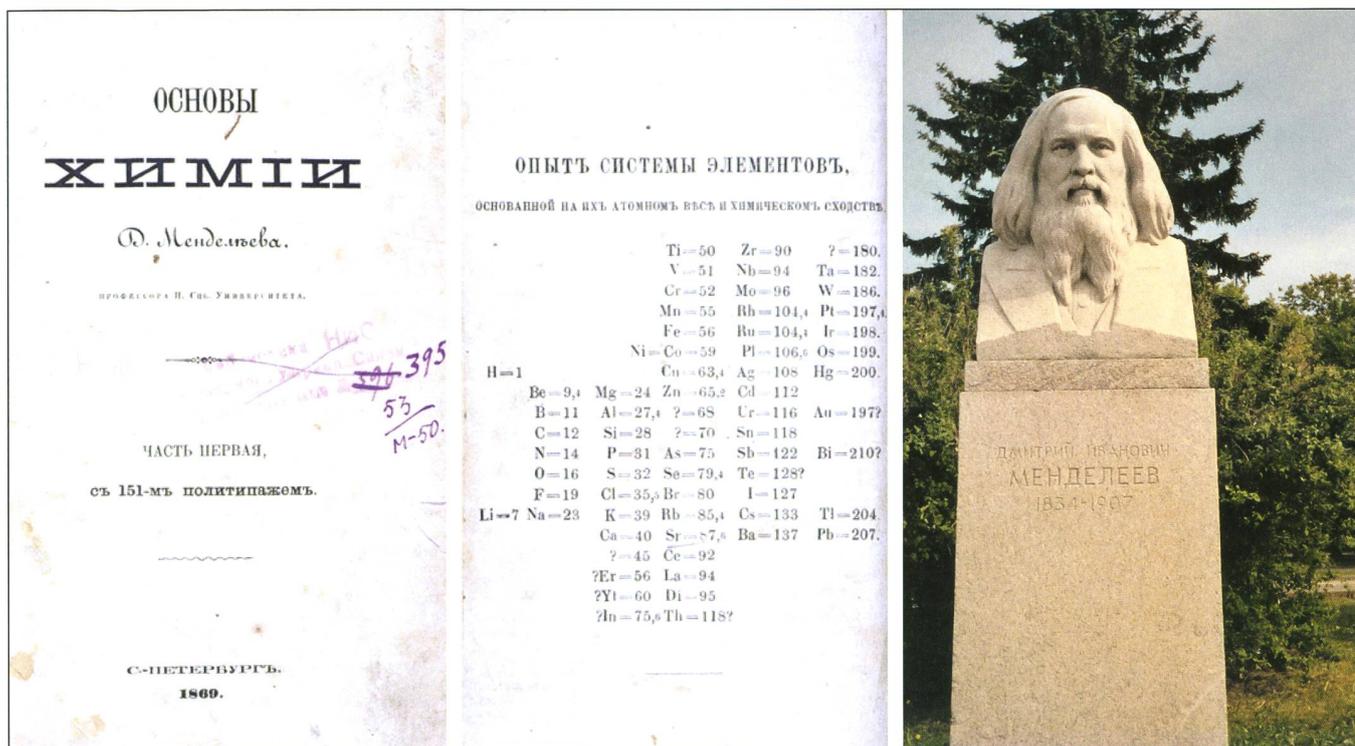


Fig. 2: Fac similé (Figs de gauche et centrale) de l'ouvrage rarissime de DMITRI IVANOVITCH MENDELEÏEV *Principes de la chimie*. Buste de MENDELEÏEV (photo de droite) dans le parc de l'Université Lomonossov à Moscou, photo prise par l'auteur.

Au début du 19<sup>e</sup> siècle le chimiste anglais JOHN DALTON suggère l'idée que chaque élément est assigné d'un *poids atomique* défini comme la masse minimale de chaque élément qui entre en composition avec un autre, et fixe arbitrairement la valeur unité, prise comme référence, à l'élément hydrogène. Ainsi les corps composés résulteraient de combinaisons chimiques ou d'association d'atomes en proportions fixes, les masses de ces derniers pouvaient être alors déduites expérimentalement. Pour identifier un élément chimique, les chimistes utilisèrent ce poids atomique; toutefois la frontière entre atome et molécule restait encore très floue. Cette distinction va être établie grâce aux travaux de GAY-LUSSAC (1809) et AVOGADRO (1811), en 1814 BERZELIUS suggère alors une notation à base de lettres pour représenter les éléments et détermine avec précision la masse d'un grand nombre d'éléments.

L'année 1860, durant laquelle le premier congrès international de chimie à Karlsruhe en Allemagne va avoir lieu, est une date cruciale dans l'histoire de la

chimie moléculaire. Durant ce congrès DMITRI IVANOVITCH MENDELEÏEV, voir figure 2, présente ses premières idées d'une classification des éléments fondamentaux de la nature qui seront exposées quelques années plus tard avec détails dans l'ouvrage de référence (traduit immédiatement en plusieurs langues) *Principes de la chimie*. Dans ce livre MENDELEÏEV introduit le célèbre *tableau périodique des éléments*, et constate que les 63 éléments connus à l'époque peuvent être classés selon leur masse atomique. Il laisse des cases vides pour des éléments encore inconnus mais dont il envisage l'existence si l'on classe les éléments par masses atomiques molaires croissantes, il pensait (avec justesse) pouvoir observer une certaine périodicité dans leurs propriétés.

Malgré cet agencement théorique cohérent la grande question astrophysique à l'égard de l'origine des premières molécules de l'Univers restait en suspens. L'explication va peu à peu voir le jour suite aux conceptions cosmologiques développées par ALBERT EINSTEIN au début du siècle dernier.

## 2. L'apparition des premiers noyaux atomiques de l'Univers

Les multiples festivités de l'année 2005 (déclarée celle de la physique) commémorant, en grande partie, les

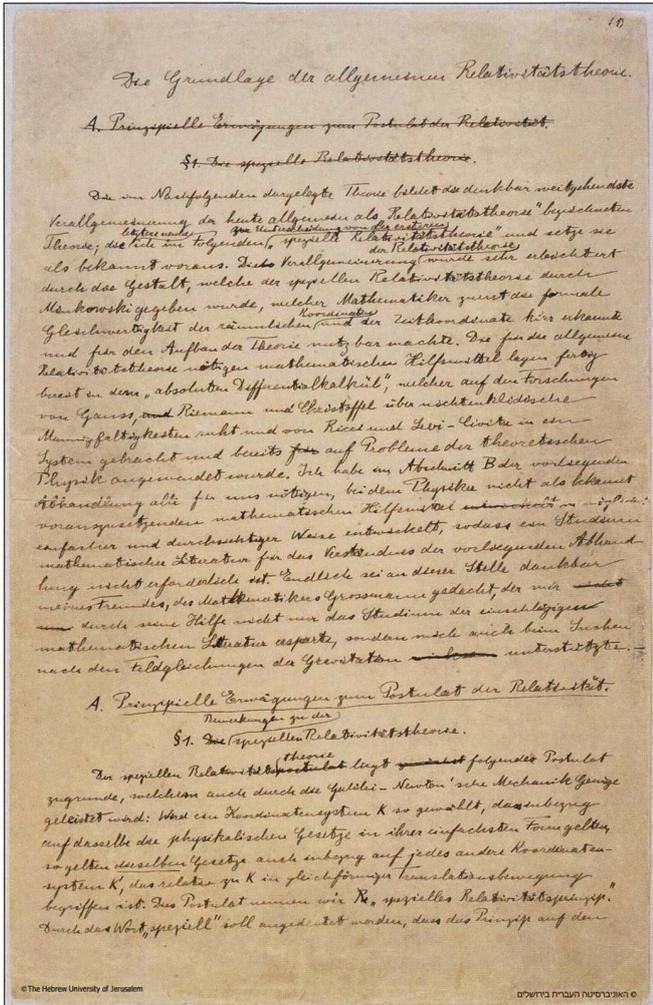
travaux d'ALBERT EINSTEIN nous rappelleront, avec force, la contribution magistrale du génial physicien à la physique moderne. La cosmologie lui est redevable plus qu'aucun autre domaine de la physique fondamentale. L'acte de naissance de la cosmologie moderne coïncide précisément avec la publication de l'article fondateur [4]: *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*<sup>2</sup> du physicien allemand il y a presque un siècle.

Dans cet article EINSTEIN exprime sa conviction d'inscrire la théorie de la gravitation dans le cadre mathématique des espaces courbes de RIEMANN (plus généraux que les espaces classiques d'EUCLIDE). Il établit alors le lien intrinsèque entre l'espace géométrique et son contenu énergétique en y introduisant un nouveau concept, celui d'espace-temps. Le temps et l'espace ne sont plus postulés «à priori»: c'est la distribution de matière contenue dans l'Univers qui détermine la *structure* de l'espace<sup>3</sup>.

Cette théorie aura un retentissement immédiat car elle explique à elle seule de nombreuses observations telles que l'avance du périhélie de Mercure, et prédit la déviation des rayons lumineux, par le champ de gravitation du Soleil, qui sera observée en 1919 par EDDINGTON [6].

<sup>2</sup> Fondation de la théorie de la relativité générale en allemand, voir figure 1.

<sup>3</sup> Voir à ce propos le monumental ouvrage [5] de MARIE-ANTOINETTE TONNELAT sur l'histoire du principe de relativité.



1916.

№. 7.

ANNALEN DER PHYSIK  
VIERTE FOLGE. BAND 49.

I. Die Grundlage  
der allgemeinen Relativitätstheorie;  
von A. Einstein.

Die im nachfolgenden dargelegte Theorie bildet die denkbar weitgehendste Verallgemeinerung der heute allgemein als „Relativitätstheorie“ bezeichneten Theorie; die letztere nenne ich im folgenden zur Unterscheidung von der ersteren „spezielle Relativitätstheorie“ und setze sie als bekannt voraus. Die Verallgemeinerung der Relativitätstheorie wurde sehr erleichtert durch die Gestalt, welche der speziellen Relativitätstheorie durch Minkowski gegeben wurde, welcher Mathematiker zuerst die formale Gleichwertigkeit der räumlichen Koordinaten und der Zeitkoordinate klar erkannte und für den Aufbau der Theorie nutzbar machte. Die für die allgemeine Relativitätstheorie nötigen mathematischen Hilfsmittel lagen fertig bereit in dem „absoluten Differentialkalkül“, welcher auf den Forschungen von Gauss, Riemann und Christoffel über nichteuklidische Mannigfaltigkeiten ruht und von Ricci und Levi-Civita in ein System gebracht und bereits auf Probleme der theoretischen Physik angewendet wurde. Ich habe im Abschnitt B der vorliegenden Abhandlung alle für uns nötigen, bei dem Physiker nicht als bekannt vorauszusetzenden mathematischen Hilfsmittel in möglichst einfacher und durchsichtiger Weise entwickelt, so daß ein Studium mathematischer Literatur für das Verständnis der vorliegenden Abhandlung nicht erforderlich ist. Endlich sei an dieser Stelle dankbar meines Freundes, des Mathematikers Grossmann, gedacht, der mir durch seine Hilfe nicht nur das Studium der einschlägigen mathematischen Literatur ersparte, sondern mich auch beim Suchen nach den Feldgleichungen der Gravitation unterstützte.

Annalen der Physik. IV. Folge. 49.

50

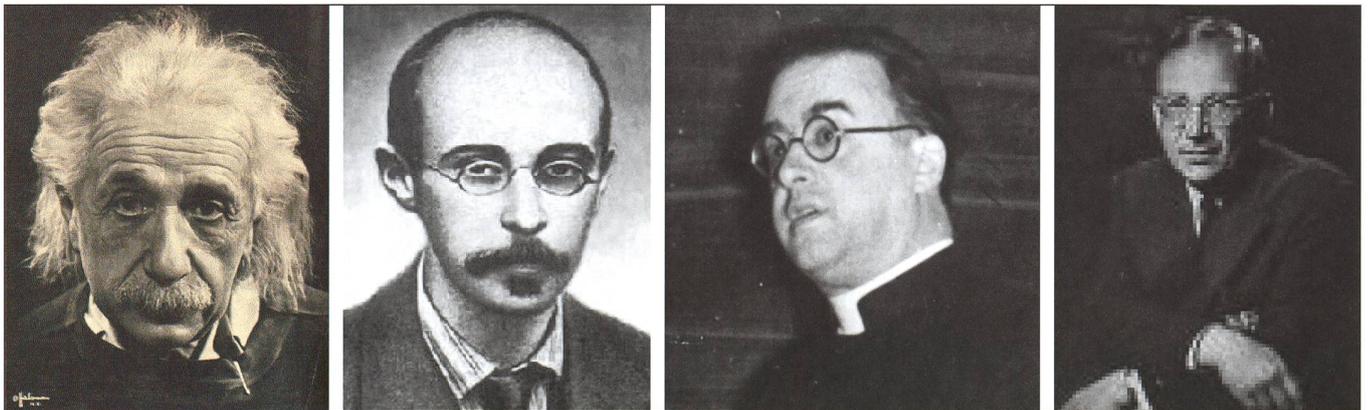
Fig. 3: Fac-similé (Fig. de gauche) des notes manuscrites d'ALBERT EINSTEIN soumis à la grande revue de physique de l'époque: *Annalen der Physik* [4]. Cet article, de 54 pages, publié en 1916 (Fig. de droite) pose les fondements de la cosmologie moderne (ces documents sont tirés des archives ALBERT EINSTEIN de l'Université Hébraïque de Jérusalem).

Ce nouveau concept d'espace va permettre de décrire l'Univers dans son ensemble en offrant un cadre mathématique cohérent. Partant des équations d'évolution de cet espace riemannien

courbe (i.e. l'Univers), le physicien mathématicien russe ALEXANDRE FRIEDMANN [7] et l'abbé astrophysicien d'origine belge GEORGES LEMAÎTRE [8] vont, indépendamment l'un de l'autre, proposer

une solution non statique soulignant la possibilité théorique que l'Univers soit en expansion<sup>4</sup>. Au début des années trente Humason & Hubble [10] présenteront des mesures de distances de nébu-

Fig. 4: Le Big Bang Quartet avec de gauche à droite: ALBERT EINSTEIN (1879-1955) qui concevra le cadre mathématique permettant de décrire l'Univers physique dans son ensemble, ALEXANDER FRIEDMANN (1888-1925, mort quasiment dans l'oubli on a retrouvé il y a quelques années sa tombe dans un cimetière moscovite...) le père avec GEORGES LEMAÎTRE (1894-1966) de la théorie de l'expansion de l'Univers. GEORGES GAMOW (1904-1968) sera le premier à comprendre les conséquences de la théorie expansionniste de Friedmann-Lemaître, notamment en fondant la première théorie de nucléosynthèse primordiale et en prédisant un rayonnement de fond (le fameux rayonnement de fond cosmologique mis en évidence fortuitement beaucoup plus tard, i.e. en 1965, par deux américains ARNO PENZIAS ET BOB WILSON).



leuses spirales et tirèrent une loi de proportionnalité entre la distance de ces dernières et leurs vitesses respectives déduites d'après le décalage spectral de leurs raies d'émissions. Ils montrèrent que la grande majorité de ces galaxies s'échappaient de nous, corroborant l'idée théorique d'un Univers en expansion. Malgré les réticences de quelques rares théoriciens<sup>5</sup>, l'expansion de l'Univers allait devenir la pierre d'achoppement de toute théorie cosmologique et offrir le cadre conceptuel à l'étude de son évolution [11].

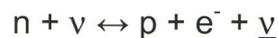
L'Univers en dilution au cours du temps sous-tend qu'il était plus dense et donc plus chaud qu'il ne l'est actuellement. Cette remarque va constituer le paradigme de pensée de l'astrophysicien GEORGES GAMOW<sup>6</sup> (voir figure 4). Cet astrophysicien naturalisé américain, venu de l'école russe de physique nucléaire, compris très vite les possibilités d'un Univers très chaud et très dense et fit une rapide analogie avec les études de formation de noyaux (dont il était le grand spécialiste de l'époque). L'Univers a du «connaître» une époque où les densités étaient telles qu'aucun objet gravitationnel n'a pu survivre. GAMOW et ses élèves ALPHER et HERMANN proposèrent que l'Univers fût constitué à ces débuts de particules élémentaires<sup>7</sup> couplées en-

tre elles du fait de l'extrême densité de cet Univers primordial. Partant de ce type de conditions initiales un scénario de l'évolution de l'Univers primitif va se dessiner. Au cours du temps l'expansion de l'Univers va engendrer une décroissance progressive de la densité et de la température moyenne de l'Univers. A l'image des transitions de phases thermodynamiques, nombreux changements de phases vont se mettre en action, dégageant quatre grandes étapes de l'Univers primordial:

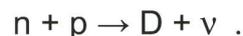
- L'INFLATION considérée comme une première phase extrêmement brutale ayant eut lieu lorsque l'Univers a un âge compris entre le temps de Planck  $t_P=10^{-43}$  s et  $t=10^{-36}$ s (pour mémoire l'âge actuel de l'Univers est estimé autour de 13,5 milliards d'années). Durant cette époque l'Univers va connaître une gigantesque dilution permettant entre autre de fournir une explication à la platitude actuelle de l'Univers (voir plus loin).
- LA TRANSITION DE GRANDE UNIFICATION lorsque l'Univers avait un âge de  $10^{-33}$  s et une température d'environ  $10^{28}$  K. C'est durant cette époque que deux interactions fondamentales de la physique se découpent: la force électrofaible et l'interaction forte.
- LA TRANSITION ÉLECTROFAIBLE libérant la force électromagnétique et l'interaction faible. A cette époque l'âge de l'Univers est d'environ  $10^{-10}$  s à une température proche de  $10^{15}$  K.
- LA TRANSITION QUARKS-HADRONS provoquant le confinement des quarks en hadrons (en particulier protons et neutrons). Cette transition eut lieu lorsque l'Univers a un âge d'environ  $10^{-6}$  s et une température de  $10^{13}$  K.

Après cette dernière transition l'Univers est constitué essentiellement de neutrinos, d'anti-neutrinos, de positrons, d'électrons, de photons, de protons et de neutrons en équilibre thermodynamique. A ces températures, les neutrinos jouent un rôle *stabilisateur* dans cette agitation thermique. En effet absorbés et réémis sans cesse par les nucléons, ces neutrinos transforment continuellement les protons en neutrons et inversement. Ces réactions, gouvernés par l'interaction faible, maintiennent en équilibre une population de neutrons comparable à celle des protons. Ce couplage de la matière baryonique (i.e. neutrons et protons) avec les neutrinos implique qu'à cette époque l'Univers est opaque aux neutrinos; à mesure que l'Univers se dilate ce cou-

plage devient de plus en plus difficile à maintenir. Les réactions de couplage proton neutron

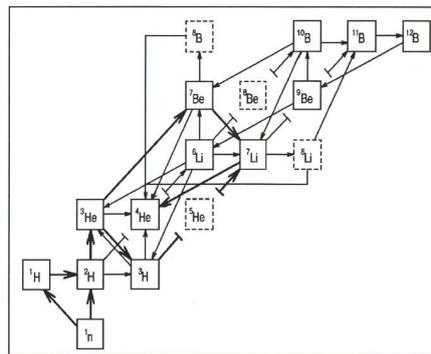


deviennent peu à peu négligeables<sup>8</sup>: En dessous de  $10^{10}$  K, l'Univers devient totalement transparent aux neutrinos  $\bar{\nu}$  et aux anti-neutrinos  $\nu$ . Ce passage à la transparence va avoir des incidences particulièrement importantes sur la population des neutrons et des protons. En effet après cette *brisure* de couplage les protons et les neutrons vont pouvoir interagir et fusionner entre eux. La première réaction de fusion à entrer en action est celle du noyau D (ou  $^2\text{H}$ ) de deutérium:



Rapidement un grand nombre de réactions de fusion vont conduire à la formation d'autres noyaux tels que l'hélium  $^3\text{He}$  et  $^4\text{He}$ , le lithium  $^6\text{Li}$  et  $^7\text{Li}$ , le béryllium  $^7\text{Be}$  et  $^9\text{Be}$  et le bore  $^{10}\text{B}$ ,  $^{11}\text{B}$  et  $^{12}\text{B}$ , le schéma de la figure 5 décrit l'ensemble des réactions nucléaires couplées. L'expansion de l'Univers, engendrant une baisse de la température et de la densité moyenne au cours du temps, ne va pas permettre de synthétiser l'ensemble des noyaux de la classification périodique de MENDELÉËV. A mesure que l'Univers se dilate les réactions de fusion vont être de plus en plus difficile à maintenir. Les noyaux étant des particules chargées la «barrière» coulombienne agissant comme force de répulsion entre les noyaux devient dominante, la nucléosynthèse primordiale va stopper lorsque l'âge de l'Univers est de l'ordre de cinq minutes, l'Univers étant trop dilué pour engendrer les réactions atomiques.

Fig. 5: Schéma de l'ensemble des réactions nucléaires de la nucléosynthèse primordiale. Seuls les éléments hydrogène H, deutérium D, hélium He, lithium Li, béryllium Be et bore B interviennent notablement dans les réactions couplées de la nucléosynthèse primordiale. Le bore B est ici un «catalyseur» intermédiaire de quelques réactions.



<sup>4</sup> L'expansion de l'Univers est une des rares théories astrophysiques qui a précédé l'observation. DOMINIQUE PECCOUD [9] pose la question de la réalité des théories de Friedmann et Lemaître en son temps: «Qu'est-ce que le réel? Ce sont les théories mettant en évidence l'expansion qui précédaient de très loin les expériences qui en seront faites? Est-ce l'observation d'un phénomène, faite bien après que la théorie eut annoncé le phénomène?». Pour Peccoud ceci annonce une rupture épistémologique, en ce sens que la science va d'un système explicatif à un autre système explicatif par des passages qui procèdent nécessairement par rupture de continuité.

<sup>5</sup> L'expansion de l'Univers amène naturellement à l'idée d'une singularité initiale de l'Univers. Ce point fut fortement critiqué dans une célèbre émission scientifique de la BBC par Fred Hoyle (un des chantres d'une théorie statique de l'Univers) au point d'en railler l'esprit par l'introduction du néologisme devenu fort célèbre: *Le Big Bang!*

<sup>6</sup> Il fut également un remarquable auteur de vulgarisation avec la série des *M. Tompkins* [12].

<sup>7</sup> La théorie de la «soupe originelle» de Gamow comportait uniquement des protons, neutrons, électrons, photons et neutrinos. Par la suite le développement du modèle standard de particules va encore sous diviser la soupe primordiale en particules plus fondamentales telles que les quarks, les familles des bosons (les photons en partie) et des leptons (les électrons en partie).

<sup>8</sup> où n désigne les neutrons, p les protons, e<sup>-</sup> les électrons,  $\bar{\nu}$  les anti-neutrinos.

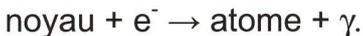
Les premiers noyaux, issus de ce réseau de réactions de fusion, seront essentiellement ceux d'hydrogène à 89% en abondance relative, d'hélium à 11%, de deutérium 0.025% et des traces de lithium et de béryllium. La figure 6 montre l'évolution des abondances des noyaux durant cette période de nucléosynthèse primordiale.

### 3. Les premiers atomes

A la «fin» de cette période de nucléosynthèse primordiale, la matière baryonique est principalement constituée de noyaux (chargés) couplée avec les électrons libres et le rayonnement de fond. Le champ de radiation est en effet à cette époque totalement couplé avec cette matière environnante par processus diffusif sur les électrons (processus dit de diffusion Thomson). Les photons emplissant l'Univers auront ainsi un très faible libre parcours moyen, et n'auront pas le temps de se propager. A cette époque l'Univers est donc opaque au rayonnement<sup>9</sup>. Cette omniprésence des photons  $\gamma$  du fond de rayonnement conduit à un fort pouvoir photoionisant et empêche toute formation de matière neutre et notamment d'atomes. En effet la réaction de photoionisation:



est à cette époque prépondérante devant la réaction inverse dite de recombinaison:



L'expansion de l'Univers va cependant contribuer à diminuer l'efficacité des photons. Peu à peu la réaction de recombinaison va entrer en action au détriment du processus de photoionisation. Les conséquences de ce changement de mécanisme vont être très importantes et progressives. L'apparition des atomes neutres va, en effet, engendrer une perte des électrons libres (ces derniers vont se combiner avec les noyaux) et provoquer une perte dans le couplage avec le rayonnement. Le processus diffusif de Thomson va être de moins en moins efficace par manque de candidats électrons libres. Le libre parcours moyen des photons va «s'allonger», les photons vont pouvoir peu à peu se propager dans l'Univers (voir schémas de la figure 7).

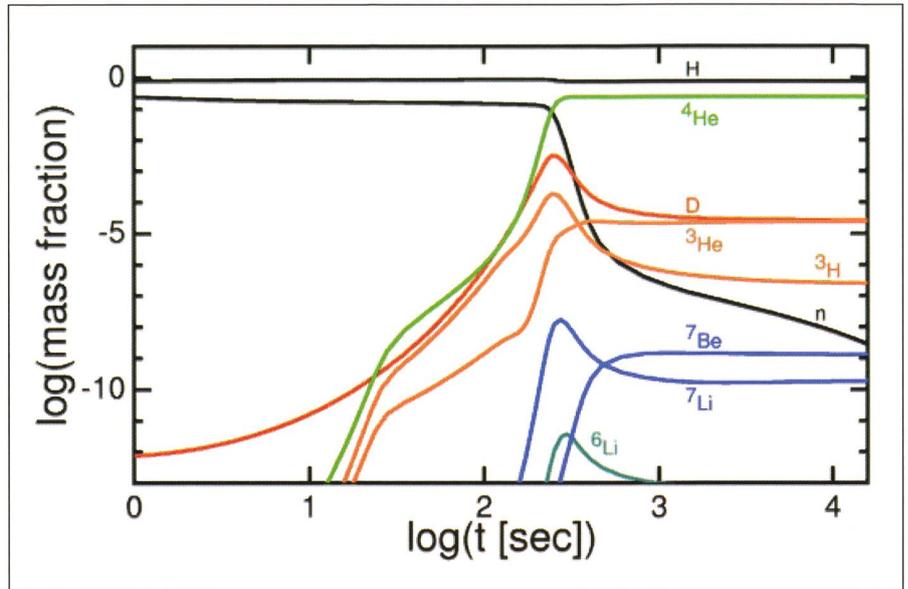
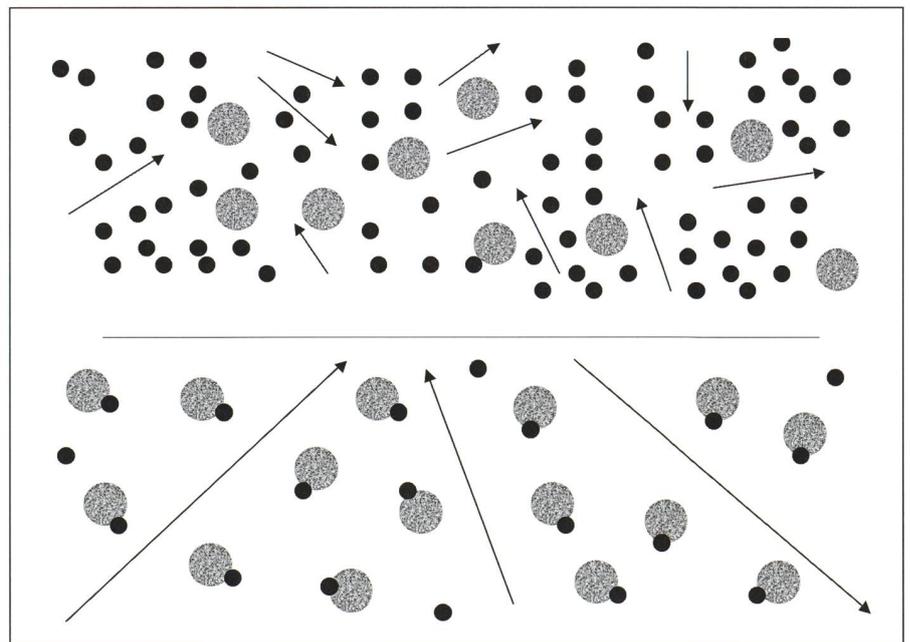


Fig. 6: Evolution des abondances atomiques (en fraction de masse, axe vertical) en fonction du logarithme décimal de l'âge de l'Univers (exprimé ici en secondes, axe horizontal). On constate qu'une fois que les premières réactions de fusion conduisant au noyau de deutérium s'initient (courbe rouge) avec la décroissance de l'abondance des neutrons n (courbe noire), rapidement d'autres formations atomiques se mettent en action pour former l'hélium  $^4\text{He}$  (courbe verte), l'hélium  $^3\text{He}$  et le tritium  $^3\text{H}$  (courbes oranges), ainsi que les noyaux de béryllium  $^7\text{Be}$ , lithium  $^7\text{Li}$  (très peu de lithium  $^6\text{Li}$ ). Notons qu'au-delà de 5 minutes, ou  $\log(t) \sim 2.5$ , les abondances se «figent» et n'évoluent plus (on parle quelquefois de gel): la barrière coulombienne empêche de former d'autres noyaux (ces courbes sont tirées de l'article de revue de Burles, Nollett et Turner [13]).

Fig. 7: Illustrations du mécanisme de couplage entre les électrons et le rayonnement (schéma supérieur) et des conséquences du processus de recombinaison (schéma inférieur). Initialement, schéma du haut, les photons (flèches) diffusent très efficacement sur les électrons libres chargés négativement, l'Univers est totalement opaque à la radiation. Peu à peu la dilution de l'Univers va provoquer une perte d'efficacité de la photoionisation, les électrons se recombinent avec les noyaux chargés positivement et deviennent de moins en moins efficace à diffuser les photons du rayonnement ambiant. Les photons vont pouvoir se propager librement (longues flèches, schéma du bas). L'Univers devient alors lumineux.



<sup>9</sup> Le néologisme de «Big Bang» introduit par Fred Hoyle, supposant une gigantesque explosion lumineuse, est donc particulièrement inadéquat. L'Univers primordial est...sombre!

Le mécanisme de recombinaison va s'effectuer de manière progressive avec l'expansion de l'Univers et dépend de l'énergie d'ionisation des atomes en présence. L'hélium, ayant l'énergie d'ionisation la plus élevée, sera le premier noyau à se recombiner suivi du noyau d'hydrogène et de deutérium (quasiement en même temps) puis partiellement le noyau de lithium. La figure 8 illustre ces processus progressifs de recombinaison atomique et ses conséquences.

#### 4. La formation des premières molécules

La principale voie de formation des molécules dans les milieux astrophysiques froids s'effectue majoritairement à travers le mécanisme d'adsorption sur les grains de poussières interstellaires. Les atomes de ces milieux très peu chauds peuvent en effet migrer à la surface de ces grains puis engendrer quelque fois des collisions avec d'autres atomes. Il est alors possible que certaines collisions donnent des associations du type moléculaire. Les molécules ainsi formées ne migrent plus sur la surface du grain et s'éjectent (voir figure 9).

L'absence de grains dans l'univers primordial (faute d'éléments lourds) a été longtemps considérée par les astrochimistes théoriciens comme un frein au développement d'une «chimie primordiale». Des voies collisionnelles de formation, en phase gazeuse, se sont toutefois révélées possibles dans le contexte d'Univers primordial, suite aux travaux théoriques de nombreuses équipes de recherche (voir les références et les descriptions historiques dans l'article de revue de Puy & Signore [14]).

L'hydrogène moléculaire peut, en effet, se former par l'intermédiaire des ions moléculaires  $H_2^+$  et  $H^-$  formés, respectivement, par les processus radiatifs d'association et d'attachement:



<sup>10</sup> Cette notion de décalage spectral est une échelle couramment employée en cosmologie et permet de raisonner en proportion non en taille «réelle». Ainsi un décalage spectral  $z=1000$  signifie que le «rayon moyen» de l'Univers à cette époque était mille fois plus petit que le rayon actuel, ou un milliard de fois plus dense que la densité actuelle de l'Univers. L'échelle inversée sur l'axe horizontal permet de «suivre» l'expansion, par exemple le décalage spectral  $z=10'000$  correspond à un âge d'Univers d'environ 7000 ans alors qu'un décalage spectral  $z=1000$  se réfère à un âge d'Univers proche de 450'000 ans,  $z=100$  coïncidant à un âge d'environ 17 millions d'années (l'âge actuelle de l'univers étant de 13.5 milliards années ou  $z=0$ ).

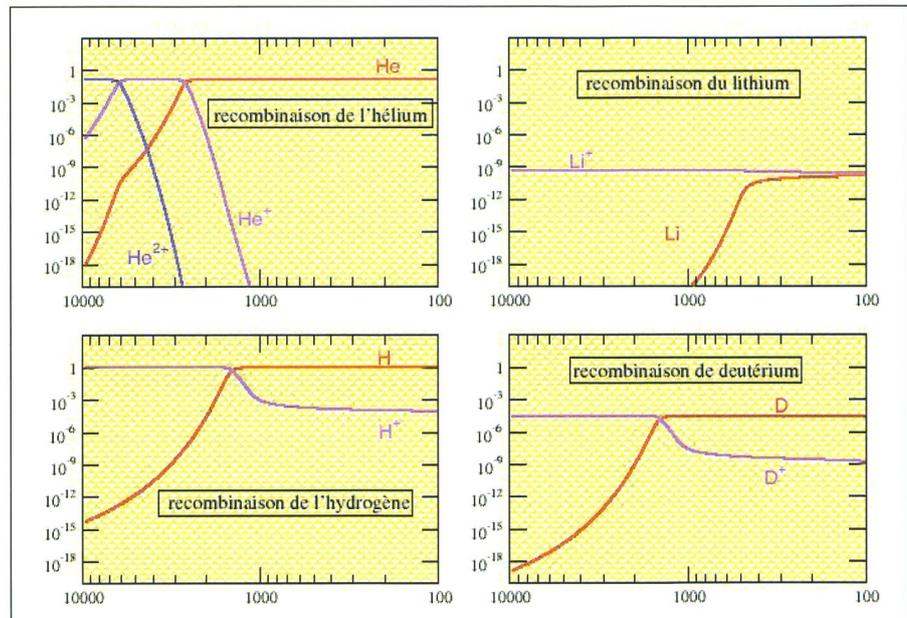


Fig. 8: Evolution des abondances relatives, axe vertical, des noyaux et atomes durant les processus de recombinaison en fonction du décalage spectral<sup>10</sup> en échelle inversée (axe horizontal). La figure, en haut à gauche, représente le mécanisme de recombinaison de l'hélium, celle-ci s'effectue en deux étapes. Dans un premier temps les noyaux d'hélium, ionisé deux fois  $He^{2+}$ , se recombinent avec les électrons libres ce qui conduit à l'apparition des ions d'hélium ionisé une fois  $He^+$ . Ces derniers vont alors se recombiner et engendrer la formation des premiers atomes, ceux d'hélium  $He$ . La figure, en haut à droite, illustre la recombinaison des noyaux de lithium (nous avons ici omis les recombinaisons intermédiaires des espèces  $Li^{3+}$  à  $Li^+$ ). La conversion du lithium ionisé  $Li^+$  en atome de lithium  $Li$  n'est pas «complète», compte tenu du faible potentiel d'ionisation du lithium (le champ de radiation de fond est longtemps efficace à photoioniser les atomes lithium susceptible d'être formés). La figure, en bas à gauche, décrit le mécanisme de recombinaison de l'hydrogène. Finalement nous remarquons qu'une fois apparaît l'atome d'hélium neutre, par échange avec les ions présents la recombinaison des autres éléments s'initie. Après le décalage spectral  $z=1000$  l'hydrogène est sous forme atomique avec un résiduel de  $H^+$  proche de  $10^{-4}$  (en abondance relative). Ce comportement est identique pour le deutérium, figure en bas à droite. On peut constater qu'au-delà du décalage spectral  $z=300$ , les courbes sont «plates»: l'Univers étant trop dilué les réactions de recombinaison deviennent négligeables. Rappelons que ces quatre mécanismes de recombinaison sont couplés entre eux.

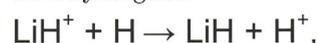
L'échange de charge et le mécanisme de détachement associatif permettent alors d'engendrer la formation d'hydrogène moléculaire:



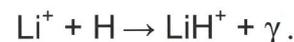
La molécule d'hydrure de deutérium HD peut être formé par le même type de réseau de réactions (i.e. via  $HD^+$  ou via  $D^-$  ou  $H^-$ ), néanmoins une fois que la molécule d'hydrogène moléculaire  $H_2$  est formée, la réaction dissociative



est la voie prépondérante de formation de l'hydrure de deutérium. La très faible abondance relative d'atomes de lithium (quelques  $10^{-10}$ , voir figure 8) va provoquer une très faible formation d'hydrure de lithium  $LiH$ , celle-ci s'effectue principalement par des réactions d'échange de charge entre l'hydrure de lithium (ionisé une fois) et l'atome neutre d'hydrogène:



l'ion  $LiH^+$  étant formé par mécanisme d'association radiatif entre  $Li$  et  $H^+$  ou  $Li^+$  et  $H$



La chimie de l'hélium sera, quant à elle, peu «réactive» compte tenu de la complétude des couches électroniques de l'atome d'hélium, seul l'ion moléculaire  $HeH^+$  émergera.

#### 5. Molécules et formation des premiers objets

Au début du 20<sup>e</sup> siècle l'étude des orbitales atomiques et moléculaires effectuée par PETER DEBYE et son assistant ERICH HUECKEL [15] va permettre de mieux comprendre les mécanismes de liaison et d'excitation moléculaire. Ces travaux conduisirent à l'idée que les molécules «répartissaient» leurs électrons sous forme de couches caractéristiques de leurs états énergétiques; l'apport énergétique pouvant se faire soit par l'intermédiaire d'un champ de rayonne-

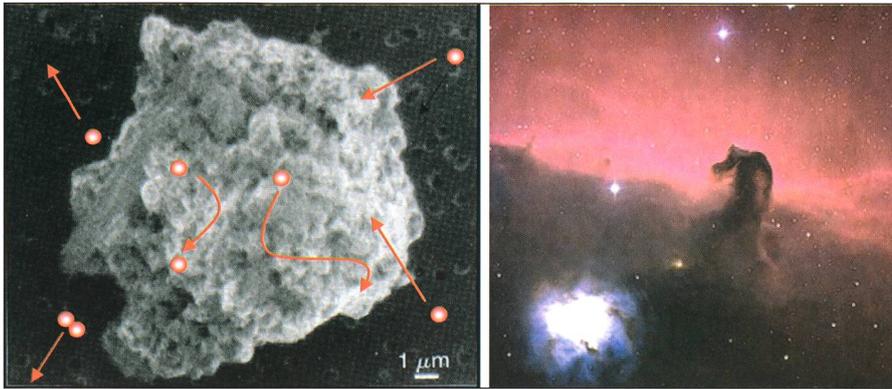


Fig. 9: Schéma de formation moléculaire à la surface de grains, une fois que les atomes sont adsorbés à la surface des grains, ceux-ci migrent pour quelque fois se rencontrer et interagir pour former par association radiative une molécule. Cette dernière est alors éjectée du grain. Ce processus radiatif est très efficace dans les nuages atomiques et moléculaires du milieu interstellaire local, par exemple la nébuleuse à tête de cheval de la constellation d'Orion (Figure de gauche, photo tirée des bases de données photographiques de la NASA) mais hélas inapplicable dans le contexte cosmologique.

ment extérieur soit par pure collision avec des atomes ou molécules. Afin d'illustrer ces mécanismes d'excitation, prenons le cas de la molécule la plus abondante dans l'Univers la molécule diatomique d'hydrogène moléculaire

$H_2$ . Cette molécule parfaitement symétrique va répartir son «nuage électronique» de manière équitable autour des deux noyaux d'hydrogène (voir figure 11).

Un champ de rayonnement environnant ou une collision produit un apport énergétique au nuage électronique de la molécule, celui-ci va alors «grossir» par excitation énergétique. Le système électronique est dans une situation d'écart avec son état fondamental, il va alors «cherché» toutes les voies possibles pour retourner dans son état originel stable et ainsi expulser l'excédent d'énergie acquis. Trois voies vont alors se présenter: la voie collisionnelle (une collision avec un atome ou une autre

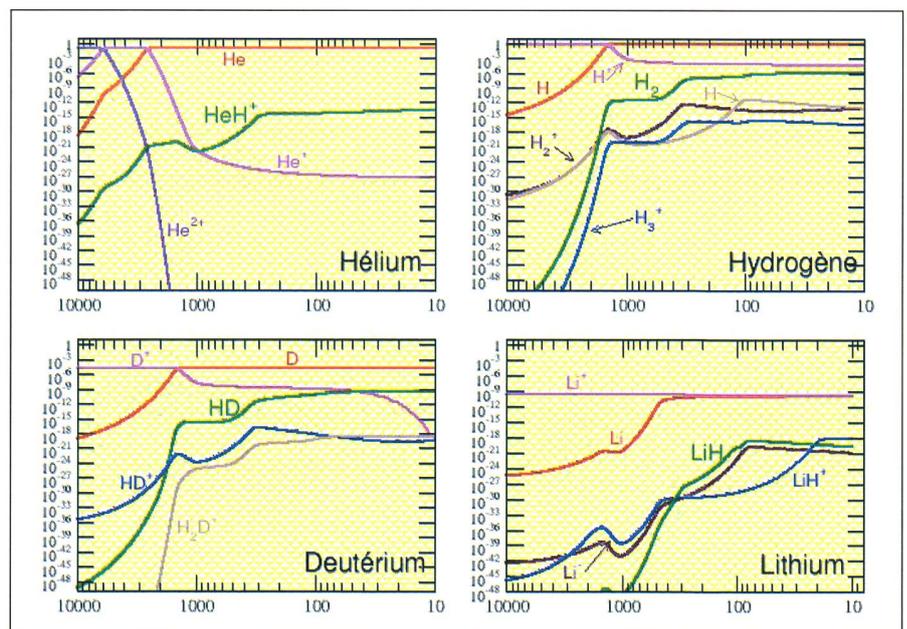
molécule), la voie radiative spontanée (la molécule se désexcite d'elle-même) ou induite (un rayonnement extérieur peut provoquer l'éjection de l'excédent énergétique).

Le processus global (excitation suivie d'une désexcitation) peut conduire à chauffer le milieu ou au contraire à le refroidir suivant que la matière (atomique et moléculaire) est respectivement plus chaude ou plus froide que le rayonnement. Nous savons en effet en thermodynamique qu'un corps chaud mis en contact avec un corps froid aura tendance d'une part à se refroidir, et d'autre part à chauffer le corps froid. Cette «recherche» d'équilibre thermodynamique dans un milieu se fait par l'intermédiaire des molécules via les processus d'excitation et désexcitation.

Si un corps astrophysique contenant des molécules est baigné dans un bain de photons chauds ces derniers chaufferont le corps par l'intermédiaire des molécules, en revanche si les photons de cette radiation de fond sont plus froids que le corps astrophysique celui-ci se mettra à refroidir via les molécules qui le constituent. Ces mécanismes thermodynamiques vont donc avoir une grande influence sur la dynamique d'un système et plus particulièrement lorsque ce dernier est dans une situation d'effondrement gravitationnel.

Considérons un nuage de matière, renfermant des molécules, s'effondrant par sa propre gravité. La température de cette structure va peu à peu croître via les collisions entre ses constituants, au

Fig. 10: Evolution des abondances relatives des quatre espèces fondamentales de l'Univers primordial (hydrogène, hélium, deutérium et lithium). Les axes verticaux caractérisent les abondances relatives à l'ensemble et les axes horizontaux les décalages spectraux (toujours en échelles inversées). Le graphe, en haut à gauche, est relatif à la chimie de l'hélium, On voit nettement apparaître au cours du temps (ou à mesure que le décalage spectral diminue, i.e. l'Univers se dilue) l'ion  $HeH^+$  (courbe verte). Les courbes, en haut à droite, caractérisent la chimie de l'hydrogène primordial. On constate que peu à peu la molécule d'hydrogène moléculaire  $H_2$  se forme à mesure que le décalage spectral diminue. On remarque par ailleurs deux sursauts de formation (courbe verte), le premier se situant au décalage spectral  $z=450$ . Cette première croissance est causée par la formation de  $H_2$  via l'ion  $H_2^+$ , alors que le second sursaut se réfère à la formation via  $H^+$  (à  $z \sim 100$ ). Une fois que l'hydrogène moléculaire  $H_2$  se forme, l'hydrure de deutérium  $HD$  peut se créer (voir graphe en bas à gauche, courbe verte). Pour la chimie du lithium (courbes en bas à droite) on constate que l'hydrure de lithium  $LiH$  apparaît marginalement (l'abondance relative est de quelques  $10^{-21}$  au décalage spectral  $z \sim 10$ , courbe verte). On constate également le «gel» des abondances relatives au décalage spectral  $z < 100$  (les réactions collisionnelles deviennent de moins en moins efficaces) l'Univers étant trop «dilué».



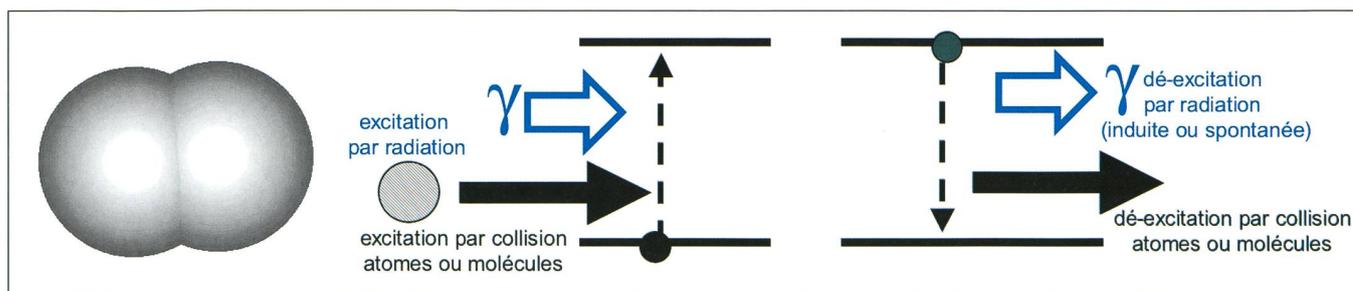


Fig. 11: Schéma, à gauche, de répartition du nuage électronique de la molécule d'hydrogène moléculaire. A droite, illustration des différents mécanismes d'excitation des niveaux électroniques d'une molécule.

point d'être beaucoup plus chaud que le champ de radiation environnant. Nous sommes alors dans une situation thermodynamique typique où nous avons un corps chaud «immergé» dans un «bain» de photons froids. Les molécules omniprésentes, dans cette structure en effondrement, vont jouer alors leur rôle d'intermédiaire thermodynamique, et vont donc refroidir le nuage en effondrement. A supposer que ce dernier n'est pas parfaitement homogène (comme tout système «réaliste»), les zones de surabondance moléculaire auront tendance à refroidir plus vite que les zones sous abondantes en molécules. Dans les régions de refroidissement la pression cinétique sera moindre et ainsi offrir moins de «résistance» à l'effondrement gravitationnel, conduisant alors à fragmenter le nuage en effondrement.

La figure 12 nous aide à mieux comprendre ces multiples processus. En l'absence de molécules (encadré de gauche), un nuage en effondrement conduira à la formation d'un disque du fait d'une rotation initiale résiduelle<sup>11</sup>. En revanche en considérant les molécules dans la structure en effondrement, celles-ci vont engendrer un refroidissement différentiel et conduire à fragmenter le nuage en effondrement puis le disque (l'effondrement devenant plus efficace dans les sous régions froides, voir encadré de droite de la figure 12).

Ce scénario conduit naturellement à penser que les premières structures apparues dans l'histoire de l'Univers, et initiées par l'effondrement gravitationnel de proto nuages moléculaires, seraient du type étoiles massives (issues du processus de fragmentation) et non (comme on l'a pensé pendant très longtemps) du type galactique. Cette idée nouvelle semble par ailleurs confirmée par les récentes mesures des caractéristiques du rayonnement de fond cosmologique.

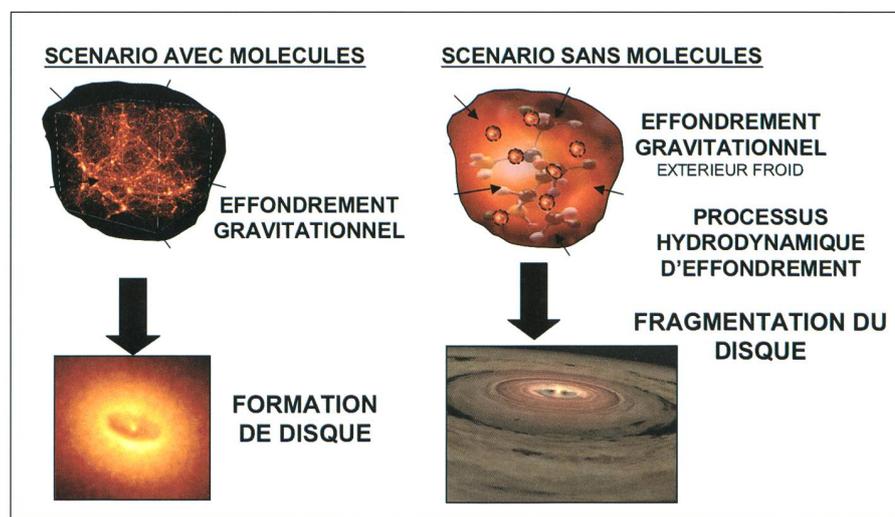
En 2000 le ballon atmosphérique nommé *Boomerang* (mis en œuvre par l'équipe de cosmologie expérimentale de l'université de Rome dirigée par FRANCESCO MELCHIORRI et PAOLO DE BERNARDIS) établit une carte partielle de ce fond de rayonnement (25° de ciel, voir figure 13). La carte de distribution de ce fond de rayonnement primitif permet de montrer que la géométrie de l'Univers était de nature euclidienne (i.e. courbure globale nulle).

Ce résultat de très grande importance fut «définitivement» confirmé, en 2004, par une carte complète de ce fond de ciel primitif obtenu par le satellite américain *WMAP* (voir figure 14). Ce satellite mit de plus en évidence l'existence d'une polarisation (homogène et isotrope) de ce rayonnement cosmologique de fond.

Un rayonnement n'est autre que la propagation d'une onde électromagnétique constitué par deux vibrations (l'une d'un champ électrique, l'autre d'un champ magnétique) couplées perpendiculairement (voir schéma de la figure 15).

La lumière émise par une source conventionnelle est produite par un très grand nombre d'atomes. Ces émissions spontanées sont aléatoires dans le temps et dans l'espace (il n'y aucune «concertation» entre les différents atomes). Les trains d'onde émis par chaque atome n'ont aucune corrélation: ni en phase ni

Fig. 12: Schéma du mécanisme d'effondrement gravitationnel sans molécules (cadre de gauche) et avec molécules (cadre de droite).



<sup>11</sup> On peut toujours imaginer que le nuage n'a pas une densité parfaitement homogène. Les régions denses auront donc tendance à «attirer» par gravité les régions moins denses, une rotation peut alors s'initier. Celle-ci va peu à peu devenir de plus en plus importante, du fait de la conservation du moment cinétique, et se coupler avec l'effondrement général pour provoquer un aplatissement du nuage suivant l'axe de rotation (ce mécanisme nous aide à comprendre, entre autres, l'existence du plan de l'écliptique pour le système solaire).

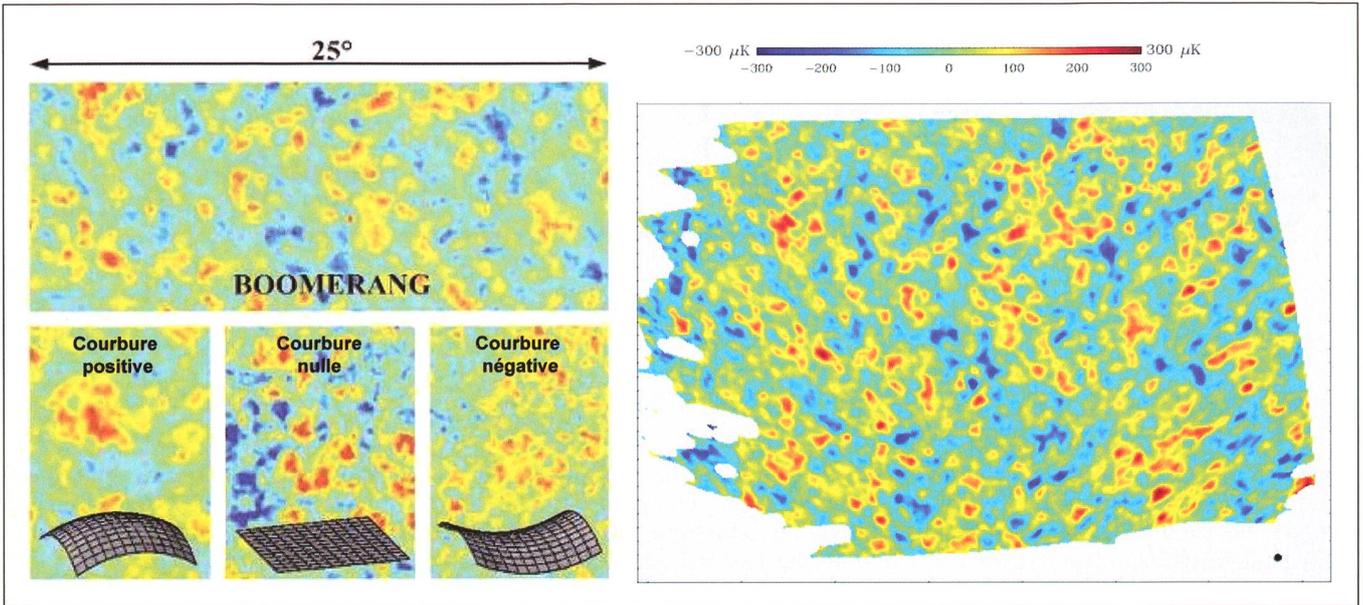


Fig. 13: L'analyse de la distribution du rayonnement primitif, c'est-à-dire l'alternance des zones chaudes (rouges), froides (bleues) et intermédiaires (vertes et jaunes) permet de tirer une estimation de la densité d'énergie de l'Univers et conduire ainsi à connaître la géométrie globale de l'Univers comme l'illustre la figure de gauche. La carte de répartition des zones chaudes et froides du rayonnement primitif (Figure de droite) obtenue par le ballon atmosphérique Boomerang, permet d'établir pour la première fois que l'Univers était de géométrie euclidienne.

en orientation. Le champ électrique résultant est alors la somme vectorielle de tous les champs électriques associés à ces trains d'onde. L'onde résultante possède une polarisation pour chaque instant; mais cet état de polarisation change à chaque instant. On parle d'une onde *non polarisée* ou *naturelle*.

Un rayonnement polarisé souligne l'existence d'un angle entre le champ électrique et le champ magnétique. Cette polarisation ne peut qu'être expliquée par la diffusion de photons sur des électrons libres du milieu. Le satellite *WMAP* mit en évidence l'existence d'une polarisation du rayonnement cosmologique de fond. Cette polarisation signifie que l'Univers, une fois devenu transparent aux photons (voir figure 7), a subi une nouvelle phase d'ionisation qui a engendré une diffusion des photons du fond sur les électrons redevenus «libres» et ainsi une polarisation des photons. Suite à l'analyse des données fournies par *WMAP* l'époque de cette polarisation est estimée il y a environ 10 milliards d'années.

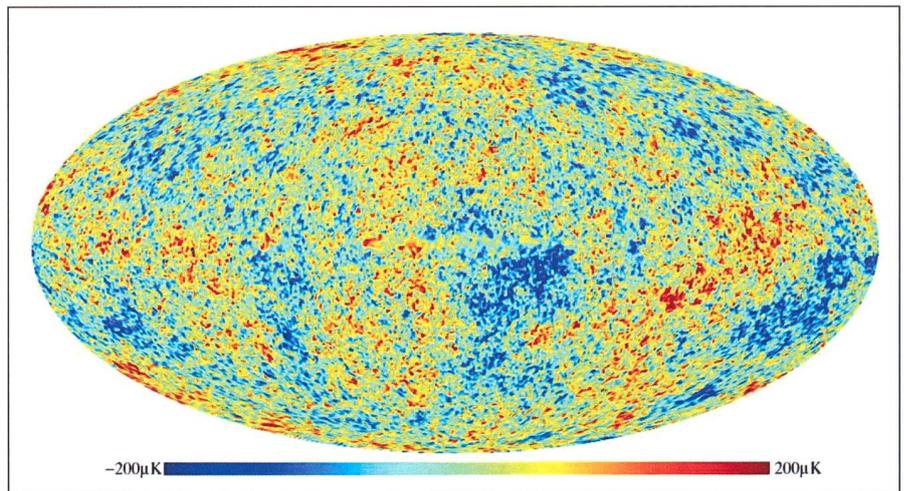


Fig. 14: Carte complète du fond de rayonnement primitif obtenu en 2004 par le satellite *WMAP* de la NASA. Cette carte confirme la nature euclidienne de la géométrie de l'Univers.

Deux scénarios sont actuellement en compétition afin d'expliquer cette réionisation<sup>12</sup>. L'un, soutenu par les physiciens des particules, argumentant l'existence

de particules supersymétriques qui par désintégration spontanée conduit à un fond de rayonnement ionisant; le second, plus «astrophysique» sur la base d'étoiles massives primordiales. Les théories stellaires d'évolution nous montrent qu'une étoile massive évolue beaucoup plus vite qu'une étoile «classique» telle que le soleil. Une étoile massive peut évoluer en

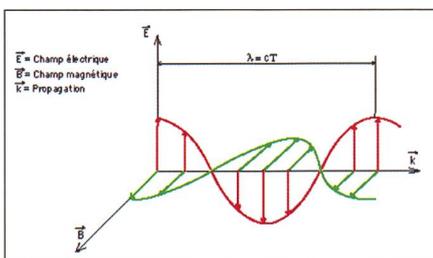


Fig. 15: La lumière est de nature électromagnétique. Elle est constituée d'un champ électrique  $E$  et d'un champ magnétique  $B$  orthogonaux, vibrant en phase perpendiculairement à la direction de propagation donnée par le vecteur  $k$ . La longueur  $\lambda$  de cette onde est le produit de la vitesse de la lumière  $c$  et de la période  $T$  de la vibration.

<sup>12</sup> On parle en effet de réionisation compte tenu que l'Univers primordial était entièrement ionisé et devint peu à peu neutre suite à la recombinaison cosmologique (voir figure 7).

quelques dizaines de millions d'années et finir son évolution par l'explosion d'une gigantesque supernova. Cette dernière produisant alors un front d'ionisation conduisant à polariser le fond de rayonnement. Actuellement ces deux scénarios restent en compétition, néanmoins la mise en évidence par *WMAP* d'une grande homogénéité spatiale dans le processus de réionisation semble plus en faveur d'un scénario type étoiles massives que celui soutenant une désintégration de particules élémentaires. On peut en effet logiquement penser que la formation des premières étoiles massives fut d'un même type (i.e. même échelle de masses) et ainsi évoluer, dans le temps, de la même façon. Ainsi à une époque l'Univers a connu de magnifiques «feux d'artifices stellaires» qui ont produit le fond de réionisation homogène.

Le mécanisme «étoiles primordiales massives» prend alors tout son sens à travers le processus de fragmentation, provoquée par les molécules primordiales, décrit précédemment. On tire alors un scénario cohérent de formation des premières structures de l'Univers (voir figure 16) initiée par les fluctuations de densité post-recombinaison cosmologique qui, sous l'action couplée de la gravitation et des molécules primordiales, engendre la formation des premières étoiles puis la réionisation de l'Univers par l'explosion des supernovas inhérentes aux premières étoiles. Par la suite d'autres étoiles apparaîtront et se structureront, avec la matière environnante, et conduiront à la formation des premières galaxies.

## 6. Perspectives observationnelles

Les projets observationnels des années futures, tant dans l'espace qu'au sol, vont offrir un nouvel éclairage à cette quête du graal cosmologique qu'est la compréhension des mécanismes de formation des premières structures de l'Univers. L'astrochimie va donc jouer un rôle central dans ces recherches, compte tenu que nous avons vu que les molécules sont importantes dans la dynamique de formation des premiers objets astrophysiques.

Beaucoup d'instruments actuellement en cours de développement ou de construction ont pour objet la recherche de molécules dans l'Univers profond.

Le satellite *HERSCHEL* (voir figure 17), dont le lancement est prévu pour 2007, sera le satellite le plus imposant lancé jusqu'à ce jour par l'agence spatiale européenne (le miroir, de 3,5 m, est le plus gros miroir monolithique jamais réalisé pour une application spatiale). Observant à la fois dans l'infrarouge proche

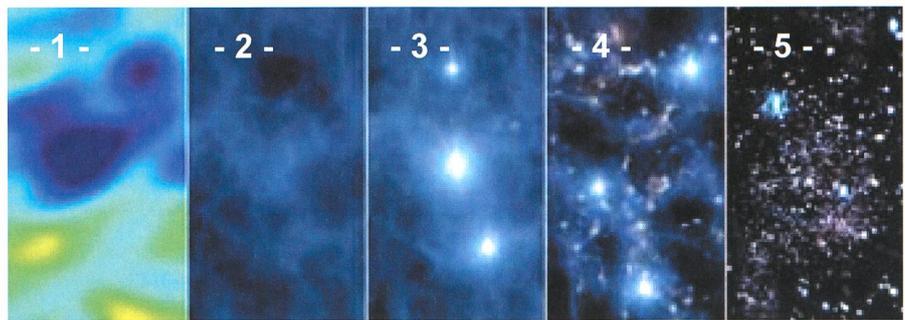


Fig. 16: Scénario de formation de premières structures gravitationnelles de l'Univers. Après la recombinaison des noyaux primordiaux, le rayonnement se découple peu à peu de la matière et des fluctuations de densité de matière apparaissent (zones claires et foncées, voir encadré 1). Ces surdensités, constituées d'atomes et molécules, vont peu à peu se rassembler sous l'action de la gravitation et former de gigantesques nuages moléculaires (encadré 2). L'effondrement gravitationnel de ces protostructures va se fragmenter sous l'effet du refroidissement moléculaire et engendrer la formation d'étoiles massives (encadré 3). Ces étoiles vont évoluer relativement vite (quelques millions d'années) et «finir» en supernovas explosives et produire un front d'ionisation qui va peu à peu engendrer une polarisation du rayonnement de fond cosmologique (encadré 4). De nouvelles étoiles vont ensuite se constituer et se rassembler sous l'action du champ gravitationnel pour produire les premières galaxies (encadré 5).

que dans les bandes submillimétriques, ce satellite explorera l'univers froid (photométrie et spectroscopie) en vue d'étudier la formation et l'évolution des galaxies, le milieu interstellaire et ses poussières, la formation des étoiles et les disques protoplanétaires. Il cherchera également des traces d'eau dans les autres systèmes stellaires.

Le satellite *PLANCK SURVEYOR*, embarqué sur le même lanceur que le satellite *HERSCHEL* (voir figure 17), vise à mesurer les infimes anisotropies du rayonnement de fond diffus cosmologique ainsi que la polarisation de ce dernier. L'étude de la polarisation est cruciale pour contraindre les scénarios de fragmentation initiés par les molécules primordiales, car elle nous indique à quel moment les premières étoiles ont explosé. Ce dernier point permet alors de contraindre les masses des étoiles primitives. Une des grandes questions, dans l'élaboration théorique de la fragmentation d'un effondrement gravitationnel, est précisément la taille et la masse des fragments produits. L'étude couplée de la polarisation avec celle des anisotropies aux petites échelles aidera les théoriciens à mieux estimer les caractéristiques des fragments conduisant aux premières étoiles de l'Univers.

Le futur télescope optique *JAMES WEBB* de la NASA, prévu d'être lancé en 2013 en remplacement de l'actuel télescope spatial *HUBBLE*, est particulièrement indiqué pour l'observation des premières étoiles de l'Univers. Un des objectifs majeurs de cet instrument est précisément l'observation des premières générations d'étoiles et de situer l'époque de la réionisation.

De vastes projets au sol sont également soit en cours de réalisation comme le réseau *ALMA* d'antennes (voir figure 17). Ce vaste réseau d'antennes millimétriques d'Atacama (*ALMA*) sera l'un des plus puissants instruments astronomiques. Sa capacité d'imagerie sans précédent et sa sensibilité seront plusieurs ordres de grandeur supérieurs à ce qui existe actuellement. *ALMA* constitué de 64 antennes de 12 m permettra d'étudier le rayonnement aux longueurs d'ondes millimétrique et submillimétrique. Par sa capacité à détecter de très faibles émissions et à donner une image extrêmement précise des sources d'émission, le réseau d'antennes *ALMA* disposera d'une puissance inégalée, et permettra d'observer des phénomènes cosmologiques tels que la formation des premières galaxies, la naissance d'étoiles dans les nuages de gaz moléculaire et les nuages interstellaires de gaz et de poussière («usines» de molécules complexes).

Récemment l'organisation européenne des recherches astronomiques dans l'hémisphère austral (i.e. l'*ESO*) a lancé des études de faisabilité pour une classe de télescopes de 60 m de diamètre (voir figure 18). Ce type de grands instruments sera d'une grande utilité pour l'observation optique de l'univers profond et plus particulièrement pour l'étude de la formation des premiers objets de l'Univers.

Les molécules primordiales sont appelées à jouer un rôle important dans de nombreuses recherches en cosmologie et aider au diagnostic de paramètres théoriques. C'est ainsi, à l'aide du télescope *KUYEN* de 8 m installé au Chili, il y

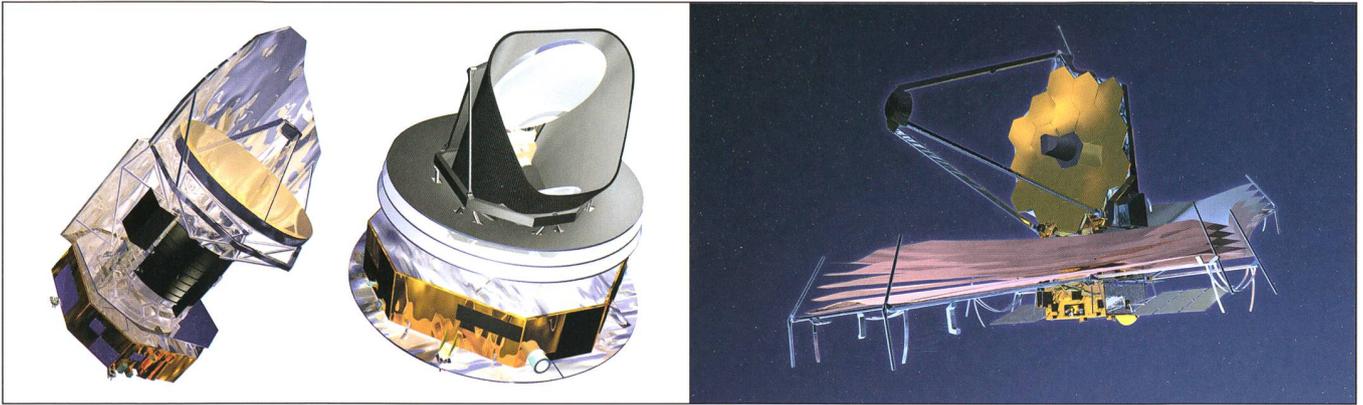
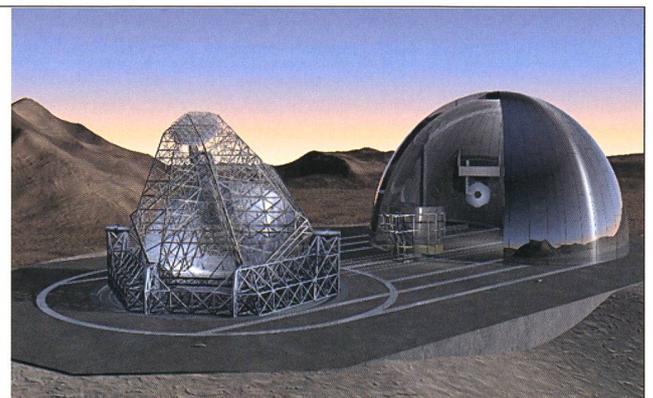
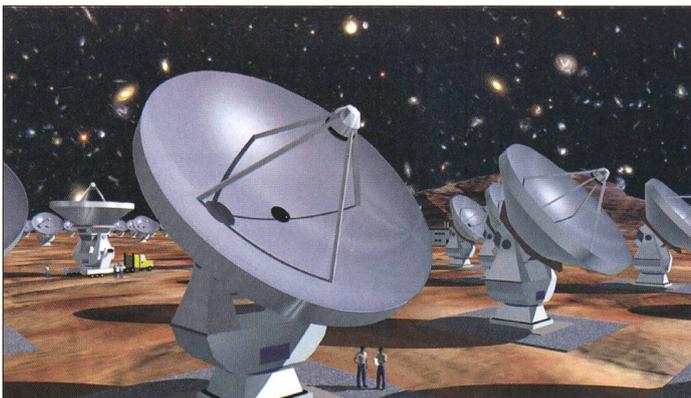


Fig. 17: Les trois grands instruments spatiaux dédiés à l'étude de la formation cosmologique des objets astrophysiques. De gauche à droite le satellite infrarouge HERCHEL, le satellite PLANCK SURVEYOR et le télescope de nouvelle génération JAMES WEBB.

a quelques années une équipe franco-indienne conduite par P. PETITJEAN et R. SRINANAND ont mesuré le rayonnement de fond cosmologique profond grâce aux propriétés d'un gaz moléculaire se trouvant à douze milliards années lumière de la terre [16]. Ils ont tiré la température du gaz moléculaire (environ 25°C) à partir des mesures du niveau d'excitation du carbone neutre et de l'hydrogène moléculaire dans le nuage, estimant ainsi la température du fond diffus autour de -264°C il y a douze milliards d'années (c'est-à-dire lorsque l'Univers avait un âge d'environ 500'000 ans). Ce résultat était en accord, aux incertitudes de mesure près, avec le modèle cosmologique de Friedmann et Lemaître.

De nombreux instruments futurs vont offrir une place de choix à l'astrophysique dans les futures recherches astrophysiques, au point que nous pouvons sérieusement envisager un nouveau champ de recherche en astrophysique: la cosmologie moléculaire.

Fig. 18: Les futurs grands projets au sol, de gauche à droite, les 64 antennes de 12 m du projet ALMA dans le désert chilien d'Atacama, et le grand télescope de 60 m de diamètre (en cours d'étude).



### Remerciements

L'idée de cet article fut initiée par la présentation invitée effectuée par l'auteur lors du congrès annuel de la société astronomique suisse à Rumlang-ZH en mai 2005, et par les nombreuses

discussions qui ont suivis. L'auteur remercie chaleureusement Dr NOËL CRAMER pour cette opportunité.

PROF. DENIS PUY

Université des Sciences Montpellier II  
GRAAL CC72 - F-34095 Montpellier cedex 09  
Denis.Puy@graal.univ-montp2.fr

### Bibliographie

- [1] MOOKERJEE A., KHANNA M. 2004 *La Voie du Tantra: Art – Science – Rituel*, Collection Points Sagesse, Éditions Seuil, Paris
- [2] ARISTOTE 2002 *Physique tome 1 & tome 2*, Collection des universités de France, Éditions Belles Lettres, Paris
- [3] SALEM J. 1997 *L'atomisme antique: Démocrite, Epicure, Lucrèce*, Le livre de Poche, Paris
- [4] EINSTEIN A. 1916 *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie* Annalen der Physik 7, 49
- [5] TONNELAT M.-A. 1971 *Histoire du principe de relativité*, Nouvelle Bibliothèque Scientifique, Éditions Flammarion, Paris
- [6] EDDINGTON A. 1919 *Joint eclipse meeting of the Royal Society and the Royal Astronomical Society*, The Observatory 42, 38
- [7] FRIEDMANN A. 1922 *Über die Krümmung der Raumes*, Zeitschrift für Physik 10, 377
- [8] LEMAÎTRE G. 1925 *Note on De Sitter's Univers*, Physical Review 25, 903
- [9] PECCOUD D. 1995 *Trois ruptures épistémologiques de la science moderne*, Sciences 95, 1
- [10] HUBBLE E., HUMASON M. 1931 *The velocity-distance among extra-galactic nebulae*, Astrophysical Journal 74, 43
- [11] LEMAÎTRE G. 1927 *Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques*, Annales de la Société Scientifique de Bruxelles 47, 29
- [12] GAMOW G. 1955 *Mr Tompkins s'explore lui-même*, Editions Dunod, Paris
- [13] BURLLES S., NOLLETT K., TURNER M. 1999 *Big-Bang Nucleosynthesis: Linking Inner Space and Outer Space*, meeting centennial de la société d'américaine de physique, astro-ph/9903300
- [14] PUY D., SIGNORE M. 2002 *From nuclei to atoms and molecules: the chemical history of the early Universe*, New Astronomy Reviews 46, 209
- [15] DEBYE P. 1998 *The collected papers of Peter J. W. Debye*, Ow Bow Pr Editor
- [16] SRINANAND D., PETITJEAN P., LEDOUX C. 2000 *The cosmic microwave background radiation temperature at a redshift of 2.34*, Nature 408, 931

# Generalversammlung der SAG am 20.-21. Mai 2006

KLAUS VONLANTHEN



Zum zweiten Mal in ihrer Geschichte hat die SAG ihre Generalversammlung im Freiburgerland abgehalten, nach genau 50 Jahren. Die Teilnehmenden werden ab 9 Uhr in der Eingangshalle der Pädagogischen Hochschule (PH) Freiburg empfangen, unmittelbar neben dem Murtentor und der mittelalterlichen Ringmauer. Kaffee und Gipfeli verkürzen die Wartezeit auf die offizielle Eröffnung, während die Aussteller, *Galileo* aus Morges, *Optique Perret* aus Genf und *Foto-Video Zumstein* aus Bern ihre neuesten Produkte vorstellen.

Um 10 Uhr heissen BERNHARD ZURBRIGGEN, Präsident des Organisationskomitees, bestehend aus Mitgliedern der Vereinigung der Freundinnen und Freunde der Sternwarte Ependes (VFSE), und MAX HUBMANN, Präsident des Zentralvorstandes der SAG, die Anwesenden in der Aula der PH willkommen. Der Vormittag ist drei Rednern gewidmet und deckt drei recht unterschiedliche Facetten der Astronomie ab: die Pädagogik, die Amateur-Astronomie und die professionelle Astronomie, abwechslungsweise auf deutsch und französisch.

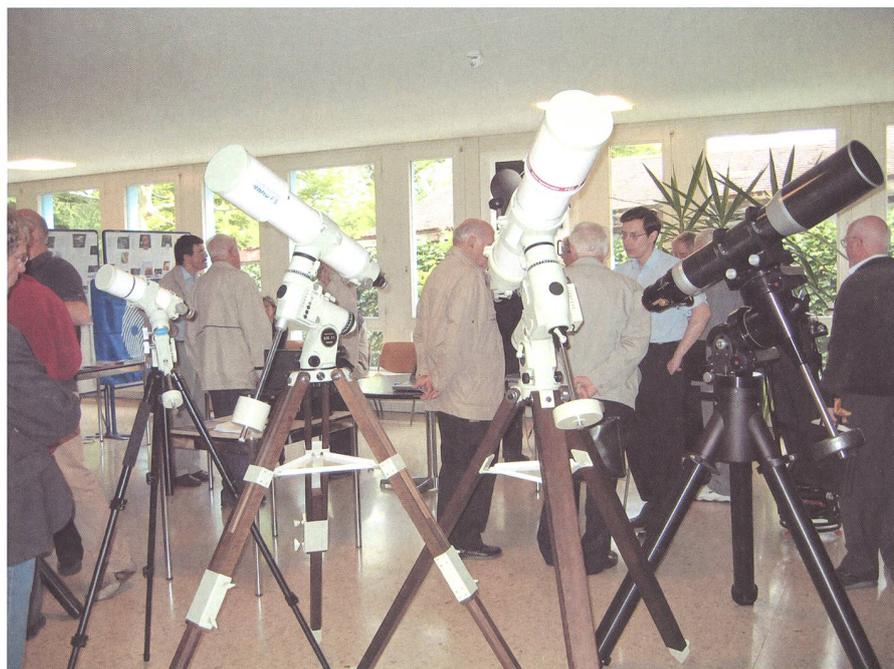
BERNHARD ZURBRIGGEN eröffnet den Reigen und erläutert, wie im Kanton Freiburg die Ausbildung der Lehrpersonen sowie der Schülerinnen und Schüler in Astronomie realisiert wird, ein in der Schweiz einzigartiges Konzept. Es be-

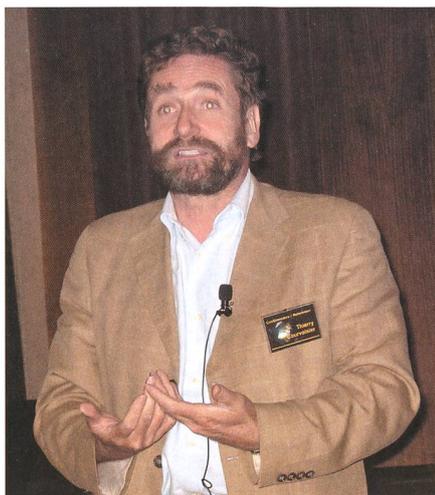
ruht auf einer engen Zusammenarbeit zwischen der Direktion für Erziehung, Kultur und Sport (EDKS) und der PH einerseits und der Sternwarte Ependes andererseits. Zwei Abende pro Woche sind dort für französisch- oder deutschsprachige Klassen reserviert, und zwei Mitglieder des Teams des Observatoriums, die gleichzeitig auch Lehrpersonen an der PH sind, führen die Klassen

durch die Sternwarte. So geniessen nahezu 1500 Kinder jahrein und jahraus eine Einführung in die Wunder der Himmelskuppel. Zahlreiche Verse und Zeichnungen von begeisterten Kindern aus mehreren Generationen legen davon Zeugnis ab und bereichern die Ausführungen.

PETER KOCHER, der unzählige Stunden hinter dem Fernrohr in der Sternwarte Ependes verbringt, hat soeben seinen 30. Kleinplaneten entdeckt. Als unermüdlicher Vermesser des Nachthimmels erklärt er seine Beobachtungs- und Arbeitsmethode, von der nötigen Ausrüstung über die langwierige Auswertung bis hin zur erfolgreichen Meldung neuer Entdeckungen beim Minor Planet Center in den USA. Sein Erfolgsrezept lautet wie folgt: ein gutes Fernrohr, eine höchstempfindliche CCD-Kamera, einige Software, eine schnelle Verbindung zum Internet, und vor allem eine gute Dosis Motivation und Freizeit. Bis heute sind nahezu 130'000 Asteroiden offiziell registriert, wobei jene mit erdnahen Bahnen besonders scharf beobachtet werden.

Danach weiss Prof. THIERRY COURVOISIER vom Observatorium Genf zu begeistern mit seinen Ausführungen zur Astrophysik der Hohen Energien. Als Zeugen der heftigsten und gewaltigsten Phänomene des Universums sind die  $\gamma$ -Strahlen das Forschungsobjekt des Satelliten «Integral» der Europäischen Weltraumbehörde (ESA), dessen Rechenzentrum sich in Versoix im Kanton Genf befindet. Die  $\gamma$ -Strahlen verbreitern nicht nur das Beobachtungsfenster der elektromagnetischen Strahlung, die von der Erde aus beobachtbar ist, sondern erlauben





auch die Entdeckung von Objekten, die in anderen Wellenlängen unsichtbar sind, oder von verblüffenden Phänomenen wie die Teilchenvernichtung von Elektronen und Positronen in der Galaxis, wobei die Herkunft der Positronen bis heute noch ungelöst ist. Im zweiten Teil seines Vortrages skizziert THIERRY COURVOISIER auf deutsch (!) das Raumfahrtprogramm der ESA bis 2025.



Um 14 Uhr, nach einem guten Mittagessen an der PH, hält Alt-Staatsrat AUGUSTIN MACHERET als Präsident der Naef-Stiftung, der Besitzerin der Sternwarte Ependes, die Eröffnungsrede zur offiziellen Generalversammlung. Unterdessen entdecken die Begleitpersonen den Charme von Freiburg, indem sie mit der blauweissen Tschu-Tschu-Bahn, dem Touristenzug, durch die historischen Quartiere der mittelalterlichen Stadt gondeln.

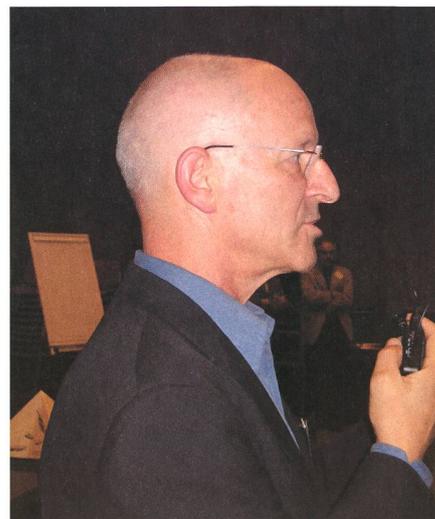
MAX HUBMANN führt die Generalversammlung durch die verschiedenen Punkte der Tagesordnung, beginnend mit dem Jahresbericht. Danach präsentiert SUE KERNEN die Mitgliederzahlen der Gesellschaft, der Sektionen und der Orion-Abonnenten, die alle in den Jahren 2005 und 2006 leicht rückgängig sind. ANDREAS VERDUN, Chefredaktor der Zeitschrift Orion, erläutert verschiedene geplante Massnahmen, um den Rückgang zu stoppen, namentlich durch eine Autorentscheidung für Artikel. Nicht in

der Traktandenliste vorgesehen ist die Intervention von BEAT KOHLER, der die Aufmerksamkeit der Anwesenden auf die Probleme der Lichtverschmutzung lenkt. Er verteilt dazu eine Broschüre des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), die gratis im Internet herunterzuladen ist bei <http://www.buwshop.ch/>.

Der Kassier DIETER SPÄNI präsentiert anschliessend die ausgeglichenen Konten der Jahresrechnung 2005 und des Budgets 2007. Nach seinem Rücktritt wird er durch KLAUS VONLANTHEN der VFSE ersetzt, der zurzeit Vizepräsident



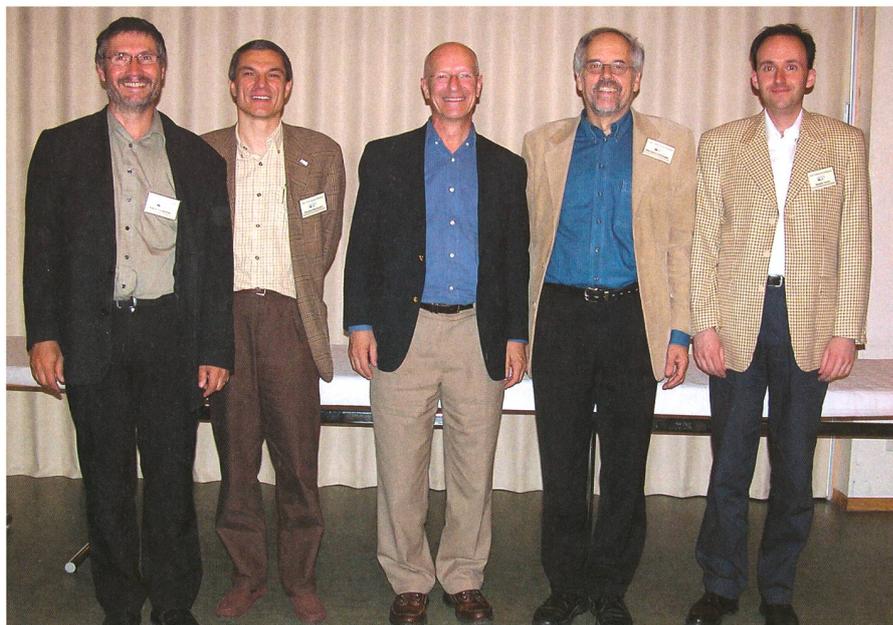
ist und das Amt des Kassiers anfangs 2007 antritt. Schliesslich tritt NOËL CRAMER zurück, der Redaktor für die französischen Artikel in Orion. Er wird ersetzt durch ANDRÉ HECK, Professor in Astronomie an der Universität Strassburg, in Zusammenarbeit mit LOREN COQUILLE, einer Studentin in Astronomie an der Universität Genf. NOËL CRAMER benutzt die Gelegenheit, um die Schwierigkeiten der Zeitschrift zu analysieren: die Anforderungen der Zweisprachigkeit, die Konkurrenz durch Internet, die Kleinheit des Marktplatzes Schweiz.



STEFANO SPOSETTI stellt sich der Versammlung vor und erhält den Preis Robert A. Naef 2006 für seinen Beitrag in Orion Nr. 328 über die Bedeckung von Sternen durch Asteroiden. Zusätzlich werden zwei in Orion publizierte Maturarbeiten ausgezeichnet.

Die nächste GV wird am 2. und 3. Juni 2007 in Falera (Graubünden) organisiert, wo ein neues Observatorium im Bau ist.

Nach einer Kaffeepause entführen zwei neue Vorträge die Anwesenden in den Orbit rund um die Erde. Die Aula ist nun mit über 160 Personen gefüllt, auch ANDRÉ ACKERMANN, Grossratspräsident des Kantons Freiburg, und ISABELLE CHASSOT, Staatsrätin und Direktorin der EKSD, schnallen die Gurten an. Zu Beginn erläutert DANIEL NEUENSCHWANDER, Delegierter der Schweiz bei der ESA, wie wichtig die Zusammenarbeit unseres Landes mit der ESA ist, sowohl in

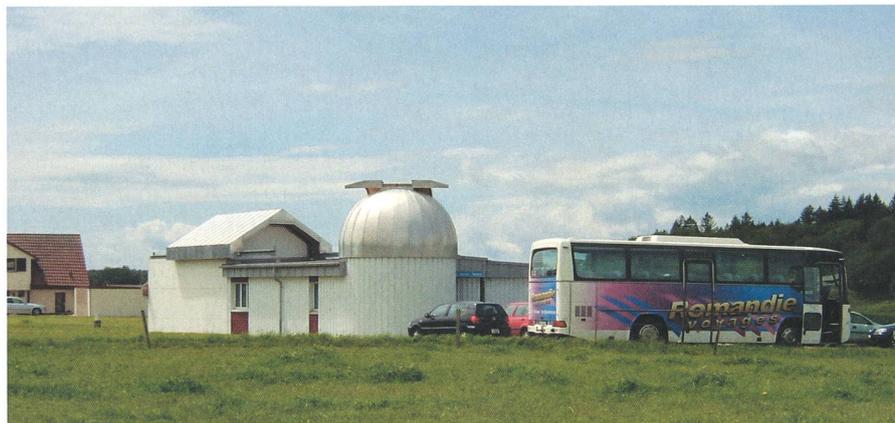


wissenschaftlicher als auch in wirtschaftlicher Hinsicht, dank des technologischen und industriellen Rückflusses in die Schweiz. Hochauflösende Satellitenbilder der Erde erlauben fundierte Entscheidungen im Falle von Naturkatastrophen und humanitären Notlagen.

Sozusagen als Schlussbouquet entführt der Schweizer Astronaut CLAUDE NICOLLIER, ein langjähriger Freund der Sternwarte Ependes und Ehrenmitglied der VFSE, die Anwesenden an Bord der Raumfähre auf 600 km Höhe, um dort mit atemberaubenden Bildern seine beiden Wartungsflüge zum Weltraumteleskop Hubble miterleben zu lassen. Wir bewundern so eine Stunde lang ein kosmisches Ballet der Astronauten rund um das Fernrohr, mit wechselnder Kulisse im Hintergrund: die sonnenbeleuchtete Erdsichel, ein makelloser Sternenhimmel oder Sonnenuntergänge in schier unwirklichen Farbtönen. Hervorragende Bilder von galaktischen Haufen und farbenprächtigen Nebeln, alle aufgenommen durch das Weltraumteleskop Hubble, illustrieren den Erfolg all dieser Anstrengungen.

Zurück auf der Erde, empfängt JEAN BOURGKNECHT, Vize-Ammann der Stadt Freiburg, die Astronomen im Museum Espace Jean Tinguely – Niki de Saint Phalle, einem alten Tramdepot aus dem Jahr 1900. Der Willkommens-Apéro, offeriert von der Gemeinde, erwartet uns zwischen dem „Retable de l'Abondance occidentale et du Mercantilisme totalitaire“ und 22 Reliefs aus Polyester gemalt von Niki de Saint Phalle. Das Nachtessen, ein herrliches Buffet an der PH, beschliesst diesen reich befrachteten Tag, mit dem Auftritt des bekannten Freiburger Acappella Quartett *Abakustiker*, ein Geschenk der Raiffeisenbank Freiburg-Ost.

Am Sonntagmorgen ist Rendez-vous für einen Besuch bei der Firma *Vibro-Meter* in Villars-sur-Glâne, einem Aushängeschild der Weltraumtechnologie in der Schweiz und Partnerin der ESA für die Trägerrakete Ariane. Gegründet 1952 ist das Unternehmen heute an der Spitze in der Entwicklung und Fabrikation von Sensoren für alle Parameter



von Motoren: Vibration, Druck, Beschleunigung usw. sowie der Elektronik für deren Auswertung in Überwachungs- und Kontrollsystemen, unter den extremsten Bedingungen. Vibrometer ist so ein ausgezeichnetes Beispiel für den ökonomischen Rückfluss der Schweizer Beteiligung an der ESA.

Nach einem Fondue Chinoise in der Auberge du Château in Ependes ist die letzte Etappe dieser Reise die Sternwarte Ependes selber, wo die Besucherinnen und Besucher, die vorhandenen Instrumente bewundern können. Das älteste, ein Rheinfelder und Hertel aus dem Ende des 19. Jahrhunderts, war mal im Besitz von ROBERT A. NAEF und thront

nun unter der Kuppel in Ependes, während ein Celestron 14, ein Kellerteleskop von 50 cm und ein Coelostat AOK auf der Beobachtungsterrasse stehen. Ein neues digitales Planetarium, ein pädagogisches Hilfsmittel erster Güte, das eine detaillierte Simulation der Erscheinungen an der Himmelskuppel ermöglicht, hat letzthin den früheren mechanischen Projektor abgelöst. All diese Instrumente sind auf der Website der Sternwarte Ependes beschrieben: [www.observatoire-naef.ch](http://www.observatoire-naef.ch)

Die Tagung endet gegen 16 Uhr, als der Bus uns nach Freiburg zurückführt und die Teilnehmenden sich verabschieden ... bis zum nächsten Jahr in Falera.

## Assemblée générale de la SAS les 20-21 mai 2006

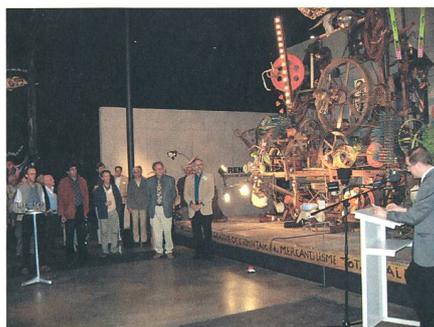
KLAUS VONLANTHEN

Pour la deuxième fois de son histoire, la SAS a tenu son AG en terre fribourgeoise, la précédente ayant eu lieu il y a exactement cinquante ans. Les participants sont accueillis dès 9 h dans le hall principal de la Haute École pédagogique (HEP) de Fribourg, jouxtant la Porte de Morat et les fortifications de la ville médiévale. En attendant le début du programme officiel, café et croissants sont servis, tandis que des exposants, *Galileo* de Morges, *Optique Perret* de Genève et *Foto-Video Zumstein* de Berne, présentent leurs dernières nouveautés.

À 10 h, BERNHARD ZURBRIGGEN, président du comité d'organisation composé de membres de l'Association des Ami(e)s de l'observatoire d'Ependes (AAOE), et MAX HUBMANN, président du comité de la SAS, souhaitent la bienvenue à tout le monde dans l'aula de la HEP.

La matinée est consacrée à trois orateurs, trois facettes fort différentes de l'astronomie: le pédagogue, l'astronome amateur et le professionnel, tour à tour en allemand et en français.

BERNHARD ZURBRIGGEN ouvre les feux en présentant un concept unique en Suisse, mis en place dans le canton de Fribourg pour assurer la formation des élèves et des enseignants dans le domaine de l'astronomie. Il repose sur une étroite collaboration entre la Direction de l'instruction, de la culture et du sport (DICS) par l'intermédiaire de la HEP d'une part, et l'observatoire d'Ependes d'autre part. Ce dernier est réservé deux soirs par semaine aux classes francophones et germanophones, où deux membres de l'équipe des démonstrateurs, qui sont aussi collaborateurs de la HEP, les accueillent. Bon an mal an, près





de 1500 têtes blondes découvrent ainsi les merveilles de la voûte étoilée. De nombreux poèmes et dessins, témoignages de reconnaissance enthousiastes de la part de plusieurs générations d'écoliers, agrémentent cette présentation.

PETER KOCHER, de l'observatoire d'Épandes, vient de découvrir son 30ème astéroïde après d'innombrables nuits passées derrière le télescope. Cet infatigable arpenteur du ciel nocturne explique sa méthode de recherche, depuis le matériel nécessaire jusqu'à l'enregistrement des nouvelles découvertes auprès du Minor Planet Center aux États-Unis. La recette s'énonce comme suit : un bon télescope, une caméra CCD très sensible, quelques logiciels, une connexion rapide à l'Internet, et surtout une bonne dose de motivation et de disponibilité. À ce jour, près de 130'000 astéroïdes sont répertoriés officiellement, ceux dont l'orbite passe près de la Terre étant objets d'une attention particulière.

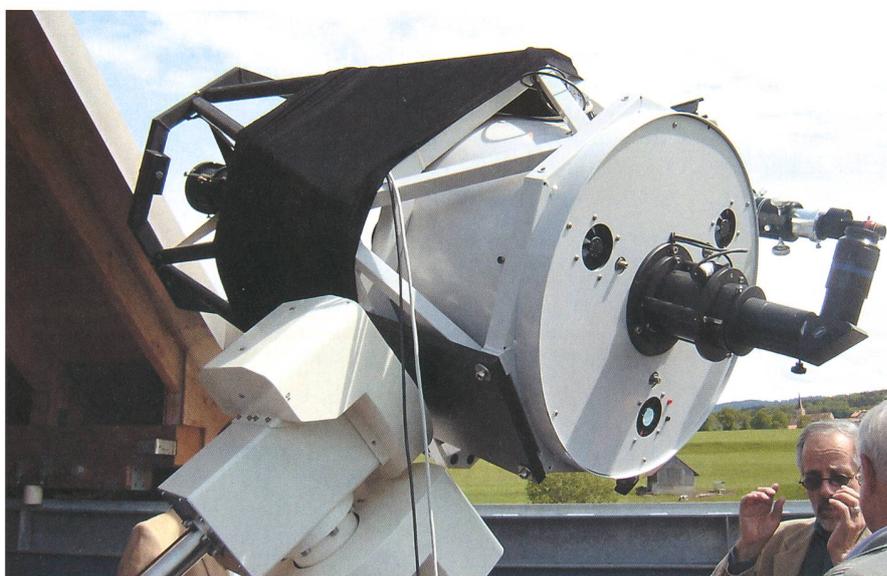
Le professeur THIERRY COURVOISIER de l'Observatoire de Genève nous fait part ensuite de son enthousiasme pour le domaine de l'astrophysique des hautes énergies. Témoins des phénomènes les plus violents de notre Univers, les rayons g sont l'objet d'étude du satellite «Integral» de l'Agence Spatiale Européenne (ASE), dont le centre de calcul se trouve à Versoix dans le canton de Genève. Non seulement les rayons g nous ouvrent plus grande la fenêtre du spectre électromagnétique observable sur Terre, mais ils permettent la découverte d'objets opaques aux autres longueurs d'ondes, ou de phénomènes étonnants tels l'annihilation de paires électron-positron dans la galaxie, l'origine des positrons étant non résolue à ce jour. Dans une seconde partie de sa conférence, THIERRY COURVOISIER a esquissé (en allemand!) l'avenir des programmes de l'ASE jusqu'en 2025.

À 14 h, après un bon repas pris à la HEP, M. AUGUSTIN MACHERET, président de la Fondation Robert A. Naef à laquelle appartient l'observatoire d'Épandes, accueille les participants à l'AG. Pendant ce temps, les personnes accompagnantes découvrent les charmes de Fribourg à bord d'un petit train bleu et blanc parcourant les quartiers historiques de la cité médiévale.

MAX HUBMANN conduit l'AG à travers les différents points de l'ordre du jour, en commençant par la lecture du rapport annuel. SUE KERNEN présente ensuite les chiffres des membres de la société, des sections et des abonnés à Orion, qui présentent tous un léger recul entre 2005 et 2006. ANDREAS VERDUN, rédacteur en chef de la revue, explique différentes mesures envisagées afin d'inverser la tendance, notamment la rémunération des auteurs d'articles. In-

tervention non prévue à l'ordre du jour, BEAT KOHLER attire l'attention des participants sur les problèmes liés à la pollution lumineuse, et distribue une brochure de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) sur le sujet, disponible gratuitement à l'adresse <http://www.buwalshop.ch/>.

DIETER SPÄNI, caissier, présente ensuite des comptes équilibrés pour 2005 et le budget de 2007. Démissionnaire, il sera remplacé par KLAUS VONLANTHEN de l'AAOE, actuellement vice-président, qui prendra ses nouvelles fonctions dès 2007. Enfin NOËL CRAMER, rédacteur en chef responsable de la partie francophone d'Orion, se retire et sera partiellement remplacé par ANDRÉ HECK, professeur d'astronomie à l'université de Strasbourg, avec la collaboration de M<sup>lle</sup> LOREN COQUILLE, étudiante en astrophysique à l'université de Genève. Il en profite pour





livrer son analyse des difficultés que rencontre la revue: les exigences du bilinguisme, la concurrence du Web et l'exiguïté du marché helvétique.

STEFANO SPOSETTI, lauréat du prix Robert A. Naef 2005 pour sa contribution au numéro 328 d'Orion sur les occultations des étoiles par les astéroïdes, se présente lui-même à l'assemblée. De plus, 2 travaux de diplômés publiés dans la revue sont récompensés.

La prochaine AG sera organisée les 2 et 3 juin 2007 à Falera (Grisons), où un tout nouvel observatoire est en construction.

Après une pause café, deux nouvelles conférences vont emmener les participants en orbite autour de la Terre. L'aula est maintenant pleine, et plus de 160 personnes, dont ANDRÉ ACKERMANN, président du Grand Conseil fribourgeois, et ISABELLE CHASSOT, Conseillère d'État directrice de la DICS, attachent leurs ceintures. Pour commencer, DANIEL NEUENSCHWANDER, délégué de notre pays auprès de l'ASE, explique l'importance de la collaboration suisse avec l'ASE, tant dans le domaine scientifique que pour ses retombées technologiques et industrielles. Les images satellites de haute résolution de la planète permettent également de prendre des décisions éclairées en cas de catastrophes naturelles ou humanitaires.

En guise de bouquet final, l'astronaute suisse CLAUDE NICOLLIER, ami de longue date de l'observatoire d'Épandes et membre d'honneur de l'AAOE, transporte ses auditeurs à 600 kilomètres d'altitude à bord de la navette spatiale pour vivre, grâce à des photos à couper le souffle, l'épopée des missions d'entretien du télescope spatial Hubble. Nous

admirons ainsi une heure durant le ballet cosmique des astronautes autour de l'instrument, avec en toile de fond, croissants de Terre, ciels étoilés immaculés ou couchers de soleil aux teintes irréelles. De splendides photos de champs galactiques et nébuleuses multicolores prises par Hubble illustrent le succès de tous ces efforts.

À leur retour sur Terre, JEAN BOURGNECHT, Vice-Syndic de la ville de Fribourg, accueille les astronomes à l'Espace Jean Tinguely - Niki de Saint Phalle, un ancien dépôt de tramways érigé en 1900. Un apéritif de bienvenue offert par la Municipalité nous attend, entre le monumental «Retable de l'Abondance occidentale et du Mercantilisme totalitaire» et les 22 reliefs en polyester peint de NIKI DE SAINT PHALLE. Le souper, un superbe buffet servi à la HEP, conclut cette journée bien remplie, avec la participation du célèbre

quatuor a cappella fribourgeois *Abakustiker* qui nous est offerte par la banque *Raiffeisen Fribourg-Est*.

Le dimanche matin, rendez-vous est pris pour une visite de l'entreprise *Vibro-Meter* à Villars-sur-Glâne, fleuron de la technologie aérospatiale en Suisse et collaboratrice du programme de lanceurs Ariane de l'ASE. Fondée en 1952, l'entreprise est à la pointe dans le développement et la fabrication de capteurs pour la mesure de tous les paramètres des moteurs: vibrations, pression, accélération, etc., ainsi que l'électronique nécessaire à leur utilisation pour des systèmes de surveillance et de contrôle dans les conditions les plus extrêmes. Elle est donc une excellente illustration des retombées économiques de la participation de la Suisse à l'ASE.

Après une fondue chinoise à l'auberge du Château d'Épandes, la dernière étape de ce périple se déroule à l'observatoire d'Épandes, où les visiteurs peuvent admirer les instruments disponibles sur place. L'ancêtre, un Rheinfelder et Hertel de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, ayant appartenu à Robert A. Naef, trône sous la coupole, alors qu'un Célestron 14, un télescope «Keller» de 50 cm et un coelostat AOK se côtoient sur la plate-forme d'observation. Un nouveau planétarium digital, instrument pédagogique de tout premier ordre qui permet une simulation détaillée des richesses de la voûte céleste, a remplacé récemment l'ancien projecteur mécanique sous le dôme de projection. Tous ces instruments sont décrits sur le site de l'observatoire <http://www.observatoire-naef.ch/>.

La journée se termine vers 16 h, lorsque le bus nous reconduit à la gare de Fribourg, où tout le monde prend congé... jusqu'à l'année prochaine à Falera.

KLAUS VONLANTHEN

Riedlistrasse 34, CH-3186 Düringen



## 7. Internationale Astronomiewoche Arosa

22. - 29. Juli 2006

HULDRICH HOCH

Sie wurde diesmal organisiert von der Astronomischen Gesellschaft Graubünden (AGG), deren Präsident THOMAS CASTELBERG auch als Präsident des Organisations-Komitees der Astronomiewoche wirkte. Er leitete nach intensiven Vorbereitungen den Ablauf umsichtig und trat nur mit den notwendigen Informationen unaufdringlich in Erscheinung. Zu den weiteren Gliedern des OK gehörte ARNOLD VON ROTZ, der zum 7. Mal dabei war und mit seinem Wissen und

seinen in all den Jahren geknüpften Beziehungen für den Kontakt mit den geeigneten Referenten und deren abwechslungsreiche Platzierung im Vortragsprogramm sorgte, wobei er sowohl bestellte Universitäts-Professoren wie auch eine ganze Reihe von jüngeren Wissenschaftern engagierte konnte, ein Reservoir zugleich für kommende Astronomiewochen. Er stellte auch jeweils die einzelnen Dozenten den Zuhörern vor. Ebenfalls zum OK gehörten

die Herren LORENZ SCHWARZ, MARTIN SCHWARZ und MANUEL TÖNZ, die mit administrativen und elektronisch-technischen Dingen überaus beschäftigt waren. Insbesondere kümmerten sie sich auch um den Transport der ca. 20 von den Teilnehmern mitgebrachten Teleskopen zu den Beobachtungsstandorten (Tschuggen und Weisshorn) sowie auch um die Verbindung zwischen den beiden Hotels Kulm und Streiff, wo die Gäste untergebracht waren.

Zur Begrüssung fand eine kleine Zeremonie auf der sonnigen Terrasse des Kulm-Hotels statt, an welcher der OK-Präsident THOMA CASTELBERG den Dank an die Sponsoren (SAG!), die Gemeinde Arosa, den Kurverein, die Hotels, Bergbahnen, und Referenten aussprach. Dann begrüßte der Direktor des Kurvereins Arosa, HANS KASPAR SCHWARZENBACH, die Anwesenden. Der langjährige Präsident der SAG und Träger des Robert A.Naef-Preises, FRITZ EGGER (in Vertretung des Präsidenten der SAG, MAX HUBMANN, der kurzfristig absagen musste), wies auf die Wichtigkeit der astronomischen Organisationen in der Schweiz, so auch der Internationalen Astronomiewochen Arosa, hin. (s. Kasten).

Die Teilnehmer, 40 an der Zahl, kamen ausschliesslich aus der Schweiz und aus Deutschland (Verhältnis 3:1). Sie kannten einander zu einem grossen Teil aus früheren Astronomiewochen. Alte Freundschaften wurden erneuert, neue geschlossen. Da auch die meisten Referenten nach ihren Vorträgen die Gelegenheit benützten, den Charme von Arosa noch etwas zu geniessen und sich an den Abendessen und den Exkursionen unter die «passiven» Teilnehmer mischten, entstand ein Kontakt und eine Stimmung, welche die ganze Woche prägten und entscheidend zum erfolgreichen Ablauf beitrugen. Dass natürlich die Arosener Bergwelt und das mehrheitlich gute Wetter (ohne unerträgliche Hitze!) mitwirkten, soll nicht unerwähnt bleiben.

Den vorgesehenen Beobachtungsenden war das Wetter allerdings nicht so gnädig gesinnt. Von den geplanten fünf konnten wegen des bewölkten Himmels nur zwei durchgeführt werden (wo doch gerade sie für viele Teilnehmer jeweils ein zentrales Anliegen sind), einmal auf dem Tschuggen bzw. der Mittelstation der Weisshornbahn und einmal auf dem Weisshorn selber, hier mit vorgängigem Abendessen im Bergrestaurant. Dank dem Entgegenkommen der Weisshornbahn konnte der Aufenthalt bis um 2 Uhr früh ausgedehnt werden. Ein prächtiger Nachthimmel und wieder einmal die Milchstrasse in

### Arosa ... SAG

Die Internationalen Astronomiewochen Arosa sind ein bedeutender Beitrag zur Förderung des Wissens um die Welt, in der wir leben. Sie geben aber auch Wissenschaftlern, Bestandenen und jungen, Gelegenheit, über ihre Forschungsarbeit zu berichten, vor einem Publikum, das nicht nur aus Fachleuten besteht und entsprechend kritische Fragen stellt.

Diesen Dialog zu führen und zu fördern ist auch das Ziel der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG), die Ende der Dreissigerjahre gegründet wurde. Sie ist eine Dachorganisation mit rund 2800 Mitgliedern, die grösstenteils den 40 lokalen Sektionen angehören. Das eigentliche Vereinsleben spielt sich hauptsächlich in diesen ab. Die Astronomiewoche Arosa ist ein Beispiel dafür. Sie wird von der Astronomischen Gesellschaft Graubünden veranstaltet und steht unter dem Patronat der SAG.

Die SAG gibt auch die Zeitschrift Orion heraus, die jährlich sechs Mal erscheint, mit Beiträgen in deutscher, französischer, gelegentlich italienischer und englischer Sprache. Es ist allen sicher bewusst, in welchem Masse sich die Astronomie im Verlaufe des vergangenen halben Jahrhunderts verändert hat, dies nicht nur im eigentlichen wissenschaftlichen Bereich, sondern auch in der uns näher liegenden Amateurliebe. Zur Zeit der Gründung der SAG stand vor allem die Bereitstellung von Beobachtungseinrichtungen im Vordergrund. Heute besteht ein gewaltiger Markt von leistungsfähigen Instrumenten, die sogar Fachastronomen neidisch machen. Elektronik, Informatik, rasche Kommunikation, haben sich in wenigen Jahren so entwickelt, dass auch Amateure wesentliche Beiträge zum Fortschritt der Astronomie leisten können: Astrofotografie, Astrometrie, Photometrie, Beobachtungs- und Auswertungsprogramme...

Vor etwas über 50 Jahren konnten wir den Bau des 5-Meter-Teleskopes von Palomar live verfolgen. Seither sind grössere, komplexere und leistungsfähigere Instrumente an abgelegenen Orten gebaut worden. Nicht zu reden von der Möglichkeit zur Beobachtung ausserhalb unserer Atmosphäre. Diese Einrichtungen stehen allen Astronomen zur Verfügung. Auch unsere Schweizer Forscher machen davon regen Gebrauch. Die Resultate dürfen sich sehen lassen: Galaxien- und Sternentwicklung, Sonnenforschung, Exoplaneten, Supernovae, Asteroiden...

In Arosa haben wir zudem die einzigartige Möglichkeit, einen wirklichen Sternenhimmel zu erleben, ohne allzu grosse Störung durch das Licht der sogenannten Zivilisation. Etwas, das uns ältere Semester an vergangene Zeiten erinnert. Ob da die Bewegung «Dark Sky Switzerland» eine Besserung bringen wird?

Wir freuen uns nun zu erfahren, wie die Sonnenaktivität sich auf unser Leben auswirkt, wie es um die Grösse und das Alter des Universums steht, ob wir wirklich nur einen kleinen Teil seines materiellen Inhaltes sehen und der Rest schwarzes Unbekanntes ist...

Zur Eröffnung der Tagung in Vertretung des Präsidenten der SAG,  
MAX HUBMANN, FRITZ EGGER

ihrer ganzen Schönheit führten zu sonst kaum mehr vergönnten Stern- und Deep-Sky- Erlebnissen: Kleine Sternbilder (Delphin, Dreieck, Lacerta u.a.) der Kugelsternhaufen im Scorpion, der Ringnebel M 57, der Doppelsternhaufen im Perseus, der Lagunennebel M8 und vieles mehr, sodass der Jupiter samt seinen Monden oder der Andromedanebel einem beinahe schon als allzu gewöhnlich vorkamen.

Einen weiteren Unterbruch in der täglichen Routine brachte am vortragsfreien Mittwoch Nachmittag eine von HANSPETER STEIDLE organisierte und geführte Botanik-Exkursion aufs Arosler Hörnli. An über 20 Alpenblumen und Pflanzen, von der dunklen Schafgarbe über den getüpfelten Enzian bis zum leibgebärenden Rispengras zeigte der Botaniker seinen 20 Zuhörern die Vielfalt der Farben, der Gestaltung, der Schutzmassnahmen, des Wurzelwerks und vieles andere mehr, z.T. mit Hilfe eines kleinen Teleskops mit 25facher Vergrößerung. Am Nachmittag zuvor hatte der Basler Astronomie-Professor Dr. ROLAND BUSER in einem diagramm- und formelfreien Vortrag in einer Art astrophilosophischer Betrachtung gezeigt, wie von der kosmischen Evolution aus über gesetzliche und geschichtliche Epochen die Entwicklung des Menschen zur wissenschaftlichen und persönlichen Freiheit führte, nicht ohne auch auf die Gefahren von Zwang und Gewalt hinzuweisen, die in der Technik, aber auch in der menschlichen Natur liegen. Wie ein Exempel für die Befreiung aus astronomischen und physikalischen Zwängen hat sich diese botanische Wanderung mit HANSPETER STEIDLE irgendwie angeboten.

Nun die **Referate**, das Hauptkapitel der Astronomiewoche, jeweils vormittags um 10 Uhr und von 14 bis gegen 18 Uhr am Nachmittag, immer mit anschließender Diskussionsrunde, ein satter Brocken, und manchmal, vor allem natürlich bei den rein astro-physikalischen Themen, quasi ein schwarzes Loch für einen harmlosen Sterngucker wie den Chronisten (dieser hofft, auch für ein paar andere!). Es ist ja auch bezeichnend, dass diese gewichtigen Weltraumprobleme im Diskussions- und Fragefeld fast ausschliesslich jeweils von den gleichen wissenden Besuchern bestritten wurden. Aber das ist gar nicht etwa negativ gemeint: Die Astronomie-Woche soll ja gerade einen Überblick auch über solche in der Forschung aktuellen Probleme und Studien geben, und selbst bei schwierigeren Fragen gewinnt auch der «Laie» neue Erkenntnisse. Für Abwechslung in der Themenvielfalt war ja wirklich gesorgt.



*Gespannt lauschen die Zuhörer den Vorträgen.*

Die **Referate** lassen sich mit leichtem Zwang in vier Gruppen bündeln: Das Universum im Allgemeinen, astrophysikalische Probleme im Speziellen, solche die sich mit der Beobachtung und Vermessung des Raumes befassen und solche, die die Sonne zum Thema haben.

### Universum

Der vorgesehene Vortrag «Die Entstehung der Welt vorher und nachher» musste leider ausfallen. Schade, vielleicht hätte man endlich erfahren, was der Liebe Gott vor dem Urknall machte. Über den Big Bang scheint man sich ja in der Wissenschaft einig zu sein, über den Zeitpunkt doch noch nicht so ganz. Jedenfalls zeigte sich im eindrücklichen Referat von Prof. Dr. G. A. THAMMANN (Universität Basel) «Das Alter des Universums», dass die von der NASA als nahezu verbindlich erklärte Zeitspanne von 13,7 Milliarden Jahren seit dem Knall, unter Berücksichtigung von Entfernung und Fluchtgeschwindigkeit der Galaxien, doch noch etliche Schwankungen an diesem Datum zulässt.

In seinem Referat über «Das dunkle Universum» machte PD Dr. PETER BREDEHL (Max Planck Institut Garching) klar, dass die 73% Dunkelheit des Universums immer noch nicht ganz erklärt sind (Materie? Was für welche?), sodass man sich vielleicht mit dem resigniert-scherzhaften Dictum: «Anti-matter? Dark matter? Doesn't matter!» aus der Verlegenheit stehlen kann.

In seinem zweiten Vortrag zeigte Dr. P. BREDEHL, wie Galaxien und die Schwarzen Löcher darin entstehen, und

beschäftigte sich insbesondere mit dem Schwarzen Loch im Zentrum (Sagittarius) unsere Milchstrasse.

FRANCO JOS (ETH) zeigte, wie immer bessere Methoden und Instrumente zur Entdeckung von neuen extrasolaren Planeten führen (es sind schon 170), und dass die nächsten 20 Jahre noch grosse Überraschungen bringen können (Suche nach Leben?).

Dr. THOMAS SCHILDKNECHT (Universität Bern) sprach über Distanzmessungen im Weltraum, eine Reise vom Planetensystem bis an den Rand des Weltalls mit immer verbesserten Instrumenten, wobei als Nebenprodukt oft auch neue Phänomene entdeckt werden.

URS BURCH (ETH) erklärte, auch mittels eines Experimentes, die Natur des polarisierten Lichtes und wie man durch Polarimetrie von Quasaren zu neuen Erkenntnissen kommt.

### Astrophysikalische Fragen

Prof. Dr. DOMENICO GIULINI (Freiburg i.Br.) legte in seinem Referat «Kosmische Kreisel: Inertialsysteme und Gravitomagnetismus» dar, dass in der theoretischen Physik Uneinigkeit in der Beurteilung der Bezugssysteme der Kräfte besteht (Newton gegen Einstein) und dass so beim Übergang von der Mechanik in das Relativitätssystem viele Fragen offen bleiben.

In einem zweiten Vortrag sprach Prof. GIULINI über die Rätsel der kosmologischen Konstante.

### Weltraumbeobachtungen

Dr. RENZO RAMELLI (Istituto Ricerche Solari Lugano, IRSOL) beschrieb «Welt-



Der Beobachtungsplatz auf dem Weisshorn-Gipfel.

raumbeobachtungen mit einem unterirdischen Muonteleskop am CERN». Untersuchung der kosmischen Strahlung und die Suche nach exotischen Ereignissen etc. mit einem Teleskop von besonderer Auflösung.

Dr. ANNETTE JÄCKEL (Universität Bern) referierte über die ESA-Mission der Raumsonde ROSETTA, die seit Februar 2004 zur Beobachtung des Kometen Churyumov-Gerasimenko nach verschiedenen Umwegen und Stationen bis ins Jahr 2015 unterwegs sein wird. Die Universität Bern ist an dieser Mission mit einem eigenen Programm (ROSINA) und eigenem Instrumentarium beteiligt.

### Sonne

Dr. WOLFGANG FINSTERLE (PMOD/WRC Davos) «Der Einfluss der Sonne auf das Erdklima». Vieles ist bekannt, eine Reihe von Einflüssen, aber es bedarf intensiver weiterer Forschung.

Dr. FINSTERLE bot auch unter dem Titel «Astronomische Beobachtungen am Südpol» mit eindrucklichen Bildern einen Erlebnisbericht von seinem Aufenthalt und seiner Mitarbeit bei den Sonnenbeobachtungen am Südpol (Heli-seismologie, Schwingungen der Sonne, Messen von Wellen in der Sonne etc.) und beschrieb zudem die Bauten und den äusseren Tagesablauf, die eine solche Unternehmung erst ermöglichen.

MARINA BATTAGLIA (ETH) «Die aktive Sonne». Überblick über die bekannten Erscheinungen auf der Sonne. Forschungsergebnisse. Vor- und Nachteile des Einflusses der Sonneneinstrahlung auf die Erde.

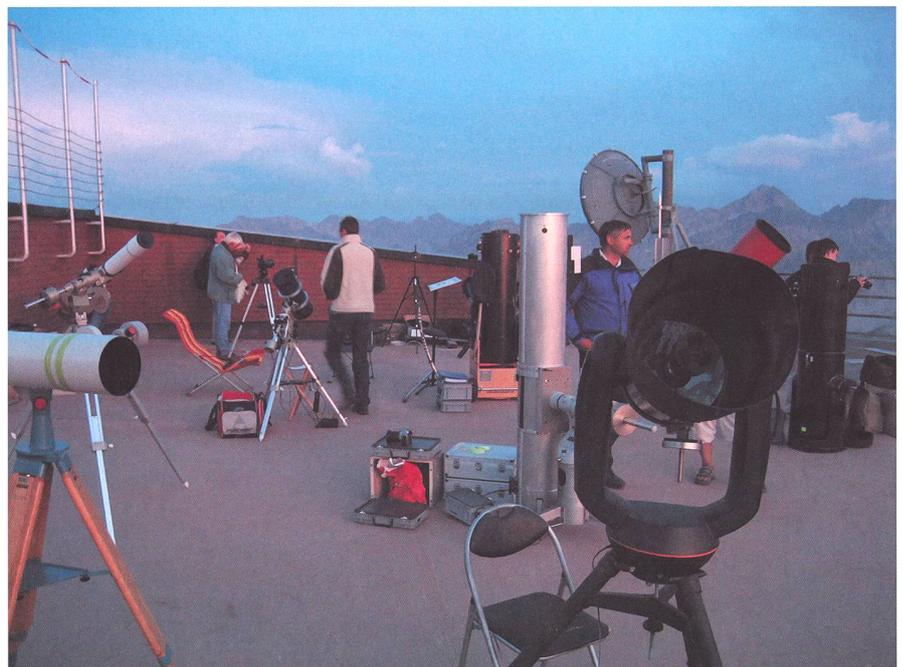
Dr. RENZO RAMELLI (IRSOL) «Auf der Suche nach den Spuren der Sonnenmagnetfelder» erklärte, wie man an seinem Institut mit Teleskop (45 cm), Spektrograph, Polarimeter u.a intensive Zukunftsforschung an der Sonne treibt und auch z.B. bei Sonnenfinsternissen Experimente an der Chromosphäre durchführt.

Es existiert eine CD mit diesen Vorträgen, die von Interessenten gegen Entgelt bei LORENZ SCHWARZ, Jacob-Burckhardt-Strasse 16, 4052 Basel, bezogen werden kann.

Am Schluss der Woche: «Schlussresumee und Verabschiedung».

Der OK-Präsident THOMAS CASTELBERG gab seiner Freude und Genugtuung über den gelungenen Ablauf der 7. Astronomiewoche Arosa Ausdruck, sprach nochmals seinen Dank an alle Mitwirkenden aus und stellte eine weitere 8. Woche in 2-3 Jahren in Aussicht. FRITZ EGGER, der langjährige frühere Präsident der SAG, dankte ebenfalls allen an der Organisation Beteiligten und den Referenten, zeigte sich vom Niveau des Gebotenen äusserst beeindruckt, sah darin eine Bestätigung, dass sich die schweizerische Astronomie durchaus sehen lassen könne und hoffte seinerseits auf eine Weiterführung der Aroser Astronomiewochen.

Der Anlass wurde bereichert durch ein paar Worte von BRUNO NOETZLI, der als Initiant seinerzeit bei der Realisierung und Organisation der 1. Astronomiewoche entscheidend mitgewirkt hatte. Eine Show von mit einer Spezialkamera in Namibia und Chile aufgenommenen Fotos durch PIERRE E. SCHMID und eine humoristisch-kritische



Die letzten Vorbereitungen bevor die Nacht herein bricht.

Nummer über die Ereignisse der Woche durch RUDOLF HEINZ boten eine willkommene Ergänzung.

In einem anschliessenden Rapport begutachtete das OIK die Geschehnisse noch einmal positiv, sinnierte zugleich aber auch darüber, wie man die Teilnehmerzahl, die merklich abgenommen hat, wieder verbessern könnte, insbesondere auch durch günstigere Unterkunftsmöglichkeiten, was doch gewiss weitere Amateur-Astronomen anlocken würde. Denn, das ist gewiss: Eine Bereicherung des astronomischen Wissens, verbunden mit dem Genuss der Aroser Bergwelt und der freundschaftlichen Atmosphäre, hat diese 7. Internationale Astronomiewoche allen Beteiligten geboten, und das wird die geplante achte in 2-3 Jahren auch wieder tun.

DR. HULDRICH HOCH  
Richard Kisslingweg 8, CH 8044 Zürich

■ Dass die 7. Internationale Astronomiewoche, die vom 22. bis zum 29. Juli 2006 unter der Schirmherrschaft der SAG in Arosa stattfand, nicht nur für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, sondern auch für die Referenten ein erinnerungswürdiges Erlebnis war, zeigt unter anderen der nachfolgende Dankesbrief an das Organisationskomitee (Die Red.)

*Lieber Arnold,  
ich möchte mich nachträglich nochmals für die Einladung nach Arosa bedanken. Obwohl ich ja leider wegen den Semesterverpflichtungen nur kurz bleiben konnte, habe ich doch jede Minute genossen. Besonders interessant für mich (als Theoretiker) waren die Blicke durch die Teleskope auf dem Tschuggen. Es ist doch etwas ganz anderes, das «in natura» zu sehen, auch wenn man sich mittlerweile an die gestochenen scharfen Bilder, etwa vom Hubble-Teleskop, fast gewöhnt hat. Es war wirklich eindrücklich!*

*Jetzt bin ich mit meiner Familie in den Sommerferien im Engadin. Heute hat es ab 2200 m geschneit und unten geregnet, so nutze ich die Zeit für einige E-Mails. Gerade reissen die Wolken auf und es schauen die weissen Gipfel heraus – phantastisch!*

PROF. DR. DOMENICO GIULINI  
Physikalisches Institut Universität Freiburg  
Herman-Herder-Strasse 3  
D-79104 Freiburg

## SCHWEIZERISCHE ASTRONOMISCHE GESELLSCHAFT

### Einladung zur Konferenz der Sektionsverteter

Sehr geehrte Damen und Herren,  
Ich lade Sie herzlich zur diesjährigen Konferenz der Sektionsvertreter ein. Folgender Ablauf ist vorgesehen:

**Datum:** Samstag, 11. November 2006

**Ort:** Congress Hotel Olten, Bahnhofstrasse 5, 4600 Olten

**Vorprogramm:** 11.15 Uhr Apéro, offeriert von der SAG  
12.00 Uhr Gemeinsames Mittagessen. Ich bitte Sie, mir Ihre Teilnahme am Apéro und/oder am Mittagessen bis Mittwoch, 8.11.06, zu melden.

**Konferenz:** 14.00-17.00 Uhr  
Neben den Mitteilungen des Zentralvorstandes und Orientierung über die GV 2007 sind, wie in den vergangenen Jahren, Kurzvorträge vorgesehen. Dazu sind Beiträge Ihrerseits willkommen. Ich bitte Sie in diesem Fall um eine kurze Vor-Information, die Sie zusammen mit der Anmeldung an mich richten können. Hellraumprojektor, Diaprojektion, Beamer und, falls nötig, auch Video (VHS), sind verfügbar.

Die Teilnahme an der Konferenz steht allen Mitgliedern der SAG offen. Ich freue mich auf eine rege Teilnahme.

Mit freundlichen Grüssen  
Der Präsident der SAG

MAX HUBMANN  
Waldweg 1; CH-3072 Ostermundigen; 031 931 14 46  
hubmann\_ulmer@freesurf.ch

## SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE SUISSE

### Invitation à la conférence des représentants des sections

Mesdames, Messieurs,  
Comme toutes les années, je vous invite à la conférence annuelle des représentants des sections. La conférence se déroulera comme suit:

**Date:** le samedi 11 novembre 2006

**Lieu:** Congress Hotel Olten, Bahnhofstrasse 5, 4600 Olten

**Avant-programme:** 11.15 h apéritif, offert par la SAS  
12.00 h repas en commun. Ayez l'amabilité de m'informer jusqu'au mercredi le 8 nov. 06 du nombre de participants de votre section à l'apéritif et/ou au repas.

**Conférence:** 14.00-17.00 h  
A part les communications du comité central et les informations concernant l'AG 2007 nous avons prévu des exposés. Chaque contribution de votre part est bienvenue – dans ce cas je vous prie de m'en informer avant mercredi le 8 nov. Rétroprojecteur, projecteur, beamer et, si nécessaire, vidéo sont à disposition.

La participation est ouverte à tous les membres de la SAS.  
Nous comptons sur votre participation bien nombreuse.

Avec mes meilleures salutations  
Le président de la SAS

MAX HUBMANN  
Waldweg 1; 3072 Ostermundigen; 031 931 14 46  
hubmann\_ulmer@freesurf.ch

# Das Planetarium aus Zürich feiert sein zehnjähriges Bestehen

URS SCHEIFELE, MATTHIAS HOFER



Nach sechs Jahren Bauzeit konnte schliesslich im Januar 1997 das Planetarium Zürich im grossen Saal des Volkshauses offiziell eröffnet werden. Im Orion Nr. 277 vom Dezember 1996 erschien dazu ein ausführlicher Bericht. Die Vorführung hiess damals – ganz passend – «A Star is Born».

Das Planetarium Zürich ist das einzige, rein privat betriebene mobile Planetarium, dessen Darstellungsmöglichkeiten es durchaus mit den «Grossen» aufnehmen kann. Einmalig wohl auch die zweiseitige Projektion auf eine grosse Leinwand und die computergesteuerten Zoomoptiken, welche es ermöglichen, jedes astronomische Objekt von Punktgrösse bis zu einem leinwandfüllenden Bild zu verändern. So entstehen realitätsnahe Flüge durch das gesamte Sonnensystem. Unserer Vorführphilosophie sind wir treu geblieben: Die Programme werden immer live kommentiert.

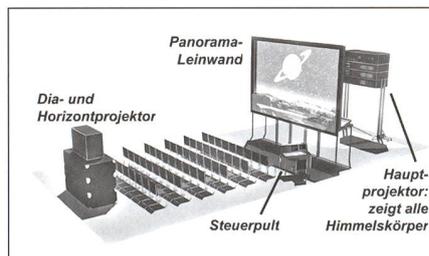
Ein Rückblick in die vergangenen zehn Jahre zeigt eine wechselvolle Geschichte:

Nach der Eröffnung hiess es weiterarbeiten: Hale-Bopp wartete nicht, und über die Ostertage lief bereits unser erstes Spezialprogramm. Weitere Meilensteine bildeten die Live-Konzerte mit den Winterthurer Philharmonikern (Herbst 1997), wo das Planetarium die berühmte Suite «Die Planeten» von GUSTAV HOLST mit animierten Szenen und Bildern in eine «Son et Lumière»-Show verwandelte. 1999 stand ganz im Zeichen der totalen Sonnenfinsternis, wir konnten Garantie für einen wolkenlosen Himmel bieten... Ein ungewöhnlicher Auftrag erreichte uns aus Bethlehem: Auf Initiative des Vereins «Bethlehem 2000» brachten wir den «Stern von Bethlehem», unsere Weihnachtsvorführung, im Dezember 1999 nach Palästina. Vorgeführt wurde zumeist auf arabisch, mit einem ausgebildeten Sprecher.

In 11 verschiedenen Programmen, an insgesamt 4000 Vorführungen, reisten 210000 Besucherinnen und Besucher,

davon 150000 Schulkinder, mit uns ins Weltall. Seit 2001 sind wir mit unseren Astronomiekursen auch in der Erwachsenenbildung tätig. Der Planetariumsprojektor ist 245 mal auf- und abgebaut worden.

Nach dem fulminanten Start musste sich das Planetarium den wirtschaftlichen Realitäten stellen. Wir rechneten damit, dass wir mit den Eintrittsgeldern, zusammen mit Sponsorbeiträgen, einem Team von 3 bis 4 Personen den Lebensunterhalt ermöglichen könnten. Der Markt im riesigen Unterhaltungsangebot erwies sich aber als hart, und auch wir spüren den Spardruck, dem alle Schulen zunehmend ausgesetzt sind. Ohne die Beiträge der «Planisupporter», unserem Förderverein mit 460 Mitgliedern, hätten wir nicht überleben können. Um das Unternehmen Planetarium zu retten, reduzierten wir unseren Personalbestand auf zwei Mitarbeiter in Teilzeit und beschränkten die Vorführertätigkeiten auf das Winterhalbjahr.



Vom technisch-astronomischen her dürfen wir das Experiment «Mobiles Planetarium» als Erfolg verbuchen. Der äusserst komplizierte Projektor hat sich als zuverlässig erwiesen. Und dies, obwohl das Material durch den häufigen Transport starken Belastungen ausgesetzt ist.

In den vergangenen 10 Jahren haben wir die ganze Projektionsanlage schrittweise um diverse Sonderprojektoren erweitert. Der Umfang der Steuersoftware stieg von anfänglich 17000 auf heute 35000 Zeilen Turbo-Pascal.

Wir werden in nächster Zeit versuchen, uns neu auszurichten und für das Planetarium doch einmal einen fixen Standort in der Stadt Zürich zu finden. Das soll nicht ausschliessen, zusätzlich mit dem Projektor noch auf Tournee zu gehen.

Eines ist uns aber trotz schwierigen Zeiten nie abhanden gekommen: Die Begeisterung für Astronomie und für das Vorführen am Steuerpult. Diese Begeisterung



möchten wir mit unserem Planetarium weiterhin in die Bevölkerung hinaustragen.

URS SCHEIFELE, MATTHIAS HOFER  
Planetarium Zürich, Rosengartenstrasse 1a,  
8037 Zürich, [www.plani.ch](http://www.plani.ch)



## Astronomie zum Staunen

**Freitag, 24. November 2006**

- 18:00 Die totale Sonnenfinsternis 2006
- 19:30 A Star is Born
- 21:00 Der Stern von Bethlehem

**Samstag, 25. November 2006**

- 18:00 Familienvorführung: Reise durch das Sonnensystem
- 19:30 Fahrt durch die Milchstrasse
- 21:00 Musik im Planetarium: "Die Planeten" von Gustav Holst

**Montag, 27. November 2006**

- 09:30 D Schtärnefee Mira - Ein Märchen im Weltraum, erzählt von Trudi Gerster (ab 4 Jahren)
- 18:00 Sonne-Erde-Mond
- 19:30 Mars, der Rote Planet

**Dienstag, 28. November 2006**

- 18:00 Sternbilder und Mythologie
- 19:30 Hale-Bopp & Co.

**im grossen Saal: 10m-Leinwand**

Kirchgemeindehaus Zürich-Wipkingen  
Rosengartenstrasse 1, 8037 Zürich  
Tram 13 bis Wipkingerplatz oder  
Bus 33 oder 72 bis Rosengartenstrasse

**Vorverkauf**

Migros City, Tel. 044 221 16 71  
oder per Internet: [www.plani.ch](http://www.plani.ch)  
Erw. 15 Fr., AHV/Legi 12 Fr., Kinder 8 Fr.

Die Vorführungen dauern jeweils etwa eine Stunde und werden live kommentiert. Für Kinder unter 6 Jahren nicht geeignet. (ausser "Mira")



## Lunar-scenic-flyby

After countless close calls during the past few years, I am most delighted to present you with «Flying Over Tycho», my first successful attempt at capturing a passenger plane transit across the surface of the moon (or sun). The photo was taken less than an hour ago with a passenger plane caught just over the landmark crater of the southern lunar hemisphere Tycho whose rays are believed to extend well into the lunar northern hemisphere. Furthermore, the plane is just to the east of the crash landing site for the SMART-1 mission and, more specifically, Lacus Excellante.

ANTHONY AYIOMAMITIS

Agapis 2

NEA PALATAIA-OROPOU 19015 - GREECE



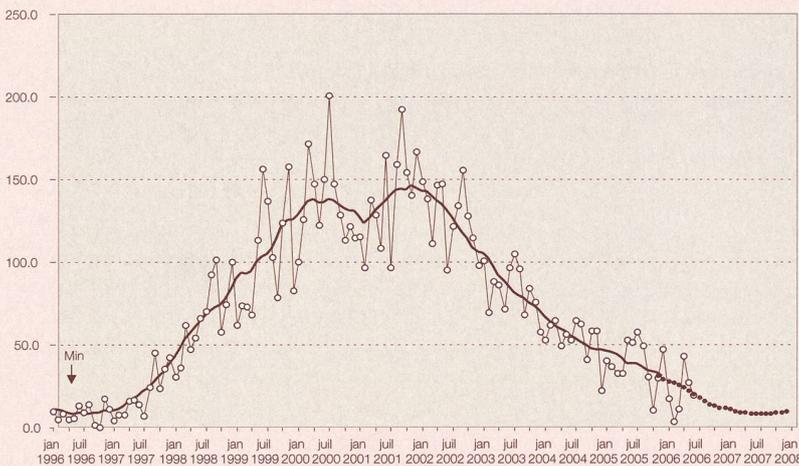
Author: ANTHONY AYIOMAMITIS

Date: July 7, 2006; Time: 22:30:34 UT+3; Location: Athens, Greece (38.2997-deg N, 23.7430-deg E); Camera: Canon EOS 300D; Tele/Lens: Astro-Physics AP160/f7.5 EDF refractor; Film/ISO: ISO 100; Exp Time: 1/125th sec; Processing: Unsharp Masking in Photoshop CS2. Further details etc. at: <http://www.perseus.gr/Astro-Lunar-Scenes-Flyby-20060707.htm>

E-mail: anthony@perseus.gr

## Swiss Wolf Numbers 2006

MARCEL BISSEGER, Gasse 52, CH-2553 Safnern



Mai 2006

Mittel: 27.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
40	40	50	52	29	35	42	47	25		
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
17	11	12	0	0	0	0	11	11	24	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
28	24	15	31	29	38	40	53	39	18	

Juni 2006

Mittel: 23.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3	0	0	21	26	29	47	52	44	42	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
33	25	23	14	9	6	8	15	12	12	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
4	0	0	0	11	15	18	33	44	42	

### Mai 2006

Name	Instrument	Beobachtungen
BARNES H.	Refr 76	7
BISSEGER M.	Refr 100	3
FRIEDLI T.	Refr 80	10
GÖTZ M.	Refl 100	9
HERZOG H.	Refl 250	10
NIKLAUS K.	Refl 200	15
RAMM H.	Refr 60	4
TARNUTZER A.	Refl 203	10
VON ROTZ A.	Refl 130	15
WEISS P.	Refr 82	22
WILLI X.	Refl 200	3

### Juni 2006

Name	Instrument	Beobachtungen
BARNES H.	Refr 76	12
BISSEGER M.	Refr 100	5
FRIEDLI T.	Refr 80	9
GÖTZ M.	Refl 100	14
HERZOG H.	Refl 250	16
MÖLLER M.	Refr 80	23
NIKLAUS K.	Refl 320	14
RAMM H.	Refr 102	2
RAMM H.	Refr 60	4
TARNUTZER A.	Refl 203	18
VON ROTZ A.	Refl 130	29
WEISS P.	Refr 82	18
WILLI X.	Refl 200	7

## Les Potins d'Uranie

### Le «truc d'Ernest»

AL NATH

Je parierais gros que vous en connaissez aussi. Toutes les communautés, grandes ou petites, en ont. Ces esprits bricoleurs et touche-à-tout, mais tellement maladroits, deviennent la hantise de chacun. «Surtout, laisse cela tranquille.» «Non, n'essaye pas de le réparer, sinon on ne pourra vraiment plus rien en faire.» Etc. Etc. Ce sont eux les artistes responsables des voitures qui clignotent lorsque les essuie-glaces fonctionnent, des sièges pliants qui s'effondrent sous vous, des robinets d'eau froide crachant de la vapeur, et des télé parlant polonais sur des programmes en italien. La liste de leurs exploits est longue et variée.

En ces temps-là, le village des hauts-plateaux avait aussi son champion du genre, du joli nom d'Ernest. Que tous les autres Ernest lui pardonnent. Contrairement au portrait-type de l'horrible petit génie de nos séries télévisuelles, Ernest était non seulement très intelligent, mais aussi beau garçon, à l'aise en société et tout à fait charmant ... aussi longtemps qu'il ne touchait à rien. Du style à se faire dire sans cesse bien des choses comme: «Ernest, sois gentil, garde les mains dans tes poches et tu auras des bisous.»

Ernest s'était lié d'amitié avec un forgeron vieillissant. Celui-ci le laissait pénétrer dans son antre sans trop s'inquiéter de ce qu'il y faisait. Ah, ces forges d'antan! C'étaient les centres névralgiques des patelins d'alors. On y ferrait les chevaux, mais on y fabriquait et réparait aussi tous les outils et toutes les machines imaginables. Leurs recoins sombres recelaient des mystères sous un mélange de poussières, de limaille, de suie, de graisse et d'autres dépôts indéfinissables. Et que dire de ces odeurs qui vous réveillaient narines et poitrine! Et que dire de ce feu d'où sortaient des fers rougis qui se faisaient ensuite modeler à grands coups sonores sur cette enclume monumentale, convergence de toutes les activités de la forge!

Ernest avait été subjugué par ce qu'il ressentait comme un temple pour ses aspirations les plus profondes. Le forgeron amadoué lui avait laissé un établi éloigné et ce qu'il y bricolait ne déton-

nait pas dans la joyeuse anarchie du lieu. Pour le reste du village, pendant qu'Ernest s'occupait à la forge, il ne causait pas de désastres ailleurs.

A la suite d'on ne sait quelle inspiration devenue idée fixe, Ernest s'était obstiné à construire une espèce de pompe, mélangeur d'air et d'eau, qui devait être dans son esprit d'une utilisation universelle là où la force était nécessaire et qui devait aussi atteindre un pouvoir d'expulsion et de propulsion extraordinaire.

Vous devinez ce qui arriva: le jour où Ernest voulut essayer sa machine, celle-ci lui explosa au visage. Il en resta défiguré et idiot. L'histoire se conta de génération en génération. Un jour, un paysan entendit parler de cette obscure constellation s'appelant la *Machine Pneumatique*. Elle devint pour le village «le truc d'Ernest, là dans le ciel qu'on ne voit jamais».

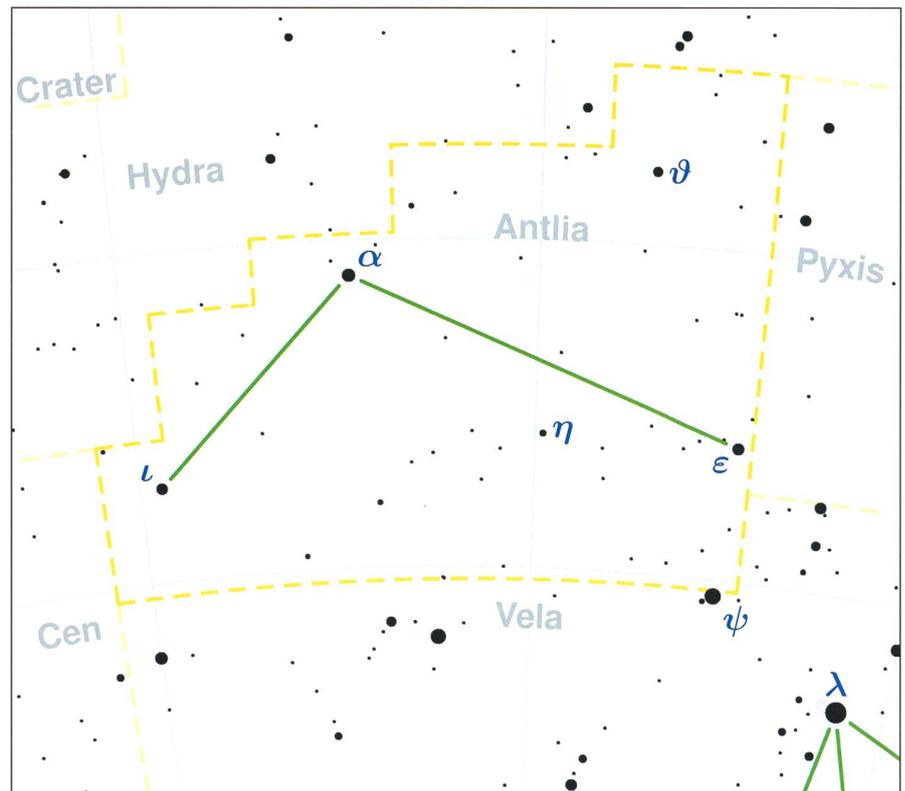
Comme l'avaient bien compris les paysans du village des hauts-plateaux, la *Machine Pneumatique*<sup>1</sup> est une modeste constellation de l'hémisphère Sud.



L'abbé Nicolas-Louis de Lacaille. (1713-1762)

On la doit à l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille (1713-1762) qui séjourna au Cap de Bonne Espérance entre 1750 et 1754 pour y faire un relevé d'environ 10.000 étoiles visibles<sup>2</sup> de ce côté-là de la planète. Dans son ouvrage *Coelum Australe Stelliferum*, publié l'année suivant celle de sa mort, il présenta une quinzaine de nouvelles constellations, dont celle qui nous occupe, pour combler les espaces du ciel austral non encore référencés.

La constellation de la Machine Pneumatique. (© Wikipedia)



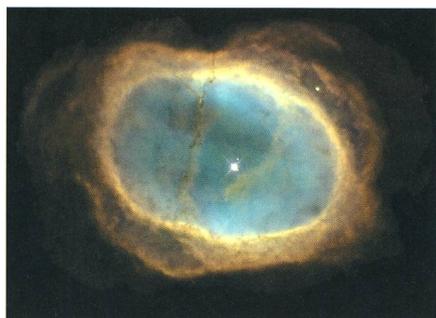
<sup>1</sup> En latin, *Antlia Pneumatica*, ou plus simplement *Antlia*, abrégée *Ant* dans les désignations stellaires.

<sup>2</sup> Dont une quarantaine d'objets nébuleux.

Certaines sources attribuent la dénomination «Machine Pneumatique» à l'invention d'une pompe à air en 1659 par l'anglo-irlandais Robert Boyle (1627-1692). En fait, celui-ci aurait, sur la suggestion de son assistant Robert Hooke (1635-1703), amélioré un concept antérieur d'Otto von Guericke (1602-1686) qui construisit sa première pompe à air en 1654. Et vous connaissez ce von Guericke car on lui doit la célèbre «expérience de Magdebourg» démontrant la force de la pression atmosphérique: deux hémisphères accolés, vide effectué, et des chevaux attachés à chaque hémisphère sont incapables de les séparer. von Guericke démontra aussi que, dans une cloche dont on avait fait le vide, les sons d'un grelot ne pouvaient être entendus, les bougies ne pouvaient brûler et des animaux ne pouvaient survivre.

Revenons quelques instants à Lacaille pour indiquer qu'il participa à la vérification du méridien de Paris par des mesures entre Paris et Perpignan qui permirent de trancher en faveur des partisans de l'aplatissement de la Terre aux pôles. Son expédition au Cap fut soutenue par les Compagnies des Indes française et hollandaise. Son travail là-bas fut en quelque sorte le début de l'astronomie australe. Au-delà des posi-

<sup>3</sup> Voir "Lu Mohèt", *Orion* 63/5 (2005) 5.7-5.8



La nébuleuse planétaire NGC3132, située à la limite de la constellation des Voiles (Vela), ressemble à la célèbre nébuleuse M57 de la Lyre. (© STScI)

tions d'étoiles mentionnées ci-dessus, il fut le premier à mesurer un arc de méridien africain. Il détermina aussi les parallaxes lunaire et solaire, établit une table d'éclipses pour 1800 ans, etc. Lacaille dit de lui que, dans sa vie plutôt courte, Lacaille fit plus d'observations et de calculs que tous les astronomes de son temps réunis.

Comme déjà expliqué en ces pages<sup>3</sup>, les limites des constellations furent définitivement fixées en 1930 par E. Delporte pour le compte de l'Union Astronomique Internationale (UAI). Dans l'opération, les étoiles  $\beta$  et  $\gamma$  Ant (deuxième et troisième en brillance de la *Machine Pneumatique*) passèrent définitivement dans les constellations voisines. L'étoile principale,  $\alpha$  Ant, est

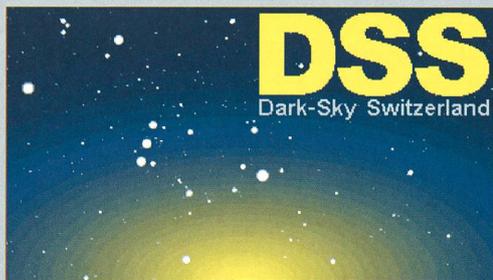


La galaxie spirale NGC2997 est également une radiogalaxie. (© AAO)

relativement modeste avec une magnitude visuelle de 4.28 et un type spectral K4III. Cette géante donc est légèrement, mais irrégulièrement, variable. Assez difficile à identifier, la constellation *Anlia* culmine vers 21:00 au début d'avril et s'étend entre les déclinaisons  $-25^\circ$  et  $-40^\circ$ . Elle est donc théoriquement entièrement visible d'endroits situés au Sud d'un parallèle passant Tolède, l'ancienne résidence des Rois de Castille.

Il faut beaucoup d'imagination pour voir une *Machine Pneumatique* dans cette région du ciel, par ailleurs pauvre en objets spectaculaires. Admirez néanmoins la nébuleuse planétaire et la galaxie naine présentées en ces pages.

AL NATH



## Dark-Sky Switzerland

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

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

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

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

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

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

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



**Mitglieder CHF 20  
Gönner ab CHF 50**

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

## Les Potins d'Uranie

# L'Axe du Monde

AL NATH

Décidément, ce garçon-là devait avoir eu des prédispositions. À peine l'entreprise où travaillait son père lui avait-elle offert, dans le cadre des fêtes de la Saint Nicolas, un petit théâtre de marionnettes que tous les gamins du village s'étaient retrouvés chez lui pour assister aux différentes pièces rapidement sorties de son imagination. Et ce devint vite un rituel. Par beau temps, les représentations avaient lieu sur le pas de la porte. Quelques «grands» les suivaient parfois de loin avec un air faussement détaché. Mais leurs réactions trahissaient qu'ils ne perdaient rien des histoires jouées par les personnages de bois secoués habilement par le dramaturge en herbe. Et il en faisait aussi les différentes voix ...

La marmaille réclamait souvent plusieurs fois d'affilée les pièces à succès, ajoutant commentaires et réparties, suggérant des voies alternatives, etc. – tout cela bien avant l'apparition de ces jeux électroniques à options multiples ...

La pièce qui recueillait le plus de suffrages était sans nul doute «Monsieur le Curé qui ne veut plus faire son métier». Ceux qui y voyaient des allusions à certains personnages locaux avaient tout à fait raison: à cette époque, chaque presbytère rural abritait non seulement son prêtre, mais aussi une servante restant aussi digne que possible sous les commentaires narquois des paysans.

Et la farce avait d'autant plus de sel qu'elle était jouée à l'ombre du clocher du village, tordu par le diable comme le disaient les crédules et surmonté d'un coq «allemand» parce qu'il était le seul de la région à être doté de pattes. C'étaient bien des ouvriers prussiens qui avaient reconstruit ce clocher après le grand incendie du début du siècle qui avait ravagé le bourg alors essentiellement fait de masures au toit de chaume. Ces bâtisseurs rhénans avaient donné une forme hélicoïdale au clocher pour diminuer sa prise aux vents puissants

qui sévissaient sur ces hauts-plateaux. Mais ce qui était surtout resté dans la mémoire populaire, c'était la tenue de ces ouvriers: chapeau melon, col amononné et cravaté, le tout porté imperturbablement pendant leurs évolutions dans les hauteurs.

Notre garçon à l'inspiration féconde admirait souvent ce clocher depuis la fenêtre de sa chambre. La nuit, après l'extinction de l'éclairage public, il pouvait voir sa silhouette se découper sur le ciel étoilé. La pointe de sa spire paraissait se ficher, telle une vrille monumentale, sur une étoile autour de laquelle la voûte céleste elle-même semblait tourner. Et ce devint aussi un jeu de suivre le mouvement du firmament nocturne autour de cet étonnant pivot, tout en rêvant aux périples des grands navigateurs d'autrefois. Une de ses nombreuses piécettes pour marionnettes ne s'intitulait-elle d'ailleurs pas «Le pirate et le timonier»?

Comme ce gamin l'apprit plus tard à l'école, l'étoile que le hasard avait placée en perspective à la pointe de son clocher était l'étoile la plus brillante d'une constellation peu lumineuse, la Petite Ourse (Ursa Minor), et l'étoile brillante la plus proche du Pôle Nord, d'où son nom d'Étoile Polaire (Polaris,  $\alpha$  UMi).

Il faut vraiment beaucoup d'imagination pour voir une ourse, même petite, dans l'astérisme d'Ursa Minor (Fig. 1). Certains y ont vu un chien, à la queue beaucoup plus longue<sup>1</sup>. Les anglosaxons, qui utilisent la traduction littérale de «Little Bear», ont aussi une dénomination beaucoup plus appropriée avec «Little Dipper» – autrement dit la

Fig. 1. La Petite Ourse. Polaris est  $\alpha$  UMi. (© Wikipedia)

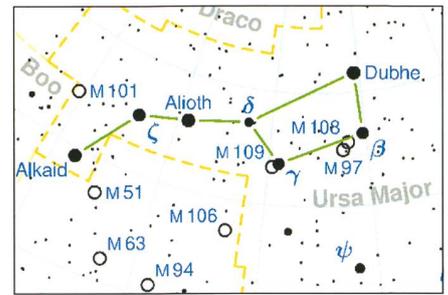
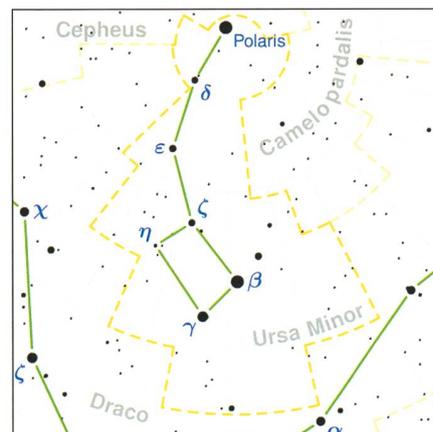


Fig. 2. La Grande Ourse. Dubhe est  $\alpha$  UMa. (© Wikipedia)

Petite Louche ou la Petite Cuillère – dont l'extrémité du manche serait l'Étoile Polaire.

Ceci est évidemment à mettre en parallèle avec la Grande Ourse (Ursa Major, Fig. 2), appelée en anglais Big Bear, mais aussi Big Dipper, la Grande Louche. Et c'est justement en prolongeant cinq fois la ligne passant par le «bec» de la Grande Louche, en d'autres termes la ligne passant par  $\alpha$  UMa (Dubhe) et  $\beta$  UMa (Merak), que l'on arrive à l'Étoile Polaire. Dans nos contrées francophones, nous parlons parfois de poêlons ou de chariots<sup>2</sup> pour ces constellations.

La Petite Ourse, déjà présente dans les constellations listées par Hipparque<sup>3</sup>, offre peu d'objets remarquables, même pour les astronomes amateurs bien équipés. Retenons la galaxie naine UGC9749, une galaxie satellite de la Voie Lactée essentiellement composée d'étoiles vieilles, ou encore l'étoile HD150706 qui possède une planète d'une masse à peu près égale à celle de Jupiter.

Et c'est bien sûr la rotation de la Terre sur elle-même qui induit le mouvement inverse apparent de la voûte céleste autour de ce pôle voisin d' $\alpha$  UMi. Mais pourquoi ce pôle n'est-il pas fixe? Tout simplement parce que la Terre souffre d'embonpoint ...

Notre planète en effet n'est pas parfaitement sphérique, mais est aplatie aux pôles et enflée à l'équateur. Les forces de marée dues à la Lune et au Soleil exercent un couple sur ce renflement équatorial tendant à l'amener dans le

<sup>1</sup> Voir par exemple R.H. ALLEN, *Star Names — Their Lore and Meaning*, Dover Pub. Inc., New York, 1963, xiv + 564 pp. (ISBN 0-486-21079-0)

<sup>2</sup> Voir «Chariots Célestes», *Orion* 62/2 (2004) 67.

<sup>3</sup> Voir «Le Catalogue d'Hipparque Retrouvé?», *Orion* 63/3 (2005) 35-36.

### AN-VERKAUF PETITE ANNONCE

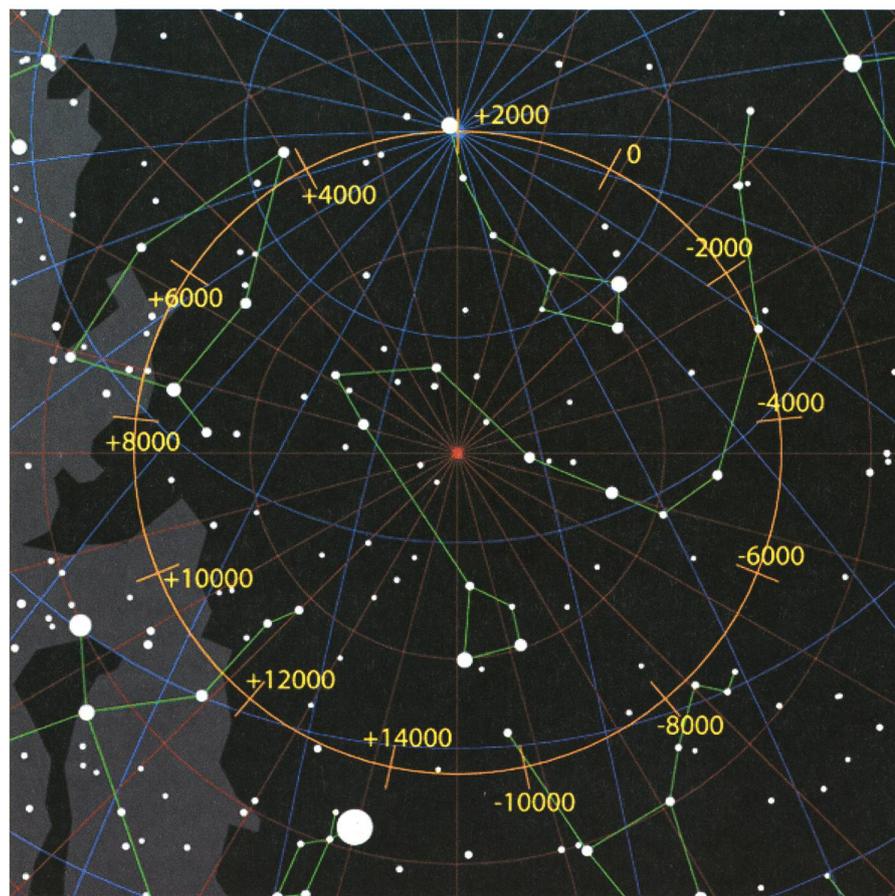
● Zu verkaufen  
Verkaufe für Fr. 100.– plus Unkosten-/Porto-  
beitrag von Fr. 40.– ORION Hefte 1943-1955  
auf Mikrofilm und alle weiteren Hefte bis  
Ende 2004.  
EUGEN MARTI, Bogenstrasse 5,  
CH-9244 Niederuzwil. Tel. 071 951 35 40.

Fig. 3. La précession du Pôle Nord. Les nombres correspondent aux années de l'ère chrétienne. Polaris ( $\alpha$  UMi) est l'étoile brillante proche de +2000, Véga ( $\alpha$  Lyr) celle proche de la marque +14000. La trajectoire du pôle, idéalisée en cercle sur cette figure, doit en fait être modulée d'une faible ondulation secondaire appelée nutation et d'une période de 18,6 années. (© Wikipedia)

plan de l'écliptique<sup>4</sup> (là où, en gros, se meuvent toutes les planètes). L'axe de rotation de la Terre ne peut rester insensible à une telle démarche et décrit en conséquence un cône en une période de 25800 ans environ (la grande année platonique).

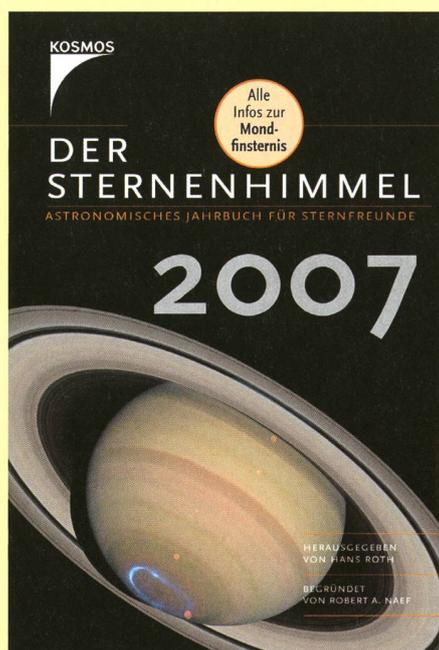
Ce mouvement traduit la *précession des équinoxes*. Son périple situe actuellement le Pôle Nord non loin d' $\alpha$  UMi (44'09") dont il sera le plus proche en 2012 (27'31"). Il y a 5000 ans, c'était  $\alpha$  Dra, Thuban, l'étoile la plus brillante de la constellation du Dragon, qui était la plus proche du pôle. Véga,  $\alpha$  Lyr, l'étoile la plus brillante de la constellation de la Lyre, sera l'étoile polaire dans 12000 ans. Et elle l'était déjà il y a 14000 ans ...

AL NATH



<sup>4</sup> Les plans de l'équateur et de l'écliptique font un angle de 23°27'.

# Jetzt wieder neu!



Das Jahrbuch für Hobby-Astronomen: Mit mehr als 3.000 Himmelsereignissen bietet der Sternenhimmel unschlagbar detaillierte Informationen rund um den Nachthimmel. Besonders praktisch beim abendlichen Einsatz ist der tägliche Astro-Ereignis-Kalender!

- Das Astro-Highlight 2007: Die totale Mondfinsternis am 3. März!

Hans Roth  
**Der Sternenhimmel 2007**  
352 Seiten  
€ 24,90; sFr 42,-  
ISBN 3-440-10658-6  
Lieferbar ab 5. Oktober

[www.kosmos.de](http://www.kosmos.de)

**KOSMOS**

## Les Potins d'Uranie

# Étreinte Céleste

AL NATH



1. *Étreinte Céleste* (encre, spray et collage, env. 21.5cm x 28cm). (© ELIZABETH BOHLEN)

Quelque chose remua dans les feuilles mortes, troublant le silence de la nuit noire. Assis sur une souche d'arbre en bordure du bois, le jeune homme y prêta à peine attention. Plongé dans ses réflexions, le regard tourné vers le ciel dégaïgé, il suivait les détails de la Voie Lactée. Ses yeux bien accoutumés à l'obscurité y distinguaient sans peine les étoiles les plus faibles. Ces profondeurs cosmiques étaient pour lui à la fois un refuge et un épanchement. Il venait souvent s'y ressourcer, un peu à l'écart de ce village arriéré où il n'était pas compris.

Les paysans parlaient de lui avec des sourires condescendants: «I va div'ni bièsse à fwèce du stûdi.» [Il va devenir sot à force d'étudier.] Les plus virulents lui reprochaient son inactivité apparente: «Rends-toi utile. Fais quelque chose avec tes mains.» Ses parents n'étaient d'aucun réconfort, mus par des égoïsmes divergents: un père lointain, coureur de jupons, et une mère étouffante, avant tout préoccupée de sa propre image au travers des succès scolaires de son fils unique. Mais c'est surtout la jalousie féroce des autres gamins que dé-

clenchaient ces bonnes notes. Et cet ostracisme était attisé par les commentaires des adultes, insouciant d'être entendus par leurs rejetons.

La situation aurait pu dégénérer si le gros Jules ne s'était pris de sympathie pour le jeune homme, assurant à l'occasion une protection musclée. Et parfois le biceps se mettait à l'écoute de la tête pensante pendant de longues heures, et avec des questions pas toujours faciles! Beaucoup d'interrogations avaient trait au ciel, à toutes ces lumières là-haut, à la finalité de tout cela, à notre place et à notre devenir dans cet univers. Le jeune homme s'était déjà dit plusieurs fois que c'était peut-être là sa destinée: essayer de comprendre le monde et l'expliquer du mieux qu'il pouvait aux autres, peut-être moins doués ou moins patients.



2. Elizabeth Bohlen travaille au Center for Astrophysics de l'Université Harvard. (© AL NATH)

Il leva les bras au ciel avec un soupir profond dans une sorte d'incantation. Si c'était en effet là sa mission, la tâche ne serait pas facile. Et d'où qu'elles puissent venir, toutes les grâces célestes ne seraient pas de trop pour l'aider à porter ce message de savoir et de compréhension. Mais à son modeste niveau, il contribuerait peut-être ainsi à rendre le monde un peu meilleur.



3. *Brouillard Bas* (Conté Crayon, env. 26.5cm x 16.5cm).

(© ELIZABETH BOHLEN, cliché AL NATH)

\*\*\*\*\*

L'*Étreinte Céleste* (Fig. 1) illustrant la petite histoire ci-dessus est une composition d'ELIZABETH BOHLEN. Quel plaisir de pouvoir dire ici quelques mots sur cette artiste! Elle travaille en effet au Center for Astrophysics (CfA) de l'Université Harvard à Cambridge près de Boston, la capitale de l'État du Massachusetts. ELIZABETH BOHLEN fait partie de l'équipe gérant l'*Astrophysics Data System* (ADS<sup>1</sup>), «la» base bibliographique mondiale professionnelle en astronomie et astrophysique, fournissant références, résumés et même textes complets d'articles. Cette ressource, elle-même reliée à toute une gamme d'outils complémentaires, est une visite obligée dans le cadre de toute recherche sérieuse.

Nous avons eu le plaisir de rencontrer ELIZABETH BOHLEN récemment. Sa «patte» est variée et plusieurs exemples

4. *Corps Terrestre* (lavis, encre et aquarelle, env. 23cm x 30.5cm).

(© ELIZABETH BOHLEN, cliché AL NATH)



<sup>1</sup> <http://adsabs.harvard.edu/>

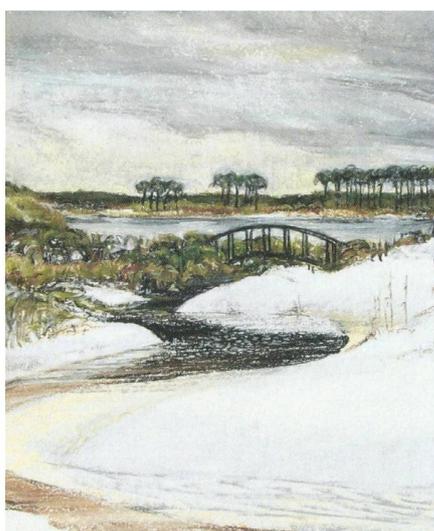
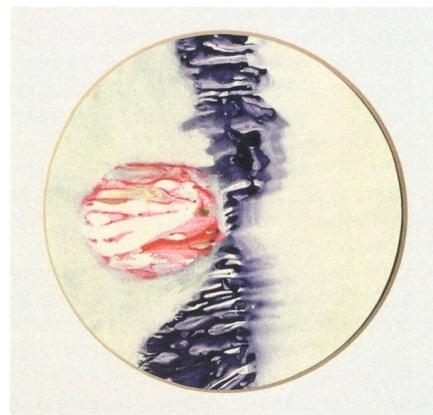


5. Dunes sous la Tempête (Conté Crayon sur papier pastel gris).

(© ELIZABETH BOHLEN, cliché AL NATH)

8. Comète (aquarelle, diam. env. 12cm).

(© ELIZABETH BOHLEN, cliché AL NATH)



présentation pour l'Amérique du Nord de la base Simbad du Centre de Données astronomiques de Strasbourg<sup>2</sup>.

ELIZABETH BOHLEN insiste sur les valeurs partagées entre les démarches artistiques et scientifiques, notamment cet émerveillement enthousiaste que l'on rencontre fréquemment dans les deux communautés et qui, d'ailleurs, a été illustré à plusieurs reprises dans cette colonne<sup>3</sup>.

Ses techniques artistiques sont variées. Ainsi, le Conté Crayon rend magnifiquement les paysages comme l'effet des nappes de brouillard bas dans la Fig. 3 ou les dunes de Floride dans la

7. Cerf-volant dans l'Arbre (aquarelle, env. 18cm x 27.5cm).

(© ELIZABETH BOHLEN, cliché AL NATH)

6. Dunes de Floride (Conté Crayon sur papier pastel blanc, env. 19cm x 24cm).

(© ELIZABETH BOHLEN, cliché AL NATH)

sont présentés en ces pages. Comme beaucoup d'Américains, son ascendance est multiculturelle, avec pour sa part une forte composante scandinave. Sa vocation est avant tout artistique et elle a fréquenté différentes écoles de beaux-arts. Son second centre d'intérêt, la science, lui assure surtout le vivre et le couvert. Après différents boulots, elle est entrée au CfA en 1981, à l'époque où ce centre était le pionnier des études spatiales en rayons X. Depuis 1992, elle assure la re-

<sup>2</sup> <http://cdsweb.u-strasbg.fr/CDS.html>

<sup>3</sup> Voir aussi les résultats d'une enquête indépendante sur la créativité en arts et sciences publiée dans *Orion* 60/1 (2002), pp. 37-38.

<sup>4</sup> <http://hea-www.harvard.edu/~liz/ebohlen.html>



9. Cerf-Volant Empêtré (aquarelle, env. 23cm x 30.5cm). (© ELIZABETH BOHLEN)



Fig. 5. D'autres compositions font intervenir des éléments de collage ou de peinture classique. Ses sujets s'inspirent de lieux visités ou expriment une créativité spontanée multiforme. Même si elle ne revendique pas qu'il s'agit d'œuvres d'art, elle a aussi composé des couvertures de différents ouvrages astronomiques professionnels, comme par exemple celles des sept volumes d'images IPC du satellite Einstein (rayons X).

Les personnes intéressées peuvent aussi visiter la page web personnelle<sup>4</sup> d'ELIZABETH BOHLEN.

AL NATH

## BUCHBESPRECHUNGEN BIBLIOGRAPHIES

«**La question extraterrestre et le christia-  
nisme**», DAVID DUBOIS, éditions Paradigme,  
2005, 220 pp., broché, ISBN 2-86878-251-  
5, prix Euro 13,50

Il fut un temps où les sciences naturelles fai-  
saient partie intégrante de la philosophie,  
non sans quelque raison. C'est dans cette op-  
tique qu'il m'a paru intéressant de signaler  
cet ouvrage.

Ainsi, deux mille trois cents ans après Epicure,  
quatre siècles après GIORDANO BRUNO, plus de  
trois siècles après FONTENELLE et HUYGHENS, plus  
d'un siècle après PERCIVAL LOWELL, plus de qua-  
rante ans après les premiers balbutiements de  
SETI et une décennie après la découverte de  
la première planète extrasolaire, de rares théo-  
logiens commencent à s'apercevoir que l'exis-  
tence d'êtres intelligents ailleurs dans le cos-  
mos serait lourde de conséquences pour la foi  
chrétienne. DAVID DUBOIS est l'un d'eux, et il faut  
lui reconnaître le courage d'oser s'aventurer  
sur ce terrain presque vierge.

Le livre comporte quatre parties: après l'intro-  
duction, la première partie intitulée «Le débat  
sur la vie extraterrestre à travers les siècles»  
nous donne un aperçu historique vaste et bien  
fait. On y apprécie, en particulier, une présen-  
tation assez objective de GIORDANO BRUNO, bien  
que pleine de sympathie pour sa curieuse phi-  
losophie; déjà ici, on remarque l'extrême com-  
plaisance de l'auteur pour la gnose. La deuxi-  
ème partie, «Science contemporaine, vies et  
consciences extraterrestres», décrit assez fidè-  
lement l'attitude du monde scientifique actuel  
– ou tout au moins d'une partie de celui-ci –  
vis-à-vis de la question de la pluralité des mon-  
des habités. Toutefois, cette description est  
mêlée à des considérations très personnelles  
de l'auteur, qui paraissent parfois bien naïves  
comme en témoignent quelques remarques  
sur les OVNI. Ce n'est qu'avec la troisième  
partie, «Un nouvel univers pour la foi chrétien-  
ne», que l'on entre dans le vif du sujet et que  
l'on découvre plus complètement les convic-  
tions de l'auteur. Celles-ci se déploient davan-  
tage encore dans la quatrième et dernière  
partie intitulée «Les conséquences de la plu-  
ralité dans l'univers pour le post-christianis-  
me». Une bibliographie assez riche et un in-  
dex terminent cet ouvrage que l'on pourrait  
qualifier à la fois de surprenant et d'extrême-  
ment convenu.

Surprenant, car il ne s'agit guère d'une œu-  
vre théologique ni même philosophique, con-  
trairement à ce que suggèrent aussi bien son  
titre que la compétence de son auteur, doc-  
teur en théologie de son état. C'est bien plu-  
tôt un manifeste où l'auteur exprime ses con-  
victions, avec beaucoup de flamme d'ailleurs,  
mais qui n'ont pratiquement rien à voir avec  
le christianisme: écologie et rejet des «dog-  
mes» (religieux ... ou scientifiques) en sont  
les deux mamelles. DAVID DUBOIS expose son  
credo et son hypothèse de travail dès le dé-  
but de l'introduction: «Nous ne sommes pas  
seuls dans l'univers. J'en ai personnellement  
la conviction...». Tout le reste du livre est  
défense et illustration de ce postulat, qui  
prend valeur de dogme intangible.

C'est pourquoi le discours de ce livre est éga-  
lement terriblement conformiste. On ne  
compte plus les pages où il est question  
«d'ébranler les certitudes», de «dépasser les  
dogmes», de condamner les «positions sec-  
taires» et les «fausses sécurités», et où l'on  
assène par exemple qu'il n'y a aucune «véri-  
té finale... sur la vie et sur le sens», etc.  
L'aplomb de ce prêche tranche avec les ap-  
pels à la «tolérance» qui ne sont, eux aussi,  
que trop typiques du genre.

De plus, le ton rappelle curieusement celui du  
fameux «Matin des magiciens» de LOUIS  
PAUWELS et JACQUES BERGIER, paru vers 1960, et  
de la revue «Planète» qui tous deux s'atta-  
chaient à promouvoir ce qu'ils appelaient le  
«réalisme fantastique», tout en condamnant  
avec véhémence le «dogmatisme» de la  
«science officielle».

Signalons enfin quelques erreurs de détail,  
mais non sans importance, qui devront être  
corrigées dès la prochaine édition: outre quel-  
ques noms propres estropiés (lire «Leder-  
berg» et non «Ledeberg», «Morrison» et non  
«Morison» en p. 86, «Thomas O. Paine» et  
non «Plaine» en pp. 94-95), on définit en p.  
58 l'*inerrance* des Ecritures (à savoir, en un  
mot sommaire, leur infaillibilité), qu'un cor-  
recteur excessivement zélé a orthographié *in-  
hérence*, ce qui ne veut rien dire dans ce con-  
texte! Notons que, loin d'être une exclusivité  
aberrante et «fondamentaliste» de «certain-  
es églises évangéliques», la notion d'*inerrance*  
des Ecritures est expliquée dans la  
Constitution dogmatique «Dei Verbum» du  
concile Vatican II... et apparaîtra peut-être  
d'autant plus hérétique aux yeux de l'auteur.  
En conclusion, ce livre s'avère décevant, sauf  
pour les amateurs de gnose. Mais on peut re-  
connaître à l'auteur la lucidité d'avoir discer-  
né le «terriocentrisme» (néologisme dési-  
gnant l'idée que la Terre est seule dans  
l'univers à abriter des formes de vie évoluées)  
implicite et inconscient de la plupart des gens,  
et surtout les conséquences fatales de son  
rejet pour le christianisme. Car le «post-chris-  
tianisme» proposé ici n'est autre, en réalité,  
que la négation pure et simple de son pré-  
décesseur, ce qui explique d'ailleurs le désert  
théologique du livre: à considérer les Ecritures  
entières comme de purs symboles, on ne  
peut faire que de la théologie toute symboli-  
que. L'idée selon laquelle une pluralité des  
consciences existerait déjà sur Terre – chez les  
grands singes par exemple – avant même  
d'envisager les consciences extraterrestres  
peut paraître originale, mais Carl Sagan y  
avait déjà pensé. On regrette que l'auteur ait  
raté une belle occasion d'approfondir sa ré-  
flexion, en balayant du revers de la main la  
thèse de JEAN-BRUNO RENARD qui discerne une  
forme d'attente messianique dans la croyance  
en la vie extraterrestre. De même, le con-  
traste signalé par HUBERT REEVES dans son livre  
«Patience dans l'azur», entre l'harmonieuse  
croissance de la complexité dans l'univers et  
le gâchis de nos civilisations humaines, n'a  
pas retenu l'attention de DAVID DUBOIS (qui cite  
Reeves), alors qu'il s'agit d'un problème spé-

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

**Sky-Watcher**

### Refraktore

- 90 / 910 EQ 2
- 102 / 1000 EQ 3-2
- 120 / 600 AZ 3
- 120 / 1000 EQ 5
- 150 / 750 HEQ 5 SynScan
- 150 / 1200 EQ 6 SynScan



### Reflektore

- 130 / 900 EQ 2
- 150 / 750 EQ 3-2
- 200 / 1000 HEQ 5 SynScan
- 250 / 1200 EQ 6 SynScan



### Maksutov-Cassegrain

- TableMax 90 EQ 1T
- TravelMax 90 EQ 1
- TravelMax 102 EQ 2
- TravelMax 127 EQ 3-2



### Dobson

- Dobson 200/1200
- Dobson 250/1200

### Refraktore

**ORION**

- ShortTube 80 EQ
- 80 ED OTA
- SkyView Pro 80 ED APO EQ
- Explorer 90 AZ
- AstroView 90 EQ
- AstroView 100 EQ
- SkyView Pro 100 EQ
- SkyView Pro 120 EQ
- AstroView 120 ST EQ



### Reflektore

- Starblast
- ShortTube 114 EQ
- SpaceProbe 130 EQ2
- SpaceProbe 130 ST EQ2
- AstroView 6 EQ
- SkyView Pro 8 EQ
- Atlas 8 EQ



### Maksutov-Cassegrain

- StarMax 90 EQ
- StarMax 102 EQ
- StarMax 127 EQ
- SkyView Pro 127 EQ
- SkyView Pro 150 EQ



### Dobson IntelliScope

- SkyQuest XT 8
- SkyQuest XT 10
- SkyQuest XT 12



DIE PREISE FINDEN SIE AUF  
[www.optique-perret.ch](http://www.optique-perret.ch)

WIDE SCAN  
100% Made in Japan  
**TeleVue**  
VISIONARIES

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

Preise inkl. MWST 7.6 %, in CHF unverbindliche Angaben

## BUCHBESPRECHUNGEN BIBLIOGRAPHIES

cifiquement théologique. Il est regrettable, enfin, que l'auteur ignore d'autres livres consacrés soit au même sujet: «Dieu, l'Eglise et les extraterrestres» («Question de» No 122, sous la direction d'A. Vigne, ALBIN MICHEL, 2000; voir Orion No 303, avril 2001), soit à des thèmes similaires: «Des hommes, des dieux et des extraterrestres» (de WIKTOR STOCZKOWSKI, Flammarion, 1999, un ouvrage particulièrement éclairant; voir Orion No 305, août 2001).

«**Les laisses de mer: Chronique d'une carrière scientifique**», GILBERT BOILLOT, L'Harmattan, 2005, 173 pp., broché, ISBN 2-7475-8210-8, prix Euro 15.50

Ce petit livre n'est pas directement lié à l'astronomie, encore qu'il s'agisse de l'exploration de la planète Terre, puisque le sujet en est la carrière d'un géologue marin. Il m'a paru pertinent de signaler cet ouvrage, qui est en fait une autobiographie de l'auteur, car comme le dit ce dernier dans l'*Avertissement*, «le texte présenté dans ce livre donne d'un chercheur universitaire au vingtième siècle un portrait fidèle et représentatif de sa génération». Même si la géologie des fonds marins est une spécialité fort éloignée de l'astrophysique, faisant appel à des moyens tels que navires de forage et submersibles, elle présente des points communs avec la science du ciel. Tout d'abord il s'agit, comme l'astronomie, d'une science naturelle, qui oblige le chercheur à observer ou explorer ce que la nature veut bien lui dévoiler, et l'art consiste surtout à interroger la nature de manière

pertinente sans guère pouvoir agir sur elle comme le physicien peut se le permettre dans son laboratoire. Le géologue est ainsi conduit à entreprendre de longues missions sur navire océanographique, aussi bien que l'astronome en quelque observatoire isolé et haut perché. Ensuite, les préoccupations du géophysicien sont les mêmes que celles de la plupart des chercheurs: d'abord obtenir des résultats originaux, bien sûr, mais aussi les publier, et si possible avant les concurrents! Demandes de crédits, relations plus ou moins délicates avec les collaborateurs étrangers susceptibles de se révéler également des concurrents, angoisse de voir une idée confirmée ou infirmée par la campagne d'exploration en cours, joie de voir le verdict de la nature cristalliser le soupçon que l'on avait, tout ce vécu commun aux chercheurs de disciplines variées est ici fort bien décrit. C'est surtout l'aspect humain de sa carrière que l'auteur présente, en un style élégant et précis, tout en dévoilant ici et là ses doutes et ses interrogations sur ses choix de vie et sa motivation profonde. Cette dernière surprendra peut-être certains lecteurs, car elle consiste avant tout à laisser une oeuvre, une contribution à la culture humaine qui survive à l'auteur et lui confère ainsi la seule forme d'immortalité – toute relative d'ailleurs – en laquelle il puisse croire, en tant qu'athée déclaré. Mais il n'y a aucun triomphe dans ce témoignage empreint d'un certain humour et d'un certain détachement, voire d'un désabusement certain.

Par ailleurs, quelques accents de ce livre font penser aux *Confessions* de ROUSSEAU et l'on

## VERANSTALTUNGSKALENDER CALENDRIER DES ACTIVITÉS

### Oktober 2006

- 9. bis 13. Oktober 2006:  
"Woche des offenen Daches"  
Themen: Herbsthimmel und Plejadenbedeckung.  
Ort: Sternwarte Eschenmosen bei Büsch.  
Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland (AGZU).
- 20. bis 22. Oktober 2006:  
Astrotage Ostfriesland (ATO)  
WWW: [www.astrotage-ostfriesland.de](http://www.astrotage-ostfriesland.de).  
Ort: Zwischenbergen, bei Wiesmoor (BRD).

### November 2006

- 25. November 2006, 10 bis 16 Uhr:  
SAG-Kolloquium 2006: Sonnenfinsternisse  
Info und Anmeldung: Hugo Jost, Lingeriz 89, 2540 Grenchen, Tel. 032 653 1008.  
E-Mail: [hugojost@bluewin.ch](mailto:hugojost@bluewin.ch)  
Ort: Parktheater Grenchen.  
Veranstalter: Schweizerische Astronomische Gesellschaft (SAG).

### Oktober 2007

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

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

## SAG - Kolloquium 2006 Sonnenfinsternisse

Termin: Samstag 25. November 2006

Ort: Parktheater Grenchen

Zeit: 10:00 bis 16:00 Uhr

Kosten: Das Kolloquium wird zu einem Pauschalpreis inklusive Mittagessen und Pausenkaffee angeboten.

### Themen

**Das Kolloquium soll ein Forum für Alle sein. Präsentiert werden sollen**

- ◆ Erlebnisberichte
- ◆ Beobachtungstechniken
- ◆ Ergebnisse von Beobachtungen
- ◆ Fotos
- ◆ Tricks und Tipps
- ◆ usw.

Um das Kolloquium zu einer lebendigen, vielseitigen Veranstaltung zu machen, bin ich auf die Mithilfe Aller angewiesen. Damit ich das Programm zusammenstellen kann, wäre ich froh, wenn ich Eure Zusage für Beiträge möglichst rasch erhalten würde.

### Anmeldung:

HUGO JOST-HEDIGER, Lingeriz 89, 2540 Grenchen, Tel. 032 653 10 08,  
e-mail: [hugojost@bluewin.ch](mailto:hugojost@bluewin.ch)  
Anmeldungen bitte bis spätestens 1. November 2006

## 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 Sternbote**

Kostenbeitrag: nur 30 Franken im Jahr!

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

CHRISTOF SAUTER, Weinbergstrasse 8  
CH-9543 St. Margarethen

## BUCHBESPRECHUNGEN

### BIBLIOGRAPHIES

pourrait reprocher à l'auteur, comme à l'illustre genevois, un excès de narcissisme, écueil assez naturel de tout récit autobiographique. Néanmoins, il faut reconnaître à l'auteur une honnêteté et une vulnérabilité assez touchantes, auxquelles seuls d'assez rares hommes de science seraient capables de consentir.

«**Le Goût de la science; comment je suis devenu chercheur**», JULIE CLARINI (ouvrage collectif), Alvik, 2005, 219 pp., broché, ISBN 2-914833-37-7, prix Euro 15.–

Ce petit livre réunit une vingtaine de courts exposés autobiographiques écrits par autant de chercheurs de toutes disciplines scientifiques: trois médecins, quatre astrophysiciens, une océanographe, cinq physiciens, un mathématicien, trois biologistes et trois anthropologues ou spécialistes des grands singes, et enfin un ingénieur spécialiste des robots et de l'intelligence artificielle. Il s'agit donc d'une palette très large et bien représentative des sciences naturelles ou «douces». L'astrophysique est représentée par JEAN ANDOUZE, bien connu pour ses travaux sur la nucléosynthèse, JEAN-PIERRE LUMINET, qui se distingue par ses dons aussi bien littéraires que scientifiques et par ses travaux en cosmologie et sur les trous noirs, JACQUES PAUL, pionnier de l'astronomie gamma, et SYLVIE VAUCLAIR, spécialiste de la physique stellaire et douée pour la musique. Beaucoup de chercheurs insistent sur le plaisir que leur procurent leur activité, la joie de comprendre, de découvrir et de connaître. On découvre des modes d'expression variés, chargés d'émotion comme les contributions de JEAN-CLAUDE AMEISEN ou SYLVIE VAUCLAIR, ou légèrement désabusés comme la contribution d'ETIENNE-EMILE BAULIEU. Certains se préoccupent de l'utilité ou de l'importance de leurs travaux ou de leurs compétences pour la société, d'autres n'en ont cure. On trouve parfois des réflexions plus larges que le simple témoignage, comme dans la contribution de MICHEL BROUÉ.

Ce livre fait découvrir la mentalité du monde scientifique et permet de percevoir aussi la philosophie de la méthode scientifique, bien que celle-ci ne soit pas décrite explicitement. Voilà donc un ouvrage très utile à quiconque désire comprendre le monde et la culture scientifiques au travers de ses acteurs.

PIERRE NORTH

## ERRATA

■ **1. Mitteilungen/Bulletin/Comunicato**  
Aufgrund eines Kommunikationsproblems in der Druckerei wurden die Mitteilungen 3/2006 in die Orion-Nummer 335 (2006) mit eingebunden statt einfach nur beigelegt, wie es künftig geschehen soll.

■ **2. Verzeichnis der Sektionen**  
Im Verzeichnis der Sektionen (Mitteilungen 3/2006, Seite 8) ist die Sektion 39 zu streichen. Folgende Angaben zum Präsidenten der Sektion 42 sind zu korrigieren: Prof. Dr. Philippe Jetzer, jetzer@physik.unizh.ch, 044 313 00 34.  
Die Redaktion

## 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 à 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, CP352, CH-1630 Bulle 1  
e-mail: michel.sessa@imprimerie-du-sud.ch

ISSN 0030-557 X

## Inserenten / Annonceurs

- **ASTRO-LESEMAPPEN**, Seite/page 33; • **DARK-SKY SWITZERLAND**, Stäfa, Seite/page 27; • **GALILEO**, Morges, Seite/page 35; • **KOSMOS-STERNENHIMMEL 2007**, Seite/page 29; • **MEADE INSTRUMENTS EUROPE**, D-Borken/Westf., Seite/page 2; • **OPTIQUE-PERRET**, Genève, Seite/page 32;
- **PLANETARIUM ZÜRICH**, Seite/page 24; • **WYSS FOTO**, Zürich, Seite/page 36.

# GALILEO - Ihr Astrospezialist

## DESIGNS

### Johnsonian Designs Pop'Up:

#### das erste zusammenfaltbare Teleskop

Das Pop'Up-Teleskop von Johnsonian Designs ist einzigartig in seiner Konzeption. Neben einer ausserordentlich leichten aber dennoch sehr stabilen Bauweise zeichnet sich das Pop'Up durch seinen einfachen Aufbau (dabei wird keinerlei Werkzeug benötigt) sowie äusserst kompakte Abmasse im zerlegten Zustand aus. Alles unabdingbare Eigenschaften, welche ein gutes Reiseteskop mit sich bringen muss.

So wiegt zum Beispiel ein Pop'Up mit 305 mm (12") Öffnung nur gerade 16 kg und ist nicht viel grösser als eine Reisetasche. Der Pop'Up-Dobson begleitet Sie auf Reisen oder in den Ferien, sogar wenn Sie mit dem Flugzeug verreisen. Beobachten und bestaunen Sie die Schönheit des Nachthimmels auf der ganzen Welt. Egal wohin Sie auch immer fahren, das Pop'Up-Teleskop von Johnsonian ist der ideale Reisebegleiter für jeden passionierten Amateurastronomen.

Die Hauptbestandteile des Pop'Up werden aus Aluminium, Kohlenfasern und hochwertigen Polymeren hergestellt. Einmal aufgebaut, ist die Konstruktion sehr steif und stabil. In der mitgelieferten Transporttasche lässt sich das Pop'Up sicher, einfach und äusserst platzsparend transportieren. Wer hätte gedacht, dass es je möglich sein würde, mit einem 12"-Teleskop zu verreisen? Johnsonian Designs macht es möglich!

Pop'Up 203mm f/6: 1790 CHF

Pop'Up 254mm f/5: 2390 CHF

Pop'Up 305mm f/5: 3290 CHF



Neu und nur bei GALILEO

## Unsere Empfehlung



### Grüner Laserpointer

Leistungsstarker und sehr gut sichtbarer Laserpointer. Ideal für öffentliche Führungen.

Verkauf nur in der Schweiz.  
149 CHF



### GoTo-Steuergeräte

Mit diesem Kit können Sie Ihre Äquatorialmontierung und Ihr Instrument zu einem GoTo-Teleskop aufrüsten. Handsteuerung im Lieferumfang inbegriffen.  
760 CHF



### Red Dot Sucher

Dieser Leuchtpunktsucher verfügt über vier verschiedene Zielsymbole und sieben Intensitätsstufen. Montageschiene im Lieferumfang inbegriffen.  
96 CHF



### Kollimationshilfe

Kollimationslaser mit sieben Intensitätsstufen. Geeignet für Okularauszüge 31.75/50.8 mm.  
98 CHF



### Farbfilter 31.75 mm

Farbfilter nach Wratten-Kodierung. Für Okularauszug 31.75 mm.  
19 CHF



### Johnsonian NightRider I & II Polhöhenwiege

In zwei Grössen für Dobsonteleskope mit 150 bis 400 mm Öffnung erhältlich. Einzelne Objekte können bis zu einer Stunde äusserst präzise nachgeführt werden.  
NightRider I: 790 CHF  
NightRider II: 1490 CHF

## CORONADO

Auch als Doppelfilter-Version mit einer Bandbreite von unter 0.6Å



### Bestaunen Sie die Schönheit der Sonne in H $\alpha$ und neu auch in CaK

Das PST (Personal Solar Telescope) von Coronado wurde speziell für die Sonnenbeobachtung in den Wellenlängen von H $\alpha$  (obere Chromosphäre) und CaK (untere Chromosphäre) konzipiert. Mit einer Öffnung von 40 mm und einer Bandbreite von weniger als 1Å eignet sich das PST hervorragend zur visuellen Beobachtung und zum Fotografieren der Sonnenoberfläche sowie von Protuberanzen.

PST Einzelfilter-Version: 922 CHF

PST Doppelfilter-Version: 2228 CHF



### H $\alpha$ -Filter SolarMax: 40, 60 und 90 mm

Mit einem SolarMax von Coronado können Sie mit Ihrem bisherigen Instrument die Sonne in ihrer ganzen Schönheit beobachten. Lassen Sie sich von den täglichen Aktivitäten und den beeindruckenden Protuberanzen in den Bann der Sonnenbeobachtung ziehen.

SM40: ab 2008 CHF

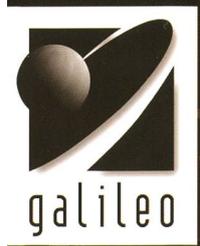
SM60: ab 4691 CHF

SM90: ab 9078 CHF



### Kollimationsstern

Eine extrem dünne Glasfaser erzeugt einen perfekten künstlichen Stern und eignet sich so bestens für die Kollimation Ihres Instruments - auch am Tag!  
189 CHF



ADM - Apogee - Argo Navis - ASA - Astrodon - Astronomik - AstroZap - Atik - Canon - Celestron - Cercis Astro - Coronado - Denkmeier - Diffraction Limited - Discovery - Equatorial Platforms - FLI - Geoptik - Intes Micro - Johnsonian Design - Losmandy - Lumicon - Lymax - Meade - Miyachi - Obsession - OGS Optec - RCOS - RoboFocus - SBIG - Sirius Observatories - SkyWatcher - Software Bisque - SolarScope - Starlight Instruments - Starlight Xpress - StarryNight - StarWay - StellarCat - Takahashi - TEC - TeleVue - Thousand Oaks Optical - Vixen - William Optics - Yankee Robotics

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

[info@galileo.cc](mailto: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 - Tél: +41 (0) 21 803 30 75 - Fax: +41 (0) 21 803 30 77

Preise inkl. 7.6% MWST. Preise, Angaben und Abbildungen ohne Gewähr. Änderungen ohne Vorankündigung vorbehalten.

# Teleskop-Serie CPC CELESTRON<sup>®</sup>

CPC – die modernste Teleskopgeneration von Celestron



Änderungen vorbehalten 12/05

## CPC 800

Schmidt-Cassegrain-Spiegelteleskop mit Starbright Vergütung Ø 203 mm, Brennweite 2032 mm, f/10. Geliefert mit 40 mm Okular Ø 1 1/4" (51x), Zenitspiegel Ø 1 1/4", Sucherfernrohr 8x50, Autobatterieadapter und höhenverstellbarem Stahlstativ.



USE NEARLY ANY 3 BRIGHT OBJECTS IN THE SKY TO ALIGN YOUR TELESCOPE!

Revolutionäre Alignementverfahren. Mit «SkyAlign» müssen Sie keinen Stern mehr mit Namen kennen. Sie fahren mit dem Teleskop drei beliebige Sterne an, drücken «Enter» und schon errechnet der eingebaute Computer den Sternenhimmel und Sie können über 40 000 Objekte in der Datenbank per Knopfdruck positionieren. Ihren Standort auf der Erde und die lokale Zeit entnimmt das Teleskop automatisch den GPS-Satellitendaten.

«SkyAlign» funktioniert ohne das Teleskop nach Norden auszurichten, ohne Polarstern – auf Terrasse und Balkon – auch bei eingeschränkten Sichtverhältnissen!

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

Alle Funktionen des Handcontrollers (inkl. PEC) lassen sich durch die mitgelieferte NexRemote-Software von PC aus fernsteuern. Der Handcontroller ist per Internet updatefähig.

Die Basis (11" grosses Kugellager) und die Doppelarm-Gabelmontierung tragen das Teleskop, auch mit schwerem Zubehör, stabil.

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 6  
info@celestron.ch