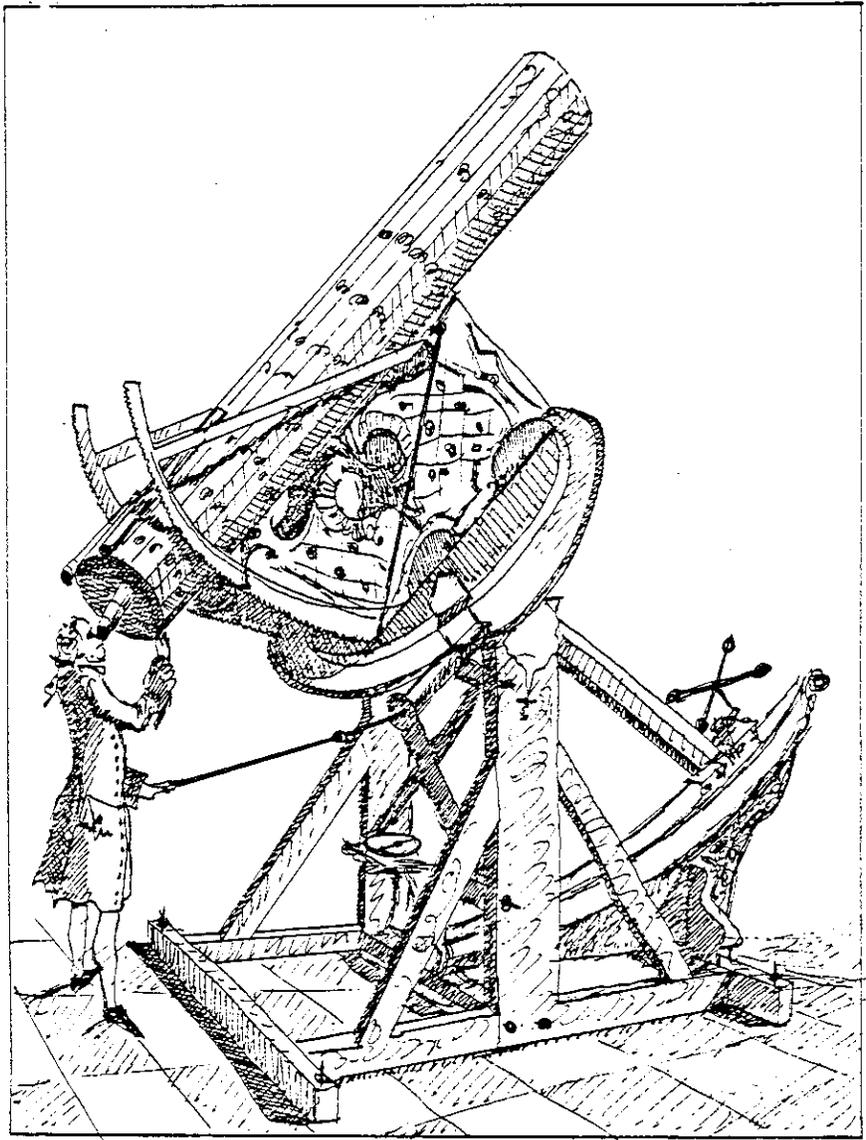


les cahiers clairaut

bulletin du comité de liaison astronomes et enseignants



n°16 - printemps 1982

LES CAHIERS CLAIRAUT

N° 16 Printemps 1982

Une page de Laplace...p 3
L'origine du système solaire (suite)...p 6
Contes et Légendes: les étoiles...p11
Petite histoire de la parallaxe du Soleil (suite et fin)...p12
Ciel Passé Présent...p16
Sur les pas de Galilée...p16
Visite de l'Observatoire de Meudon...p17
Lectures pour la Marquise et pour ses amis...p18
Calendrier...p21
Lunette astronomique simple à réaliser soi-même...p22
A propos de l'exposition "Initiation à l'Astronomie"...p26
Ecole d'été internationale en Astronomie...p27
Courrier des Lecteurs...p28
Jeux, problèmes amusants, paradoxes...p32
Mettez votre planétaire à l'heure!...p32

EDITORIAL

Notre équipe de gestion s'est enrichie depuis un an déjà: c'est Hélène Boissinot qui tient à jour le fichier des abonnés, répond à vos demandes particulières (envois de numéros séparés, vérification de votre réabonnement etc...) C'est donc désormais son nom qui apparaît dans la fiche d'abonnement-réabonnement

Et, puisqu'on en parle, voilà venu le moment de se réabonner! N'hésitez pas à profiter de l'occasion pour nous dire ce que vous pensez des Cahiers, ce que vous souhaitez y lire... Nous avons eu une demande d'article sur la construction d'un télescope d'amateur simple: ce sera probablement pour le prochain numéro.

Nous ouvrons deux nouvelles rubriques. La première, "Une page de...", destinée à vous donner envie de vous reporter aux textes anciens originaux, débute avec Laplace. La seconde, que nous propose de tenir J.P. Parisot, porte sur les jeux, problèmes amusants et paradoxes liés à l'Astronomie.

La Rédaction

DEMANDE D'ABONNEMENT ET DE REABONNEMENT (4 numéros par an)

Mr - Mme - Melle

Adresse :

Si possible, donnez l'adresse de votre établissement scolaire afin de pouvoir bénéficier de la franchise postale, mais n'oubliez pas de signaler vos changements.

Souhaite:

- s'abonner aux Cahiers Clairaut du numéro 1 au numéro 20
s'abonner aux Cahiers Clairaut du numéro 17 au numéro 20
se réabonner du numéro 17 au numéro 20
ci-joint ma contribution financière:

tarif normal : 25 francs pour les numéros 17 à 20

120 francs pour les numéros 1 à 20

tarif de soutien: 50 f. pour 4 numéros

Prix du numéro: 8 f.

Chèque à libeller à l'ordre de L. Gouguenheim. Remplir, cocher les cases correspondantes et renvoyer à Mme BOISSINOT 98 bis Brd Arago 75014 Paris.

UNE PAGE DE LAPLACE

Dans cette nouvelle rubrique des Cahiers, nous voudrions proposer à la lecture ou la relecture une page d'un classique (ancien ou moderne) de l'astronomie. Page qui nous a paru exemplaire par sa forme ou par la richesse de son contenu. Notre intention étant de donner envie au lecteur des Cahiers de se reporter souvent aux écrits originaux.

Voici le début du chapitre V, "Des perturbations du mouvement de la Lune" dans la quatrième partie de l'Exposition du Système du Monde par Pierre-Simon Laplace, de l'Institut National de France et du Bureau des Longitudes (à Paris, de l'imprimerie du Cercle Social, rue du Théâtre Français, n°4 ; l'an IV de la République Française). Nous reproduisons le texte en en respectant l'orthographe.

La lune est à-la-fois, attirée par le soleil et par la terre ; mais son mouvement autour de la terre n'est troublé que par la différence des actions du soleil sur ces deux corps. Si le soleil était à une distance infinie, il agirait sur eux également et suivant des droites parallèles ; leur mouvement relatif ne serait donc point troublé par cette action qui leur serait commune. Mais sa distance, quoique très-grande par rapport à celle de la lune, ne peut pas être supposée infinie ; la lune est alternativement plus près et plus loin du soleil, que la terre, et la droite qui joint son centre à celui du soleil, forme des angles plus ou moins aigus avec le rayon vecteur terrestre. Ainsi, le soleil agit inégalement et suivant des directions différentes, sur la terre et sur la lune ; et de cette diversité d'actions, il doit résulter dans le mouvement lunaire, des inégalités dépendantes des positions respectives de la lune et du soleil. Pour les déterminer, il faut considérer à-la-fois, l'action mutuelle et les mouvements de ces trois corps, le soleil, la terre et la lune. C'est en cela que consiste le fameux problème des trois corps, dont la solution rigoureuse surpasse les forces de l'analyse, mais que la proximité de la lune eu égard à sa distance au soleil, et à la petitesse de sa masse, par rapport à celle de la terre, permettent de résoudre par approximation. Cependant, l'analyse la plus délicate est nécessaire pour démêler tous les termes dont l'influence

est sensible ; les premiers pas que l'on a faits dans cette analyse, en sont la preuve.

Euler, Clairaut et Dalember qui résolurent les premiers, et à-peu-près dans le même tems, le problème des trois corps, s'accordèrent à trouver par la théorie de la pesanteur, le mouvement du périégée lunaire, la moitié plus petit que suivant les observations. Clairaut en conclut que la loi de l'attraction n'est pas aussi simple qu'on l'avait cru jusqu'alors, et qu'elle est composée de deux parties dont la première réciproque au quarré de la distance, est seule sensible aux grandes distances des planètes au soleil, et dont la seconde croissant dans un plus grand rapport, quand la distance diminue, devient sensible à la distance de la lune à la terre. Cette conclusion fut vivement attaquée par Buffon ; il se fondait sur ce que les lois primordiales de la nature, devant être les plus simples, elles ne peuvent dépendre que d'un module, et leur expression ne peut renfermer qu'un seul terme. Cette considération doit nous porter sans doute, à ne compliquer la loi de l'attraction, que dans un besoin extrême ; mais l'ignorance où nous sommes, de la nature de cette force, ne permet pas de prononcer avec assurance, sur la simplicité de son expression. Quoiqu'il en soit ; le métaphysicien eut raison, cette fois, vis-à-vis du géomètre qui reconnut lui-même son erreur, et fit l'importante remarque, qu'en poussant plus loin l'approximation, la loi de la pesanteur réciproque au quarré des distances, donne le mouvement du périégée lunaire, exactement conforme aux observations ; ce qui a été confirmé depuis, par tous ceux qui se sont occupés de cet objet. Il n'est pas possible sans le secours de l'analyse, de faire sentir les rapports de toutes les inégalités du mouvement de la lune, à l'action du soleil combinée avec celle de la terre sur ce satellite. Nous observerons que la théorie de la pesanteur universelle a non-seulement expliqué les mouvements du noeud et du périégée de l'orbe lunaire, et les trois grandes inégalités désignées par les noms de variation, d'évection et d'équation annuelle, et que les astronomes avaient déjà reconnues ; mais qu'elle en a fait

connaître un grand nombre d'autres moins considérables, et qu'il eut été presque impossible de démêler et de fixer par les seules observations. Plus cette théorie a été perfectionnée ; plus les tables de la lune ont acquis d'exactitude ; cet astre jadis si rebelle, s'en écarte très-peu maintenant ; mais pour leur donner la précision qui leur manque encore, il faudra des recherches au moins aussi étendues que celles qui ont été faites ; car en tout genre, les derniers pas pour arriver à la perfection, sont les plus difficiles.

.....

[A la fin du chapitre, des remarques qui nous paraissent curieuses]

...Quelques partisans des causes finales ont imaginé que la lune avait été donnée à la terre, pour l'éclairer pendant les nuits. Dans ce cas, la nature n'aurait point atteint le but qu'elle se serait proposé ; puisque souvent nous sommes privés à-la-fois, de la lumière du soleil et de celle de la lune. Pour y parvenir, il eût suffi de mettre à l'origine, la lune en opposition avec le soleil, dans le même plan de l'écliptique, à une distance de la terre, égale à la centième partie de la distance de la terre au soleil ; et de donner à la lune et à la terre, des vitesses parallèles et proportionnelles à leurs distances à cet astre. Alors, la lune sans cesse en opposition avec le soleil, eût décrit autour de lui, une ellipse semblable à celle de la terre ; ces deux astres se seraient succédé l'un à l'autre sur l'horizon ; et comme, à cette distance, la lune n'eût point été éclipsée, sa lumière aurait constamment remplacé celle du soleil.

D'autres philosophes frappés de l'opinion singulière des Arcadiens qui se croyaient plus anciens que la lune, ont pensé que ce satellite était primitivement une comète qui, passant fort près de la terre, avait été forcée par son attraction de l'accompagner. Mais en remontant par l'analyse, aux siècles les plus reculés, on voit toujours la lune se mouvoir dans un orbe presque circulaire, comme les planètes autour du soleil ; ainsi, ni la lune ni aucun satellite n'a été originairement une comète.

fin du chapitre V

L'ORIGINE DU SYSTEME SOLAIRE

(suite)

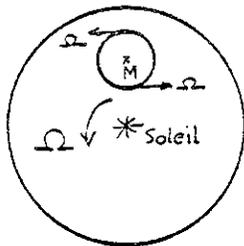
II - POURQUOI LES PLANETES SE FORMENT-ELLES ?

L'hypothèse de la formation des planètes par «instabilité gravitationnelle» a été suggéré par Kuiper. C'est un mécanisme général très important, car c'est lui qui donne naissance à la plupart des objets célestes (planètes, étoiles et même galaxies). La théorie de ce phénomène est extrêmement complexe, mais on peut en comprendre l'essentiel à partir d'un calcul très simple.

Nous ferons deux hypothèses :

- 1) le soleil se forme avant les planètes,
- 2) le résidu de matière interstellaire (grains, poussières et gaz) qui donnera naissance aux planètes forme un disque mince en rotation autour du soleil. On appelle Ω sa vitesse angulaire de rotation et la densité de matière est estimée à : $\sigma = 7g/cm^2$

(Elle est calculée par cm^2 et non par cm^3).



Considérons un petit disque de rayon R et de masse $M = \pi R^2 \sigma$ découpé dans le plan du disque proto-planétaire.

Une particule située sur le pourtour du petit disque est soumise à deux forces principales (comptées positivement vers l'intérieur).

- 1) La force centrifuge due à la rotation d'ensemble de la nébuleuse $= \Omega^2 R$
- 2) La force d'attraction exercée par la masse M $\frac{GM}{R^2} = G \pi \sigma$

Trois cas sont possibles suivant les valeurs de R ; Ω et σ

1) $F = \Omega^2 R - G \pi \sigma > 0$

La particule a tendance à s'évader et le système se dilate.

2) $F = 0$

L'ensemble est stable et reste tel quel.

3) $F = \Omega^2 R - G \pi \sigma < 0$ $R < \frac{G \pi \sigma}{\Omega^2}$

La force centrifuge ne peut balancer la force d'attraction et toutes les particules du petit disque tombent au centre. C'est ce qu'on appelle la contraction gravitationnelle qui va donner naissance à un petit noyau condensé qu'on appellera planétésimale. La masse de ce petit noyau de condensation peut être facilement calculée :

$M = \pi R^2 \sigma$ avec $R = \frac{G \pi \sigma}{\Omega^2}$

Ap. Numérique

$$\begin{aligned} \sigma &\approx 7 \text{ g/cm}^2 \\ \Omega &\approx 2 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1} \text{ (1 tr/an)} \\ G &= 6,67 \cdot 10^{-7} \text{ ergs} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} R = 4 \cdot 10^{17} \text{ cm} \\ M = 10^{31} \text{ g} \end{array} \right.$$

Si l'objet qui se forme a une densité de l'ordre de 5, on obtient un rayon final égal à 5 km. Ainsi, sous l'effet des forces gravitationnelles, le nuage proto-planétaire est instable et il se formera des sous-unités donnant naissance à des objets de la taille des astéroïdes. A l'heure actuelle, il subsiste encore dans le système solaire des témoins de la naissance des planètes : les chondrites carbonées.

III – GENERALITES SUR LA FORMATION DU SYSTEME SOLAIRE

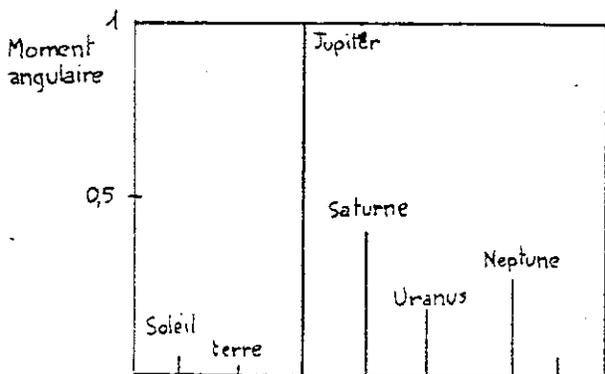
Aujourd'hui nous commençons à comprendre comment il y a 4 à 6 milliards d'années est né le système solaire. Bien que nous sommes loin d'avoir reconstitué en détail la contraction de la «nébuleuse primitive» et la formation des planètes, les grandes lignes de cette évolution sont bien connues. Il est généralement admis que le système solaire est né de la contraction d'un nuage galactique semblable en composition à la nébuleuse d'Orion qu'on appellera NEBULEUSE PRIMITIVE.

Les planètes sont nées par l'accumulation de poussières : elles se comportaient comme de petits satellites en rotation autour du soleil. Il y eut des rencontres au cours desquelles des blocs se formèrent par agglomération : ainsi se trouva amorcé un processus irréversible dont la conséquence allait être la formation d'objets de plus en plus massifs : c'est la phase d'ACCRETION.

Si l'on suppose que les planètes se sont formées à partir d'une nébuleuse primitive standard, on doit expliquer pourquoi et comment elles se sont différenciées à partir d'un milieu commun.

Le fait remarquable est que les planètes telluriques sont formées à partir des matériaux qui constituent seulement 0,4 % de la masse de la nébuleuse primitive : ils ont été séparés des autres éléments dans un processus qui entra en jeu au moment de la formation des planètes.

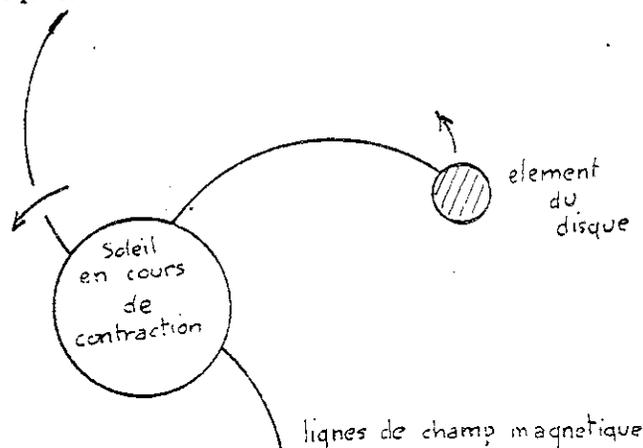
Une autre propriété non moins remarquable du système solaire est la répartition originale du moment angulaire. Bien que la masse du soleil représente environ 700 fois la masse des planètes, il ne possède que 1/30 du moment angulaire total (la majeure partie est concentrée dans Jupiter et Saturne).



Cette circonstance est entièrement incompréhensible dans la théorie de Kant-Laplace : les planètes se forment à partir d'anneaux de matière qui conservent leur moment angulaire. Dans cette théorie, le soleil devrait en posséder la majeure partie.

De toutes les idées proposées, il semble que celle de Fred Hoyle soit la plus prometteuse. Dans sa description, les planètes se forment dans une nébuleuse chaude de gaz et de poussières.

Dans le processus de condensation qui va conduire le nuage interstellaire à se transformer en étoile, la conservation du moment angulaire conduit à une vitesse de rotation du soleil proche de celle de la lumière ! Il faut donc chercher un mécanisme capable d'extraire 99 % du moment angulaire à la nébuleuse gazeuse : la solution est apportée par la présence de champs magnétiques.



On peut imaginer une ligne de champ magnétique joignant le soleil primordial et un élément du disque. D'après les lois de Kepler, cet élément tourne beaucoup plus lentement que le soleil : les lignes de forces prennent alors une forme spiralée et elles agissent en quelque sorte comme un fouet. Le proto-soleil ralentit au dépend des éléments du disque qui vont acquérir ainsi la majorité du moment angulaire.

On obtient ainsi une accélération des zones périphériques et une extension du disque planétaire.

Au moment de la formation du disque, on peut estimer la température du soleil à environ 4000°K et son rayon à 20 millions de km. A mesure que le disque s'étend, la température diminue à l'intérieur de celui-ci et de petites particules solides et liquides peuvent se condenser. Au voisinage de la Terre, la température est telle ($\sim 1600^{\circ}\text{K}$) que seules des substances réfractaires peuvent se condenser : Fe , MgO , SiO_2 , CaO , Al_2O_3 .

Les substances gazeuses tel l'hydrogène et l'hélium sont chassées vers l'extérieur par la pression de radiation. En conséquence, les planètes internes seront formées à partir de ces matériaux réfractaires durant la phase d'accrétion.

Le résidu volatil constituera la matière première nécessaire à l'élaboration des planètes externes : H_2 , He , NH_3 , CO_2 , H_2O , ... (H_2O est probablement le constituant majeur d'Uranus et Neptune).

L'accord entre la réalité et les prévisions du modèle sont remarquables : on comprend très bien pourquoi à faible distance du soleil les germes ne purent être constitués que par des matériaux à haut point de fusion (silices et oxydes métalliques). A grandes distances, les cristaux de glace se mêlèrent aux poussières et le processus donna naissance à de gros objets qui purent largement retenir les gaz de la nébuleuse primitive.

La première phase de la formation du système solaire ainsi amorcée va entraîner la nébuleuse primitive dans la phase critique : l'accrétion du gaz et des poussières.

Récemment, ce tournant dans l'histoire du système solaire a été reconstitué grâce à une simulation sur ordinateur (programme ACRETE) : des planétoïdes (10 km de diamètre : 10^{15} kg) sont injectés dans un nuage formé de gaz et de poussières et l'ordinateur étudie l'évolution de ce système : on peut ainsi connaître les différents types de systèmes planétaires et savoir si d'autres planètes Terre existent. Au vu des résultats, des configurations très différentes apparaissent.

- 1) Un cas répandu est celui de la formation de systèmes doubles ou multiples : plus la masse initiale est grande, plus le nombre d'étoiles est important.
- 2) Dans une nébuleuse chétive, seules des planètes telluriques se forment : il existe même des cas où la nébuleuse reste sous forme d'astéroïdes.
- 3) Les planètes joviennes sont toujours accompagnées de planètes telluriques : leur masse inférieure est de l'ordre de 2 fois la masse de la Terre.

- 4) Le nombre moyen de planètes est égal à 9.
- 5) En ce qui concerne les planètes telluriques, il faut admettre que 5 x Terre est une limite supérieure.
- 6) Si les expériences montrent l'existence d'une grande variété de systèmes planétaires, elles invitent au contraire à considérer les simili-Terre comme assez répandues ($\sim 10\%$).

Du point de vue des observations, de grands progrès sont à attendre dans le domaine infra-rouge. En 1977, un groupe d'astronomes de l'université de l'Arizona a mis en évidence l'existence d'un disque protoplanétaire autour d'une étoile dans la constellation du Cygne. L'étoile centrale a une masse d'environ $30 M_{\odot}$ et un rayon de $10 R_{\odot}$: le disque a un rayon apparent d'environ 10 fois le diamètre de l'étoile. Ce disque constitué de poussières et d'hydrogène serait la première nébuleuse protoplanétaire observée (la masse de ce disque est d'environ 1/100 de masse solaire).

IV - POURQUOI LES PLANETES SONT-ELLES DES SPHERES ?

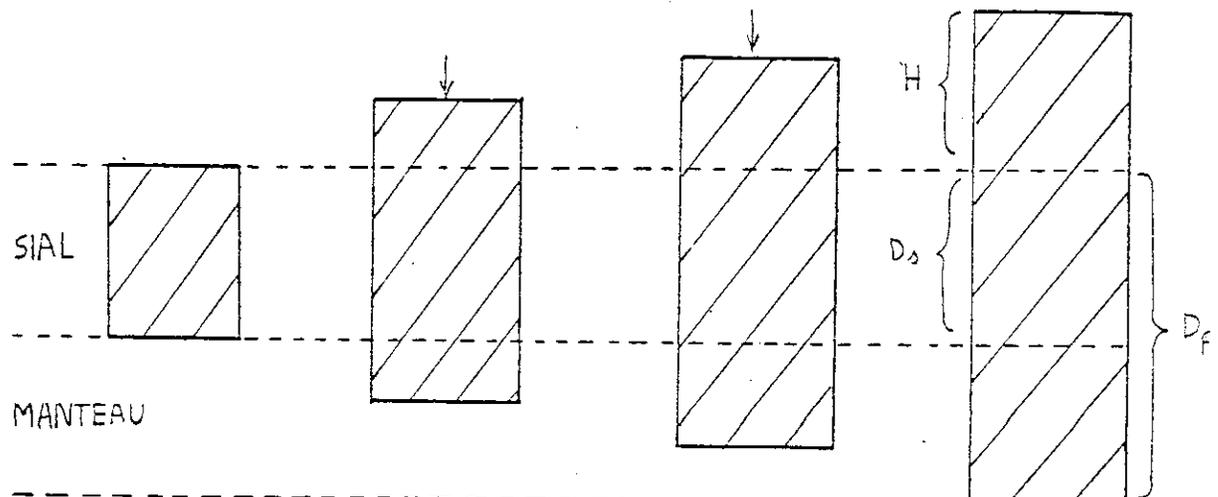
La matière d'un corps massif comme une planète va tendre lentement vers une position d'équilibre jusqu'à ce que toutes les forces appliquées s'annulent. La croûte terrestre par exemple est en équilibre sous l'effet des forces de gravitation et des processus thermiques qui tendent à faire jaillir de la matière vers l'extérieur. On peut se demander dans quelles circonstances la forme d'équilibre n'est pas régulière, c'est-à-dire peut-il exister des planètes qui ne soient pas sphériques ?

Un corps paraîtra disymétrique si il possède des bosses (montagnes) importantes et on va chercher dans quelles conditions ces montagnes peuvent atteindre une altitude de l'ordre du rayon de la planète.

1 - 1ère méthode :

Si la planète possède une croûte supportée par un magma en fusion, on va chercher les limites de stabilité du système. La croûte de la Terre par exemple (SIAL) a une densité ρ_{Δ} de l'ordre de 2,8 et elle est supportée par le manteau plus dense ($\rho_m \simeq 3,3$). La température de fusion du SIAL est supérieure à celle du manteau ce qui permet à la croûte de s'enfoncer profondément dans le manteau visqueux.

Soit D_f la profondeur de l'isotherme de fusion de la croûte. Si D_s l'épaisseur du sial est supérieure à D_f , aucun relief ne peut s'élever car il flotte sur un liquide de même densité.



Dans le cas contraire, le sial est complètement solidifié. Si on le charge, le niveau supérieur émerge soutenu par la poussée d'Archimède exercée par le manteau sur le morceau de sial immergé. Si on continue à le charger, le niveau supérieur va s'élever à une altitude maximale H, telle que la base de la croûte atteigne la profondeur D_f.

Bilan des forces (le bloc a une surface S)

- poids du bloc : $(D_f + H) S \times \rho_s$

- poussée d'Archimède : $(D_f - D_s) S \cdot \rho_m + D_s S \rho_s$

A l'équilibre : $H = (D_f - D_s) \left(\frac{\rho_m}{\rho_s} - 1 \right)$
 $\approx 0,16 (D_f - D_s)$

sur Terre, $D_s \approx 40 \text{ km}$ et $D_f \approx 100 - 150 \text{ km}$

$\Rightarrow H \approx 10,2 \text{ km}$

Localement certaines anomalies peuvent exister et la compensation hydrostatique n'est plus valable : le relief peut alors atteindre des altitudes supérieures à cette estimation théorique, mais néanmoins ces «bosses» sont très petites devant le rayon terrestre.

2 - 2ème méthode :

Un solide tel qu'une montagne est un corps très résistant à toute déformation. On peut fixer une limite supérieure à l'énergie nécessaire pour déformer un solide comme étant la chaleur de fusion.



Considérons une montagne idéalisée. Quand elle se déforme (sous l'effet d'un glissement de terrain par exemple), elle descend d'une hauteur Δh .

La diminution d'énergie potentielle est compensée par un échauffement de la montagne. Soient S la surface à

la base, ρ la densité, et Q la chaleur de fusion du matériau constituant la montagne ($\text{cal} \cdot \text{g}^{-1}$)

- variation d'énergie potentielle : $S h \rho \cdot g \cdot \Delta h$

- énergie absorbée : $\rho \Delta h S \times Q$

En égalisant :

$$h_m = \frac{Q}{g}$$

Si la hauteur de la montagne est supérieure à Q/g , le bloc est instable et toute déformation conduira à un affaissement et à une diminution de cette hauteur.

Si on prend

$Q \approx 60 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$

(montagne en quartz)

	g	h
Mercure	3,73	67
Venus	8,85	28
Terre	9,80	25
Mars	3,77	66

$h_m \text{ (km)} = \frac{250}{g}$

g en ms^{-2}

J.P. PARISOT

CONTES ET LEGENDES... (suite) : LES ETOILES

Est-ce que tu sais leurs noms, berger ?

- Mais oui... Juste au-dessus de nous, voilà le Chemin de Saint Jacques (la Voie Lactée). Il va de France droit sur l'Espagne. C'est Saint Jacques de Galice qui l'a tracé pour montrer sa route au brave Charlemagne lorsqu'il faisait la guerre aux Sarrasins*. Plus loin, vous avez le Char des âmes (la Grande Ourse) avec ses quatre essieux resplendissants. Les trois étoiles qui vont devant sont les Trois bêtes, et cette toute petite contre la troisième c'est le Charretier. Voyez-vous tout autour cette pluie d'étoiles qui tombent ? ce sont les âmes dont le bon Dieu ne veut pas chez lui... Un peu plus bas voici le Râteau ou les trois rois (Orion). C'est ce qui nous sert d'horloge à nous autres. Rien qu'en les regardant, je sais maintenant qu'il est minuit passé. Un peu plus bas, toujours vers le midi, brille Jean de Milan, le flambeau des astres (Sirius). Sur cette étoile là voici ce que les bergers racontent. Il paraît qu'une nuit Jean de Milan, avec les Trois rois et la Poussinière (les Pléiades) furent invités à la noce d'une étoile de leurs amies. La Poussinière, plus pressée, partit, dit-on, la première, et prit le chemin haut. Regardez-la, là-haut, tout au fond du ciel. Les Trois rois coupèrent plus bas et la rattrapèrent; mais ce paresseux de Jean de Milan, qui avait dormi trop tard, resta tout à fait derrière et, furieux, pour les arrêter, jeta son bâton. C'est pourquoi les Trois rois s'appellent aussi le Bâton de Jean de Milan... Mais la plus belle de toutes les étoiles, c'est la nôtre, c'est l'étoile du berger, qui nous éclaire à l'aube, quand nous sortons le troupeau, et aussi le soir quand nous le rentrons. Nous la nommons encore Maguelonne, la belle Maguelonne qui court après Pierre de Provence (Saturne) et se marie avec lui tous les sept ans.

Extrait des Lettres de mon moulin (A. Daudet)
transmis par un lecteur des Cahiers Clairaut

* Tous ces détails d'Astronomie populaire sont traduits de l'Almanach Provençal qui se publie en Avignon.

Les mots entre parenthèses sont de Daudet.

A VOUS DE JOUER: - *Que pensez-vous de la façon dont le berger détermine l'heure en regardant la position d'Orion ?*

- *Que pensez-vous de la "plus belle des étoiles" ?*

- *Maguelonne et Pierre de Provence sont-ils toujours voisins ?*

- *Maguelonne éclaire-t-elle vraiment le berger tous les soirs et tous les matins ?*

Petite histoire de la parallaxe du Soleil

3

Pour conclure cette petite histoire, - car en la prolongeant, nous lasserions nos lecteurs -, il faudra souvent schématiser ou taire les remarques présentées sur ce sujet par de très nombreux astronomes. Rares sont ceux qui n'ont pas été préoccupés par cette mesure qui donne l'unité astronomique de distance.

Laplace :

==== De façon purement théorique, Laplace réussit à calculer le mouvement de la Lune à moins de 30" près. Dans cette théorie apparaissent des termes qui traduisent la variation de l'apogée de la Lune et le mouvement des noeuds ; or ces termes dépendent de l'aplatissement de la Terre. Réciproquement, il est donc possible de déduire cet aplatissement de l'observation de l'apogée de la Lune et du déplacement des noeuds. Le résultat trouvé par Laplace, $1/305$ est en bon accord avec celui trouvé par Bouguer et La Condamine après leur expédition géodésique au Pérou. Voilà qui conforte Laplace dans la valeur de sa théorie de la Lune.

Un autre terme, dans cette théorie, un terme dont l'importance dans certains calculs dépasse 2', dépend du rapport des distances à la Terre du Soleil et de la Lune (ce terme est appelé "l'inégalité parallactique" puisqu'il dépend de la parallaxe du Soleil). En opérant encore de façon réciproque, à partir de l'observation de la Lune Laplace trouve donc une valeur de la parallaxe du Soleil ; il annonce 8",6 en bon accord avec les mesures obtenues à la suite des lointaines expéditions pour observer les passages de Vénus.

Dans son célèbre ouvrage "Exposition du système du monde", Laplace était donc en droit d'écrire : "Il est très remarquable qu'un astronome, sans quitter son observatoire, simplement en comparant ses observations avec les résultats de son analyse a pu être capable de déterminer avec précision l'importance de l'aplatissement de la Terre et sa distance au Soleil et à la Lune, éléments de notre connaissance qui avaient été le fruit de longs et fatigants voyages dans les deux hémisphères. L'accord entre les deux méthodes est une des preuves les plus frappantes de la gravitation universelle."

Le progrès des calculs

==== En astrométrie, le XIX^{ème} siècle est marqué par le progrès dans les méthodes de calcul. Et cela grâce aux efforts conjugués des astronomes et des mathématiciens dont la collaboration ne fut jamais aussi étroite.

Rappelons-nous, dit Pannekoek, que Tycho Brahé parvenait à totaliser des différences d'ascension droite en trouvant 360° (ou 24 h) à quelques secondes d'arc près alors que chaque différence n'était mesurée qu'à la minute d'arc près : heureuse, miraculeuse compensation des erreurs ! Au XVII^{ème} siècle, des

savants comme Huygens ou Picard préféraient les moyennes arithmétiques de plusieurs mesures au choix d'un couple de mesures considérées comme "les meilleures". Les lois du hasard n'étaient pas ignorées de Huygens ou de Halley mais c'est seulement après les travaux de Laplace et de Gauss sur la théorie des erreurs et en particulier la formulation de la loi des moindres carrés que la pratique des calculs se modifie radicalement en astronomie. En posant la condition que la somme des carrés des écarts par rapport aux résultats d'observation soit minimale, la valeur la plus probable de la quantité mesurée est déterminée. A l'appréciation de la valeur "la meilleure" est substituée le calcul de la valeur "la plus probable".

Johann Franz Encke (1791-1865), astronome à Gotha (on cultivait les sciences à Gotha alors que, tout près, à Weimarn, Goethe s'intéressait aux couleurs et au théâtre) appliqua la nouvelle méthode de calcul aux observations des passages de Vénus. Il disposait des mesures faites à Hudon Bay, Tahiti, Pékin et Orenburg. En 1835, il donne son résultat pour la parallaxe du Soleil :

$$p = 8",57116 \pm 0",0371$$

(Nous écrivirions plutôt $8",57 \pm 0",04$ car si la deuxième décimale est incertaine, les suivantes sont sans signification).

La valeur donnée par Encke a été considérée comme bonne pendant cinquante ans. Avec un rayon de la Terre évalué à 6 377 km, la valeur correspondante de l'unité astronomique est $153,3 \times 10^6$ km et pour le rayon du Soleil 714 000 km.

Avec un certain progrès de l'instruction générale se développe alors la vulgarisation scientifique. Pour illustrer les résultats précédents, un écrivain populaire allemand imagine qu'un coup de canon soit tiré à partir de la surface du Soleil ; si le son pouvait nous être transmis, il ne nous parviendrait que vingt-cinq ans après. L'exercice est à reprendre avec nos élèves à partir des données actuelles pour l'unité astronomique, la vitesse de la lumière et par exemple, la vitesse moyenne du vent solaire.

Après Encke

===== L'assurance de Encke que la mesure de la parallaxe était bonne à 1/200 près fut ébranlée par de nombreux résultats dus au perfectionnement de la mécanique céleste. Dans les inégalités de la Lune, nous avons cité plus haut l'inégalité parallactique qui atteint 125". Vers les années 1860, Andrea Hansen (1795-1874), dans sa théorie de la Lune, en déduit la parallaxe du Soleil : 8",92 alors qu'à la même époque Le Verrier déduit cette parallaxe des actions perturbatrices de Vénus et de Mars ce qui lui donne 8",95.

En 1849, Fizeau mesure la vitesse de la lumière par la méthode de la roue dentée. Foucault par la méthode du miroir tournant opère en 1862. On se met ainsi d'accord sur la valeur 298 000 km/s sensiblement plus petite que celle donnée par Otto Struve à partir de sa mesure de la constante de l'aberration soit 308 000 km/s.

En 1862, l'opposition périhélique de Mars est l'occasion de nombreuses mesures réalisées à partir d'observatoires variés. Les calculs de Encke sont repris et corrigés. Toutes les mesures obtenues par des méthodes différentes convergent pour écarter l'évaluation de Encke et s'orientent vers une valeur comprise entre 8",80 et 8",90.

On pense alors à faire de nouvelles observations lors des passages de Vénus sur le disque solaire le 8 décembre 1874 et le 6 décembre 1882. Des efforts considérables sont développés par des expéditions allemandes et anglaises pour des résultats plutôt décevants. Mesurer la position d'un objet (Vénus en la circonstance) sur le fond éblouissant du Soleil, alors que l'air est chauffé et agité par les rayons du Soleil, ce sont les pires conditions pour faire des mesures de précision. Les valeurs trouvées vont ainsi 8",76 (Airy) à 8",88 ± 0",04 (Auwers).

En mars 1877, l'observation d'une opposition périhélique de Mars depuis l'Ecosse et depuis l'île d'Asuncion fournit à Gill la valeur 8",78.

Toutes ces mesures sont intéressantes et sérieusement effectuées mais le faisceau des résultats n'est pas convaincant. Il faut trouver une autre méthode. L'idée avait été avancée par Galle dès 1872 que l'observation d'une petite planète, au lieu de Mars, donnerait de meilleurs résultats. Un astéroïde donne en effet une image quasi ponctuelle. Suivant cette idée le même astronome écossais Gill multiplia les mesures en observant trois astéroïdes Iris, Victoria et Sapho en 1888 et 1889. A cette époque, ces astéroïdes s'approchaient de la Terre à 0,83 unité astronomique. Ce qui lui donna pour la parallaxe 8",802.

A la même époque, la mesure de la vitesse de la lumière par Michelson et Newcomb leur donnait $c = 299\,860 \pm 60$ km/s à 1/500 près. En prenant $20",47 \pm 0",02$ pour la constante de l'aberration, on en déduit la parallaxe 8",80 à un centième de seconde d'arc près.

A la fin du XIXème siècle, on en était là et de nouveaux progrès dans la mesure paraissaient difficiles.

La victoire d'Eros

==== En 1898, Gustav Witt à Berlin avait découvert l'astéroïde n°433 qui fut baptisé Eros (j'ignore pour quelle raison, je suggère que Witt avait la nostalgie de Picadilly Circus). Or il se trouve que l'orbite d'Eros a une particularité intéressante : si elle se trouve comprise comme celles de tous les astéroïdes entre les orbites de Mars et de Jupiter (le fameux et étrange 2,8 de la loi de Bode), le périhélie de l'orbite d'Eros est intérieur à l'orbite de Mars. Le calcul montra qu'à son opposition de 1900-1901, Eros s'approcherait ainsi à 0,27 unité astronomique de la Terre et, encore mieux, à 0,17 u-a à son opposition de 1930-31.

+ La campagne de 1901 fournit à Hinks la parallaxe 8",807 ± 0",003 par des procédés photographiques et 8",806 ± 0",004

par des mesures visuelles.

On n'abandonnait pas pour autant les autres méthodes. Les spectres des étoiles situées dans le plan de l'écliptique montraient des déplacements périodiques de leurs raies par effet Doppler-Fizeau dû au mouvement de la Terre autour du Soleil. En exploitant ce phénomène, Hough donne en 1921 $8'',802$ pour la parallaxe.

Spencer Jones, au Cap, reprend la méthode de l'inégalité parallactique de la Lune qu'il évalue à $125'',20$ d'où la parallaxe de $8'',805$. De Sitter, à Leyde, à partir d'une discussion fouillée des valeurs des constantes astronomiques trouve $8'',803 \pm 0'',001$. Mais en 1929, Spencer Jones reprend son évaluation de l'inégalité parallactique, $125'',02 \pm 0'',033$ cette fois ce qui lui donne la parallaxe $8'',796 \pm 0'',002$.

Le dernier mot, pour le moment, revient pourtant à Eros et à Spencer Jones qui, après la campagne de 1931 et dix années de travail sur les résultats des mesures donne la valeur annoncée au début de ce feuilleton :

$$p = 8'',790 \pm 0'',001$$

°°°

Rappelons-nous le début de cette histoire. Pour Aristarque, $p = 3'$, le Soleil est donc alors à 24 secondes de lumière de la Terre. Pour nous, après Spencer Jones, à un peu plus de 8 minutes exactement 499,004 782 secondes de temps. Comme dans bien d'autres chapitres de l'astronomie, l'histoire nous a appris que l'Univers est plus vaste que ce qu'on croyait d'abord. Il y a aussi dans cette longue histoire une illustration de l'amour des décimales. J'ai cité beaucoup de noms, je suis certain d'en avoir oubliés. Le temps n'est plus où un seul savant prestigieux donnait son nom à un système (Copernic) ou à une loi (Newton). L'astronomie moderne est une cathédrale en construction à laquelle mille artisans connus ou inconnus apportent leur pierre. La parallaxe du Soleil est une des statues du portail ; j'y vois un sourire comme celui de Reims qui signifie ici "cherchez, cherchez, courez après la troisième décimale, je sourirai toujours car après la troisième ..."

K.Mizar

Eléments de bibliographie

=====

- Laplace : Exposition du système du Monde.
- Pannoenck : A History of Astronomy (éd Allen and Unwin).
- Paul Couderc : Les étapes de l'astronomie (Que sais-je ? n°165)
- Lalande : Astronomie (éd 1771)
- Encyclopédie Scientifique de l'Univers, tome II, les étoiles, le système solaire (éd Gauthier-Villars)
- André Danjon : Astronomie Générale (éd Blanchard).

VISITE DE L'OBSERVATOIRE DE MEUDON

Depuis la rentrée scolaire de Septembre 1981, un service de visite et d'animation spécialement destiné aux scolaires fonctionne à l'Observatoire de Meudon.

Ces visites ont lieu tous les LUNDIS et VENDREDIS après-midi pendant les périodes d'activité scolaire, sur inscription au moins deux semaines à l'avance. Les demandes doivent être adressées au:

Service des Visites
Observatoire de Paris
92190 MEUDON
tel. 534 75 30 poste 347 ou 425 l'après-midi

Ces visites sont réservées à des groupes constitués: classes, clubs scolaires ou d'astronomie, associations de jeunes...

Le nombre de personnes est limité à 30 par visite (limite impérative). Il sera perçu 3 francs par élève, gratuité pour les accompagnateurs.

Au programme:

- Visite commentée des instruments suivants:
 - la grande lunette
 - la table équatoriale et le télescope de 60 cm
 - le spectrohéliographe
- Projection d'un montage audio-visuel
- Peuvent également être visités le télescope de 1 m et le rez-de-chaussée de la tour solaire.

Dans la mesure du possible, les visites sont adaptées au niveau des élèves, celui-ci pouvant aller du cours moyen à la terminale.

Il est souhaitable que ces visites ne soient pas seulement l'occasion d'une sortie agréable, mais constituent surtout un moyen permettant aux élèves de s'éveiller à l'Astronomie ou d'approfondir leurs connaissances.

Pour que ces visites puissent remplir effectivement ce rôle d'outil pédagogique, il est nécessaire qu'elles s'intègrent dans le cadre d'une progression ou d'une démarche pédagogique concernant l'astronomie. Les professeurs qui désireraient préparer leurs cours dans ce sens peuvent prendre contact avec moi à la même adresse que ci-dessus.

Alain DARGENCOURT - Professeur
chargé de l'animation scolaire à l'Observatoire

+++++
| Lectures pour la Marquise et pour ses amis |
+++++

Trois livres qui viennent de paraître retiendront l'attention des enseignants. En voici les références :

- Clefs pour l'Astronomie, par Jean-Claude Pecker, 318 pages, cartonné, édition Seghers.
- Aujourd'hui l'Univers, par Jean Audouze, 350 p., éd Belfond.
- La lumière, par Bernard Maitte, 344 p., collection "Points-Sciences", édition Seuil.

° °

Jean-Claude PECKER, professeur au Collège de France et membre de l'Académie des Sciences a écrit un livre de vulgarisation avec la compétence d'un chercheur de haut niveau et avec le goût pour la communication qu'il a toujours montré. Rappelons à ce sujet son livre "Papa, dis-moi, l'astronomie qu'est-ce que c'est ?" (éd Ophrys, 1975) destiné aux enfants comme son titre l'indique. Dans le cas présent, ces "clefs pour l'astronomie" sont destinées à des lecteurs attentifs ayant une bonne culture scientifique au départ mais pas forcément en astronomie. L'auteur conseille plusieurs façons d'aborder son livre ; on peut commencer par regarder les images (les photos sont en noir, peu nombreuses et classiques, l'ouvrage est un peu décevant sur ce plan) mais en revanche les schémas dus à la plume et à l'imagination de Pecker sont aussi attrayants qu'instructifs) ; ensuite, on peut lire le sommaire détaillé ce qui permet de choisir tel chapitre qui vous intéresse plus particulièrement ; reste la bonne solution, lire de bout en bout ce qui me paraît la meilleure façon et la plus agréable de lire ce livre. En effet, Pecker nous donne vraiment l'impression de dialoguer avec nous, de répondre aux questions que nous allions lui poser parce qu'il les suggère. Bref, voilà un vulgarisateur qui ne prend pas le lecteur pour un ignare ou un imbécile. Je ne sais quelle sera votre réaction, moi cela m'a fait plaisir !

Les premières clefs permettent au lecteur de comprendre quels sont les moyens d'exploration, analyse de la lumière et des divers rayonnements, quels sont les moyens pour les capter et les analyser (spectrographie, radioastronomie, astronomie spatiale), quelles sont les méthodes (astrométrie, mécanique céleste, distances, photométrie, etc). Avec raison, Pecker tient à formuler explicitement le postulat de l'universalité des lois physiques sans lequel il n'y aurait plus d'astronomie du tout ; sans lui, nous resterions aussi ignorants sur l'Univers que les hommes dans la caverne dont parle Platon sur les réalités extérieures à la dite caverne.

Deuxième jeu de clefs pour faire l'inventaire de ce qui est observable, les étoiles, la Galaxie et le milieu interstellaire, les galaxies et le milieu intergalactique.

Troisième trousseau de clefs pour pénétrer plus avant dans cet inventaire : ne plus voir les objets seulement tels qu'ils nous apparaissent mais comprendre que nous observons un Univers en évolution. Ce qui nous amène au problème cosmologique : la

théorie du "big bang" est généralement admise, mais ce n'est pas un dogme, la science doit ignorer ce genre de butoir. L'astrophysicien doit rester vigilant et critique, ouvert à toutes les données nouvelles qui peuvent proposer d'autres modèles. La science en évolution, école de l'esprit critique, voilà qui ne déplaît visiblement pas à notre auteur (à nous non plus).

Dernières clefs, pour revenir à l'homme et à son petit voisinage d'Univers, celui des planètes. Les progrès récents de la planétologie posent de façon nouvelle la problème de la formation des planètes et, s'il reste encore beaucoup à faire, c'est un sujet autrement attirant que les élucubrations astrologiques.

A la fin du livre, 34 pages de données bibliographiques ou numériques ainsi qu'un glossaire (on regrette l'absence d'un index alphabétique avec renvoi aux pages) complètent ce livre passionnant. Les lecteurs des Cahiers Clairaut le garderont à portée de la main à côté des Méthodes de l'Astrophysique de l'amie Lucienne.

°°

Jean AUDOUZE, directeur de l'Institut d'Astrophysique de Paris, est un spécialiste d'astrophysique nucléaire. Dans son nouveau livre, il entend nous faire saisir l'ampleur des progrès récents, disons depuis 30 à 40 ans, depuis l'avènement de la radioastronomie et de la prise en compte de toute la gamme des rayonnements. Il était assez naturel qu'il mette aussi l'accent sur la nucléosynthèse des éléments chimiques. Cela fait l'originalité de son livre qui est moins technique que le petit "Que sais-je ?" (n° 1473) qu'il avait signé avec Sylvie Vauclair.

Autre aspect instructif de son livre, y avoir fait une place à l'organisation de la recherche astronomique, problèmes politiques de la science et problèmes professionnels.

Je ne suis pas convaincu de l'intérêt des vingt pages réservées à un survol de l'histoire de l'astronomie. C'est forcément schématique, cela fait penser à la visite accélérée du Musée du Louvre par une troupe de touristes qui veulent avoir vu Paris et la Joconde by night (ou l'inverse) entre deux avions. Un peu déçu aussi de ne trouver dans le livre ni photographies ni index. En compensation, les schémas sont très clairs et la lecture, si elle n'est pas toujours facile, sera aidée par la lecture des livres précédemment cités.

°°

Bernard MAITTE enseigne la physique et l'histoire des sciences à l'Université de Lille I. Son livre "La lumière" est d'une formule originale, il se propose de faire comprendre les théories modernes de la lumière qui sont au coeur de la physique relativiste ou quantique en analysant l'histoire des conceptions sur la lumière depuis l'Antiquité. "En regardant d'un oeil critique l'histoire de la lumière, nous pourrions accéder à notre tour à cette logique savoureuse et amère que l'on appelle Science" écrit B.Maitte. Après des rappels sur les conceptions chez les Anciens et dans le monde arabe, la Renaissance avec Kepler ouvre la période des grandes découvertes. Descartes, Huygens, Newton...

encore une fois, comme en astronomie, mais ici spécialement pour la lumière, nous retrouvons le grand siècle. Au contraire, le siècle suivant, pourtant dit "des lumières" apporte peu d'idées nouvelles sur la lumière au singulier. Le renouveau vient plus tard, au XIX ème siècle, avec Malus, Fresnel, Young et enfin Maxwell en attendant la grande révolution relativiste après Michelson-Morley et enfin les quanta.

Grâce à ce livre, petit par le format mais riche et dense par le contenu, nous avons le sentiment de participer à une très grande histoire. Un sentiment que j'avais éprouvé en 1937 lorsque j'avais lu ce qui reste pour moi un modèle de bonne vulgarisation "la Physique nouvelle et les quanta" par Louis de Broglie. Une abondante bibliographie, une chronologie synoptique, un index alphabétique complètent ce beau livre auquel je me risque à faire une petite critique : la mesure de la vitesse de la lumière par Römer (illustrée ici par un très bon schéma) conduisait à une vitesse de 215 000 km/s (et non 350 000), l'erreur par défaut étant due à une mesure par défaut du retard des éclipses de Io ainsi qu'à une erreur par excès sur la parallaxe du Soleil, les deux erreurs se cumulant. Reconnaissez que cela n'enlève rien à l'intérêt du travail de Bernard Maitte. Et pour les astronomes, il n'y a pas sujet plus important à bien connaître, y compris dans son arrière plan historique : pour eux, la lumière, c'est leur pain quotidien.

G.W.

Dans les revues

===== Pour la Science. N°50 (décembre 81) Les ondes gravitationnelles émises par un pulsar par J.Weisberg, J.Taylor, L.Fowler. N°51 (janvier 82) Les premiers jours de la Terre par C.Allegre ; Les anneaux dans le système solaire par J.Pollack et J.Cuzzi. N°52 (février 82) Jupiter et Saturne par A.Ingersoll.

La Recherche. N°128 (décembre 81) L'observation de la Terre par radar par C.Elachi et A Fontanel. N°129 (janvier 82) Des accélérateurs cosmiques par C.Cesarsky et T.Montmerle.

Vers l'Education Nouvelle. Dans la revue des Centres d'Entraînement aux méthodes actives (CEMEA), notre collègue Gérard Frizet dans une série d'articles "Le ciel sur la tête" montre quel écho trouve l'astronomie dans des classes de l'académie d'Orléans Tours (du CMI aux Premières).

Pulsar. La revue de la Société Populaire d'Astronomie de Toulouse publie un numéro spécial Ephémérides 1982 (prix 45 F) : un document très précieux pour les astronomes amateurs qui donne, en plus des phénomènes à observer chaque mois et les positions des planètes, le catalogue Messier.

Calendrier 1982 . Le Groupement Astronomique Populaire de la Région d'Antibes (GAPRA) édite un calendrier 1982 ; prix 15 F par chèque au nom du GAPRA , 18 boulevard Chancel, 06600 Antibes.

CALENDRIER...

Si toute l'histoire de l'Univers (soit 15 milliards d'années) était réduite à l'échelle d'une année, on aurait le calendrier suivant:

- 1er Janvier à 0 heure: formation de l'Univers (Big Bang)
- 31 Août : formation du système solaire
- 10 Septembre : formation de la Terre
- 19 Décembre : apparition des premiers vertébrés
- 26 Décembre 15h : apparition des grands reptiles de l'ère secondaire
- 28 Décembre 16h : disparition des grands reptiles de l'ère secondaire
- 30 Décembre 12h : début de l'ère tertiaire
- 31 Décembre 22h14min : les Australopithèques
- 31 Décembre 23h8min : début de l'ère quaternaire
- 31 Décembre 23h46min : le Pithécanthrope
- 31 Décembre 23h58min32s : l'homme de Cromagnon
- 31 Décembre 23h 59 min 52s, soit 8s avant minuit : Ramsès II; Abraham
- 31 Décembre, 6s avant minuit: Nabuchodonosor; Thalès; Pythagore.
- 31 Décembre, 5s avant minuit: Périclès; Euclide; Archimède.
- 31 Décembre, 4s avant minuit: Naissance de Jésus Christ.
- 31 Décembre, 3s avant minuit: Clovis
- 31 Décembre, 2s avant minuit: Charles Martel bat les arabes à Poitiers.
- 31 Décembre, 1s avant minuit: Mort de Jeanne d'Arc.
- 31 Décembre, 0,8s avant minuit : Mort d'Henri IV.
- 31 Décembre 0,6 s avant minuit : Mort de Louis XIV.
- 31 Décembre 0,4 s avant minuit : début de la Révolution française.
- 31 Décembre 0,17s avant minuit : début du XXème siècle.
- 31 Décembre 0,14s avant minuit : début de la guerre 14-18
- 31 Décembre, 0,09s avant minuit : début de la guerre 39-45
- 31 Décembre, 0,05s avant minuit : lancement du premier satellite artificiel
- 31 Décembre, 0,04s avant minuit : le premier homme dans l'espace
- 31 Décembre, 0,03s avant minuit : le premier homme sur la Lune
- 31 Décembre, 0,01s avant minuit : Jean-Paul II devient Pape

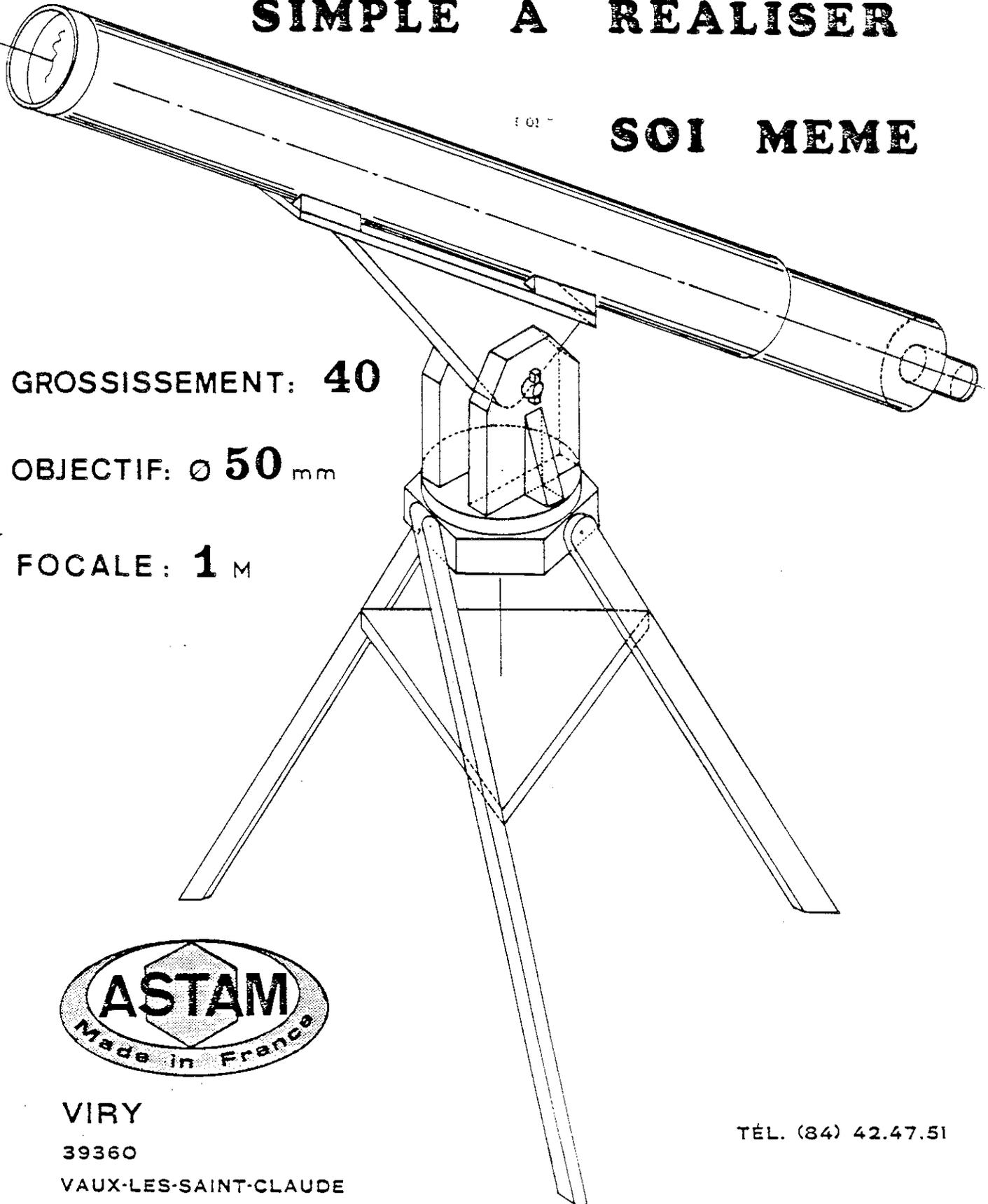
Ce travail a été fait avec des élèves de Terminale D qui n'en revenaient pas!

Michel Grellier

LUNETTE ASTRONOMIQUE

SIMPLE A REALISER

SOI MEME



GROSSISSEMENT: **40**

OBJECTIF: \varnothing **50** mm

FOCALE: **1** M

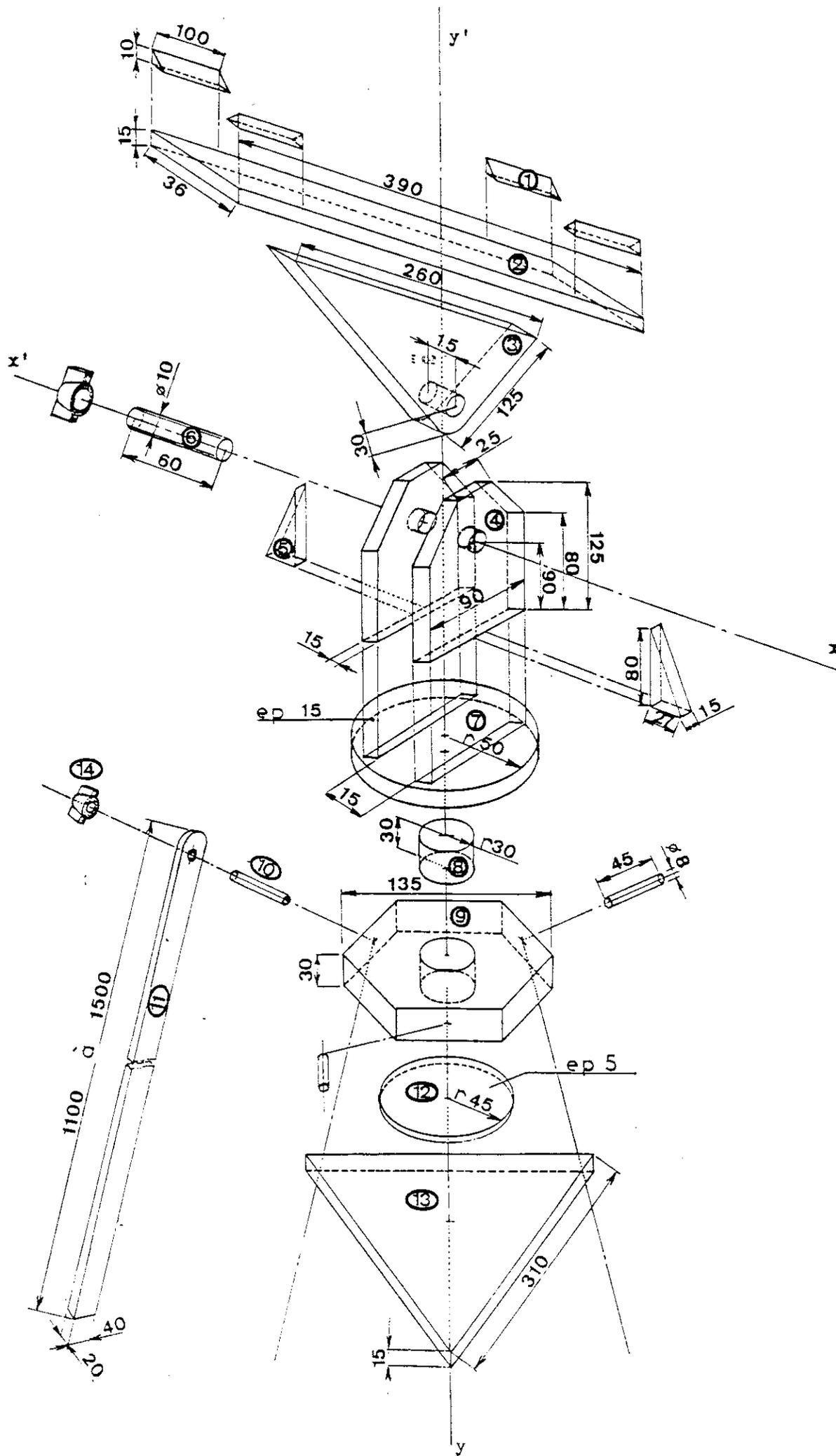


VIRY

39360

VAUX-LES-SAINT-CLAUDE

TÉL. (84) 42.47.51



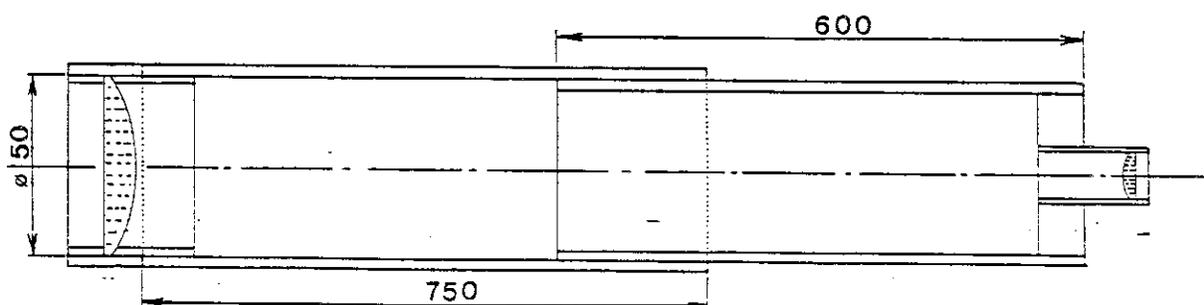
I LA MONTURE

Pièces en contre plaqué à découper suivant le plan
ci-contre, mesures en millimètres.

- Marche à suivre pour le montage:

- a) Coller 1, 2 et 3.
- b) Coller 4 (les deux pièces) sur 7.
Veiller à ce que l'écartement soit symétrique et
soit de la même épaisseur que 3.
- c) Coller 5 sur 7 et 4, puis 8 dessous 7.
- d) Visser trois tiges filetées $\varnothing 8$ dans la base 9,
de façon qu'il en reste 30 à 35 mm à l'extérieur.
(Percer un avant trou $\varnothing 7,5$, puis visser et coller)
- e) Monter l'ensemble 4,5,7,8, sur 9.
8 doit tourner facilement mais sans trop de jeu dans
le trou $\varnothing 60$ de 9. Coller ou visser 12 sous 8 en
rajoutant au besoin des rondelles de papier entre
8 et 12 de façon à laisser une libre rotation de
l'ensemble dans 9 .
- f) Monter les trois pieds 11.
- g) Pour augmenter la stabilité et la rigidité de l'en-
semble, fixer le triangle 13 avec des vis à bois.
Ajuster au mieux ce triangle en limant partiellement
les angles afin de l'adapter au mieux entre les trois
pieds. Procéder par tâtonnements.

II LA LUNETTE



- La focale de l'objectif est de 1 m, et celle de l'oculaire de 25 mm
les deux lentilles sont donc distante de 1025 mm.
- La fixation de la lunette sur la monture est effectuée à l'aide de
gros élastiques enserrant le tube de longueur 750 mm et les pièces
repérées 1 et 2.

QUE PEUT ON OBSERVER AVEC CETTE LUNETTE ?

- La Lune et ses cratères.
- Les planètes: Vénus et ses phases, Jupiter et ses satellites, Saturne avec son anneau.
- Des étoiles doubles et multiples.
- Objets divers: M 42, M 31, M 13,..... (voir une carte).
- Le Soleil et ses taches. ATTENTION: ne jamais observer le Soleil directement. Procéder par projection, mettre un écran blanc (feuille de carton blanc) à environ 10 cm derrière l'oculaire, le Soleil se projetra dessus.

UTILISATION DE LA LUNETTE

- Cette lunette est à monture dite monture azimutale: un axe vertical $y y'$ et un axe horizontal $x x'$. Ces deux axes doivent tourner librement avec un léger frottement. La mise au point de l'oculaire se fait en poussant ou en tirant le petit tube en carton. Pour reperer plus facilement l'objet à observer, viser en gardant les deux yeux ouvert.

CONCLUSION

- Cette lunette très simple et très facile à réaliser, ne donne pas des images de bonne qualité en raison du non achromatisme de l'objectif; mais cette lunette aura une grande valeur pédagogique pour les enseignants et animateurs de clubs.

* CONSTRUISEZ VOTRE TELESCOPE *

- Miroir concave ϕ 93 mm - Focale 900 mm - Miroir plan - Oculaires - Plan de montage complet du télescope et de sa monture (équatoriale) -

.Documentation et tarifs sur demande.

Miroirs paraboliques de Télescope.

Abrasifs et produits à polir.

Disques bruts.

Tubes pour Télescopes, etc...

Documentation sur demande.



A PROPOS DE L'EXPOSITION "INITIATION A L'ASTRONOMIE"

L'article publié dans le numéro 9 des Cahiers CLAIRAUT m'a valu un très abondant courrier et je remercie tous les professeurs qui m'ont fait part de l'intérêt qu'ils portent à ce genre d'exposition.

Durant l'année scolaire 1980 - 1981, l'exposition a circulé dans l'académie de Clermont - Ferrand.

Depuis la dernière rentrée scolaire, elle a été mise à la disposition de la Fédération des Oeuvres Laïques et d'Education Permanente (F.O.L.E.P.) du département de la Vienne, jusqu'en Juin 82 . Les enseignants de cette région peuvent prendre contact avec cet organisme s'ils veulent recevoir l'exposition dans leur Etablissement. Mais je sais que le calendrier de circulation est déjà très chargé ...

Une exposition pour toute la France, c'est bien peu. Il reste cependant à espérer que la Mission d'Action Culturelle du Ministère de l' Education Nationale et que la Mission Interministérielle d'Information sur les sciences et techniques, qui étaient conjointement les promoteurs de cette exposition , aient bientôt les moyens d'en faire réaliser des copies, comme celà était prévu initialement.

A suivre dans les Cahiers CLAIRAUT.

Alain DARGENCOURT

- BON DE COMMANDE -

KIT permettant la réalisation d'une lunette astronomique simple (lentilles simples).
Objectif Ø 50 mm - Focale 1 m - Oculaire grossissement 40 X - Plan de montage complet
joint gratuitement à chaque envoi -

Mme. Melle. Mr -----

Adresse -----

Désire recevoir à l'adresse ci-dessus :

. ___ jeu(x) de lentilles simples	X	50 F =	-----	F	
. ___ jeu(x) de tubes carton	X	28 F =	-----	F	
. ___ jeu(x) de lentilles + tubes	X	70 F =	-----	F	
		TOTAL	-----	F	

Facture jointe
à chaque envoi.

Ci-joint mon règlement ----- F

Bon de commande à retourner chez : ASTAM Virv 39360 VAUX LES St CLAUDE

Tel : (84)42.47.51

ECOLE D'ETE INTERNATIONALE EN ASTRONOMIE

L'Université Pierre et Marie CURIE organise pour l'été 1982, une Ecole Internationale en Astronomie à l'intention des professeurs des disciplines scientifiques de l'enseignement secondaire. L'école aura lieu à MARVEJOLS, en France, pendant la période du 23 Août au 3 Septembre. La langue utilisée sera le français.

Des cours théoriques prendront pour thème "l'Energie" - ses différentes formes et manifestations dans l'Univers, la façon dont intervient la notion d'énergie dans une grande variété de phénomènes, ainsi que le problème général de son origine. L'approche sera pluridisciplinaire.

L'école insistera sur des travaux pratiques à base d'instruments "de fortune"; toutefois, les participants auront aussi à leur disposition un large éventail d'instruments traditionnels d'amateur. Les conditions nocturnes dans le voisinage de MARVEJOLS sont généralement très bonnes.

MARVEJOLS, en Lozère, se trouve à environ 200 km au sud de Vichy, pas loin du Parc National des Cévennes. L'accès par le train ou en voiture est facile.

Les participants sont logés dans les hôtels du village; les prix des chambres (le plus souvent avec un lit pour deux personnes ou deux lits simples) varient de 50 à 80 Francs environ, petit déjeuner compris, selon la catégorie de l'hôtel et la qualité de la chambre (lavabo, douche ou salle de bains). Le camping est possible et, si besoin est, nous pouvons organiser pour un prix modique une garderie d'enfants.

Une contribution aux frais généraux de 150 francs sera demandée à chaque participant.

Tous les détails, y compris un bulletin d'inscription, peuvent être obtenus en écrivant (le plus tôt possible et en indiquant le type de chambre dont vous auriez éventuellement besoin) à :

L.M. CELNIKIER
Observatoire de Meudon
Place Janssen
92190 - MEUDON France

Vous êtes priés de joindre une enveloppe timbrée pour la réponse.

AVEZ-VOUS PENSE A VOUS

REABONNER ?

(VOIR CONDITIONS P 2)

Courrier des lecteurs

UMa

=== Jacques Ollier (Noisy-le-Sec), après avoir lu l'article de Michèle Gerbaldi sur la Grande Ourse (voir CC 15) nous écrit :

"Ovide, dans les Métamorphoses, parle une première fois de la constellation lorsqu'il raconte la légende de Phaéton, fils du Soleil, qui avait voulu conduire le char de son père. Il en dit : "Alors les Sept Trions de la région de glace connurent l'ardeur des rayons du Soleil et tentèrent vainement de plonger dans l'onde qui leur est interdite... Et tois aussu, rapporte-t-on, tu t'efuis plein de trouble, Bouvier, si lent que tu fusses à te mouvoir et bien que prisonnier de ton chariot."

Les Sept Trions, ce sont les sept boeufs de labour conduits par le Bouvier. Ceux-ci ne se couchent jamais et habitent la région de glace (en français le septentrion).

Un peu plus loin, lorsqu'il assimile cette fois la constellation à l'Ourse en reprenant la légende de Callisto telle qu'elle est citée dans l'article, il ajoute que Junon (encore elle), jalouse de ce que sa rivale Callisto et son fils Arcas aient été transformés en étoiles resplendissantes, a fait une démarche auprès des dieux maritimes, Téthys et l'Océan, afin que ceux-ci interdisent aux Sept Trions de venir se baigner dans leurs eaux (le bain ayant pour Ovide une vertu purificatrice que Junon, déesse du mariage et de la légitimité pour les Romains ne pouvait admettre).

A noter de plus qu'en grec le Bouvier était plutôt nommé Arctophylax ou Arctouros, ce qui veut dire : le gardien de l'Ourse."

Arcturus

===== D'une lettre de William Mountebank (Strafford on Avon):

Dans son livre Some famous stars, W.M.Smart écrit (p.41) qu'on était parvenu, avant Bessel, à un résultat sur la distance d'Arcturus en comparant son éclat à celui du Soleil. Comparaison qui s'appuyait sur l'hypothèse que les deux étoiles avaient le même éclat intrinsèque.

Le résultat auquel on serait parvenu plaçait Arcturus 3,25 millions de fois plus loin que le Soleil (au lieu de 2,5 millions de fois).

Qui aurait fait cette mesure et quand ? Smart ne le dit pas."

Le planétarium de Strasbourg

===== Depuis décembre 1981, un Planétarium installé dans l'ancienne salle méridienne de l'Observatoire de Strasbourg est ouvert au public. L'installation a été financée par la municipalité, le fonctionnement est confié à l'Université Louis-Pasteur, la gestion étant assurée par le Département d'Education Permanente, la direction scientifique étant assurée par l'UER Observatoire et plus personnellement notre amie

Agnès Acker. La vocation de ce planétarium est essentiellement éducative : diffuser des informations scientifiques correctes et accessibles à tous ; ce faisant lutter contre les aberrations entretenues par les marchands d'horoscopes et autres batteleurs de la science fiction.

L'instrument et sa coupole ont été construits par la firme américaine SPITZ et installés à Starsbourg par la Société française d'optique J.MEDAS. C'est le premier instrument de ce type en France, le second en Europe :

- La coupole, hémisphère de 8,24 m de diamètre est suspendue ce qui autorise de plus grands dégagements ; 65 spectateurs peuvent être accueillis.
- Les étoiles projetées sont de deux types ; les 80 les plus brillantes sont obtenues par projecteurs individuels, l'image stellaire apparaît ponctuelle, l'éclat réel est respecté et pour les plus brillantes, la couleur ; une boule percée de 2300 trous complète le ciel boréal avec une grande précision.
- Les mouvements sont réalisés autour de quatre axes, la rotation diurne, les variations de latitude, la révolution annuelle et un déplacement complet ; de plus le mouvement de précession est bien reproduit.
- Un système d'automatisation avec cassettes type ordinateur permet l'enregistrement de programmes.

Deux programmes de vingt minutes ont été ainsi préparés (après 4 et dix heures de travail). Pendant les deux mois de la période d'essais, ces programmes ont été utilisés une dizaine de fois. Les responsables envisagent de présenter un nouveau thème tous les deux mois avec un personnel de service réduit, une secrétaire et un opérateur et l'aide occasionnelle d'amateurs d'astronomie.

Des cours d'astronomie seront organisés pour les enseignants. Des séances en soirée accueilleront le grand public et une fois par mois seront suivies d'une visite des coupoles de l'Observatoire et l'observation du "vrai" ciel sous la direction d'astronomes de l'Observatoire de Strasbourg.

Pour de plus amples renseignements sur cette importante réalisation, les lecteurs des Cahiers Clairaut s'adresseront à Madame Agnès Acker, Observatoire de Strasbourg, 11 rue de l'Université.

Le temps

===== L'équipe de l'A.D.C.S. (Association pour le Développement de la Culture Scientifique) qui édite la revue Le Petit Archimède a édité en 1980 un livre de 300 pages sur le nombre π , travail collectif de 40 collègues qui a demandé plus de quatre années. Encouragée par le succès de cette première entreprise (en plus de la revue), l'équipe engage ses forces dans un nouveau numéro spécial sur le thème du temps. Parce qu'il touche tout à la fois aux sciences (astronomie, physique, géographie, biologie, ...) et à leur histoire mais aussi à l'histoire des peuples de leurs croyances, de leurs techniques, ce sujet très riche doit retenir l'attention des lecteurs des Cahiers Clairaut.

Appel est donc adressé aux lecteurs ; leurs idées, leurs suggestions, leurs propositions d'étude seront pris en compte. Tous renseignements, y compris sur le plan bibliographique ou iconographique seront accueillis avec intérêt. Leur participation peut aussi se concrétiser par l'écriture d'articles qui seront examinés par le comité de rédaction de l'A.D.C.S.

Pour tout renseignement sur le projet PAT, écrivez à A.D.C.S. (PAT), 61 rue Saint-Fuscien, 80000 Amiens.

Les Pléiades

===== On sait quel beau travail a été réalisé par le club des Pléiades, au CES Valeri de Nice, sur Galilée, dans le cadre d'un PACTE. Le club dispose maintenant d'un bon télescope qu'il a construit lui-même et d'un planétarium acquis à de bonnes conditions. Pour bien utiliser ce précieux matériel, le club entreprend la construction d'un observatoire dans la cour de récréation du CES. Grâce à des concours bénévoles, en particulier celui d'astronomes de l'Observatoire de Nice pour la conception, la réalisation va commencer. Un crédit de 50 000 F a été réuni par la Caisse d'allocations familiales, la Ville de Nice, la Jeunesse et les Sports, etc. Un délai de deux ans est prévu pour mener la construction à son terme.

Un bel exemple, en tout cas, de ce que peut faire un club et bravo pour ses animateurs.

A Besançon

===== L'Association Astronomique de Franche-Comté a publié en décembre 1981 le premier numéro de sa revue. Nous souhaitons longue vie et prospérité à notre confrère qui propose dans son premier sommaire :

- Pour une première connaissance du ciel par J.-P. Marchand
- Visibilité des planètes de janvier à mars 82
- Le solstice d'hiver par P. Chopard
- L'étoile des rois mages par J.P. Parisot
- Calendrier et astronomie chez les Mayas de l'Amérique centrale par A. Hayli.

On y aura relevé le nom de Jean-Paul Parisot, astronome à l'Observatoire de Besançon dont les lecteurs des Cahiers Clairaut ont déjà fait la connaissance par son article sur l'origine du système solaire dont le début a paru dans le numéro 15 et la suite dans le présent numéro.

Sciences et Loisirs

===== Voici un nouveau journal d'information pour les scientifiques amateurs. Son adresse : 5 rue de la Baume, 75008 Paris, abonnement 6 mois 60 F, un an 120 F. Le Rédacteur en chef est Jean-Paul Trachier que nous connaissons comme l'animateur d'un club très actif à Triel, un club qui accueille volontiers les groupes scolaires.

Dans le n°4 du 10 janvier de Sciences et Loisirs, nous lisons l'annonce d'un concours d'astronomie ouvert à tous les élèves de Sixième des établissements scolaires de France. Le thème du concours : faire trois dessins représentant

- un paysage lunaire avec la Terre à l'horizon ;
- un observatoire spatial qui orbite autour de la Terre ;
- une création libre, imaginer un ciel de rêve, ...

La date limite est fixée au 28 avril 1982. Pour recevoir le règlement du concours, écrire, en joignant un timbre pour la réponse à l'organisateur du concours : Société Populaire d'Astronomie de Toulouse, concours d'astronomie, BP 626, 31002 Toulouse. Une bonne occasion pour nous de saluer le dynamisme de cette société

Alsace astronomie

===== Le Bulletin n°7 du groupe Alsace de la SAF contient deux articles sur la photographie, planétaire par C.Arsidi et astrophotographie par R.Mosser, un article original sur le tourisme astronomique en Angleterre, enfin un article sur l'observation des étoiles variables.

Une commémoration

===== On notera tout de suite que le 12 octobre 1682, l'abbé Picard est mort. On se rappelle que c'est lui qui embaucha le jeune Römer lors de son voyage à Copenhague. Mais Picard est un astronome qui eut bien d'autres mérites. Les Cahiers Clairaut ne manqueront pas d'en reparler.

L'âge du capitaine

===== En rangeant de vieux papiers, K.Mizar a retrouvé une coupure de journal qu'il nous a transmise :

"Un ancien capitaine au long cours n'a plus que quelques mois à vivre. Il a toujours attendu pour mourir que le millésime de l'année de son trépas présente la même particularité que le millésime de l'année de sa naissance. Quel est l'âge du capitaine à la veille de sa mort ?"

Pour vous aider à répondre, K.Mizar nous rappelle que le problème était posé par M.Doublemètre, professeur de mathématiques amusantes à l'Université de Pythagore, USA, dans le numéro du 6 décembre 1935 de Vendredi ; et la date de parution est importante. Nous publierons la meilleure réponse reçue dans CC 17.

Des anneaux à l'intérieur des anneaux

===== Dans New Scientist du 28 janvier 82, Nigel Henbest fait état de résultats nouveaux sur l'anneau F de Saturne découvert par Voyager. Les enregistrements du photopolarimètre révèlent une structure fine, des dizaines d'anneaux là où la photographie n'en révélait qu'un.

