

Société
Astronomique
de Lyon



Bulletin N° 58 – Septembre 2004

SOCIETE ASTRONOMIQUE DE LYON
Observatoire de Lyon
69230 Saint Genis-Laval

BULLETIN N° 58 – septembre 2004

SOMMAIRE

PAGE

- Couverture : Le radiotélescope de Nançay
Le miroir sphérique fixe de 300m sur 35m
- 3 Notes de lecture
 Par Daniel SONDAZ
- 4 La SAL aux RAP 2004 (Craponne-sur-Arzon)
 Par Florence CLEMENT
- 7 Supporter le miroir primaire
 Par Claude FERRAND
- 10 La température sur les planètes
 Par Alain BREMOND
- 13 Voyage au Chili
 Par Juliette BREMOND
- 17 Etoiles et Couleurs
 Par Florence & Claude FERRAND
- 19 Des Calendriers
 Par Edmond et Gilbert BOUCHARD
- 22 Le réducteur de focale
 Par Louis SAÏS

SOCIETE ASTRONOMIQUE DE LYON

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

Siège Social : U.E.R. Observatoire de Lyon, avenue Charles André, F 69230 Saint Genis-Laval.

Tel. 06 74 42 26 29 e-mail : SoAs.Lyon@wanadoo.fr Internet <http://astrosurf.com/sal>

Trésorerie : C.C.P. Lyon 1822-69 S

Tarifs 2004: Cotisation + bulletin : 35 €

 Scolaire + bulletin : 25 €

 Famille + bulletin : 50 €

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

Réunions : Le vendredi, accueil de 21H à 21H30.

 : Observations. Bibliothèque, prêt de livres et de vidéos. Discussions et activités.

Bulletin : Les articles que vous désirez faire paraître dans le bulletin sont à envoyer au siège de la Société sous forme manuscrite, sur disquette format PC word ou par e-mail (SoAs.Lyon@wanadoo.fr).

ISSN 1258-5378

Tiré à 230 exemplaires sur papier 80 g, couverture 80 g sable/calcedoine.

Notes de lecture

Les cinquante ans de Nançay (L'astronomie, janvier 2004)

C'est au milieu des années 1940 que l'on détecta pour la première fois des rayonnements radio d'origine astronomique. Les premiers instruments, fort médiocres, ont été des radars militaires allemands ou américains transformés pour un usage scientifique. Les grandes longueurs d'ondes de la radioastronomie (quelques centimètres à plusieurs dizaines de mètres) exigent, pour avoir un pouvoir séparateur correct, de disposer de très grands instruments. Heureusement, la technique de l'interférométrie permet de combiner les signaux captés par de nombreuses antennes de taille relativement modeste, pour obtenir un résultat équivalent à celui que donnerait un radiotélescope gigantesque, irréalisable dans la pratique. Le terrain de Nançay, en Sologne, fut acheté en 1953 par l'école Normale Supérieure. Beaucoup d'instruments y ont été construits et d'excellents travaux astronomiques y ont été effectués. Un certain nombre de nos sociétaires ont eu l'occasion de visiter cet observatoire au cours de visites organisées par la S.A.L.

Un article de K.L.Klein traite de l'observation radio du Soleil. Elle se fait avec le radiohéliographe, ensemble d'antennes réparties sur deux lignes de 2,5 Km et de 3,2 Km de long. Il est le seul instrument au monde qui observe le Soleil en ondes métriques. Lors des périodes de forte activité solaire, la radioastronomie permet de "voir" le rayonnement d'électrons de haute énergie, invisible dans le domaine optique. Ces observations combinées aux observations en rayons X faites par satellite permettent d'étudier le champ magnétique solaire. Dans un autre article, P.Zarka parle du Réseau Décamétrique, ensemble de 144 antennes formées de câbles enroulés en spirale sur des supports coniques, et dévolu à l'observation des ondes de 3 m à 30 m. Du fait de la grandeur des ondes observées, cet instrument (l'un des meilleur au monde dans son domaine) ne fait pas de l'imagerie mais analyse la distribution de l'énergie des ondes reçues en fonction de la fréquence et du temps. Il étudie la haute couronne solaire et l'interaction électrodynamique Io-Jupiter: La présence de plasma autour de Io, due à son volcanisme, perturbe le champ magnétique de Jupiter, engendrant des champs électriques.

G.Theureau et I.Cognard consacrent un article au Grand Radiotélescope. Tous ceux qui ont vu Nançay se souviennent de son immense miroir fixe de 200 m de long et de 40 m de haut. Une de ses tâches est d'analyser la raie à 21 cm de l'hydrogène neutre, ce qui permet de déterminer les vitesses maximales de rotation des galaxies. La relation de Tully-Fisher permet d'en déduire leur magnitude absolue et donc leur distance. Il contribue à l'amélioration de notre connaissance de la constante de Hubble. Il étudie également les pulsars, ces vestiges de supernovae qui sont animés d'une rotation d'une extrême stabilité et dont le rayonnement radio balaie l'espace, un peu à la manière d'un gyrophare. Le Grand Radiotélescope s'occupe aussi du suivi du dégazage des comètes par l'observation de la raie à 18 cm de la molécule OH

.Daniel SONDAZ



La SAL aux RAP 2004 (Craponne-sur-Arzon) du 19 au 23 mai

Jeudi

Il fait un temps magnifique depuis quelques jours à Lyon. L'inquiétude me gagne... c'est rare qu'il fasse beau et chaud aussi longtemps en mai... Je termine mes derniers préparatifs, la 307 est pleine à craquer : table de camping, sièges pliants, rallonges, sacs à dos, ordinateur, vivres... et dire que je n'ai même pas de télescope !! Je laisse quand même une petite place pour les bagages de François U., j'enfile le short, je mets les lunettes de soleil et hop, je quitte Yzeron pour Messimy. Petit arrêt chez François U., nous achevons de bourrer le coffre et quittons les Monts du Lyonnais sous un soleil radieux... Cap plein ouest, direction la Haute Loire et Craponne-sur-Arzon, nouveau site d'accueil des RAP pour cette édition 2004. Les RAP, ce sont les " Rencontres Astronomiques du Pilat ". Et cette année, elles n'ont pas lieu dans le Pilat... mais dans le Haut Forez. Apparemment, le site des années précédentes, au cœur du massif du Pilat, manquait un peu de confort...

Au fil des kilomètres, l'horizon ne cesse de s'obscurcir et le thermomètre de baisser... et nous arrivons à Craponne sous un ciel gris et pluvieux. Juliette, Flo et Claude, arrivés depuis la veille, ont déjà troqué leurs shorts et T-shirts contre pantalons, pulls et grosses chaussures et me voient arriver en tenue estivale avec de gros yeux étonnés... La première soirée s'annonce mal, nous décidons de rentrer au gîte pour prendre un apéro et un repas chaud en attendant. Vers 21h, tant bien que mal, nous nous motivons pour retourner sur place. Là, nous retrouvons Jean-Charles, Philippe et Catherine qui campent courageusement sur le terrain déjà détrempé. Une heure plus tard à peine, nous nous retrouvons tous au " Verre Luisant " devant une boisson chaude, à lire la liste des participants et le programme des activités. Et là, OUPS, je découvre que Franck et moi avons été propulsés animateurs d'un atelier sur la webcam. Nous avons juste suggéré ce thème de discussion à l'inscription, sans intention aucune d'être les animateurs... Bon, j'attends Franck pour voir ce que l'on va faire... Franck arrive, mais le ciel reste couvert et nous décidons, après un petit tour du campement de rentrer au gîte pour déguster le génépi qu'il nous a apporté directement de sa Vanoise.

Vendredi

Pendant que Juliette, Flo et Claude font un peu de tourisme à la coulée de lave de St Julien d'Ance, Franck et moi dépouillons nos récentes acquisitions webcam de Jupiter (transit de l'ombre d'Europe), histoire de réviser un peu pour notre atelier du samedi...

Après un bon petit repas pris dans le jardin du gîte, nous filons à Craponne, pleins d'espoir devant les timides éclaircies que les cieux laissent percer. Nous retrouvons les autres membres de la SAL, et François B. qui vient d'arriver, et commençons à faire connaissance avec les RAPeurs. Le nombre de participants est vraiment impressionnant, plus de 400 passionnés sont là, prêts à faire découvrir leurs instruments et faire partager leurs expériences. Déjà, un attroupement s'est formé devant le Dobson de 800 mm de Vincent Le Guern, qui, croyez-le ou non, tient, avec un autre Dobson 400 mm, dans le coffre de son Citroën Picasso ! Nous découvrons aussi " Magic Pierre Strock " et son " Strock concept " breveté : un Dobson 250 et tous ses accessoires, le tout dans une valisette pesant moins de 10 kg.

Dans la tente des ordinateurs, je retrouve les célébrités de la communauté webcam - CCD : Axel Canicio, Bernard Bayle, Etienne Simian, et bien d'autres... Et dire que nous, modestes débutants webcamistes, devons animer un atelier, alors que les Pros sont là... Avec Franck, nous décidons d'en parler avec Etienne Simian, pour organiser une animation commune. Au passage, nous discutons des programmes permettant de prévoir les passages de l'ISS devant la Lune, activité dans laquelle Etienne est notre référence nationale. Déjà, c'est l'heure de l'apéro. Depuis le début de l'après-midi, le temps n'a cessé de se dégrader, et c'est sous une pluie d'orage battante que nous rejoignons la tente-apéro. Et nous découvrons qu'un véritable torrent la traverse... Rive droite ou rive gauche, l'apéro se poursuit malgré tout dans la bonne humeur. Nous faisons

connaissance avec Aymeric, un astronome amateur de Normandie, qui nous accompagnera pendant le repas. Les repas, tout comme l'organisation générale de ces RAP, sont vraiment à la hauteur. Seul bémol, pas de boissons alcoolisées pendant le repas... Heureusement, François B. nous fait profiter de sa production de vin de Bourgogne. Juliette, Claude et Flo doivent hélas nous quitter. Nous attendons la nuit et le beau temps autour d'un verre, à proximité du campement du club astro de l'INSA. Nous sympathisons avec ses membres qui bravement ont sorti les télescopes à la faveur d'une éclaircie pour pointer la comète NEAT/Q4 puis Jupiter. Après quelques heures à se geler les pieds dans l'herbe détremnée, nous décidons de rentrer. Deuxième nuit sans observation... mais nous avons fait pas mal de rencontres sympa !

Samedi

Le ciel est encore gris au lever, nous commençons à déprimer sérieusement... Après une petite balade au marché de Craponne, histoire d'acheter la bouteille de vin pour le repas du midi et du soir, nous répétons pour notre atelier. Je fais tourner une dernière fois le logiciel de traitement Registax en réfléchissant à ce que je vais bien pouvoir raconter... Bon allez, c'est l'heure. Etienne commence par un petit historique sur la webcam et présente les aspects techniques de la petite bête. Il est épaulé dans sa présentation par l'un des membre du "groupos", que je ne connais pas encore, Patrick Louman. Etienne et Patrick décrivent rapidement les logiciels d'acquisition et de traitement, et là, nous enchaînons sur le traitement par Registax. Ouf, apparemment, nous ne sommes pas ridicules. L'assistance est intéressée et le débat s'anime naturellement. On doit même évacuer la tente pour l'atelier suivant alors que les conversations vont encore bon train... Patrick Louman s'intéresse de plus près à notre photo de Jupiter avec la tache rouge : " Pas mal pour un 125 mm, je suis sûr qu'on doit pouvoir faire encore mieux au niveau du traitement avec Iris ". Là, nous sautons sur l'occasion et lui demandons de nous faire une démo de ce puissant mais rébarbatif logiciel de traitement qu'est Iris. Super sympa, Patrick nous explique la base du traitement d'images sous Iris, le logiciel de référence des utilisateurs de webcam. L'après-midi a filé à toute vitesse et nous voilà déjà à l'heure de l'apéro. Encore tout auréolés de notre récente célébrité, Franck et moi faisons la connaissance de jeunes astronomes amateurs de Dijon, que nous invitons à notre table. L'ambiance de ce dernier repas est joyeuse et arrosée. Les membres du " groupos " ont formé une immense tablée dans le fond de la tente et les bouteilles circulent allégrement.

C'est à peine si nous prenons conscience que la soirée nous réserve une magnifique surprise : le ciel s'est enfin dégagé ! Le temps de réaliser, et nous nous précipitons vers notre emplacement pour installer le matériel. François B. est déjà prêt, armé de ses jumelles et de son C5 fraîchement collimaté. François U., Franck et moi sortons le 254mm de Franck. Nous avions prévu de nous attaquer au ciel profond à la webcam, mais on se contentera finalement du visuel, ayant envie de profiter des autres instruments. Le gabarit du tube du C10 est impressionnant et sa monture paraît bien fragile en comparaison. C'est la première fois que Franck l'utilise pour l'observation du ciel profond, et là, nous sommes très agréablement surpris par sa qualité optique et la finesse des détails observés. Le grand amas d'Hercule est véritablement somptueux. Nous admirons ensuite le beau trio de galaxies du Lion (M65, M66 et NGC3628), M57, M81 et M82, et enfin la fabuleuse galaxie des Chiens de Chasse M51. La qualité du ciel est bonne, mais un petit vent glacial souffle, et l'herbe sous nos pieds est toujours aussi humide. Nous commençons à geler sur place... Nous décidons de plier le matériel et de faire le tour des instruments du campement, bientôt rejoints par Philippe et Catherine. Nous sommes vite attirés par des cris d'admiration en provenance de l'emplacement de Vincent Le Guern. Le 800 mm est pointé vers M104, la galaxie du Sombrero. Nous prenons notre ticket et faisons la queue... Mais cela en valait la peine ! Un petit tour vers le campement de l'INSA et on envisage de rentrer... non sans avoir profité à nouveau du Dobson 800, à présent pointé vers M51. Il faut cette fois-ci monter à l'échelle pour accéder à l'oculaire. En fait, l'observation se fait par équipes de 2, un observateur à l'oculaire qui maintient M51 dans le champ, et un assistant au chercheur pour le guider. Et là, en haut de ces quelques marches, le spectacle qui nous attend est à couper le souffle ! La merveilleuse galaxie du Tourbillon dans toute sa splendeur... 1, 2, 3... je ne compte plus les bras spiraux qui se découpent magnifiquement sur le fond du ciel. C'est sur ce moment magique que

nous quittons les RAP 2004, transis de froid mais heureux, et fermement décidés à revenir pour l'édition 2005, avec nous l'espérons, des cieux plus cléments !

Quelques conseils pratiques pour l'édition 2005 :

- La location d'un gîte de groupe à proximité peut être une bonne solution en cas de mauvais temps ;))
- Munissez-vous de votre équipement de ski : combinaison, moon-boots, gants, bonnet... thermos... génépi...
- Prévoyez des chaussures étanches, ou à défaut des sacs plastiques pour mettre autour, soit à l'extérieur (version suggérée par Catherine), soit à l'intérieur (version essayée par Axel Canicio)
- Prévoyez une bonne dose d'alcool : apéro et vin pour entretenir la convivialité des repas, alcool fort pour les nuits fraîches...

Renseignements : www.astrosurf.com/astropilat



François B. offre l'apéro

Florence CLEMENT

SUPPORTER LE MIROIR PRIMAIRE

Que l'on ait un télescope du commerce ou que l'on soit en train de fabriquer son télescope soi-même, la question se pose inévitablement : Mon miroir est-il bien supporté ?

Le miroir d'un télescope est un disque de pyrex. La face supérieure est la surface optique, la parabole, recouverte d'une fine couche d'aluminium réfléchissante. La face inférieure, le dos, vient reposer dans le barillet du télescope. Ce barillet assure le maintien du miroir et permet le réglage de l'axe optique. Le barillet supporte généralement le poids du miroir sur trois points. Il faudra multiplier les points d'appuis si le miroir, du fait de sa faible épaisseur, tend à fléchir.

Tout le problème est de savoir si les flexions du miroir entre ses points d'appui seront tolérables. C'est-à-dire que la déformation du miroir sera suffisamment faible pour ne pas détériorer l'image de diffraction. Imaginez un bon miroir à $\lambda/20^*$. L'image d'une étoile qu'il donnerait pourrait être très médiocre si, le nombre de ses points d'appui étant trop faible, les déformations engendrées étaient supérieures à $\lambda/4$. On imagine qu'un disque de verre de quelques centimètres d'épaisseur est indéformable. Il faut préciser qu'une déformation pourtant très faible de **0,14 millièbre de millimètre** transforme votre beau miroir dont vous êtes si fier et dont vous exhibez le bulletin de contrôle, en miroir très médiocre. C'est aussi pourquoi, une pièce optique ne doit pas subir de contraintes et donc, le barillet doit être bien étudié.

Il n'est pas facile de trouver des explications à la fois simples et précises sur ce sujet pourtant d'une grande importance, alors faisons le point. Ouvrons notre bible à nous, c'est-à-dire 'Lunettes et télescopes' de Danjon et Couder (éditions Blanchard, première édition en 1935), au paragraphe 120 : 'Flexions des miroirs'. Nous y trouvons une formule magique, la très célèbre R^4 / e^2 . R étant le rayon, demi diamètre du miroir primaire. e étant l'épaisseur du miroir, le tout en centimètres. Ce rapport va nous guider dans la conception du support du miroir primaire du télescope. Notons que l'exposant 4 du rayon comparé à l'exposant 2 de l'épaisseur signifie visiblement que plus le rayon sera élevé, donc un miroir de grand diamètre, plus les problèmes de flexions seront sérieux.

Prenons un exemple : Soit un T114 / 900. Son miroir est de diamètre 11,4cm et épais de 1,2cm. Il a un rapport R^4/e^2 de $5,7^4 / 1,2^2 = 1055,6 / 1,44 = 733$.

Danjon et Couder n'avaient pas de puissants ordinateurs pour modéliser ce problème mais ils ont quand même pu calculer les déformations pour des miroirs de diamètres et épaisseurs variables. Il en ressort d'après eux, et nous nous en contenterons grandement, trois valeurs limites que nous allons détailler.

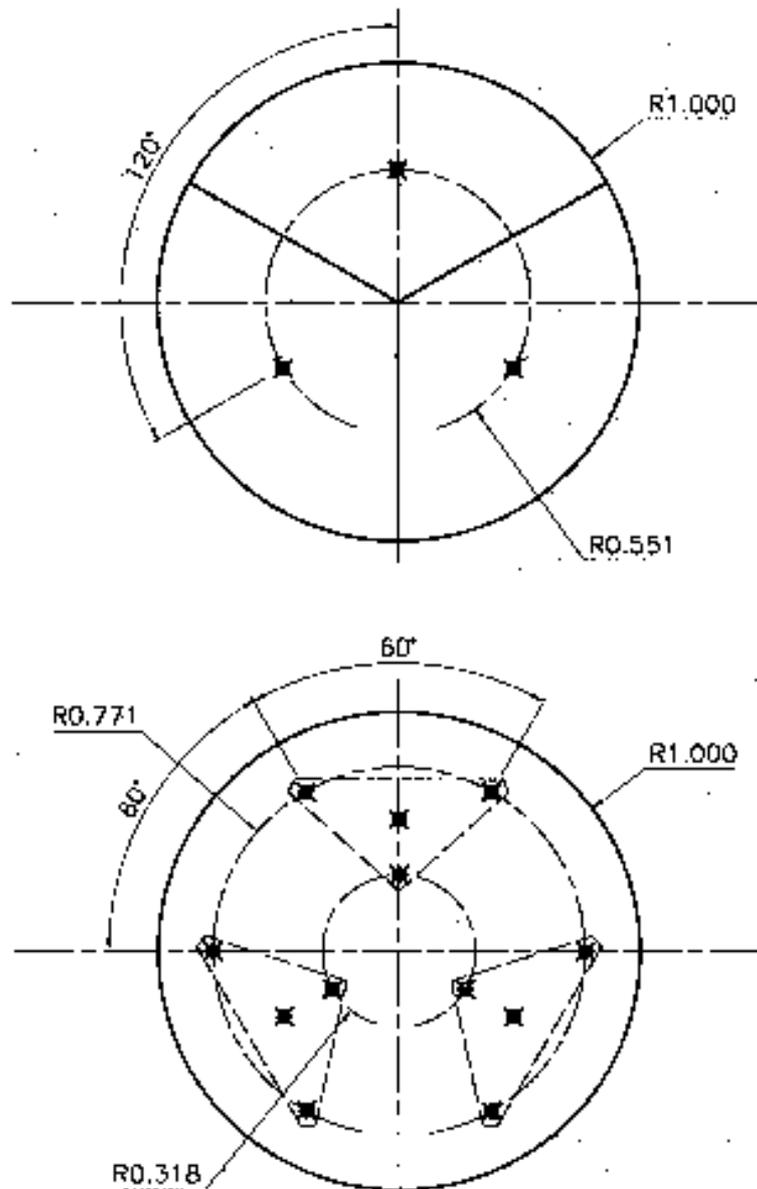
Jusqu'à 1000 :

Pour un petit instrument comme le T114 / 900 cité plus haut, le rapport R^4 / e^2 est inférieur à 1000 (733). Ce miroir peut donc se contenter de trois points d'appui répartis à 120° au plus proche du diamètre extérieur du miroir. Les vis de réglage faisant office de points d'appui permettront une bonne précision car disposées sur la périphérie du miroir.

Entre 1000 et 3000 :

Un miroir de 20 cm et épais de 2 cm a un R^4 / e^2 de 2500. Il faut donc améliorer le support. Danjon et Couder autorisent l'usage d'un "coussin" constitué de plusieurs couches de flanelle. Aujourd'hui, on préfère quelque chose de plus mécanique et moins aléatoire. Pour un miroir tel que celui-ci, l'idéal sera de ramener les points d'appui vers le centre de gravité du miroir afin que les déformations soient mieux réparties car moins accumulées vers le centre du miroir. Les trois points d'appui se rapprocheront alors jusqu'à un rayon valant 0,55 fois le rayon du miroir,

chaque point étant le centre de gravité d'une portion d'un tiers du miroir. Voir la première figure. La suite vous montrera comment optimiser la détermination de ce rayon. En effet, on peut par exemple négliger les déformations au centre du miroir, celui-ci étant masqué par le miroir secondaire.



Entre 3000 et 13000 :

Il va falloir ici trouver un autre système de support. En fait, c'est très simple. Nous allons reprendre les trois points d'appui du paragraphe précédent et nous allons les démultiplier. Chaque point supportera par l'intermédiaire d'une rotule, un triangle appelé "triangle de flottaison". Ce triangle sera donc libre de fléchir sur son côté le plus chargé. Chaque triangle recevra trois points d'appui où viendra reposer le miroir. C'est donc sur 9 points que le miroir reposera. (Voir la deuxième figure). Chaque point, du fait de l'articulation des triangles, recevra la même charge que les autres. Ces 9 points ne seront pas disposés au hasard, les trois points centraux seront répartis à 120° sur un rayon valant 0,318 fois le rayon du miroir. Les six autres points seront répartis à 60° sur un rayon valant 0,771 fois le rayon du miroir. (Nous n'avons pas tenu compte ici de la surface centrale masquée par le miroir secondaire où donc, les déformations nous importent peu)

Au-dessus de 13000 :

Comment fait-on ?

Heureusement que l'informatique vient à notre secours. David Lewis a créé le logiciel PLOP à partir d'une étude sur les flexions des miroirs de télescopes réalisée par Toshimi Taki. Ce logiciel inclut des optimisations dont celles de Luc Arnold de l'OHP. Le programme montre l'amplitude des flexions d'un miroir dont on a préalablement indiqué les caractéristiques, ainsi que celles du barillet qui le supporte. Tout est paramétrable. C'est un logiciel libre que chacun peut télécharger et utiliser.

Merci à eux. Nous pouvons donc envisager les miroirs les plus grands et les plus minces, les introduire dans le calcul et étudier la fixation qui leur conviendra le mieux.

Plop: <http://www.davidlewistoronto.com/plop/>

Téléchargez le programme et installez-le, il n'est pas très volumineux, puis démarrez. Tout est en anglais et très nébuleux au premier abord mais on s'y fait très vite. Lisez le mode d'emploi et la présentation du programme qui sont disponibles sur le Site, tous les paramètres sont clairement décrits. Pour vos premiers pas, utilisez la fonction « automatic cell design ». Il vous suffira de renseigner les éléments de base, c'est-à-dire le diamètre du primaire et du secondaire, focale, épaisseur du primaire, nombre de supports.

Lancer le calcul « start ».

Le résultat s'affiche très rapidement .

Tout d'abord la déformation maximum du disque nommée "visible PV-error". C'est l'écart entre le pic et la vallée (Peak-Valley) donc entre le point le plus haut de la surface et le point le plus bas. C'est la donnée brute de l'amplitude de la déformation du verre que vous pouvez visualiser sur le graphique "color plot" décrit ci-après. La valeur devra être inférieure à $1,7 \cdot 10^{-5}$ pour rester en dessous de $\lambda / 16$.

La deuxième valeur est nommée "RMS error". C'est l'écart quadratique moyen "Root Mean Square". Schématiquement, c'est la régularité de la surface. La valeur sera faible pour un miroir ayant une bosse ou un creux, elle deviendra élevée si ceux-ci sont nombreux même s'ils sont de faibles amplitude (PV-error faible). Cette valeur devra être inférieure à $4,25 \cdot 10^{-6}$ car elle ne doit pas dépasser le quart de la valeur PV.

Dans les fenêtres "graphic plot", vous pouvez visualiser le disque du miroir avec la position des supports, le plan d'un triangle de flottaison, la grille de maillage du calcul en éléments finis, et les courbes des déformations du disque avec code de couleurs "color plot". Dans l'onglet "edit as text" de la fenêtre principale, vous avez un résumé des valeurs dont la position des points d'appui (rayons et angles).

Vous vous apercevrez alors que ce logiciel est tout bonnement extraordinaire par sa précision et sa souplesse. Calculer le meilleur support d'un miroir devient rapidement une affaire passionnante.

Il n'est plus permis, aujourd'hui d'avoir un bon miroir dans un mauvais barillet, alors bonne optimisation à tous.

Claude FERRAND

* le lambda est utilisé comme mesure de la précision de la surface réfléchissante du miroir d'un télescope. Lambda est la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique à laquelle le télescope est destiné. Ce peut être le mètre pour le radiotélescope, le centimètre et le millimètre pour la radioastronomie millimétrique (plateau de Bure). Pour nos télescopes, c'est la longueur d'onde de la lumière auquel l'œil est le plus sensible ; le jaune à environ 560 nanomètre (nm). $\lambda / 20$ indique une précision de $560 / 20$ nm sur l'onde soit 28 nm, donc de 14 nm ($1,4 \cdot 10^{-5}$ mm) sur le verre du fait de l'aller retour de la réflexion qui double le chemin parcouru par l'onde lumineuse.

La température sur les planètes

Il fait bon vivre sur la Terre avec ses successions de jours et de nuits, ses climats variés et le rythme de ses saisons. Mais comment s'établit cet équilibre que l'on imagine aujourd'hui fragile? Et qu'en est-il des autres planètes du système solaire; d'où tirent-elles leur chaleur?

Il existe plusieurs expressions des mesures de la température des planètes : température moyenne (selon la latitude, les saisons...), diurne ou nocturne et il faut prendre garde à sa définition lorsqu'on cite un chiffre.

D'où vient l'énergie thermique des planètes?

Deux sources d'importance inégale se partagent l'apport en énergie qui contribue à établir la température des planètes. Si le Soleil est le principal producteur de chaleur, les planètes elles-mêmes peuvent y contribuer. D'autres sources extérieures, comme la chute des comètes, ont pu être importantes dans les débuts du système solaire.

La chaleur produite par la planète:

Une partie de l'énergie produite lors de la formation des planètes par l'effondrement gravitationnel initial persiste. Sous l'effet de la gravitation, les gaz et les particules se rassemblent. Ils créent une pression qui augmente. Cette élévation de pression augmente la température. Puis, avec le temps, une partie de cette chaleur produite se dissipe. L'énergie cinétique des particules qui tombent les unes sur les autres est transformée en chaleur. L'énergie potentielle gravitationnelle est ainsi transformée en chaleur. Certaines planètes sont en équilibre thermique: cette chaleur s'est totalement dissipée. Au contraire d'autres continuent à dissiper ce qu'il reste de cette chaleur initiale.

La désintégration des isotopes radioactifs naturels, par exemple de l'uranium crée de la chaleur. Le mouvement des particules généré par la désintégration est transformé en chaleur.

Les effets de marée contribuent de façon variable à la production de chaleur. Les forces de gravitation entraînent des mouvements sources de friction et donc de production de chaleur. L'exemple le plus démonstratif est celui du satellite de Jupiter, Io, dont le volcanisme est entretenu par l'effet de marée produit par la masse énorme de Jupiter. Cet effet existe aussi, mais à un moindre degré, sur Terre. La lune et le Soleil crée des marées. L'énergie mécanique ainsi créée se dissipe sous forme de chaleur.

A cela il faut ajouter la transformation de l'énergie cinétique de comètes ou d'astéroïdes heurtant la planète. Actuellement cet effet est faible pour la Terre mais il a été beaucoup plus important dans le passé lointain.

Actuellement:

Mercure ne produit plus de chaleur.

Jupiter et Saturne renvoient deux fois plus d'énergie qu'elles n'en reçoivent du Soleil.

La Terre produit 0,08 Joules par seconde et par m², soit 4 000 fois moins que l'énergie apportée sur Terre par le Soleil. La croûte terrestre fait écran à la chaleur produite dans le noyau et le manteau.

La chaleur provenant du Soleil représente la source principale

L'énergie produite par le Soleil provient des réactions de fusion nucléaires qui se produisent inlassablement dans le noyau depuis 4,5 milliards d'années.

Cette énergie provient des ondes électromagnétiques et cela à toutes les longueurs d'onde.

Elle dépend :

De sa température T

De sa surface qui dépend de son rayon R

$$L = 4 \pi R^2 \sigma T^4$$

La Luminosité (L) en Watt dépend :

De la surface du Soleil: $4 \pi R^2 = 4 \times 3,14159 \times 6,96 \times 10^8$ mètres

De sa température de surface élevée à la puissance 4: T x T x T x T x T

De la constante de Stefan Boltzman $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$

Au total $L = 3,84 \times 10^{26}$ W. C'est la quantité d'énergie émise à chaque seconde par le Soleil dans toutes les directions de l'espace.

L'énergie qui arrive sur la planète dépend:

De sa distance au Soleil : plus la planète est éloignée, moins elle reçoit d'énergie par unité de surface.

De la surface éclairée de la planète qui dépend de son rayon (on ramène dans le calcul cette valeur par m² de surface de la planète).

En astronomie on appelle éclat E cette quantité d'énergie, elle est mesurée en Watt x m⁻²:

$$E = L / 4\pi d^2$$

où d est la distance Soleil - planète

	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter
Distance en UA	0,31	0,72	1	1,52	5,20
Distance en m	$46,5 \cdot 10^9$	$108 \cdot 10^9$	$150 \cdot 10^9$	$228 \cdot 10^9$	$780 \cdot 10^9$
Eclat reçu (W.m ⁻²)	14232,3	2619,8	1358,1	587,8	50,2

Tableau 1 : L'énergie reçue du Soleil par la planète dépend de sa distance au Soleil.

Mais cette distance varie en fonction de l'excentricité de la planète. Pour les planètes dont l'orbite est fortement elliptique, la distance peut varier de façon importante. C'est le cas de Mercure dont l'excentricité est de 0,21. De ce fait la température varie de 100 K entre le périhélie et l'aphélie. Ainsi la part du Soleil dans la chaleur des planètes diminue avec la distance de la planète au Soleil.

En outre une partie de l'énergie est réfléchi. La surface de tout corps (sauf un corps noir parfait) réfléchit une partie de l'énergie qui arrive (énergie incidente). Cette mesure s'appelle l'albédo qui varie d'une planète à l'autre.

$$\text{Albédo} = \text{flux émergent} / \text{flux incident}.$$

	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter
Eclat reçu (W.m ²)	9116,9	2612,1	1365,4	587,9	50,4
Albédo	0,06	0,76	0,36	0,16	0,73
Eclat "absorbé"(W.m ²)	8569,9	626,9	873,9	493,8	13,6

Tableau 2 : Effet de l'albédo sur la quantité d'énergie reçue par la planète.

Le très faible albédo de Mercure fait que presque toute l'énergie qui lui arrive est absorbée; c'est le contraire pour Vénus et pour Jupiter..

Enfin l'atmosphère joue en rôle important.

Une partie de son effet est compris dans l'albédo car l'atmosphère contribue à la réflexion de l'énergie incidente.

L'atmosphère laisse passer une partie du rayonnement (voir un schéma des rayonnements qui traversent)

Mais elle joue le même rôle en sens inverse: une partie du rayonnement qui part de la planète est retenue dans son environnement: c'est l'effet de serre.

Cet effet de serre explique la différence qui existe entre la température théorique de la planète et sa température moyenne observée. Il dépend:

- De la quantité d'atmosphère
- De sa constitution surtout gazeuse. Certains éléments comme l'eau et le CO² ont un effet plus marqué que d'autres.

Une formule donne approximativement la température moyenne des planètes en fonction de leur albédo et de leur distance au Soleil en UA:

$$T \text{ d'équilibre} = 280 \times ((1-A)/D^2)^{1/4}$$

Cela donne - 22°C pour la Terre ce qui est très bas mais donne un ordre de grandeur pour chaque planète. Les effets de serre modifient ces valeurs.

	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter
Distance en UA	0,387	0,723	1	1,524	5,204
Energie incidente	9116,9	2612,1	1365,4	587,9	50,4
Albédo	0,06	0,76	0,36	0,16	0,73
Energie absorbée	8569,9	626,9	873,9	493,8	13,6
Temp d'équilibre	443,2	230,5	250,4	217,1	88,5
En °C	170	-42	-22	-55	-184
Tem moyenne	147	447	20	-40	-110

Distance Terre-Soleil (1 UA): 1,49598. 1011 m

Luminosité solaire (en Watt): 3,9.1026

1 watt = 1 joule/seconde

Tableau 3 : Exemple de calculs (approximatifs) de l'énergie "absorbée" par les planètes et de la température de surface (hors effet de serre).

La disparité qui existe entre les atmosphères des différentes planètes explique les différences de température pour des énergies incidentes semblables. Mercure, dépourvue d'atmosphère, est à sa température théorique. Au contraire, Vénus, avec son atmosphère dense de gaz carbonique, élève sa température au sol de plus de 400 degrés. La Terre a une situation intermédiaire.

Bilan global des échanges thermiques:

Apports : Effets de marée
Soleil filtré par l'atmosphère
Les nuages chauffés par le Soleil rayonnent des fréquences basses vers le sol.
Les nuages renvoient vers le sol une partie de l'énergie lumineuse qui en est partie.

Pertes : Energie solaire renvoyée par la haute atmosphère (réflexion)
 Energie rayonnée vers l'extérieur par les nuages.

Au total le bilan est en équilibre et maintient une température moyenne qui, à notre échelle, est stable.

Références

André Brahic. Cinq leçons d'astronomie : planètes et satellites. Paris. Viubert. 2001.
Hannu Karttunen. Fundamental astronomy. Berlin, Springer, 2003.

Alain BREMOND.

Voyage au Chili

Du 21 janvier au 5 février 2004

Tout a commencé par la lecture d'une petite annonce provenant de la Société ADAGIO de TOULOUSE. C'est tentant ; On en parle. Finalement, nous sommes 4 de la SAL à envisager sérieusement ce voyage. Les hésitations ne sont pas longues, les réservations sont vite faites

Le 21 janvier, jour fatidique arrive et l'excitation est déjà à son comble lorsqu'à l'aéroport Saint-Exupéry, se joignent à nous, une stéphanoise, un lyonnais et un grenoblois ami de l'un de nos membres. A l'aéroport de MADRID nous retrouvons ceux qui arrivent de Paris, Toulouse et Nice. Nous commençons bien vite à faire connaissance et nous lier d'amitié. MADRID / SANTIAGO du CHILI, plus de 13 heures de vol mais au matin le survol de la Cordillère des Andes au soleil levant nous fait oublier la longue nuit. Un guide chilien fort sympathique nous attend à la descente d'avion et un autocar nous conduit à notre hôtel dans le centre SANTIAGO.

Nous consacrons la première journée à faire connaissance avec cette ville qui nous paraît très agréable avec ses rues piétonnes pleines de vie, ses boutiques, ses marchés, ses innombrables bus jaunes qui se croisent et se doublent à toute vitesse, ses petits métiers de vendeurs de rue, bref, son animation.

Au matin du 23 janvier l'autocar nous attend pour une visite guidée de la ville : le Palais de MONEDA de sinistre mémoire, détruit le 11 septembre 1973 par la junte militaire qui fera régner sa terrible dictature durant 17 ans et qui est maintenant reconstruit à l'identique, vieux quartiers, Cerro San Christobal (800 m d'altitude) d'où l'on domine toute la ville malgré son voile de pollution. Retour à l'aéroport d'où l'on s'envole pour ANTOFAGASTA ville côtière dans le nord du pays.

Au décollage nous survolons les vignobles chiliens puis très vite, c'est le désert de la Cordillère de la côte qui culmine à environ 3000 mètres. Courte escale sur le minuscule aéroport de SALVADOR BAHIA tout près le frontière bolivienne. Puis c'est encore le désert rocheux avec des couleurs à vous couper le souffle. On peut reconnaître, au sommet de leurs montagnes, les grands télescopes de la SILLA, GEMINI SUD, cerro TOLOLO et enfin le dernier-né le

Cerro PARANAL. Court survol de la côte Pacifique avant de se poser à ANTOFAGASTA où nous arrivons assez tôt pour admirer le soleil couchant

Après le repas du soir, une heure de voiture nous conduit dans un coin désert de la montagne, hors d'atteinte des lumières de la ville. Et l'émerveillement commence. La Croix du Sud, sa boîte à bijoux et son sac à charbon sont vite repérés. Les nuages de Magellan, sont là tout brillants au-dessus de nos têtes. La voie lactée étincelle, la Carène nous éblouit. Nous disposons de quelques télescopes mais une simple paire de jumelles suffit pour admirer Omega du Centaure, le Toucan, la Tarentule etc. Nous rentrons à l'hôtel, bien à regret vers 2 heures du matin.

Le 24 janvier de bonne heure, départ en minibus en direction du Cerro PARANAL. Un court trajet sur la bonne route transaméricaine qui relie l'Alaska à la Terre de Feu, puis nous bifurquons à droite sur la longue piste poussiéreuse qui monte longtemps à travers un paysage on ne peut plus désertique, tout à fait minéral, entre des dunes de sable et des rochers rose ocre.

Nous commençons à apercevoir de loin les 4 immenses coupôles, étincelantes sous le soleil, qui se dressent au sommet du Cerro PARANAL, sommet que l'on a dû raser afin d'aplanir le terrain avant la construction de ces géants. Quelques kilomètres avant de les atteindre commence une route goudronnée afin d'éviter la poussière près des observatoires. Malgré l'altitude le soleil est brûlant. C'est l'été ici. Au bord de la piste nous avons la surprise de découvrir ce que l'organisation appelle un " déjeuner champêtre " que nous trouvons somptueux.. Rassasiés et rafraîchis nous nous présentons à la porte d'entrée. Les formalités d'accès sont assez longues, dossiers à remplir, remise de casques blancs pour tout le monde et la visite guidée par Stéphane, un astronome français, peut commencer.

Nous verrons tout, ou presque, depuis le gigantesque miroir de 8 mètres pour seulement 13 cm d'épaisseur, jusqu'aux salles de commande. Toutes ces merveilles de technologie nous passionnent tous et c'est à regret que nous devons quitter le site non sans avoir pris la photo de famille..

Descente par la même piste sur ANTOFAGASTA. Coucher de soleil près de la Portala, arche de pierre près des falaises au nord de la baie.

Au matin du 25, après avoir photographié sur les rochers les nombreux oiseaux de mer et les grands pélicans, nous nous envolons vers CALAMA où nous nous posons 25 minutes plus tard.. 4 minibus nous attendent pour nous conduire à SAN PEDRO DE ATACAMA. La route file à travers ce merveilleux désert d'Atacama, sur un plateau à environ 2500 mètres d'altitude sur la Cordillère de la Sal (cordillère du sel) où les "*salar*" étincellent sous le soleil.

Arrivée à SAN PEDRO, petite oasis au milieu de ce désert.. Maisons en adobe, rues en terre battue et poussiéreuses. On est presque étonné de trouver ça et là une belle place plantée d'arbres immenses, de lauriers roses et une magnifique petite église dont la blancheur nous aveugle et, un peu plus loin, un très beau musée préhistorique.

Après l'installation à l'hôtel, le reste de la journée est consacré à la visite des sites environnants, tous plus beaux et étonnants les uns que les autres :

- Village en ruines de QUITOR, site indien,
- Vallée de la mort vers laquelle un étroit canyon conduit à un paysage où les affleurements salins ont creusé d'étonnantes fissures frangées de sel, de forme assez régulières devant lesquelles le visiteur reste sans voix .
- Vallée de la Lune, où, au pied d'une grande dune, d'imposantes formations rocheuses évoquent un paysage lunaire où le coucher de soleil est sublime.

A l'horizon une chaîne de volcans grandiose dont deux restent en activité.

Au début de la nuit, nous nous rendons, par une piste chaotique et poussiéreuse, au "Spaceobs " où nous attend, chez lui, un ami astronome français, Alain MAURY qui a installé ici son propre observatoire.

Après un repas pris en commun commence la longue et inoubliable nuit d'observation où jusqu'à 5 h du matin le ciel austral nous offrira toutes ses merveilles déjà vues dans les montagnes d'Antofagasta, mais avec en prime ici, la possibilité de rester toute la nuit.

Nous pourrions ainsi voir se lever le Scorpion que nous voyons à l'envers, la Grande Ourse, basse sur l'horizon nord, à l'envers également et, avant le lever du jour, la Lumière Zodiacale... Nous disposons ici de nombreux télescopes dont un Dobson 400 mm et un C_14. Alain Maury, joyeux et plein de bonne humeur, est toujours disponible pour nous guider dans son ciel qu'il connaît si bien et que nous découvrons..

Au matin du 26 janvier, après cette nuit sans sommeil, flânerie dans SAN PEDRO, déjeuner dans un petit restaurant sympathique où des guitaristes locaux viennent nous réjouir l'oreille.

L'après-midi, deux groupes se forment : l'un partira pour le futur site des radiotélescopes de l'ALMA à 5100 mètres d'altitude, près de la frontière bolivienne. L'autre entrera en Bolivie pour aller admirer à 4800 mètres les " Laguna Verde et Blanca " et leurs flamands roses, après avoir croisé en route de nombreux troupeaux de lamas et alpagas qui, là-bas sont des animaux domestiques, contrairement aux vigognes et aux guanacos qui sont sauvages

La journée du 27 sera consacrée à un long et bien agréable circuit au cours duquel nous visiterons le village typique de TOCONAO et son joli cimetière coloré. Nous monterons à 4150 mètres d'altitude, aux lagunes, d'un bleu étincelant sous le soleil et bordées de sel, avec les montagnes qui se reflètent sur leurs eaux limpides. Au retour, visite du joli village de PEINE et de son artisanat local. Dans les nombreuses petites boutiques, on peut trouver des vêtements en laine d'alpaga, des objets de décoration en pierre ou en bois de cactus, des flûtes de pan etc. De SOCAIRE, village d'origine préhispanique. Le retour se fera au coucher du soleil et le volcan laissera échapper quelques panaches de fumée

Le 28 janvier, nous nous retrouvons dehors à 4 h 30 du matin, sous une nuit sans pareille afin de prendre la piste longue de 99 km qui nous conduira à 4200 mètres d'altitude aux geysers du TATIO, immense cuvette où environ 140 geysers jaillissent d'un peu partout. Au soleil levant, c'est absolument féérique. Nombreuses photos, petit déjeuner rapide sur le site et descente vers San Pedro.

L'après-midi, Alain Maury nous rejoint afin de nous guider vers la montée au cratère d'impact météoritique de MONTURAQUI, à 3000 mètres d'altitude. Longue montée par des pistes cahoteuses tracées pour la construction de la ligne électrique qui arrive d'Argentine à travers la Cordillère des Andes. Nos voitures n'étant pas équipées en 4 x 4 ne peuvent aller jusqu'au cratère. Il nous reste un peu plus d'un kilomètre à gravir dans la caillasse sous un soleil de feu. Mais là-haut, quel spectacle ! Ce cratère, historiquement mal daté, serait vieux d'à peu près 100.000 ans, son diamètre est de près de 500 mètres et sa profondeur actuelle, compte tenu des éboulis est d'à peu près 45 mètres. Le fond en est occupé par un petit "salar". Nous descendrons évidemment jusqu'au fond et tenterons tous de rechercher quelques morceaux de météorite, que certains d'ailleurs trouveront, ainsi que des impactites. Au retour visite de la minuscule oasis de TILOMONTE et de son étroit et verdoyant canyon où coule une rivière qui ira plus loin se perdre dans le sable du désert. Les pistes et routes qui nous ramènent à San Pedro sont longues mais la chaîne de montagnes que l'on longe est si belle, avec ses couleurs qui changent en même temps que le soleil décline!

Jeudi, nous sommes déjà le 29 janvier. Le temps passe vite ! Une fois de plus nous nous levons à 4 h 30 du matin afin d'arriver à l'aéroport de CALAMA au départ de l'avion qui nous conduira à LA SERENA Après une escale à ANTOFAGASTA.

Un dernier survol du désert d'Atacama que nous allons regretter. LA SERENA, ville du bord de mer où un micro climat laisse le ciel souvent nuageux, ne nous retiendra pas longtemps et nous partirons en autocar le long de la verdoyante vallée de l'EL QUI, jolie rivière qui descend de la montagne, alimente un barrage qui forme un grand lac. Après une heure de route au milieu des vignobles de muscat dont on distille le jus pour obtenir un alcool nécessaire à la fabrication du " pisco " (succulent apéritif que nous avons déjà souvent goûté avec bonheur) nous arrivons à l'accueillant village de VICUNA.

Après l'installation à l'hôtel, visite, pour ceux qui le souhaitent, d'une fabrique de pisco. Pour y aller, la vallée de l'El QUI se resserre et les montagnes sont couvertes de cactus au tronc unique, très dur, qui ne pousse que d'1 cm par an. Un cactus de 2 mètres a donc au moins 200 ans et il y en a beaucoup. On se sert de leur bois dur et joliment veiné pour la construction des portes et des fenêtres et de divers meubles.

Vendredi, deux visites d'observatoires sont prévues : Le Cerro TOLOLO et GEMINI SUD. La route devient très vite une piste qui s'élève en serpentant dans des montagnes désertiques, couvertes celles-là de cactus candélabres géants dont certains gardent encore les fleurs rouges du printemps... On commence, bien avant d'y arriver, à apercevoir les coupoles brillant au soleil. L'arrivée près de ces grands télescopes est toujours impressionnante et ne laisse personne insensible. Nous sommes reçus par un astronome français, Patrice, accompagné d'un Chilien et c'est dans une ambiance très sympathique qu'ils nous montreront tous les détails de leurs installations. Sur un sommet assez proche nous apercevons les coupoles de GEMINI SUD qui, actuellement en transformation, n'acceptent pas de visiteurs. Afin que nous ne soyons pas pénalisés, nous visiterons à la place le Cerro PACHON, proche observatoire chilien, avec les mêmes guides sympathiques.

Samedi 31 départ en autocar vers LA SERENA où l'on dépose les bagages, avant de reprendre la montée à travers les sierras toujours aussi désertiques et presque sans cactus, vers l'observatoire français de LA SILLA, dont on voit de loin, toujours avec la même émotion, les coupoles briller au sommet de la montagne, sous un ciel toujours aussi limpide. Notre visite sera guidée avec compétence et gentillesse, par Paul, un astronome français. Nous rentrons à regret à LA SERENA. Heureusement la route longe assez longtemps la côte Pacifique et nous permet d'admirer de très beaux paysages.

Dimanche 1er février, nous repartons vers le nord par la route de la côte jusqu'à l'embranchement de la piste qui nous emmènera à l'observatoire américain de LAS CAMPANAS. Même désert, même ciel pur, deux coupoles jumelles octogonales qu'un astronome chilien plus que sympathique nous fera visiter avec une bonne volonté sans égale. Il nous montrera tout, et fera même tourner pour nous, le grand télescope équipé d'un miroir de 6m 50. C'est un observatoire privé qui appartient à la fondation Carnegie. Le dernier que nous visiterons au cours de ce voyage.

Retour à LA SERENA où nous arrivons après le coucher du soleil. Nuages sur la ville.

Ce lundi 2 février commence le retour vers SANTIAGO, à 400 km au sud par la route 5 puis par la route côtière. Nous nous arrêtons pour visiter la vallée del Elcanto et le parc national Fray Jorge où un micro climat humide avec même une légère bruine, environ 200 jours par an (et nous tombons sur un de ceux-là) a donné naissance à une végétation exceptionnelle où croissent certaines plantes qu'on ne peut voir qu'en ces lieux. Quelques pétroglyphes sont visibles sur les rochers. Puis c'est l'arrivée à VINA DEL MAR, juste à temps pour voir disparaître le soleil derrière VALPARAISO.

En ce mardi 3 février, la matinée complète sera consacrée à la visite de VALPARAISO, ce port rendu mythique par les anciens " cap-horniers ". De petites maisons très colorées, serrées les unes contre les autres dégringolent des collines qui aboutissent directement dans le port. Avec les ascenseurs (nous dirions chez nous des funiculaires) brinquebalants pour y accéder, tout concourt à donner à cette ville un charme certain. Une courte promenade en bateau dans la baie afin d'admirer une dernière fois les collines couvertes de maisons de toutes les couleurs, et c'est le départ vers Santiago par la route de la côte. Arrêt à ISLA NEGRA pour la visite de la maison de Pablo Neruda, construite face au Pacifique. et remplie de souvenirs dont sa magnifique collection d'anciennes figures de proue. Ce sera notre dernier enchantement.

Au matin du 4 février c'est l'envol vers l'Europe après un dernier regard émerveillé pour les sommets enneigés de la Cordillère qui défilent sous nos ailes. Dernier cadeau, nous passons tout

près de la masse gigantesque des 6500 mètres de l'ACONCAGUA avant de retrouver les nuages de la plaine d'Argentine.

Un merveilleux voyage qu'aucun d'entre nous n'oubliera.

"salar" → Fond de lac asséché.

Voir l'article de Jacques Pothelet dans la revue "L'Astronomie" d'octobre 2004

Juliette BREMOND

ETOILES & COULEURS

Si les étoiles dans le ciel paraissent blanches en général, il y en a toutefois qui se distinguent par leur coloration. On connaît la bleue Véga et la rouge Antares.

Lors des observations à la Société Astronomique de Lyon, U Cyg et V Aql sont des étoiles rouges célèbres. Albiréo (β Cyg) est connue pour être l'étoile double la plus spectaculaire par le contraste de couleur de ses deux composantes.

Profitant de quelques soirées d'observation dans les Monts du Lyonnais, nous nous sommes intéressés à ces étoiles colorées et nous avons construit ce petit catalogue du ciel d'été.

Les étoiles doubles.

Elles se caractérisent par un contraste de couleur entre la principale et son compagnon. Notez que l'appréciation des couleurs peut être très différente d'un observateur à l'autre, ainsi, l'un verra une étoile plutôt jaune alors qu'un autre la verra rouge ou orangée.

Les étoiles rouges.

Souvent variables du type Mira, qui sont des étoiles froides (4000 à 2000°K). Leurs couleurs vont de l'orangé au rouge sombre. La couleur indiquée n'est valable que pour septembre 2004 car ces étoiles étant variables, la couleur peut évoluer en même temps que l'éclat. Certaines peuvent ne pas être accessibles lors de leurs minima dans les petits instruments car de magnitude trop élevée. Ainsi, S Cep nous est parue d'un rouge plus intense que U Cyg et V Aql, ce qui ne sera sans doute plus le cas dans quelques mois.

Seul l'aspect esthétique est ici pris en compte. Si le sujet vous intéresse, référez-vous à votre diagramme HR habituel, à l'association des observateurs d'étoiles variables (AFOEV) ou aux observateurs d'étoiles doubles.

Bonnes observations, **Florence & Claude FERRAND**

Quelques étoiles doubles colorées :

Code	Constellation	Ascension droite	Déclinaison	Couleur
γ	And	2h03'54"	+42°19'47"	Jaune et bleu azur, serrées
η	Cas	0h49'06"	+57°48'57"	Blanc bleuté et rose violacé
$\Sigma 3053$	Cas	0h02'36"	+66°06'00"	Jaune et bleue
δ	Cep	22h29'10"	+58°24'55"	Jaune orangé et bleue
ξ	Cep	22h03'47"	+64°37'40"	Bleutée et Jaune ou rosée
α	CVn	12h56'00"	+38°18'53"	Blanc jaunâtre et bleu verdâtre
31	Cyg	20h13'38"	+46°44'29"	30 Blanc verdâtre, 31a jaune orangé, 31b bleue
β	Cyg	19h30'43"	+27°57'35"	Jaune et bleu azur (Albiréo)
γ	Del	20h46'40"	+16°07'27"	Jaune et bleutée
\circ	Dra	18h51'12"	+59°23'18"	Jaunâtre et bleu pâle ou jaune
ϕ	Dra	17h41'58"	+72°09'25"	Dorée et jaune verdâtre
α	Her	17h14'39"	+14°23'25"	Jaune légèrement orangé et bleutée ou jaune

Quelques étoiles variables rouges :

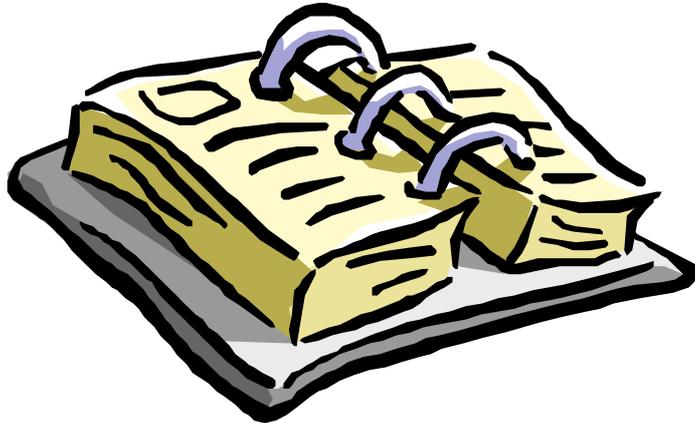
Code	Constellation	Ascension droite	Déclinaison	Type	Classe spectrale	Couleur
V	Aql	19h01'40"	-05°44'20"	Semi-règ	K1III	Rouge
R	Cas	23h58'24"	+51°23'18"	Mira	M8e	Rouge
WZ	Cas	0h01'16"	+60°21'19"	Semi-règ	Np	Rouge
S	Cep	21h35'13"	+78°37'28"	Mira	M2e	Très rouge
μ	Cep	21h43'30"	+58°46'48"	Mira	N8e	"Astre Grenat" Jaune orangé
S	CrB	15h21'24"	+31°22'04"	Mira	M7e	Jaunâtre
Y	CVn	12h45'08"	+45°26'24"	Semi-règ	N3	Brillante, rouge orangé intense
U	Cyg	20h19'36"	+47°53'40"	Mira	Npe	Rouge orangé
V	Cyg	20h41'18"	+48°08'31"	Longue période	Npe	Faible, très rouge
RY	Dra	12h56'26"	+65°59'39"	Semi-règ	N4p	Orangée
T	Dra	17h56'22"	+58°12'54"	Longue période	N0e	Rouge, compagnon égal au sud apparaît bleuté
T	Lyr	18h32'21"	+36°59'56"	Irrégulière	R6	Très rouge
U	Per	1h59'35"	+54°49'22"	Longue période	M6e	



DES CALENDRIERS

Même si on a bien suivi la conférence de Madame Françoise Suagher (début 2000) et lu son livre " calendriers et chronologie", cette notion reste bien souvent confuse.

Pourtant pour un historien, il peut être important de savoir que tel jour de telle l'année était un vendredi ou un lundi. C'est la raison pour laquelle j'ai créé un logiciel permettant d'afficher n'importe quel mois de n'importe quelle année et cela à partir de 45 avant J.C..... jusqu'à la fin des temps!



Un exemple: le 14 juillet 1789 était un...mardi!

Juillet de l'année 1789

Mercredi 1 -7-1789	Jeudi 2 -7-1789	Vendredi 3 -7-1789	Samedi 4 -7-1789
Dimanche 5 -7-1789	Lundi 6 -7-1789	Mardi 7 -7-1789	Mercredi 8 -7-1789
Jeudi 9 -7-1789	Vendredi 10 -7-1789	Samedi 11 -7-1789	Dimanche 12 -7-1789
Lundi 13 -7-1789	Mardi 14 -7-1789	Mercredi 15 -7-1789	Jeudi 16 -7-1789
Vendredi 17 -7-1789	Samedi 18 -7-1789	Dimanche 19 -7-1789	Lundi 20 -7-1789
Mardi 21 -7-1789	Mercredi 22 -7-1789	Jeudi 23 -7-1789	Vendredi 24 -7-1789
Samedi 25 -7-1789	Dimanche 26 -7-1789	Lundi 27 -7-1789	Mardi 28 -7-1789
Mercredi 29 -7-1789	Jeudi 30 -7-1789	Vendredi 31 -7-1789	

Quelques rappels pour situer les difficultés qui résident surtout dans le placement et le changement des années bissextiles au cours des temps et la distribution des mois et des jours qui a aussi changé.

1°) Avant 45 avant J.C, les années étaient comptées à partir de l'année de la fondation de Rome. Ainsi 45 avant J.C correspondait à l'an 709 de Rome, puisqu'on ne connaissait pas J.C., et l'année précédant cette date, 46 avant J.C soit l'an 708 de Rome, a été appelée l'année de grande confusion qui compta 445 jours et sur laquelle on ne peut rien dire de plus, car beaucoup de jours et de mois étaient ajoutés arbitrairement pour des raisons politiques ou religieuses. Donc Jules César a voulu mettre de l'ordre dans tout cela et ne tenir compte que de la durée de l'année solaire, 365 jours un quart (au lieu de 365, 2422) définie par le directeur de la bibliothèque d'Alexandrie, Sosigène, à l'aide d'un bâton (chapeau bas Monsieur Sosigène!).

Mais les dieux romains n'aimaient pas les nombres pairs, donc les années bissextiles ont été comptées tous les 3 ans à partir de 44 avant J.C. Ainsi 38 avant J.C, 35 avant J.C.....jusqu' en 8 avant J.C. furent bissextiles, mais ni 5 avant J.C., ni 2 avant J.C., ni 2 après J.C, ni 5 après J.C. ne le furent; par contre 8 après J.C. le redevint, ainsi que 12 après J.C, puis une année tous les quatre ans comme aujourd'hui. Il n'y a pas eu d'année zéro car les Romains ne connaissaient pas le zéro.

De plus, pendant cette période allant du vendredi 1^{er} Janvier 45 avant J.C au lundi 30 décembre 14 après J.C les mois avaient alternativement 31 jours ou 30 jours, sauf le mois des morts : Février qui en comptait soit 29 soit 30 les années bissextiles, c'est à dire janvier 31 jours, février 29 ou 30, mars 31, avril 30, mai 31, juin 30, juillet 31, août 30, septembre 31, octobre 30, novembre 31 , décembre 30.

2°) Après la mort d'Auguste, 14 après J.C. le mois d'août (le mois d'Auguste, prit 31 jours à égalité avec le mois de juillet celui de Jules César) et la distribution devint celle que nous connaissons aujourd'hui. Janvier 31, février 28 ou 29, mars 31, avril 30 etc...et avec des années bissextiles tous les 4 ans (sans exception). Donc 16 après J.C, 20 après J.C. etc.... furent bissextiles.

Ainsi ce nouveau calendrier débuta le mardi 1^{er} janvier 15 après J.C. jusqu'au Jeudi 4 Octobre 1582.

3°) En 1582, l'équinoxe de printemps tombe le 11 Mars, en avance de 13 jours sur la date qui lui avait été assignée par le Concile de Nicée , en 325. Ainsi pour rétablir l'équilibre, le pape Grégoire XIII décida, à Rome, qu'après le jeudi 4 octobre 1582 il y aurait le vendredi 15 octobre 1582, supprimant ainsi 10 jours. Cette réforme fut d'abord appliquée en Italie, Espagne, Portugal, puis en décembre 1582 en France; où l'on passa du dimanche 10 décembre 1582 au lundi 21 décembre 1582 .Quant aux années bissextiles, on garda le rythme des 4 ans, mais les années séculaires (dont le nombre est divisible par 100) ne furent bissextiles qu'une fois sur 4, c'est à dire quand leur nombre était divisible par 400: ainsi 1600 fut bissextile, mais pas 1700, pas 1800, pas 1900, mais 2000 oui et après...2400.

D'autres exemples d'application de ce logiciel:

JANVIER de 1'année 1000

Lundi 1 -1-1000	Mardi 2 -1-1000	Mercredi 3 -1-1000	Jeudi 4 -1-1000
Vendredi 5 -1-1000	Samedi 6 -1-1000	Dimanche 7 -1-1000	Lundi 8 -1-1000
Mardi 9 -1-1000	Mercredi 10 -1-1000	Jeudi 11 -1-1000	Vendredi 12 -1-1000
Samedi 13 -1-1000	Dimanche 14 -1-1000	Lundi 15 -1-1000	Mardi 16 -1-1000
Mercredi 17 -1-1000	Jeudi 18 -1-1000	Vendredi 19 -1-1000	Samedi 20 -1-1000
Dimanche 21 -1-1000	Lundi 22 -1-1000	Mardi 23 -1-1000	Mercredi 24 -1-1000
Jeudi 25 -1-1000	Vendredi 26 -1-1000	Samedi 27 -1-1000	Dimanche 28 -1-1000
Lundi 29 -1-1000	Mardi 30 -1-1000	Mercredi 31 -1-1000	

Donc le 1^{er} Janvier de l'an 1000 était un Lundi

FEVRIER de 1'année 3000

Samedi 1 -2-3000	Dimanche 2 -2-3000	Lundi 3 -2-3000	Mardi 4 -2-3000
Mercredi 5 -2-3000	Jeudi 6 -2-3000	Vendredi 7 -2-3000	Samedi 8 -2-3000
Dimanche 9 -2-3000	Lundi 10 -2-3000	Mardi 11 -2-3000	Mercredi 12 -2-3000
Jeudi 13 -2-3000	Vendredi 14 -2-3000	Samedi 15 -2-3000	Dimanche 16 -2-3000
Lundi 17 -2-3000	Mardi 18 -2-3000	Mercredi 19 -2-3000	Jeudi 20 -2-3000
Vendredi 21 -2-3000	Samedi 22 -2-3000	Dimanche 23 -2-3000	Lundi 24 -2-3000
Mardi 25 -2-3000	Mercredi 26 -2-3000	Jeudi 27 -2-3000	Vendredi 28 -2-3000

Donc le jour de la Saint Valentin de l'an 3000 sera un vendredi et cette année-là ne sera pas bissextile car non divisible par 400

JANVIER de 1'année -45 avant J.C.

Vendredi 1-1- -45	Samedi 2-1- -45	Dimanche 3-1- -45	Lundi 4-1- -45
Mardi 5-1- -45	Mercredi 6-1- -45	Jeudi 7-1- -45	Vendredi 8-1- -45
Samedi 9-1- -45	Dimanche 10-1- -45	Lundi 11-1- -45	Mardi 12-1- -45
Mercredi 13-1- -45	Jeudi 14-1- -45	Vendredi 15-1- -45	Samedi 16-1- -45
Dimanche 17-1- -45	Lundi 18-1- -45	Mardi 19-1- -45	Mercredi 20-1- -45
Jeudi 21-1- -45	Vendredi 22-1- -45	Samedi 23-1- -45	Dimanche 24-1- -45
Lundi 25-1- -45	Mardi 26-1- -45	Mercredi 27-1- -45	Jeudi 28-1- -45
Vendredi 29-1- -45	Samedi 30-1- -45	Dimanche 31-1- -45	

FEVRIER de 1'année 8 après J.C.

Mercredi 1-2-8	Jeudi 2-2-8	Vendredi 3-2-8	Samedi 4-2-8
Dimanche 5-2-8	Lundi 6-2-8	Mardi 7-2-8	Mercredi 8-2-8
Jeudi 9-2-8	Vendredi 10-2-8	Samedi 11-2-8	Dimanche 12-2-8
Lundi 13-2-8	Mardi 14-2-8	Mercredi 15-2-8	Jeudi 16-2-8
Vendredi 17-2-8	Samedi 18-2-8	Dimanche 19-2-8	Lundi 20-2-8
Mardi 21-2-8	Mercredi 22-2-8	Jeudi 23-2-8	Vendredi 24-2-8
Samedi 25-2-8	Dimanche 26-2-8	Lundi 27-2-8	Dimanche 28-2-8
Lundi 29-2-8	Mardi 30-2-8		

Donc l'an 8 après J.C a été bissextile avec un mois de Février de 30 jours.....tout comme
- 8 avant J.C.....OU - 44 avant J.C.

OCTOBRE de 1'année 1582

Lundi 1-10-1582	Mardi 2-10-1582	Mercredi 3-10-1582	Jeudi 4-10-1582
-----------------	-----------------	--------------------	-----------------

Puis, ici commence le calendrier Grégorien,
on est passé, à Rome, du Jeudi 4 octobre 1582 au Vendredi 15 Octobre 1582

Vendredi 15-10-1582	Samedi 16-10-1582	Dimanche 17-10-1582	Lundi 18-10-1582
Mardi 19-10-1582	Mercredi 20-10-1582	Jeudi 21-10-1582	Vendredi 22-10-1582
Samedi 23-10-1582	Dimanche 24-10-1582	Lundi 25-10-1582	Mardi 26-10-1582
Mercredi 27-10-1582	Jeudi 28-10-1582	Vendredi 29-10-1582	Samedi 30-10-1582
Dimanche 31-10-1582			

De Gilbert Bouchard : liloubouchard@free.fr pour le logiciel, et
de son frère Edmond, de St Genis-Laval, pour la partie historique.

Edmond BOUCHARD

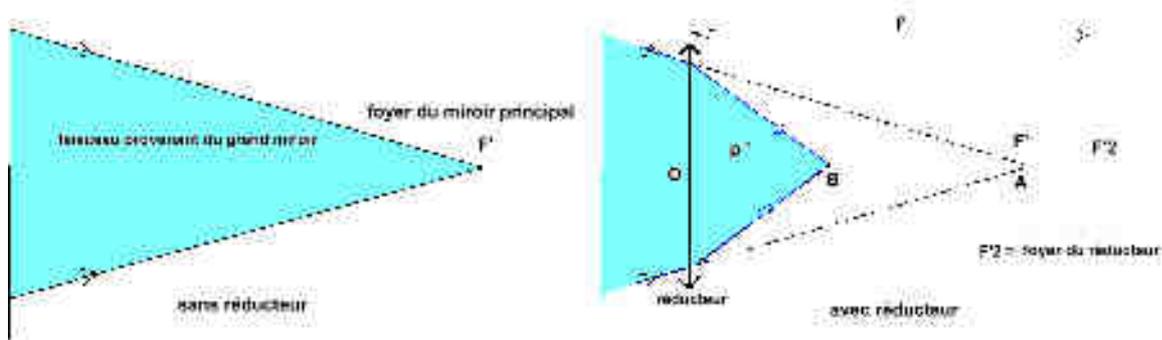
Le réducteur de focale

La théorie

Un réducteur de focale est un système convergent placé avant l'oculaire et qui augmente l'inclinaison des rayons lumineux vers l'axe.

Derrière le réducteur, le faisceau se comporte comme s'il provenait d'un miroir de focale plus courte.

En assimilant le réducteur à une lentille mince le tracé des rayons lumineux se représentent par les figures suivantes :



Sur la figure de gauche, le faisceau provenant du miroir principal converge en son foyer image puisque le miroir a reçu un faisceau parallèle provenant de l'infini.

Si on place une lentille convergente sur ce faisceau, la lumière va converger au point B qui devient la position de l'image réelle finale.

La position du point B dépend de la distance focale image f' de la lentille et de la position de son foyer image $F'2$.

Sur la figure on a placé $F'2$ en un point quelconque de l'axe pour étudier le cas général.

L'image initiale A qui était confondue avec F' joue le rôle d'un objet virtuel pour la lentille.

Nous poserons pour simplifier les calculs $OA = p$; $OB = p'$ et $OF'2 = f'$

On définira le coefficient de réduction $G =$ rapport de la focale finale sur la focale initiale.

On aura par exemple $G = 0,5$.

La figure de droite nous montre que $G = p' / p$

La relation de conjugaison des lentilles simples nous donne :

$$- 1 / p + 1 / p' = 1 / f'$$

En éliminant p entre les deux relations on obtient :

$$p' = f' (1 - G) \text{ et } p = f' (1 - G) / G$$

G pouvant varier théoriquement de 0 à 1.

La pratique

On constate que dans tous les cas p' est inférieur à f' c'est à dire que l'image finale se forme plus près du miroir principal en présence du réducteur, il faut donc diminuer le tirage de la longueur $AB = p - p'$.

Il faut que cela soit mécaniquement possible, calculons $p - p'$

$$AB = p - p' = f' (1 - G)^2 / G = p'^2 / (f' - p')$$

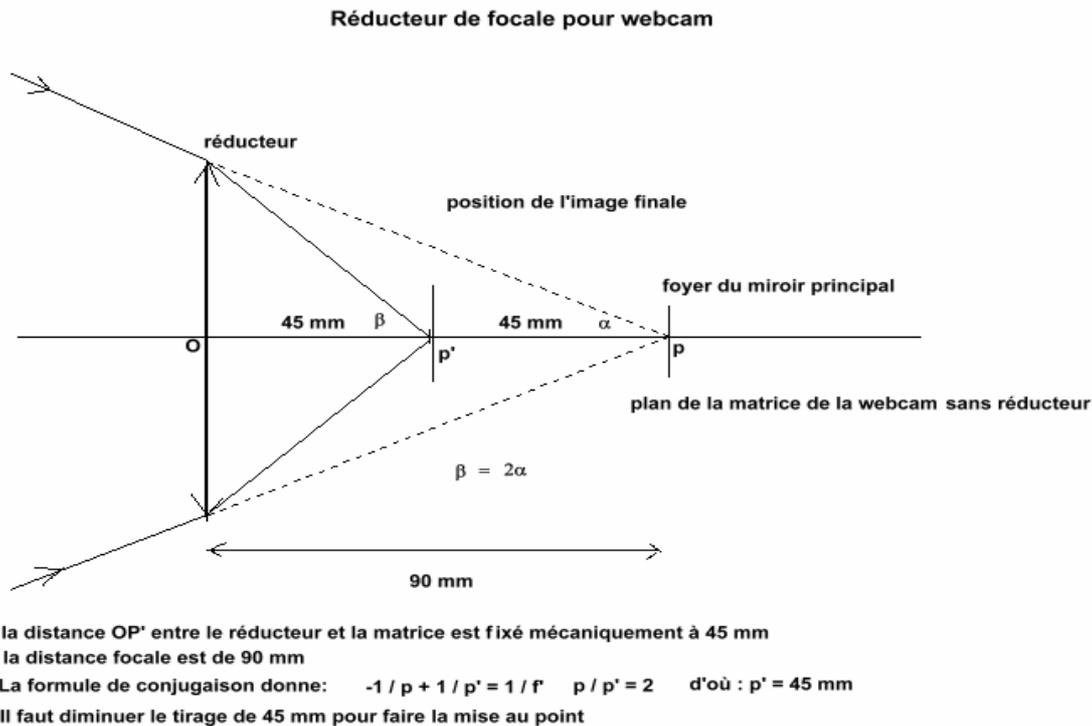
Cas du réducteur de focale pour webcam

On trouve depuis peu des réducteurs de focale pour webcam qui se vissent directement sur l'adaptateur et qui sont prévues pour diviser la focale par deux soit $G=0,5$.

Ce sont des doublets convergents de 90 mm de distance focale.

Lorsqu'ils sont en place, la distance entre le réducteur et la matrice de la webcam est de 45 mm : p' est donc déterminé mécaniquement et on obtient bien $G = 0,5$ d'après les formules précédentes.

Mais attention ! La distance AB est alors égale à 45 mm, il faut donc diminuer le tirage d'autant, ce qui n'est pas toujours possible.



Les solutions possibles

S'il s'agit d'un newton de construction personnelle on peut essayer de changer le porte oculaire.

Si ce n'est pas possible ou bien s'il s'agit d'un télescope du commerce non modifiable, la solution consiste à diminuer le longueur de l'adaptateur, c'est à dire de diminuer p' .

On passera ainsi par exemple de $G = 0,5$ à $G = 0,6$ mais il suffira alors de diminuer le tirage de 24 mm au lieu de 45.

Voici quelques valeurs numériques tirées des formules précédentes :

$G = 0,4$	$p' = 54$ mm	diminution du tirage = 81 mm
$G = 0,5$	$p' = 45$ mm	diminution du tirage = 45 mm
$G = 0,6$	$p' = 36$ mm	diminution du tirage = 24 mm
$G = 0,7$	$p' = 27$ mm	diminution du tirage = 11,6 mm

Remarques

Les adaptateurs de webcam n'ont pas tous le même longueur, le coefficient G peut donc varier un peu suivant le cas.

Remarquons au passage que le rapport F/D n'a rien a voir dans l'affaire, si toutefois toute la lumière issue du miroir principal passe dans le réducteur.

Louis Saïs

ADHESION à la SAL année 2004 – 2005

La cotisation à la SAL donne droit à la participation aux activités du club, pour la saison allant du mois d'octobre (première conférence de la saison) au mois de septembre de l'année suivante.

Rappel des diverses activités:

Séances d'observation, le vendredi à partir de 21 heures, si le temps le permet.

Accès gratuit à notre bibliothèque, et cassetteothèque.

Séances d'initiation.

Conférences: six à huit par an, à la salle polyvalente de Saint-Genis-Laval, par des astronomes ou astrophysiciens de haut niveau.

Stages d'été d'une semaine dans le Vercors. (observation, conférences, ateliers)....(Pension en sus)

Voyages d'études. (CERN, Nançay, Observatoire de Haute Provence...).....(Transport en sus)

Animation lors de la Nuit des Etoiles, depuis sa création en 1991, au fort de Côte Lorette site officiel d'observation.

Participation aux journées "portes ouvertes" organisées par l'Observatoire de Lyon.

Participation à diverses manifestations à Saint-Genis-Laval et dans la région.

Tarifs saison 2004/2005:

Adulte	:	35 €
Familiale	:	50 €
Etudiant	:	25 €

Avant fin octobre, vos chèques seront à libeller à l'ordre de la Société Astronomique de Lyon, et seront remis à l'un des membres du bureau, ou expédiés par la poste à l'adresse suivante:

**SAL (Cotisation)
Avenue Charles André
69230 Saint Genis Laval**

Pour le bon fonctionnement de la SAL, et pour alléger le travail des bénévoles, merci de respecter l'échéance

Séances d'initiation à l'Astronomie. (Lieu : Observatoire, 20 Heures)

Droit d'entrée : Etre adhérent à la SAL (Adulte 35€, étudiant 25€, famille 50€)

2 octobre	04	Rappels pour comprendre la suite.	A. Brémond
9 octobre	04	Luminosité, magnitude, effet Doppler.	B. Dellanave
27 novembre	04	Le Soleil	C. Ferrand
8 janvier	05	Vie et mort des étoiles, le "moteur" des étoiles.	J.C. Marteau
5 février	05	La Galaxie.	C. Desuzinges
19 mars	05	La naissance de la vie sur terre, et la vie extraterrestre.	A. Brémond
14 mai	05	Les galaxies.	D. Sondaz
28 mai	05	Loi de Hubble, notions de cosmologie.	A. Brémond

Travaux pratiques : (dates à fixer avec les participants)

Observation du Soleil, Interprétation des diagrammes HR, Calcul des distances et magnitudes,

A quoi sert l'étude des galaxies ? L'âge de l'univers.

Un document photocopié sera remis à chaque séance.

Suite du programme de la saison 2003/2004.