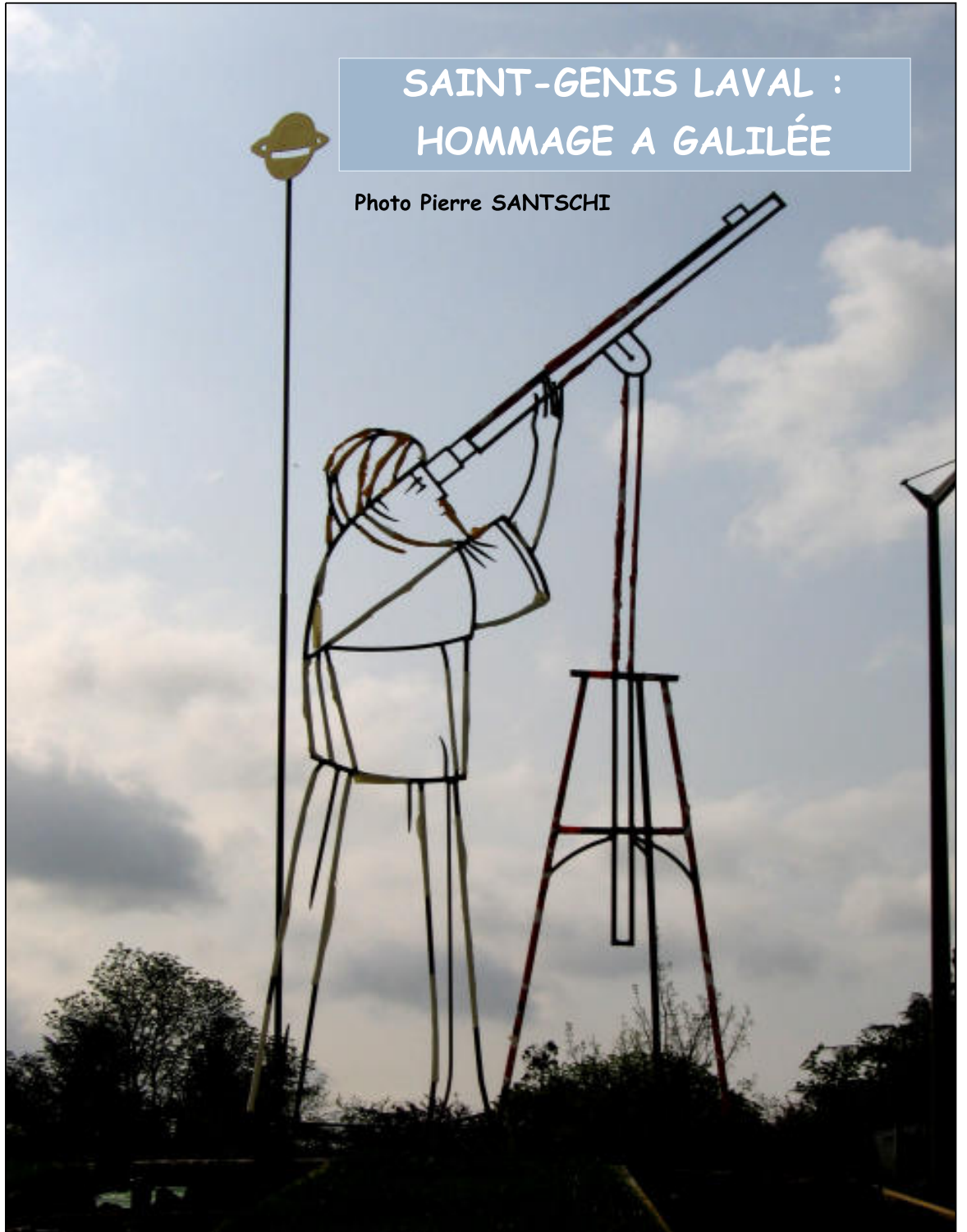




Société Astronomique de Lyon

## SAINT-GENIS LAVAL : HOMMAGE A GALILÉE

Photo Pierre SANTSCHI



Bulletin N°64 - Décembre 2007

## SOMMAIRE



**Couverture**  
"Galilée observant le ciel"  
à Saint-Genis Laval  
Photo Pierre Santschi



**Page 3** Editorial Le mot  
du Président de la SAL  
Alain Brémond

**Page 4**  
Les notes de lecture  
de Daniel Sondaz

**Page 6**  
Histoire de l'Astronomie  
ou...  
Astronomie de l'Histoire  
Christian Négrier

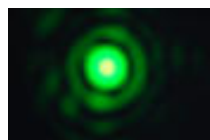


**Page 7** Rubrique pratique  
Comment observer le ciel  
avec vos jumelles  
Robert Joie



**Page 9** Comment les  
astronomes de  
l'Antiquité mesuraient  
l'heure  
Louis Saïs

**Page 11** Philosophie Magazine  
" l'Univers est-il fait pour  
l'Homme ? "  
Claude Ferrand



**Page 15** Diffraction de la  
lumière. Pouvoir séparateur  
d'un instrument d'optique  
Bernard Della Nave (B.D.N.)

**Page 19** A propos des éclipses  
de Soleil : réponse du bureau  
des longitudes à une question  
posée par Robert Joie

**Page 18** La Comète  
Holmes photographiée par  
Alain Brémond, Christian Négrier  
et Louis Saïs

**Page 20** Les objets du  
système solaire autres  
que les planètes  
Alain Brémond

**Page 22** Entretien avec  
Djamel Mekarnia  
Juliette Brémond

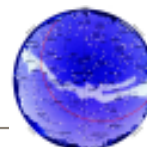


**Page 23** Une nuit sur le  
Mont Hamilton  
Bernard Della Nave (B.D.N.)



**Page 25** Note sur la  
spectroscopie  
Alain Brémond

**Page 26** Le séminaire de la SAL  
Claude Ferrand



**Page 28** Le ciel de  
l'hiver  
Pierre Franckhauser



A succédé en 1931 à la Société Astronomique du Rhône, fondée en 1906.

Siège Social : Observatoire, avenue Charles André

F 69230 Saint Genis-Laval

Tél. 06 74 42 26 29

e-mail : [info@SoAsLyon.org](mailto:info@SoAsLyon.org)

Internet : <http://soasLyon.org>

Trésorerie : C.C.P. Lyon 1822-69 5

**Ont participé à la réalisation de ce bulletin :**

Alain BRÉMOND

Juliette BRÉMOND

Bernard DELLA NAVE (B.D.N.)

Claude FERRAND,

Pierre FRANCKHAUSER

Robert JOIE,

Christian NÉGRIER

Louis SAÏS

Pierre SANTSCHI

**Cotisation 2007/2008 :**

37 €

Scolaire : 25 €

Famille : 52 €

Conférences : 5 €, gratuites pour les cotisants, et les habitants de Saint Genis-Laval

**Réunions :**

le vendredi, accueil de 21 h à 21 30

- Observations

- Bibliothèque

(prêt de livres et de vidéos)

- Discussions et activités

- Bulletin : destiné aux adhérents

Les articles que vous désirez faire paraître dans le bulletin sont

à envoyer au siège de la Société

ou par e-mail [Sal@astrosurf.com](mailto:Sal@astrosurf.com).

**ISSN 1258-5378**

**Impression CADEC 04 78 56 20 62**

**ÉDITORIAL**  
Le mot du Président

Alain BRÉMOND



*Ce nouveau numéro du bulletin de notre association est encore plus varié que les précédents grâce aux efforts de quelques uns.*

*Je me permets de vous rappeler qu'il est ouvert à tous les membres et que notre comité éditorial peut vous aider à rédiger les notes que vous souhaiteriez publier.*

*N'hésitez pas non plus à nous faire passer vos commentaires, qui pourraient permettre d'ouvrir une rubrique « courrier des lecteurs ».*

*Je vous souhaite une bonne lecture de ce numéro.*

*Le président  
Alain Brémond*

## LES NOTES DE LECTURE

de Daniel SONDAZ

Galaxies naines de marées (F. Bournaud, P. A. Duc; L'Astronomie mai 2007). — Selon un scénario admis par un certain nombre de spécialistes de l'évolution des galaxies, ce sont les petites galaxies qui se seraient d'abord formées, puis elles auraient fusionné pour donner de grandes galaxies (comme la nôtre). Les grandes galaxies, lorsqu'elles sont proches les unes des autres, peuvent entrer en collision. Une galaxie peut être considérée comme un "gaz" dont les "particules" sont les étoiles. Lors d'une telle collision, d'importantes forces de marée provoquent la formation de longues structures en forme d'antennes, les queues de marée. Celles-ci contiennent des étoiles et surtout beaucoup de gaz, ce qui est favorable à la naissance d'étoiles. Les observations montrent l'accumulation de matière à l'extrémité de ces queues de marée et attestent l'existence dans celles-ci d'étoiles très jeunes (quelques millions d'années). Finalement ces accumulations de matière dans les queues de marée forment de petites galaxies appelées galaxies naines de marée. Autrement dit la collision de grandes galaxies provoque la naissance de nouvelles galaxies naines.

Pour étudier l'évolution de tels systèmes on a recours à la simulation numérique à l'aide de puissants ordinateurs. D'abord, la simulation confirme les observations: formation de queues de marée lors des collisions et naissance de petites galaxies dans celles-ci. La simulation permet ensuite de voir comment le système évolue pendant quelques milliards d'années. On constate ainsi que le développement des queues de marée et la naissance de nouvelles galaxies naines suivie de la dispersion de ces queues dure quelques centaines de millions d'années. Parmi ces galaxies naines de marée, beaucoup retombent sur la galaxie qui les a engendrées. Un quart survit plus de deux milliards d'années, en orbite autour de la galaxie massive formée par la fusion des deux grandes galaxies.

Sursauts gamma et lumière visible (A. Klotz; L'Astronomie mai 2007). — Les sursauts gamma ont été découverts vers 1970, par hasard, par des satellites militaires chargés de détecter d'éventuels essais nucléaires non souterrains. Un sursaut gamma est une émission très énergétique de photons gamma d'une durée courte, une dizaine de secondes. Le rayonnement gamma est arrêté par l'atmosphère, aussi l'observe-t-on à l'aide de détecteurs embarqués dans des satellites. Les sursauts sont fréquents (plusieurs par semaine) mais la résolution des détecteurs gamma est mauvaise (cinq degrés). Un progrès considérable a été apporté par le satellite Beppo-SAX muni de détecteurs X: si le sursaut gamma détecté est aussi visible dans le rayonnement X, le détecteur X localise la source avec une résolution de l'ordre de la minute. On peut alors pointer vers elle des télescopes terrestres optiques. Cela nécessite de disposer de télescopes pouvant pointer vers n'importe quel endroit du ciel en moins de dix secondes, pourvus de récepteurs capables d'atteindre la magnitude -16. Ensuite, on peut encore observer la source, plusieurs mois après le sursaut,



à l'aide des plus puissants télescopes. Cet intéressant article donne tous les détails sur ces observations.

On a ainsi appris que les sources de ces sursauts ne sont pas dans notre galaxie mais sont à des distances très lointaines,  $z=2$  en moyenne, avec un record à  $z=6,3$ . On interprète le phénomène de la manière suivante. Un "événement initial" provoque une éjection de matière très énergétique. Les particules s'entrechoquent par suite de leurs différences de vitesses, ce qui produit le sursaut gamma ou émission prompte. Ensuite, la matière éjectée heurte le gaz interstellaire, ce qui engendre un rayonnement synchrotron observable en X, en optique et en radio. C'est l'émission rémanente, observable plusieurs jours. Quel est cet "événement initial"? Dans le cas d'un sursaut court ( $< 2$  sec), on pense qu'il s'agit de la collision de deux étoiles à neutrons. Dans le cas d'un sursaut long ( $> 2$  sec), il s'agirait de l'effondrement d'une étoile très massive (35 masses solaires) en fin de vie.

La formation du Système solaire (A. Mordibelli; L'Astronomie mars-avril 2007). - Il s'agit ici d'un article clair et précis sur ce sujet difficile où bien des questions sont encore sans réponse.

Lors de la naissance d'une étoile, la proto-étoile est entourée d'un nuage de gaz en rotation, le disque protoplanétaire. Dans ce disque, des grains de poussière se forment et, par collisions, s'agrègent pour former des agrégats de l'ordre du centimètre. Ceux-ci vont à leur tour s'assembler entre eux pour former des corps de quelques kilomètres de diamètre, les planétésimaux. Problème: le gaz freine les particules solides qui, de ce fait, devrait chuter sur l'étoile avant d'avoir atteint une taille de l'ordre du km. L'article donne une façon de lever ce paradoxe. Ensuite, dans le disque de planétésimaux, il se produit une accréation en boule de neige: plus un corps est massif, plus il capture les planétésimaux qui passent près de lui. Ainsi se forment des embryons planétaires.

Les planètes géantes se formeraient à partir d'un embryon de plusieurs masses terrestres par accréation de gaz: cette accréation, d'abord lente, s'emballerait exponentiellement et s'arrête on ne sait trop pourquoi. Ce scénario soulève plusieurs objections: un embryon de plusieurs masses solaires devrait migrer vers l'étoile ou encore, une fois le gaz accréé, la planète géante devrait aussi migrer vers l'intérieur. L'article donne diverses solutions à ce problème.

Des embryons de faible masse situés dans la partie interne du disque protoplanétaire ont des orbites instables. Des collisions se produisent, aboutissant à la formation de quelques planètes telluriques. Après la fin de la formation de celles-ci, des instabilités dynamiques peuvent encore se produire et restructurer l'architecture du système planétaire.

# HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE ou... ASTRONOMIE DE L'HISTOIRE

par Christian NÉGRIER



Le ciel (et ce qu'il contient) a toujours intrigué l'homme : depuis l'antiquité quand nos ancêtres en avaient peur (ne le comprenant pas) jusqu'à nos jours, où par compréhension (bien humble), il nous fascine de plus en plus.

Les Gaulois, les Celtes n'avaient qu'une peur, c'est « que le ciel leur tombe sur la tête ». Ils n'étaient pas si loin que ça de la réalité. L'astéroïde 4179 Toutatis (1\*) (nom du dieu Gaulois de la guerre et la prospérité) est passé à "proximité" de la terre en septembre 2004 (1500000 km - environ 4 fois la distance terre-lune). Cet astéroïde NEA (Near Earth Asteroid) de type Apollo appartient au groupe des 619 PHA (Potentially Hazardous Asteroids). Tout un programme...

A l'époque, par ignorance, les hommes mélangeaient les croyances, les religions, l'astronomie et l'astrologie, et actuellement il est encore souvent très difficile de donner une signification ou un usage précis à tel ou tel objet ancien (religieux ou scientifique). Il n'en demeure pas moins que l'astronomie (telle que nous la définissons aujourd'hui) est souvent présente dans ces objets du passé.

Pour preuves :

- Ce Dodécaèdre de bronze (2\*) : objet très beau et très mystérieux. Il en existe environ 60 de ce type, découverts en France et sur le territoire des Celtes. Volume creux à douze faces égales (chacune percée d'une ouverture de dimension variable). A quoi pouvaient-ils servir... à la mesure, la décoration, la religion, l'astronomie ?... On ne sait pas. Instrument de mesure ou image du Monde ? Dans la deuxième hypothèse, ses douze faces pourraient représenter les signes du zodiaque, les mois et ses 30 arêtes, les jours du mois... En étant audacieux on peut même y trouver des analogies avec les polyèdres réguliers des théories de cosmologie de Jean Pierre LUMINET (3\*).



Dodécaèdre

- Le calendrier de COLIGNY (01) (4\*) : Table de bronze gravée de plus de 2000 mots, en lettres et chiffres romains mais en langue gauloise. Calendrier lunaire et solaire très

complexe, contenant 5 années de 12 mois, alternativement de 30 et 29 jours, complété par deux mois supplémentaires pour coïncider avec l'année solaire.



Calendrier de Coligny

- Le chaudron de Gundestrup (5\*) : objet religieux à n'en pas douter, mais que les astronomes ont pu dater, grâce à la plaque qui se trouve au fond. Là aussi les astres sont présents puisque l'on peut y voir : un taureau (constellation) couché sur une lièvre végétale (la voie lactée), un guerrier (Orion) brandissant une épée avec un chien à ses côtés, un ours ainsi qu'un lézard ou dragon... Les astronomes ont démontré que cette configuration du ciel, sous nos cieux remontait au III<sup>ème</sup> siècle avant Jésus Christ, représentant le passage de l'ère du Taureau (couché = mort) à celle du Bélier.



Chaudron de Gundestrup

Cette liste pourrait être beaucoup plus longue (avec le mécanisme d'Anticythère (6\*) et bien d'autres) mais ce choix volontairement restrictif correspond à la possibilité de voir ces objets à Lyon (7\*)

De nos jours, "notre" astronomie est toujours aussi présente, mais elle ne se contente pas d'être là, se suffisant à elle-même. Non, elle sert à beaucoup d'autres disciplines, elle est

maintenant une superbe machine. La "connaissance" des phénomènes astronomiques, la précision des calculs en font une remarquable annonciatrice d'événements, ainsi qu'une vérificatrice impitoyable du passé. Rien ne lui échappe.

Un organisme, l'IMCCE (institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides)(8\*), est régulièrement sollicité, et pas toujours pour la science : - la justice ou la police pour établir les conditions d'éclairage d'une scène de crime (Lune-Soleil) - les historiens (on l'a vu plus haut) - les religieux (détermination de certaine date : ramadan) - les artistes (datation de certaines oeuvres), etc...

Les modestes astronomes que nous sommes ne

peuvent que se réjouir de ce champ d'action élargi car il ne peut que promouvoir cette science qui est souvent considérée comme un agréable passe-temps, voire une passion quand elle devient un peu plus compliquée.

1\* Astronomie Magazine n°60 (septembre 2004)

2\*, 4\*, 5\*, 7\* Visible au Musée Gallo-Romain de Fourvière et exposition Toutatis.

3\* "L'univers chiffonné" de Jean Pierre LUMINET.

6\* Ciel et Espace n°436 - septembre 2006.

8\* Ciel et Espace n°405 - février 2004.

## OBSERVEZ LE CIEL AVEC VOS JUMELLES

par Robert JOIE



« Ce n'est pas incompatible ...bien qu'à la main, nous le savons tous, nous tremblons un peu ... et parfois un peu plus.

La solution proposée essaie, bien modestement, de pallier cet inconvénient. Vous avez peut-être une chaise longue ? ... C'est parfait. Elle vous permettra, en la réglant sur sa position la plus basse possible, de vous installer confortablement et d'avoir dans votre champ visuel une grande partie de la voûte céleste. »

Maintenant, réalisez un cadre en latté de bois blanc (section 16 mm x 70 mm), facile à se procurer dans les magasins de bricolage. Sa longueur indicative est de 70 cm. Sa largeur sera égale à la largeur extérieure de votre chaise longue.

Deux « rehausses » en bois de 8 cm x 10 cm, d'une épaisseur égale aux montants de votre chaise seront visées ou collées sur ceux-ci à 13 cm de leur extrémité. Elles permettront, grâce à deux boulons (avec écrous à oreilles), de rendre le cadre solidaire de la chaise et de lui permettre de viser pratiquement de l'horizon jusqu'au zénith.

Dans ce cadre, une planchette de section 16 mm x 70 mm et de 50 cm de longueur, glissera sur deux tiges filetées de 8 mm de diamètre, grâce à deux moreaux de tube en laiton (8-10 mm), rendus solidaires de la planchette en les collant à l'intérieur de deux morceaux de tasseau (section 20 mm x 30 mm) que vous aurez préalablement percés au

diamètre de 10 mm. Ces tasseaux seront collés sur la planchette. La longueur des tiges filetées avoisinera 44 cm.

Ces tiges devront avoir rigoureusement le même entraxe pour permettre aux tubes de laiton de coulisser facilement.

Deux équerres métalliques (50 mm x 50 mm et d'épaisseur 3 à 4 mm) permettront de fixer les tiges filetées sur le cadre.

Au milieu de la planchette mobile, placez un morceau de contreplaqué de 10 cm x 20 cm et d'épaisseur 18 à 20 mm. Grâce à un boulon de 6 mm il pivotera sur lui-même de droite à gauche.

Un écrou à oreilles pourra le bloquer dans la position voulue.

Une équerre métallique (en aluminium de préférence) de 50 mm x 80 mm et d'épaisseur 3 à 4 mm, sera fixée sur le contreplaqué et recevra dans sa partie haute (80 mm) vos jumelles.

Pour les fixer sur votre équerre préalablement percée, ôtez le capuchon en matière plastique situé à l'avant du support central des jumelles et vous découvrirez un filetage ... mais au pas Kodak. Procurez-vous une vis ayant ce pas (ce qui n'est pas toujours évident) et au bon diamètre, vissez et c'est presque fini.

Il vous faudra équilibrer l'ensemble (cadre + jumelles) à l'aide d'un contrepoids en plomb d'environ 1,6 kg qui pourra se déplacer sur une tige filetée de 8 mm de diamètre, fixée à

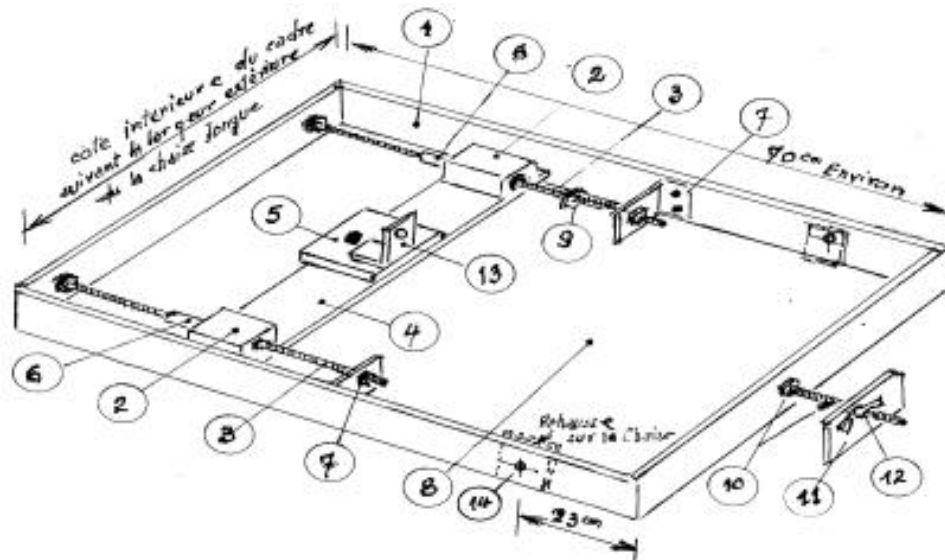
l'arrière de votre cadre et bloquée par un écrou à oreilles.

Vos jumelles ne trembleront plus, le ciel sera à vous ... bonnes observations.

P.S.

Le brevet n'est pas encore déposé mais cela ne saurait tarder.

Pour plus de précisions, la S.A.L. vous attend. N'oubliez pas de peindre votre œuvre selon votre goût.



1. Cadre en bois section 16 mm x 70 mm, longueur 70 cm environ
2. Tasseaux en bois section 20 mm x 30 mm, longueur 70 mm
3. Tiges filetées de 8 mm de diamètre, longueur 44 cm environ avec écrous de fixation
4. Planchette en bois section 16 mm x 70 mm, longueur 50 cm environ
5. Contreplaqué de 10 cm x 20 cm et d'épaisseur 18 à 20 mm articulé à l'aide d'un boulon de 6 mm (avec écrou à oreilles) supportant les jumelles
6. Tubes en laiton (8mm int. /10 mm ext.), longueur 10 cm
7. Équerres métalliques (50 mm x 50 mm) de maintien des tiges filetées, avec écrous de fixation
8. Espace prévu pour la tête de l'observateur
9. Écrou libre pour régler pour régler la planche au plus près de vos yeux
10. Tige filetée de 8 mm de diamètre, longueur 20 cm
11. Plaque de plomb d'environ 1,6 kg
12. Écrou à oreilles pour régler la position de la plaque de plomb
13. Une équerre métallique de 50 mm x 80 mm, épaisseur 3 à 4 mm qui recevra vos jumelles
14. Trous de diamètre 10 mm + boulons de longueur appropriée avec écrous à oreilles et rondelles pour articuler le cadre sur la chaise longue.



## COMMENT LES ASTRONOMES DE L'ANTIQUITÉ DÉTERMINAIENT L'HEURE

par Louis SAÏS



La majorité des travaux scientifiques des grands astronomes de l'antiquité nous sont parvenus à travers la compilation qu'en fit Claude Ptolémée au II<sup>ème</sup> siècle de notre ère. Cet ouvrage intitulé « Composition mathématique » fut traduit en arabe au Moyen Age et connu sous le nom de « l'Almageste ». Une traduction du grec au français fut faite au XIX<sup>ème</sup> siècle par l'Abbé Alma. Un exemplaire se trouve à la bibliothèque nationale de France et on peut la consulter et la télécharger sur son site Internet gallica.

### Le problème de l'heure dans l'antiquité

Les astronomes de l'antiquité avaient besoin pour leurs mesures et leurs calculs de repères de temps. Pour les durées très longues dépassant plusieurs mois voir plusieurs années par exemple la période de rotation des planètes ou l'intervalle entre deux éclipses, la solution était relativement simple, il suffisait de compter les jours.

Pour déterminer l'instant précis de la journée ou de la nuit auquel un phénomène astronomique était observé cela devenait plus compliqué. En effet, dans l'antiquité il n'y avait pas d'horloges ! Rappelons que les horloges relativement précises datent du 18<sup>o</sup> siècle.

Pour déterminer l'heure dans l'antiquité il fallait deux choses :

- Des points de repère astronomiques ( par exemple le lever et le coucher du Soleil )

- Un instrument capable de mesurer l'écoulement régulier d'un liquide ou d'un solide. Un tel instrument s'appelle un garde-temps. Les sabliers encore utilisés aujourd'hui pour faire cuire des œufs mollets sont des garde-temps.

Le cas le plus précis était celui où le garde-temps mesurait l'écoulement de l'eau par un trou placé au fond d'un récipient. Un tel garde-temps s'appelle une clepsydre.

Quelle que soit la forme du récipient, l'écoulement n'est pas régulier car la pression au fond du récipient diminue à mesure qu'il se

vide et le débit diminue.

Plusieurs solutions ont été apportées à ce problème au cours des siècles. La meilleure est l'utilisation d'une clepsydre constamment alimentée de telle sorte que son niveau reste constant.

Il faut savoir que l'utilisation de l'écoulement de l'eau pour mesurer des petits intervalles de temps a été utilisé par Galilée pour ses expériences sur la chute des corps sur les plans inclinés. Il utilisait un système de goutte-à-goutte et pesait l'eau écoulée.

" Quant à la mesure du temps, nous la fîmes à l'aide d'un grand seau plein d'eau d'où sortait un mince filet d'eau reçu dans un petit verre durant tout le temps de la descente. Les quantités d'eau recueillies étaient pesées chaque fois sur une balance très exacte ... "

La clepsydre la plus ancienne connue est la clepsydre dite de Karnak. Elle date de l'époque d'Amenophis III ( environ 1400 ans avant J.C.). Son constructeur s'était aperçu qu'en donnant au récipient la forme d'un tronc de cône, le niveau de l'eau baissait régulièrement au cours du temps. Il avait ainsi gradué la face interne de l'objet en repères équidistants.

La capacité du récipient était d'environ 13 litres. Il était destiné à fonctionner pendant toute une journée ou toute une nuit, ce qui correspondait à environ un litre d'eau débité par heure soit  $1000/3600 = 0,28$  millilitres par seconde. Cela correspond à environ 6 gouttes d'eau par seconde. On voit que le débit est du goutte-à-goutte.

On peut penser que la précision sur une durée d'une journée ou d'une nuit était de l'ordre de quinze minutes.

Une étude très complète de cet objet se trouve dans la thèse de doctorat de Charles-Henri Eyraud membre de la SAL, thèse disponible sur Internet.



Nous n'avons aucun texte qui décrit les protocoles expérimentaux des astronomes de l'antiquité. Nous en sommes réduits à des suppositions.

Claude Ptolémée utilisait sans doute une clepsydre comme garde-temps. Quels étaient ses repères astronomiques ? Les deux plus importants étaient sans doute le lever et le coucher du Soleil. En faisant démarrer l'écoulement de la clepsydre au lever du Soleil, et en l'arrêtant à son coucher il pouvait déterminer l'instant du midi vrai qui correspond à la moitié de l'eau écoulée. En procédant par pesée de l'eau récupérée, la précision pouvait être de l'ordre de dix minutes.

Claude Ptolémée était donc capable de déterminer le passage du Soleil au méridien à dix minutes près.

La méthode de l'ombre du gnomon ne donnait sans doute pas une meilleure précision compte tenu du fait que la longueur de l'ombre varie très peu aux environs de midi.

Claude Ptolémée définit la durée du jour comme l'intervalle de temps qui sépare le lever du coucher du Soleil, et par conséquent la durée de la nuit comme l'intervalle de temps qui sépare le coucher du Soleil de son prochain lever.

A l'aide de la clepsydre il pouvait donc de la même façon que précédemment déterminer minuit vrai correspondant au milieu de la nuit. Et cela avec la même précision que précédemment c'est à dire à dix minutes près. Ces deux repères apparaissent dans toutes les données numériques fournies dans la Composition Mathématique. Ptolémée donne l'heure de chaque événement décrit, soit par rapport à midi soit par rapport à minuit.

En voici un exemple :

COMPOSITION MATHÉMATIQUE, LIVRE IV.

χρόνον ακριβῆς ἐπιλογισάμεθα γηρονέναι πρό ἡμισίου καὶ τετάρτου μιᾶς ὥρας ἰσημεριῆς τοῦ μεσονυκτίου καὶ ἐξέλιπεν...	Un calcul exact nous a donné le milieu de cette éclipse à trois quarts d'heure avant minuit ; et l'éclipse a été totale
---	---

**Définition des heures temporaires**

La durée du jour et de la nuit varie beaucoup au cours des saisons. C'est ainsi qu'à Alexandrie où vivait Claude Ptolémée, la durée du jour le plus long au solstice d'été (21 juin) est d'environ 14 de nos heures et la durée du jour le plus court au solstice d'hiver (22

décembre) est d'environ 10 de nos heures. Dans l'antiquité les astronomes divisaient la durée du jour et de la nuit en douze parties égales appelées heures temporaires. La durée des heures temporaires variait donc suivant les saisons.

Et pourtant c'étaient bien les heures temporaires que l'on obtenait directement à l'aide de la clepsydre.

**Définition des heures équinoxiales**

On savait dans l'antiquité que deux fois par an la durée du jour est égale à la durée de la nuit. Cela se produit aux équinoxes de printemps et d'automne.

Les heures sont alors appelées heures équinoxiales. La durée du jour et de la nuit est alors de douze heures équinoxiales. On appelait ces durées, des nychthémères.

...ἀρχομένης, πρό τῆ δὲ ὀφείας κεντρικῶν τοῦ μεσονυκτίου, πρό τοσοῦτον δὲ καὶ ἰσημερινῶν ἐποδόμαρ ὃ ἥλιος παρὶ τὰ τελευτήα ἦν τῆς παρθένου. Ὡστε μετὰ...	...la 3 <sup>e</sup> heure. Le milieu de l'éclipse coïncide donc avec le commencement de la 2 <sup>e</sup> heure, à cinq heures tant équinoxiales que temporaires avant minuit ; car le soleil étoit alors à l'extrémité de la vierge (i). Par...
--	---

Claude Ptolémée a cherché pour chaque jour de l'année la correspondance entre la durée de l'heure temporaire et de l'heure équinoxiale, puis il a fait tous ses calculs en heures équinoxiales.

...μένον δὲ ἑκάστου τῶν χρόνων διὰ τὸ συχρηζόν τὸν τῆς ἡμερίας ὀχθηκοῦτον εἰς ὥρας ἰσημερινῶς. Ἐσται μάλιστα ἡ συντηριῶν ἢ τῶν ὀφείας ἰσοῦσια εἰς τὸν νυκθήμερον ὁμαλῶν ὄντων, μὴ ταύτης οὕσης αἰῶς τῆς καιρικῆς καταλαμβάνομένης, ἀλλὰ τῆς εἰς ἀνοσίων γινόμενων τῶν νυκθήμερον. Διορθώσασθε οὖν καὶ τὸ τοιοῦτον εἰς...	...celle des mois, en transformant, pour chaque temps et pour plus de facilité, les soixantièmes du jour en heures équinoxiales ; et alors la somme des heures sera une somme d'heures des nychthémères égaux, car l'heure temporaire n'est pas toujours la même, tandis que celle des nychthémères est toujours égale. Nous ferons la correction en ...
--	--

...ὃ μέσον χρόνος γέγονε μετὰ β' ζ' ὥρας καιρικῆς τοῦ μεσονυκτίου αἰ ἧσαν ἰσημεριῖ β' γ', διὰ τὸ τὸν ἥλιον ἀκριβῆς εἰσῆεν ταυροσ μοίρας ζ' δ' καὶ συνάγεται ὃ ἀπὸ τῆς ὀφείας χρόνος μέσοι τοῦ...	...en tout, depuis le bord boreal. Le milieu (ou la moitié du temps) de l'éclipse coïncidait à 2 heures 7/10 temporaires après minuit, (b) qui étoient 2 heures 7/10 équinoxiales, parce que, par son ...
--	---

...τὸν δὲν μέσον χρόνον ἐπιλογισάμεθα γηρονέναι πρό ἡμισίου καὶ τετάρτου μιᾶς ὥρας ἰσημεριῆς τοῦ μεσονυκτίου. Καὶ ἐξέλιπεν ἀπ' ἀρκῆ τὸν ζ' καὶ γ' τῆς διαμέτρου ; καὶ δ' ἦν ὀφείας ἐπέπλεον ὃ ἥλιος ἀκριβῆς εἰς -ν χηλῶν μοίρας κ' ε' ἦρηζε.	...du mois égyptien Choïac. Un calcul exact nous en a donné le milieu à une heure équinoxiale avant minuit. La Lune n'a été obscurcie vers les ourses que jusqu'à la moitié et au tiers de son diamètre, dans le temps que le lieu vrai du soleil étoit sur 25 4/10 des serres à peu près.
Ἡ δὲ τρίτη τῶν ἐκλείψεων γέγονε τὸ κ' ἔπει Ἀδριανοῦ καὶ Αἰγυπτίου Φαρμαουθὶ ὅθ' εἰς τὴν κ'. Τὸν δὲ μέσον χρόνον ἐπιλογισάμεθα γηρονέναι μετὰ ὃ ὥρας ἰσημερινῶς καιρικῆς μεσονυκτίου καὶ ἐξέλιπε τὸ ἡμισιο τῆς διαμέτρου ἀπὸ ἄρκτων.	La troisième de ces éclipses est arrivée le vingtième année d'Adrien, dans la nuit du 19 au 20 du mois égyptien Pharmouthi. Notre calcul nous a donné pour le temps du milieu de cette éclipse, quatre heures équinoxiales après minuit ; il n'y ...

## La méthode pratique

Supposons qu'à une date donnée la durée de la nuit corresponde à l'écoulement de 10 litres d'eau.

Si une étoile passe au méridien quand 2,5 litres d'eau se sont écoulés depuis le coucher du Soleil, cela signifie que l'heure temporaire correspondante est de :

$$12 / 10 \times 2,5 = 3 \text{ heures temporaires}$$

### La précision des résultats

On constate en lisant la Composition Mathématique que l'instant des phénomènes observés est donné en heures et fractions de l'heure. Généralement il ne donne pas de fractions inférieures à 1/5 d'heure ce qui correspond à une précision de 12 minutes de

temps comme le montre le texte ci-dessous.

Par conséquent l'éclipse commença à dix-huit heures équinoxiales et trois cinquièmes d'heure l'après-midi du 26<sup>e</sup> jour...

... ἔπειτα. Ἡ ἀρχὴ αὐτῆς ἐβλήθη-  
-ος γέγονε μετὰ τῆς ἡμέρας ἡμερησίας  
καὶ ἡμέρας τῆς κ' μεσημβρίας. Ἐπεὶ  
δὲ βραχὺ ...

Il ne faudrait pas en conclure que les mesures faites par les grands astronomes de l'antiquité sont sans valeur. Bien au contraire, en comparant les mesures faites plusieurs siècles avant lui par Hipparque, et avec ses propres mesures, Claude Ptolémée a pu déterminer la durée de l'année tropique avec une précision qui nous étonne encore. En effet, une erreur d'une heure sur le temps pour un intervalle de temps de trois siècles ne représente qu'une erreur relative de 12 secondes sur la durée de l'année.

## PHILOSOPHIE MAGAZINE L'Univers est-il fait pour l'Homme ?

Dossier préparé avec la participation d'Etienne Klein\* et de Nicolas Prantzos\*  
Résumé de Claude FERRAND



La jeune revue "Philosophie Magazine" pose la question dans son numéro 9 de mai 2007 : l'Univers est-il fait pour l'Homme ? Voici en quelques lignes le contenu de ce dossier.

Loin de répondre aux questions que l'Homme se pose, la cosmologie est une science qui dévoile des mystères, jusqu'à rendre l'apparition de l'Homme comme le fruit d'un incroyable hasard ou comme un miracle. Physiciens et philosophes dialoguent sur ce sujet.

### " Des milliards de milliards d'étoiles et moi " par Michel Eltchaninoff

On nous explique à présent que le système solaire et même notre galaxie, ne représentent qu'un très infime partie d'un Univers en expansion. Durant les quatre derniers siècles, la Terre est passée d'une position centrale dans un Univers clos et ordonné, à l'état d'un grain de poussière dans un espace-temps d'une grandeur vertigineuse. Devant cette immensité, si l'on peut envisager l'existence d'autres sources

de vie dans l'Univers, il devient presque absurde de vouloir placer l'Homme au sommet ou au centre de celui-ci. Rude coup pour le narcissisme humain !

Et pourtant, il y a une trentaine d'années, l'astrophysicien Brandon Carter a posé une nouvelle interrogation sur la place de l'Homme dans l'Univers. Les valeurs des constantes de la théorie du Big-bang semblent si bien ajustées pour permettre l'apparition de l'Homme, qu'il propose l'hypothèse du principe anthropique. L'auteur explique que le principe anthropique n'est pas le fruit de cerveaux superstitieux, ni de cercles néo-religieux, mais qu'il s'agit bien d'une hypothèse scientifique censée nous faire mieux comprendre la structure du réel. Cependant un étonnement est né chez les scientifiques lorsqu'ils se sont aperçus que l'apparition de la vie d'un l'Univers n'avait tenu qu'à un fil.

Deux lectures de ce principe. La version faible : nous observons l'Univers tel qu'il est et il est tel parce que la présence d'un observateur est possible. La version forte : l'Univers est tel pour que la vie apparaisse. L'Univers serait

donc déterminé.

Dessein préalable et notions théologiques réapparaissent-ils dans la science ?

Voici donc l'Homme replacé au centre de l'Univers, est-ce un dernier sursaut de l'anthropocentrisme. L'Homme fait-il l'Univers à son image, selon les règles de l'anthropomorphisme ?

On pourrait penser que l'Homme a souffert d'avoir été en quelque sorte, "dispersé" dans l'Univers, mais il faut noter que par rapport aux cosmologies antiques, la Terre, corruptible, est passée au rang d'Astre, identique à ceux qu'il admire tant. Si la Terre n'occupe plus cette place centrale, l'Homme peut aussi se détacher théoriquement d'elle, il est chez lui partout dans l'Univers. Cette position lui permet d'agir sur elle et d'envisager l'espace interstellaire, redevenant conquérant, et non plus héritier de la Terre et de l'espace interstellaire.



Le principe anthropique amène donc les réflexions sur la place de l'Homme dans l'Univers. Version forte : le face à face d'un grand ordonnateur et de la cosmologie. Version faible : un Univers que nous n'observons et que nous ne comprenons qu'à l'aide des faibles moyens dont nous disposons.

Troisième lecture plus radicale, fondée sur la philosophie d'Arthur Schopenhauer dans *Le Monde comme volonté et comme représentation*, l'Univers n'est que la représentation que nous nous en faisons.

### **Morales cosmiques et leurs conséquences éthiques.**

Quelles sont-elles ?

Aristote et ses deux sphères. Celle extérieure éternelle, invariable et nécessaire.

Celle corruptible, changeante et mortelle qui englobe la Terre. Cette même corruption qui sépare l'Homme de la plénitude lui offre la possibilité de l'atteindre en transformant et améliorant le monde qu'il habite.

Epicure et la pluralité des mondes. Pour lui, il n'y a que des atomes et du vide. Toutes les combinaisons d'atomes sont possibles et existent, donc les mondes sont multiples. L'Homme n'est plus seul face aux Dieux protecteurs ou vengeurs. Chacun peut façonner son monde à ses dimensions pour assouvir ses désirs naturels et atteindre le bonheur.

Les Stoïciens. Ils se soumettent dignement et avec bonheur au destin de l'Univers, bon ou mauvais, ne pouvant lutter contre une raison cosmique immuable et nécessaire sur laquelle ils n'ont pas prise.

Pascal. Pour lui, si la Terre n'est plus le centre du monde, il y voit une façon inédite de parler de Dieu. L'Homme, à la fois grain de poussière devant l'infiniment grand et géant devant l'infiniment petit, ne prend de sens que par Dieu, seule voie du bonheur. Il est ce « monstre incompréhensible » auquel seul Dieu peut donner un sens en l'aidant à prendre conscience.

Pour Kant. Il récuse toutes notions cosmologiques métaphysiques et théologiques. La morale ne peut se contenter de suivre l'ordre du monde, mais doit s'en dégager et nous élever au stade suprasensible et ainsi il conçoit l'Homme comme étant potentiellement libre et moral.

Pour Husserl. La faute originelle de la modernité scientifique prive l'Homme de son ancrage corporel avec la Terre, indispensable pour son rapport au monde et autres.

### **Après Fontenelle, Thibault Damour et Frédéric Nef s'entretiennent sur la pluralité des mondes.**

Pour Thibault Damour, le passage du temps est une illusion, tandis que Frédéric Nef voudrait rendre à la métaphysique la place qui lui est due dans les interrogations sur la structure du monde.

Définition : Le principe anthropique faible, l'Univers existe tel quel permettant la présence d'observateurs, ou fort, la présence d'observateurs détermine l'existence et les

propriétés de l'Univers.

Notons que le principe anthropique n'est pas plus dirigé vers la théologie que vers l'évolution biologique. Si une expression du principe anthropique est l'évolution cosmique, la théologie religieuse n'est pas plus nécessaire que dans le cas de l'évolution biologique. Ce principe pose problème quant à l'essence de la science et à son caractère prédictif. Le principe de raison selon Leibniz, dit que tout ce qui existe doit avoir « une raison suffisante ». Or la question posée par le principe anthropique est de savoir si les valeurs numériques des constantes fondamentales de la physique, admettent une explication rationnelle. Soit notre Univers est unique et les constantes sont des absolus donnés à priori pour que la vie apparaisse, soit on considère que tous les univers possibles sont réalisés.

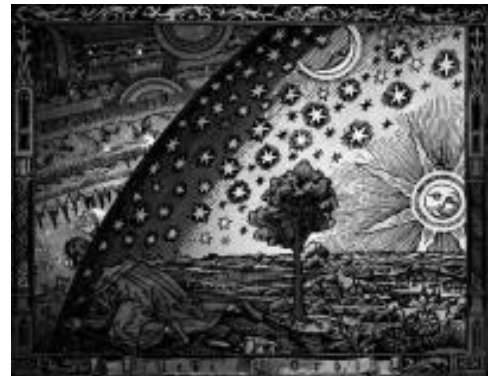
L'une des constantes qui intervient dans les lois de la physique est la dimension de l'espace. Pourquoi y en a-t-il trois et non pas plus, jusqu'à l'infini ? Si on pense à la théorie des cordes encore en construction, qui en fixe neuf, on peut dire que six sont invisibles car recroquevillées sur elles-mêmes. En revanche, si on prend le point de vue anthropique, on remarque que dans un espace supérieur à trois dimensions, un système planétaire stable est impossible. Si l'on suppose l'unicité de l'Univers, on peut s'étonner que l'Univers ait justement trois dimensions. Si l'on suppose plutôt l'existence d'un ensemble d'Univers de dimensions variées, il semble logique que nous, êtres vivants dépendants d'une planète et de la chimie, observions une dimension égale à trois. Cette explication anthropique est logiquement correcte mais n'apporte pas une rationalité profonde. Qu'il soit multiple ou unique, l'Univers se montre tel que nous devons l'observer, avec ses trois dimensions et ses constantes finement ajustées. C'est la raison à posteriori : l'Homme et l'Univers existent, moins satisfaisante que la raison à priori : pourquoi existent-ils ?

Le principe anthropique n'est pas qu'une idée métaphysique. Partant du fait que l'Homme existe, Alex Vilenkin évalua les valeurs que devaient prendre les constantes et fit des prédictions précises sur l'énergie du vide et

sur la densité d'énergie de l'espace intergalactique lorsqu'on en a ôté toute matière, prédictions qui ont été confirmées, montrant ainsi la portée des considérations anthropiques.

Pour le philosophe David Lewis, il y a plusieurs mondes possibles mais chacun, de son point de vue, est actuel pour lui-même. Tous les mondes possibles existent, tout ce qui n'est pas interdit est obligatoire. Non seulement ceux-ci, qui ont des constantes différentes, mais aussi celui où j'ai mangé cette pomme, celui où je n'ai pas pris ce train... Mais sont-ils actuels chacun dans leurs propres présents ou bien l'un d'eux est choisi à la manière de la décohérence de la mécanique quantique ou d'un calcul divin ? Mon monde est-il le même que celui de mon voisin ? La fluctuation quantique qui a donné naissance à cette densité de matière qui engendrera la formation de notre galaxie avait peu de probabilité d'advenir et était une superposition d'états possibles. L'un d'eux fut choisi.

Dans tout cela quelle est la réalité du temps ? Un instant présent où tous les événements passent en même temps ? L'espace et le temps ne sont-ils pour nous qu'une commodité pour appréhender l'Univers ? Cela reviendrait à dire qu'une nouvelle théorie physique de l'Univers devra se passer d'espace et de temps.



" Explorer l'origine " Par Azar Khalatbari

Plus on regarde loin dans l'Univers, plus on remonte le temps. La recherche des origines est le sujet de plusieurs programmes spatiaux, de l'étude des premières structures aux exoplanètes. Les accélérateurs de particules montent en puissance pour



approcher l'état de la matière telle qu'elle était aux premiers instants du big-bang.

L'origine est ailleurs. Selon le physicien Etienne Klein, ces recherches ne portent que sur le commencement, l'évolution et la généalogie, conséquences de ce qui a précédé, que l'on confond trop souvent avec l'origine qui est la cause. La science a besoin pour se construire d'un « déjà là ». La théorie du Big-Bang n'est que l'histoire de l'Univers. L'avant Big-Bang, la cause, est hors de la science, de la métaphysique et de la philosophie car hors de l'espace et du temps. Le néant est une entité impensable qui cesse d'être le néant dès qu'on lui donne des propriétés.

### " Le big crunch n'aura pas lieu " Par Azar Khalatbari

Pour expliquer l'éclat des supernovae lointaines et la cohésion des amas de galaxies, les physiciens ne peuvent se contenter de l'attraction gravitationnelle et postulent l'existence d'une énergie et d'une matière sombres. Prenant une part de 70% pour la première et 25% pour la seconde, ces deux entités déterminent le devenir de l'Univers, les 5% restants étant la matière visible. Le destin de l'Univers dépend de son contenu, c'est dire l'importance de ces deux nouveaux venus dans la théorie du Big-Bang. L'énergie sombre, apparentée à la constante cosmologique reniée par Einstein, est répulsive et accélère l'expansion de l'Univers, tandis que la matière sombre, attractive tend à le refermer sur lui-même. Aujourd'hui, l'énergie sombre semble avoir pris le dessus, l'expansion semble s'accélérer. Dans un combat de Titan, la matière essaie de contenir et ralentir l'expansion contre cette force du mal qui tente d'éparpiller notre Univers.

### " Changer de planète ? " Par Azar Khalatbari

La survie de l'espèce humaine est en péril tant que nous resterons confinés sur une seule planète. Catastrophe astronomique ou autodestruction feraient disparaître l'espèce humaine. Selon Stephen Hawking, la recherche d'autres systèmes solaires favorables est la condition de la sauvegarde de l'espèce humaine. Selon le savant Russe Tsiolkovski « La Terre est le berceau de

l'humanité, mais on ne reste pas au berceau toute la vie ». Depuis Bruno et Fontenelle, la pluralité des mondes n'est plus inenvisageable. Aucune civilisation ne renonce à la colonisation de l'espace qu'elle peut atteindre. Comment l'Homme trouve-t-il sa place dans cette quête ?

Les prochaines explorations, notamment vers Mars, ouvrent la voie à la colonisation. Aucun principe de la physique ne s'oppose à un voyage interstellaire même si les moyens à mettre en œuvre sont aujourd'hui insurmontables. Énergie colossale à fournir, vitesse extrême à atteindre, durée du parcours s'étalant sur plusieurs générations de voyageurs, autant d'obstacles à franchir ou à contourner. La physique du XX<sup>ème</sup> siècle a une spécificité lourde de conséquence, « elle substitue à l'expérience du monde apportée par nos sens, une représentation rationnelle et abstraite qui ne peut être partagée avec le non-spécialiste ». Il semble en découler que l'Homme peut faire avec succès ce qu'il n'est pas à même de comprendre ni d'exprimer dans le langage humain de tous les jours.

Enrico Fermi met en évidence le paradoxe, ce que nous pouvons faire, pourquoi les extraterrestres ne l'ont-ils pas déjà fait ? Pourquoi ne sont-ils pas déjà là ? Sont-ils là, mais nous ne le savons pas ? Sont-ils restés près de leur étoile ? Existents-ils ? L'incertitude est telle que l'on peut tout autant démontrer qu'ils ne peuvent exister et qu'ils sont déjà parmi nous.

Comment l'Homme trouve sa place dans cette quête. Enjeux lointains, sciences incompréhensibles au non-spécialiste. Pouvons-nous quitter notre Terre, nous déconnecter de l'humanité et nous lancer dans l'espace ? Avons-nous intérêt à nous détacher de la Terre, et de notre Histoire, à ce point ? Hannah Arendt propose un autre scénario. Rendre la Terre humaine avant qu'elle ne parte en fumée du fait de théories entièrement déconnectées du monde des sens.

\*Étienne Klein est physicien au CEA. Né en 1958, ancien élève de l'École centrale Paris, DEA de physique théorique, docteur en philosophie des sciences, il est actuellement Professeur de philosophie des sciences, auteur de nombreux ouvrages.

\*Nicolas Prantzos est directeur de recherche au C.N.R.S Institut d' Astrophysique de Paris, spécialiste d'astrophysique nucléaire, auteur de nombreux ouvrages.

**LA DIFFRACTION DE LA LUMIÈRE  
POUVOIR SÉPARATEUR D'UN INSTRUMENT D'OPTIQUE**  
par Bernard DELLA NAVE (B.D.N.)



Une question revient sans cesse dès qu'on parle de la lumière :

**Ondes ou corpuscules ?**

Richard FEYNMANN (Prix Nobel de physique en 1965) nous répond avec humour comme il savait si bien le faire :

« Nous considérerons que les lundis, mercredis et vendredis la lumière se comporte plutôt comme une onde, et que les mardis, jeudis et samedis elle a plutôt les propriétés de corpuscules. Il nous restera les dimanches pour nous interroger sur la vraie nature de la lumière. »

Cet excellent mot du Professeur Feynmann montre bien notre incapacité à comprendre la nature de la lumière.

Ces quelques lignes ont été écrites un lundi, un mercredi ou peut-être un vendredi. Il conviendra alors de penser que la lumière se comporte comme une onde.

L'œil humain n'est sensible qu'aux radiations lumineuses dont les longueurs d'onde sont comprises entre 400 nanomètres (nm) et 800 nm. La caractérisation d'une radiation lumineuse par sa longueur d'onde sous-entend que la lumière est une onde. Confirmons cette hypothèse.

**DIFFRACTION DE LA LUMIÈRE**

Les ondes mécaniques sont diffractées lorsqu'elles rencontrent un obstacle ou une ouverture de dimensions voisines de leur longueur d'onde. Par exemple, des vagues rectilignes et parallèles, se déplaçant sur la surface de l'eau, rencontrent une ouverture de petites dimensions, une brèche dans une digue. A la sortie de l'ouverture, les vagues ne sont plus rectilignes mais circulaires : le phénomène de diffraction a transformé une onde ayant un front rectiligne en une onde ayant un front circulaire. Une des conséquences de ceci est que la direction de propagation de l'onde a varié.

Un tel phénomène est-il observable avec la lumière ?

Regardons, à travers un voile en tissu fin, la lumière émise par un réverbère.

On observe une curieuse figure. C'est une figure de diffraction.



Photo B.D.N.

Faisons passer un faisceau parallèle de lumière à travers une ouverture de très petites dimensions. Sur le trajet d'un faisceau laser, interposons :

- . un filtre polariseur permettant de régler l'intensité lumineuse

- . une fente étroite (de largeur réglable si possible) ou des trous circulaires de différents diamètres.

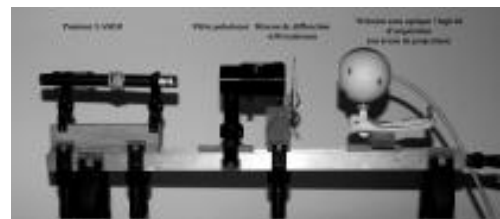
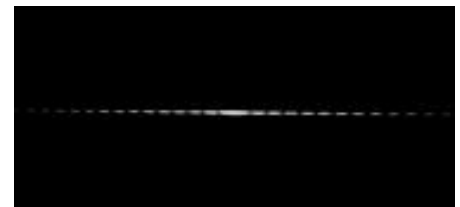


Photo B.D.N.

Observons les figures de diffraction soit à l'aide d'une webcam sans optique et d'un logiciel d'acquisition, soit sur un écran placé à bonne distance (entre 1 et 10 mètres) de la fente ou du trou.

Photos B.D.N.



Ci-dessus : diffraction par une fente

Ci-dessous : diffraction par des trous de 1 mm, 0,1 mm et 0,01 mm de diamètre



## INTERPRÉTATION

Lorsqu'on diminue la largeur de la fente réglable ou le diamètre du trou, la tache lumineuse sur l'écran se réduit d'abord. Elle s'élargit ensuite, et des taches lumineuses séparées par des zones sombres (zones d'extinction) apparaissent dans une direction perpendiculaire à l'axe de la fente. La tache centrale est deux fois plus large que les taches latérales.

De même, si les trous sont suffisamment petits, le faisceau s'élargit à la sortie du trou. On obtient sur l'écran, une tache centrale circulaire lumineuse entourée d'anneaux concentriques alternativement sombres et lumineux, l'ensemble est appelé tache d'Airy (photo ci-dessous). Ce

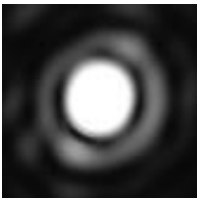


Photo B.D.N.

phénomène est analogue à celui observé lors de la diffraction, par une ouverture, d'ondes mécaniques à la surface de l'eau. La lumière subit le phénomène de diffraction lorsqu'elle rencontre une ouverture de très petites dimensions, la lumière ne se propage plus en ligne droite. Ce phénomène étant caractéristique des ondes, cette expérience confirme l'hypothèse de la nature ondulatoire de la lumière.

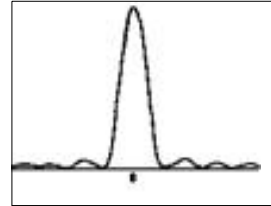
## IMAGE DONNÉE PAR UN INSTRUMENT D'OPTIQUE

A partir du moment où la lumière traverse un orifice, elle subit la diffraction. Ce phénomène est inhérent à la nature ondulatoire de la lumière. On ne peut pas s'en affranchir.

Les instruments d'optique (microscope, objectif d'appareil photo, télescope, lunette astronomique etc.) forment des images. Nous supposons que les optiques de ces instruments sont « idéaux » c'est-à-dire que l'image qu'elles donnent d'un point lumineux est un point lumineux.

Lors du cheminement à travers l'instrument, les faisceaux lumineux sont diaphragmés par les montures des lentilles ou miroirs et donc diffractés. L'image d'un point source par un instrument dépourvu d'aberrations n'est

donc pas un point image mais une tache de diffraction. Dans ce qui précède, nous avons vu que le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué que l'ouverture par laquelle passe la lumière est plus petite. Les montures des lentilles ou miroirs étant la plupart du temps circulaires, la figure de diffraction obtenue est une tache circulaire ou tache d'Airy. L'image d'un point lumineux (une étoile par exemple) n'est donc pas un



point lumineux mais une tache de diffraction. Le diagramme ci-contre donne la répartition de l'intensité lumineuse de la tache centrale et des

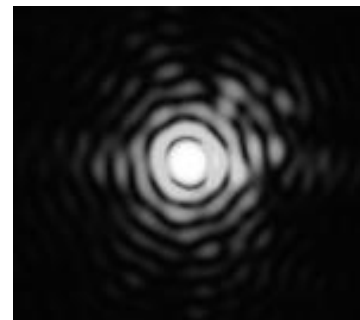
anneaux concentriques.

Parmi toutes les conséquences qu'implique la diffraction, nous retiendrons deux points particuliers :

la dégradation de l'image d'un objet vu à travers un instrument d'optique, ce qui limite les capacités de celui-ci.

l'utilisation que l'on peut faire de ce phénomène :

- pour la mesure de la valeur de la longueur d'onde d'une source de lumière
- la mesure de la largeur de fentes fines ou du diamètre de trous de petites dimensions (voir annexe à la fin de l'article)
- pour vérifier la régularité de la forme d'un objet ou d'un orifice de petites dimensions.



Trou ovale

Photo B.D.N.

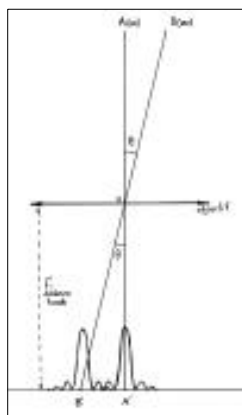
## POUVOIR SÉPARATEUR, LIMITE DE RÉOLUTION D'UN INSTRUMENT D'OPTIQUE

Le pouvoir séparateur d'un instrument est sa capacité à séparer les images de deux objets observés à travers un instrument. Le pouvoir séparateur d'une lunette ou d'un télescope est une notion qualitative : il est excellent,

bon, médiocre ou mauvais. A cette notion qualitative il faut associer une grandeur mesurable, c'est la limite de résolution de l'instrument. La limite de résolution est un angle qui s'exprime de façon courante minute ou en seconde d'arc (et de façon plus commode en radian).

Supposons deux objets A et B vus à travers un instrument d'observation et séparés par une parallaxe  $\theta$  (thêta, angle entre les directions de A et de B). Les images obtenues dans le plan focal image de l'objectif sont A' et B'.

Si les deux images sont trop proches l'une de l'autre, les figures de diffraction se

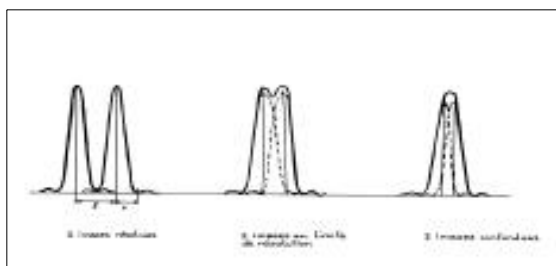


chevauchent et les taches centrales ne montreront qu'une seule image.

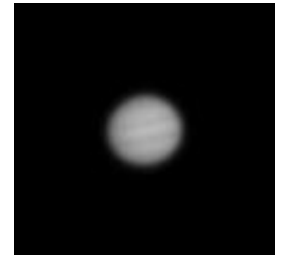
Si les centres des taches d'Airy sont assez espacés, l'œil pourra voir deux taches. Le cas intermédiaire correspond à deux taches pas complètement séparées, mais suffisamment distinctes, permettant de

dire que deux images sont observables. Dans ce cas, l'angle limite qui permet de résoudre un système de deux objets s'appelle « limite de résolution de l'instrument ».

Le pouvoir séparateur sera d'autant plus grand que la « limite de résolution » de l'instrument sera petite.

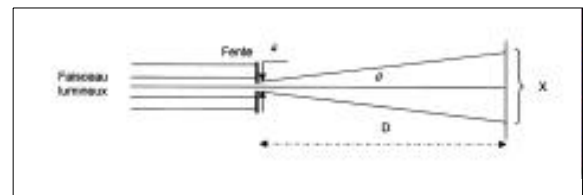


Dans des conditions d'observation idéales, pour des optiques idéales, les instruments de grands diamètres, donneront des images moins touchées par la diffraction et permettront d'observer des détails plus fins sur les planètes, par exemple, ou de résoudre des systèmes doubles plus serrés, que leurs petits frères de diamètres modestes.



Jupiter vu avec un télescope de 200 mm de diamètre à gauche, et de 114 mm à droite dans les mêmes conditions d'observation. Photos B.D.N.

## ANNEXE MESURE D'UNE LONGUEUR D'ONDE MESURE DE PETITES DIMENSIONS



La théorie et la pratique montrent que lorsqu'un faisceau parallèle de lumière de longueur d'onde  $\lambda$  (lambda) traverse une fente de largeur  $a$ , l'écart angulaire  $\theta$  (thêta) entre le centre de la tache centrale et la première extinction, est donné par une expression approchée :

$$\theta = X/2L = \lambda/a$$

$\lambda$ ,  $a$ ,  $X$  (largeur de la tache centrale) et  $L$  (distance fente-écran) sont exprimés avec la même unité (mètre ou millimètre par exemple).

Cette relation permet de déterminer expérimentalement la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière d'un faisceau connaissant la largeur  $a$  de la fente ou inversement connaissant la valeur de la longueur d'onde de la source de lumière on peut estimer la largeur de la fente. Résultat obtenu avec une seule mesure (donc peu précis, pour avoir une précision plus élevée il faudrait faire une série de mesures en faisant varier la distance  $D$  et en mesurant à chaque fois la largeur  $X$  de la tache centrale pour avoir une moyenne) :

Pour  $L = 1,5$  m et pour la longueur d'onde du pointeur vert 532 nanomètres, on a une tache de largeur  $X = 17$  mm ce qui donne :

$$a = (2 \times 532 \times 10^{-9} \times 1,5) / 0,017 = 0,0000939 \text{ m}$$

soit environ 94 micromètres pour une fente calibrée annoncée à « 100 microns ». On est dans l'ordre de grandeur.

A l'aide d'une fente de largeur calibrée ou mesurée avec un microscope muni d'un oculaire micrométrique, il est possible de déterminer la valeur de la longueur d'onde d'une radiation lumineuse.

### LIMITE DE RÉOLUTION THÉORIQUE D'UN INSTRUMENT D'OBSERVATION

Le critère utilisé en général pour que deux images A' et B' soient distinctes, indique que les centres des taches de diffraction doivent être séparés par une distance minimale égale à 0,85 fois la valeur du rayon r de l'une des taches centrales.

Ceci se traduit par la relation :

$$(A'B')_{lim} = 0,85 \times 1,22 \cdot \lambda_{moyen} \cdot f' / D$$

(relation donnant le rayon de la tache centrale). f' est la distance focale de l'objectif, D son diamètre,  $\lambda_{moyen}$  la valeur

moyenne de la longueur d'onde des radiations du spectre visible.

D'autre part,  $\theta(\text{thêta})_{lim} = (A'B')_{lim} / f'$  (exprimé en radian).

Ces deux relations conduisent à l'expression de la limite de résolution théorique :

$\theta_{lim} = 0,85 \times 1,22 \cdot \lambda / D$ , cet angle est exprimé en radian (unité beaucoup plus commode à manipuler que la minute ou la seconde d'arc, mais d'usage moins répandu).

Pour convertir les radians en secondes d'arc il faut multiplier l'expression précédente par :  $(180 \times 60 \times 60) / \pi$ . La longueur d'onde moyenne vaut 550 nanomètres.

On obtient :  $\theta_{lim} = 0,12 / D$

Si l'on veut exprimer D en millimètres (ce qui semble judicieux pour un télescope d'amateur) on a la relation approchée :

$$\theta_{lim} (") = 120 / D(\text{mm})$$

Exemple : pour un diamètre de 200 mm la limite de résolution théorique est de :  $120 / 200 = 0,6 "$ .

### LA COMÈTE HOLMES

photographiée par

Alain Brémond, Christian Négrier et Louis Saïs



La comète Holmes a été visible sous la forme d'un nuage rond et flou dans la constellation de Persée. Les amateurs disposant de télescopes, de jumelles ont pu apprécier le spectacle.

La queue de la comète n'était pas visible, sa direction étant presque dans l'axe de visée.

La comète Holmes était un objet diffus de magnitude 17 jusqu'au jeudi 26 octobre 2007. Puis, sans aucun signe avant-coureur, elle s'est mise à briller un million de fois plus, devenant ainsi une comète visible à l'œil nu.

Pendant cette apparition, qui demeurera historique, la taille de cette comète étrange et brillante a augmenté de façon spectaculaire, fin octobre elle représentait environ le tiers de la superficie de la pleine Lune. Est-elle en train de se désintégrer ? Subit-elle un phénomène éruptif éjectant des gaz, de la neige, de la glace dans l'espace ? Pendant combien de temps encore sera-t-elle visible ? Personne ne peut le dire avec certitude.

Texte extrait du "Courrier de la Communauté Meade" et traduit de l'américain. (B.D.N.)

Photo  
Alain Brémond

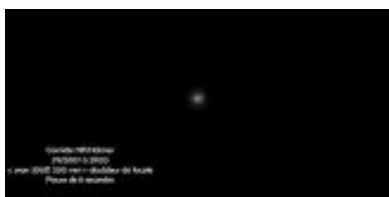


Photo Christian Négrier Compositage de 3 poses d'une minute au foyer de mon C11 avec réducteur de focale à 6,3 APN canon EOS350D, le 17 novembre. Traité Iris et Photoshop.

Photo Louis Saïs





## A PROPOS DE LA PRÉDICTION DES ÉCLIPSES DE SOLEIL

Réponse du bureau des Longitudes à une question posée par Robert JOIE



Les éclipses de Soleil ont lieu au moment de la nouvelle Lune, si le Soleil est près de la ligne des noeuds de l'orbite lunaire. Les valeurs moyennes de la lunaison et de la précession des noeuds de l'orbite lunaire sont connues depuis fort longtemps, les babyloniens les connaissaient déjà depuis plusieurs siècles avant notre ère, alors pourquoi ne pouvaient-ils pas prédire les éclipses de Soleil ?

Cela provient du fait qu'il n'est pas possible de prédire une éclipse de Soleil à l'aide des mouvements moyens des corps concernés. En effet, un simple regard sur les éphémérides de la Lune montre que les écarts entre deux nouvelles Lunes réelles et la valeur moyenne de la lunaison peuvent atteindre plus ou moins 7 h (cela est dû, entre autres aux variations de l'excentricité de l'orbite lunaire). La lune peut se trouver  $5,4^\circ$  en avance ou en retard sur sa position moyenne, on peut faire la même constatation pour la position réelle du Soleil vu de la terre, qui peut, elle aussi se trouver  $1,9^\circ$  en avance ou en retard par rapport à sa position moyenne. Les diamètres apparents de ces corps étant de l'ordre du demi degré d'arc, il est bien évidemment impossible d'utiliser des valeurs moyennes, dont les écarts avec les positions réelles peuvent atteindre 15 fois le diamètre des corps, pour prédire une éclipse de Soleil. De plus la prédiction d'une éclipse de Soleil demande de déterminer sur quelle région de la Terre passe l'axe du cône d'ombre, donc de connaître avec précision les distances du Soleil et de la Lune à la Terre, ainsi que les dimensions de ces trois astres.

Ainsi, l'astronome babylonien, avec uniquement la connaissance des révolutions moyennes de la lune et de la Terre, ne pouvait rien prévoir de plus que la possibilité ou l'impossibilité d'une éclipse de Soleil. Il ne pouvait en aucun cas prédire si une éclipse serait ou ne serait pas visible en un lieu donné. En fait, aucun des textes chaldéens ou babyloniens connus de nos jours ne contient une quelconque référence à la période du Saros (ou à ses multiples) et c'est une erreur (hélas assez fréquente) de prétendre que les chaldéens ou les babyloniens la connaissaient.

Un passage de L'ENQUÊTE d'Hérodote, retraçant la guerre entre les mèdes et les lydiens,

relate qu'une bataille fut interrompue par une éclipse de Soleil, et précise que Thalès de Milet avait d'ailleurs prédit cette éclipse aux ioniens, pour l'année dans laquelle elle se produisit. Cette affirmation sera reprise par de nombreux historiens, et elle deviendra la source d'une véritable légende, puisqu'à la prédiction d'une simple éclipse dans l'année, viendra s'ajouter celle de son jour et de sa position sur le globe terrestre ... chose tout à fait impossible pour un astronome de cette époque.

On peut s'étonner qu'il soit impossible de prédire les éclipses de Soleil à l'aide des mouvements moyens de la Lune et de la Terre, et que l'on puisse mettre en évidence la périodicité des éclipses chaque Saros, le Saros étant lui-même construit à l'aide des périodes moyennes. Cela s'explique de la manière suivante : les écarts entre les positions moyennes et les positions vraies sont dus aux mouvements perturbés de la Lune et de la Terre, or la plus grosse perturbation lunaire est fonction de la distance angulaire de la Lune au périhélie de son orbite, cet angle s'appelle l'anomalie. L'intervalle entre deux passages de la Lune à son périhélie s'appelle le mois anomalistique et a pour valeur moyenne :

$A = 27,55455$  jours.

Par un heureux hasard on trouve que :

$239 A = 6585,537$  jours. Le Saros est donc presque un multiple du mois anomalistique (un Saros =  $239 A - 0,0079 A$ ), et au bout d'un Saros la Lune moyenne se retrouve seulement  $2,8^\circ$  en amont de sa position réelle.

C'est cette coïncidence qui explique la régularité du Saros. Pour la Terre on peut faire un raisonnement analogue, il porte alors sur l'année anomalistique qui a pour valeur moyenne  $a = 365,2596$  jours.

On trouve que  $18 a = 6574,67$  jours ; l'écart avec le Saros est de 10,65 jours, ce qui ne représente qu'un écart de  $10^\circ$  environ avec la position orbitale réelle.

Remarquons de même qu'au bout d'un Saros la position du Soleil vu de la Terre sera environ  $10^\circ$  plus loin que sa position initiale. Donc deux éclipses homologues dans deux Saros consécutifs seront décalées de  $10^\circ$  vers l'Est parmi les constellations zodiacales.

## LES OBJETS DU SYSTÈME SOLAIRE AUTRES QUE LES PLANÈTES

A propos d'une nouvelle classification  
par l'Union Astronomique Internationale  
par Alain Brémond



Lors de son dernier congrès, tenu à Prague le 24 août 2006, l'Assemblée Générale de l'U.A.I. a redéfini la notion de planète. Cette nouvelle a provoqué beaucoup de discussions autour du sujet, brûlant pour certains, de Pluton. A cette occasion nous résumons ici une classification des objets du système solaire non planétaires avant de présenter les résolutions de l'U.A.I.

A côté du Soleil, des planètes, de leurs satellites et des comètes, le système solaire comprend un nombre important d'objets de natures différentes, dont certains ont été découverts très récemment. En fonction de leur position dans le système solaire, par rapport à la planète Neptune, on distingue les objets cis-neptuniens et les objets trans-Neptuniens (TBO)

1. Les objets cis-neptuniens, situés entre la planète Mars et Neptune, sont séparés eux-mêmes en deux catégories : les Centaures et les astéroïdes troyens.

1.1. Les Centaures sont positionnés dans ce qu'il convient d'appeler la ceinture des astéroïdes. Leur nom provient de la mythologie grecque où les centaures sont des créatures à moitié hommes et à moitié chevaux. Parmi les objets de cette ceinture, Cérès, découverte par Giuseppe Piazzi en 1801 est classée maintenant parmi les planètes naines. Cette ceinture d'astéroïdes (ou ceinture principale) se trouve environ à 3 U.A.

1.2. Les astéroïdes troyens sont positionnés sur l'orbite de Jupiter autour de deux points L4 et L5 de Lagrange, à 60° de part et d'autre de la planète. Ils se trouvent donc à environ 5 U.A. du Soleil. Parmi ceux-ci on observe les astéroïdes Ida et Eros mais aucune planète naine.

2. Les objets trans-neptuniens (TBO), situés

totallement ou en majeure partie au-delà de la planète Neptune. Ils sont divisés en trois classes d'objets : ceux de la ceinture de Kuiper, les objets du nuage de Oort et, entre eux, les objets épars du disque.

2.1. Les objets de la ceinture de Kuiper (KBO). La ceinture de Kuiper est une zone du système solaire située entre 39 et 50 U.A. Elle serait composée de plus de 35 000 objets de plus de 100 km de diamètre. On en distingue plusieurs types :

2.1.1. Les objets classiques ou cubains QB10, du nom donné au premier de ces objets 1992 QB1 (phonétiquement u : ban). Les autres ont été appelés des QB1-os ce qui a donné le nom de cuberçons. Du fait de leur grande distance à Neptune, ces corps ne sont pas en résonance avec elle. Leurs orbites, stables, sont presque circulaires d'où leur nom d'objets classiques.

Quelques exemples : Varuna découvert en 2000, de forme ronde, possède un diamètre d'environ 936 km. Quaoar a un diamètre compris entre 989 et 1346 km. On trouve aussi la planète double Logos (80 km) accompagné de Zoé (64 km) et bien d'autres.

2.1.2. Les Objets en résonance avec Neptune

Les Plutinos sont en résonance 2:3. Ils effectuent deux tours autour du Soleil quand Neptune en fait trois. Par exemple, Orcus est actuellement le plus grand de cette classe après Pluton. Il est situé à 39,4 U.A., sa période est de 248 ans et son excentricité de 0,22. Ixion mesure 759 km de diamètre. Pluton et Charon sont des petites planètes doubles.

D'autres objets ont des formes de résonance différentes.

2.2. Les objets épars du disque (SDO). Senna qui a été découvert en 2003 mesure 1180-1800 km. Il est situé à 90 U.A. à 900 U.A. Il y a aussi Ari, une des planètes naines.

2.3. Les objets du nuage de Oort (OCO). Nous ne disposons pour eux d'aucune observation. Ce nuage serait à l'origine des comètes à longue période. Sa distance au Soleil se situe entre 10 000 U.A. et 150 000 U.A.

#### Distances des principales classes d'objet du système solaire.

Terre	1 U.A.
Mars	1,5
Centaures	3
Troyens et Jupiter	5
Neptune	30
Cubewanos	45
Objets épars	48
Nuage de Oort	10 000 à 150 000

Le 24 août 2006 l'Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale a redéfini la notion de planète marquée par l'adoption de quatre résolutions :

5A-1. Une planète c'est un corps céleste qui :

- a) est en orbite autour du Soleil
- b) a une masse suffisante pour que son autogravité puisse surmonter les forces de rigidité de telle façon qu'il prenne une forme d'équilibre hydrostatique (à peu près ronde)
- c) a nettoyé son environnement autour de son orbite.

5A-2. Une planète naine est un corps céleste qui:

- a) est en orbite autour du Soleil
- b) a une masse suffisante pour que son autogravité puisse surmonter les forces de rigidité de telle façon qu'il prenne une forme d'équilibre hydrostatique (à peu près ronde)
- c) n'a pas nettoyé son environnement autour de son orbite
- d) n'est pas un satellite

5A-3. Tous les autres objets, exceptés les satellites, qui orbitent autour du Soleil doivent être appelés collectivement « petits corps » du système solaire.

6A. Pluton est une planète naine selon la définition ci-dessus. Elle est reconnue comme le prototype d'une nouvelle catégorie d'objets trans-Neptuniens.

Le système solaire comporte huit « planètes »

La classe des « planètes naines » comprend aujourd'hui : Cérès, Pluton et 2003 UB 313 (Eris)

- Cérès, découverte le 1 janvier 1801 par Giuseppe Piazzi orbite dans la ceinture des astéroïdes (entre Mars et Jupiter). Son diamètre est de 900 km, sa masse de 0,00016 fois la Terre. Sa période orbitale est de 4,5 années, avec une excentricité de 0,08.

- Pluton, découverte : 18 février 1930 à l'observatoire Lowell par Clyde Tombaugh est associé à Charon. Son diamètre est de 2 300 km et sa masse de 0,0022 fois celle de la Terre. Sa période est de 248 années. Son orbite est à la fois très excentrique : 0,25 et fortement inclinée sur l'écliptique.

- Eris (d'abord appelée Xena), découvert le 5 janvier 2005 au Mont Palomar par Mike Brown, Chad Trujillo et David Rabinowitz, est un objet épars du disque. Son diamètre est de 2 400 km, supérieur à celui de Pluton. Sa masse est 0,0025 fois celle de la Terre. Sa période est très longue, 557 années avec une excentricité de son orbite de 0,44. Son satellite, Dysnomia, est huit fois plus petite que la Lune. Il est environ 10 fois plus près d'Eris que la Lune de la Terre

Il y a d'autres candidats dans cette classe : Easterbunny, Orcus, Sedna, Santa, Quaoar, Charon, 2002 TC302, Varuna, 2002 UX25, 2002 TX300 et Ixion.

Pour en savoir plus :

Site de l'U.A.I. <http://www.IAU2006.org>.  
Notions de base : André Brahic. Planètes et satellites. Paris, Vuibert, 2001.

Pour Eris, voir : <http://www.gps.caltech.edu>



**ENTRETIEN AVEC Djamel MEKARNIA**  
**Astrophysicien au LUAN**  
**(Laboratoire Universitaire d'Astrophysique de Nice)**

par Juliette Brémont



Djamel Mékarnia, est astrophysicien au LUAN (Laboratoire Universitaire d'Astrophysique de Nice), il fait partie de l'équipe franco-italienne composée de 14 « hivernants », qui vivent en permanence dans des conditions quasi spatiales.

**Juliette**

Djamel, quelle est la raison de votre présence sur le Dôme C du site Concordia ?

**Djamel**

Nous sommes en train de qualifier le site du Dôme C pour l'astronomie.

Les premières mesures effectuées pendant les deux hivernages précédents ont montré que ce site est meilleur que tous les autres sites astronomiques du monde. Il y a plusieurs paramètres physiques que nous devons mesurer avant d'y installer éventuellement un très grand télescope. Pour ce programme, nous observons toujours la même étoile (Canopus), qui est assez brillante pour être observée même de jour et qui, bien sur, ne se couche jamais.

Nous avons également commencé cette année d'autres programmes astrophysiques pouvant être réalisés avec de petits télescopes. Comme par exemple l'étude de la variabilité des étoiles. Nous installerons cet été un autre "petit" télescope qui permettra de détecter d'éventuelles planètes extra-solaires.

**Juliette**

Pourquoi avoir choisi le site Concordia pour l'astronomie ?

**Djamel**

L'avantage du site de Concordia est qu'on peut observer pendant l'hiver certaines étoiles en continu, car ces étoiles ne se couchent jamais et qu'il fait nuit en permanence, alors que dans tous les autres sites, il y a l'alternance jour nuit qui empêche de mener certains programmes astrophysiques qui nécessitent d'observer une étoile en continu pendant une période assez longue.

**Juliette**

Quelle heure est-il en ce moment sur le site ?

**Djamel**

Nous vivons à l'heure de notre méridien, qui est le même que celui de Hong-Kong. Nous avons actuellement un décalage horaire de 6h avec la

France. Quand il est midi à Paris, il est 18h ici à Concordia.

Un article du journal Libération résume bien l'enjeu d'une telle mission, les conditions de vie et les impressions de Djamel :

Juchée sur l'un des dômes centraux de l'Antarctique, à 3200 m d'altitude, 1000 km de la mer, et sur plus de 3 km d'épaisseur de glace, cette base scientifique franco-italienne est en service depuis trois ans. Un endroit «où il fait beau presque tout le temps, mais où, même s'il y a très peu de vent, le thermomètre peut tomber à -80°C». Lors des sorties quotidiennes, «entre deux et trois heures» pour rejoindre les installations scientifiques distantes de quelques centaines de mètres de la base de vie, des «combinaisons spéciales» sont nécessaires. «Et l'on ne sort pas sans radio». Durant la nuit polaire, trois mois sans Soleil, il fallait y ajouter les lampes frontales. Arrivé le 2 décembre 2006, Djamel Mékarnia en repartira «en décembre prochain». Un séjour où, durant neuf mois, il est isolé avec treize «collègues», sept Français et six Italiens (ingénieur, mécanicien, cuisinier, médecin - «il mène une expérience sur les hivernants pour l'Agence spatiale européenne» - glaciologue, géophysicien, astronome).

La raison scientifique de sa présence, c'est la qualification de Concordia comme futur observatoire astronomique. «Le site est exceptionnel. Au-dessus de 30 m du sol, les conditions sont quasi-spatiales, s'enthousiasme-t-il, et quand même beaucoup moins cher que l'espace». Ajoutez-y que la plupart des objets observables «ne se couchent jamais, on peut les observer en continu». Et que, si le froid pose de redoutables problèmes technologiques, il permet aussi d'observer en infrarouge. L'enjeu scientifique vaut donc la rudesse du voyage. Mais Djamel Mékarnia y voit aussi «une expérience passionnante. On est transformé au niveau humain. Vivre un an ici, neuf mois isolés, loin des siens, avec des personnes que ne connaissait pas avant. On apprend à mieux connaître et aimer ses voisins, on devient très tolérant».

Ce qu'il aimerait ? Rentrer en France via la station Dumont-d'Urville, «pour voir les manchots».

**UNE NUIT SUR LE MONT HAMILTON  
A L'OBSERVATOIRE James LICK  
par Bernard DELLA NAVE (B.D.N.)**



**Vendredi 20 juillet 2007 Sunnyvale Californie USA**

Ce matin, comme presque tous les matins d'été, le ciel est voilé au-dessus de la Silicon Valley. Mais il n'y a pas lieu de s'inquiéter, la journée, encore une fois, sera belle et chaude. En général, les nuages venus du Pacifique tout proche, se dispersent au cours de la matinée sans laisser de traces.

En effet, durant tout l'après-midi, le Soleil brille généreusement dans un ciel sans tache.

Vers 18 heures nous nous préparons. Ce soir, direction le Mont Hamilton qui abrite l'observatoire astronomique Lick. Une soirée d'observation est prévue, professionnels et amateurs accueillent le public.

Depuis Sunnyvale, qui jouxte San José, il faut parcourir 25 miles (une quarantaine de kilomètres) pour atteindre le site.

Nous démarrons. Pendant quelques miles, l'autoroute, la 101, bien connue sous le nom de One O One, est chargée. Puis, soudain, le flot épais de véhicules se dissout et la circulation devient fluide. Bientôt, nous quittons le « Free Way » pour emprunter une petite route qui attaque les premiers contreforts de la chaîne du DIABLO. La route devient rapidement de plus en plus sinueuse, étroite et pentue. Sur certaines portions, deux véhicules ne peuvent se croiser que très difficilement.

Depuis le bas de la montagne, nous voyons les coupoles blanches, nichées à presque 1300 m d'altitude, disparaître et réapparaître au gré des virages en épingles à cheveux.

A 19 heures 50, nous arrivons à l'observatoire.

Le jour décline très vite. Au fond de la vallée, en direction du nord, la baie de San Francisco brille encore, irradiée par la lumière d'un Soleil sur le déclin. Le paysage devient gris, le ciel s'illumine d'un violet pastel, l'astre diurne plonge lentement dans un horizon liquide. Au moment où il disparaît, jaillit le rayon vert, rayon éphémère qui meurt à peine né.



La vallée se recouvre d'un mince tapis de nuages uniformes qui protège les installations de la pollution lumineuse.



Avant l'observation du ciel, afin de permettre à l'obscurité de s'installer, Paul, Jack et Andy, astronomes professionnels, nous montrent les instruments, nous parlent des programmes de recherche et nous exposent les grandes lignes des travaux menés sur place. Une conférence qui traite de la conquête de la Lune réunit un public nombreux.

Les amateurs, quant à eux, ont installé leur matériel, télescopes et lunettes impressionnants, aux abords des coupoles en des endroits judicieusement choisis. Les observateurs d'un soir circulent, d'appareil en appareil, les grands télescopes ont la faveur du public et de longues files d'attente se forment.

Après des amateurs il n'y a pas foule. Dans un premier temps, de très belles images de la Lune enchantent les néophytes.

Notre satellite ayant bientôt disparu, c'est un festival d'objets du ciel profond qui nous est offert, dont un amas globulaire d'Hercule M13 ... ÉPOUSTOUFLANT. Observé à travers un télescope Schmidt-Cassegrain de 355 mm de diamètre ouvert à

f/10, muni d'un oculaire Nagler de 17 mm de focale, il apparaît dans toute sa splendeur et avec une résolution des étoiles périphériques à peine croyable.

Une soirée remarquable, tant par la variété des sujets et objets abordés que par la qualité du ciel.

Il se fait tard hélas, il faut penser au retour sur une route longue et difficile.



L'observatoire Lick est le premier observatoire à avoir été construit au sommet d'une montagne, à 1283 mètres d'altitude. Il fut construit entre 1876 et 1887, et financé grâce à un legs de James Lick. En 1887, la dépouille de Lick fut enterrée sur le site de la future "grande lunette astronomique", avec une tablette en laiton portant l'inscription

« Ici repose le corps de James Lick. »

À la date de sa mise en service le 3 janvier 1888, la lunette astronomique de 91 cm (36pouces) du mont Hamilton était la plus grande du monde, jusqu'à la construction de l'observatoire Yerkes en 1897. En avril 1888, l'observatoire fut placé sous la responsabilité de l'université de Californie, et devint le premier observatoire de montagne à être occupé en permanence. Plus tard, avec la croissance de San José et du reste de la Silicon Valley, la pollution lumineuse devint toutefois un problème majeur pour l'observatoire. En 1980 la ville de San José initia un programme de réduction des effets de la pollution lumineuse, en particulier en remplaçant la plupart des lampes dans les rues par des lampes à vapeur de sodium basse pression. Grâce à ces efforts, le mont Hamilton reste encore aujourd'hui un site viable pour l'observation astronomique.

Le complexe est désormais le site de plusieurs autres télescopes, dont une autre lunette astronomique, des télescopes de type newtonien, un double télescope de Schmidt et des appareils à imagerie numérique plus récents, ainsi qu'un projet de télescope ultra-moderne dédié à la recherche de planètes extra-solaires.

Le bâtiment principal appelé bâtiment Lick est flanqué de 2 coupoles. La plus petite des coupoles a abrité un réflecteur de 30 cm qui marqua les débuts astronomiques du site en 1881. Burnham a utilisé cet instrument pour l'observation d'étoiles doubles dès Novembre 1881. En 1979, ce réflecteur a été remplacé par le télescope Anna Nickel, cassegrain de 1 mètre ouvert à f/17.

Parmi les premiers instruments utilisés à Lick dès 1881, on peut citer le chercheur de comètes de 10 cm qui est aujourd'hui monté comme chercheur sur le télescope de Crossley (de 90 cm). Ce chercheur servait à l'observation du passage de Mercure. Un télescope de passage au Méridien de Fauth (de 10 cm de diamètre) fut aussi installé en 1881. Jusqu'aux environs de 1908, il servait à déterminer l'heure à l'observatoire.

En 1884, un cercle méridien de Clark Repsold (d'environ 16 cm de diamètre) fut monté à

l'observatoire. A partir de 1893, Tucker a consacré toute sa carrière à observer avec cet instrument.

En 1896, Lick s'enrichit d'un nouveau réflecteur de 91cm : le télescope Crossley. Cet instrument, ouvert à f/5.8 et utilisé en configurations foyer primaire et Newton, permit de réaliser des photographies de grande qualité de nébuleuses gazeuses et de galaxies spirales. Grâce à lui, Robert Trumpler établit sa classification des amas ouverts dans les années 20. L'observatoire de Lick a pris part aux opérations internationales des longitudes en 1926 et en 1933. L'instrument de passage Bamberg a été installé pour ces opérations ; c'est néanmoins le cercle méridien de Repsold qui a servi de référence pour donner la longitude de l'observatoire. Un des derniers travaux réalisés avec le cercle méridien a été la mesure de la distance de la terre à laquelle l'astéroïde Eros est passé en 1931.

La grande lunette de Lick



Grâce à cette dernière, Edward Barnard offrit à Jupiter un 5<sup>ème</sup> satellite, Amalthée, en 1892. Vint ensuite la découverte de 3 autres satellites joviens plus externes. Mais c'est surtout dans le domaine stellaire que ce réfracteur s'illustra. Robert Aitken, directeur de l'observatoire de 1930 à 1935, réalisa un catalogue, encore utilisé, rassemblant quelques milliers d'étoiles doubles : le Aitken Double Stars catalog ou ADS. Des travaux importants furent également menés sur le mouvement propre des étoiles ainsi que sur leur masse.

L'observatoire entra dans l'ère moderne en 1959 avec la mise en service du télescope Shane de 3m de diamètre (120 pouces). Pour la petite histoire, le miroir de ce télescope provient des essais de coulage effectués pour le 5 mètres du mont Palomar (le télescope de Hale).

Sources :

Notes personnelles  
[www.ucolick.org/lickobs/](http://www.ucolick.org/lickobs/)  
[fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire\\_Lick](http://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_Lick)  
<http://www.astrosurf.com/adagio/voyages/usa2000/>

# NOTE SUR LA SPECTROSCOPIE SOLAIRE

par Alain BRÉMOND



## Premières expériences

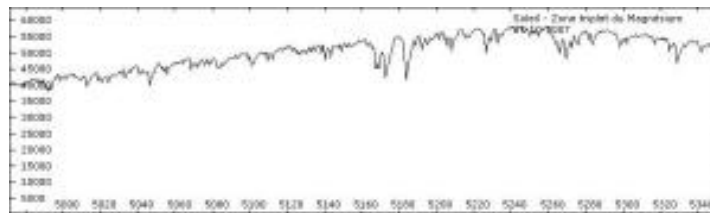
Matériel : Spectroscopie LIRHES III , APN Canon 300D



Traitement : Vspec

1- Zone du triplet du magnésium : image brute.

Spectre :

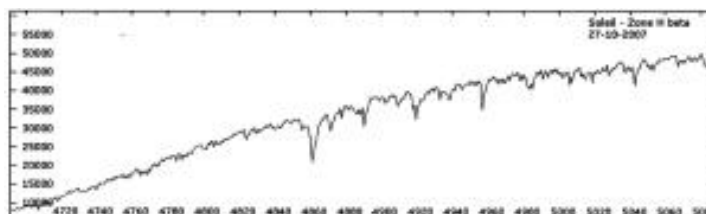


On note les trois raies situées respectivement à 5167, 5172 et 5183 Å.

2- Zone de la raie Hbêta



Spectre :



On note la raie Hbêta à 4861 Å ainsi que plusieurs raies du Fe I à 4871, 4810, 4920, 4957 Å...

Notez la forme de la courbe qui est celle du « corps noir » correspondant à la surface du Soleil.

**SÉMINAIRE DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE LYON**  
**du 5 au 7 octobre 2007**

Collectif

Propos recueillis et texte mis en forme  
par Claude FERRAND



Le séminaire de la SAL s'est déroulé du cinq octobre, au soir, jusqu'au dimanche sept en fin d'après-midi. Il y eut dix neuf personnes inscrites, la plupart pour la durée complète. La maison d'accueil de la Neylière fut très appréciée pour son hébergement et son site remarquable.

Dès le **vendredi soir**, les télescopes furent mis en batterie et des observations purent débuter avant d'être rapidement interrompues par une couverture nuageuse. Qu'à cela ne tienne, nous nous rapatrions vers notre salle de travail pour discuter sur les observations.

**Samedi** nous nous retrouvons au petit déjeuner et les conversations sont animées.

- A neuf heures, Alain débute l'atelier spectroscopie par une présentation technique, des possibilités du spectroscopie acquit par la SAL il y a tout juste un an.
- Philippe termine cette matinée par une présentation du suivi automatisé par lunette guide.
- L'après midi, c'est Louis qui nous décrit la technique de la prise de vue par webCam. Nous profitons d'une éclaircie passagère pour aller mettre en pratique le cours du matin en étudiant le spectre du Soleil.
- Alain nous fait ensuite une présentation de l'Astrolabe avec des exemplaires préparés par Jean.
- En soirée, le ciel n'étant toujours pas redevenu transparent, Claude attaque la cosmologie par une présentation du principe anthropique et de la place de l'homme dans l'Univers, qui débouche sur un débat qui nous occupera toute la veillée.

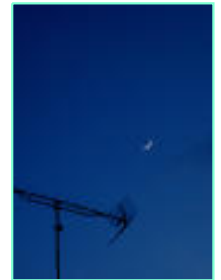
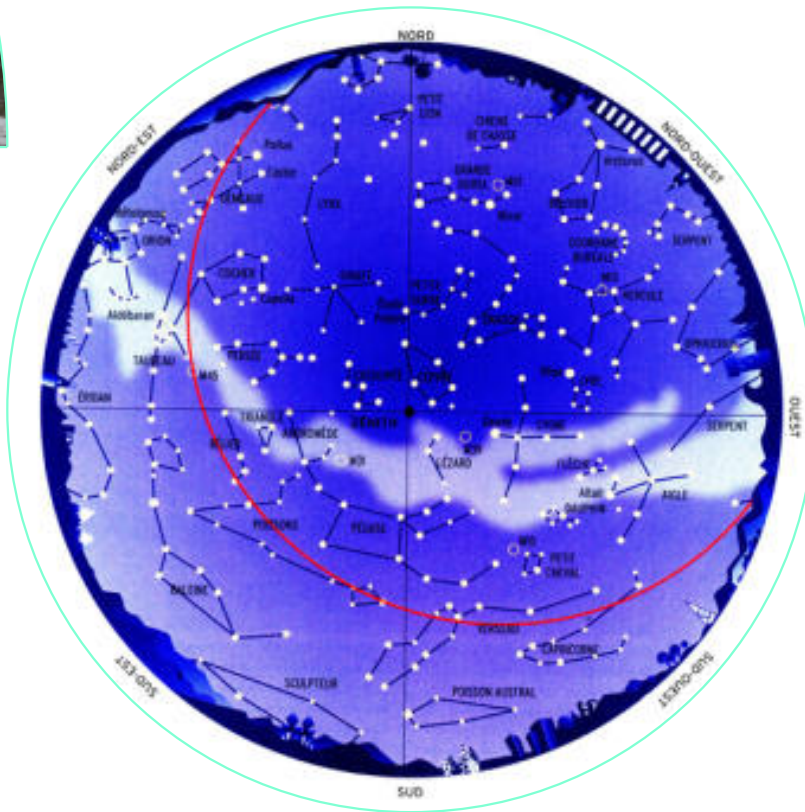
**Dimanche matin**, le ciel est enfin clément et nous admirons le rapprochement de la Lune et de Vénus.

- Cette matinée est mise à profit pour des prises de vue à la webCam et l'observation au spectrographe. Nous profitons du beau temps pour vérifier l'heure au cadran solaire que la SAL a installé en 2005. Nous finissons la matinée dans notre salle pour une présentation des Appareils photos numérique (APN) par Philippe.
- L'après-midi est consacré à la construction de télescope, Claude nous décrit le problème de la turbulence instrumentale et présente un système de ventilation utilisant l'effet Coanda. Il enchaîne en décrivant une méthode de recherche et de protection contre les lumières parasites avant de poursuivre par la fabrication d'un télescope de voyage Strock et les techniques utilisées pour le Dobson.

**C'est après un bilan** de ces deux journées que nous nous séparons en nous promettant de reconduire ce système de séminaire où les échanges entre amateurs peuvent s'exprimer largement.



## LE CIEL DE L'HIVER par Pierre FRANCKHAUSER



L'hiver, avec des moufls, il n'est pas très pratique de régler les instruments..., mais c'est pourtant la période où le ciel se laisse admirer dans toute sa splendeur, alors couvrez-vous, et savourez :

La splendide Orion, en forme de diabolo barré par trois étoiles bleutées et alignées que l'on nomme la ceinture. Bételgeuse, géante rouge, Rigel, bleue très lumineuse à l'opposé, puis M42 la grande nébuleuse d'Orion à 1600 années-lumière, visible à l'œil nu, M43, IC434 ou la Tête de Cheval, accessible aux photographes maîtrisant la longue pose.

La constellation du Grand Chien, sous Orion, avec l'incontournable Sirius, étoile double la plus brillante du ciel d'hiver, magnitude  $-1,5$ , (son compagnon est visible dans un 200 mm), en dessous, M41, amas ouvert, visible aux jumelles.

Le Petit Chien avec Procyon, (triangle équilatéral d'hiver formé par Bételgeuse, Sirius, Procyon)

Le Taureau avec Aldébaran, géante rouge, les Hyades, amas ouvert, M1 ou nébuleuse du Crabe, vestige de la supernova de 1054, M45 ou les Pléiades, splendides à l'œil nu.

Le Cocher, avec Capella, Aurigae, puis les amas ouverts M36 (70 étoiles), M37 (200), M38 (120).

Les Gémeaux constitués des inséparables Castor et Pollux, dont les pieds sont dirigés vers Orion. Des deux étoiles, c'est Pollux la plus brillante, Castor est un système complexe formé de quatre étoiles. On trouve aussi l'amas M35 (120 étoiles) bien visible aux jumelles, puis la nébuleuse planétaire NGC 2392 ou Tête du clown ou de l'Eskimo.

Puis viennent le Triangle, le Cancer et M44 ou l'Amas de la Crèche, et bien sûr la voie lactée.

**Bonnes observations**