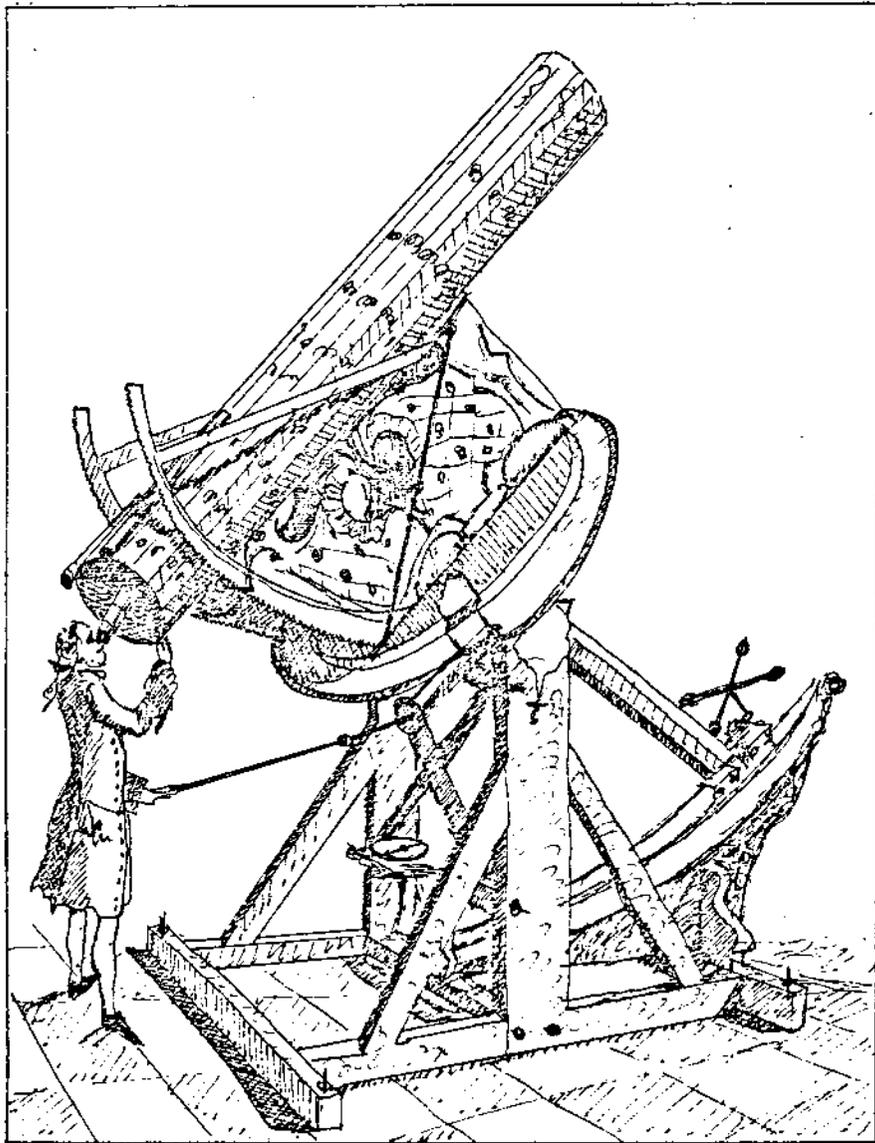


les cahiers clairaut

bulletin du comité de liaison astronomes et enseignants



n°2-automne 1978.

LES CAHIERS CLAIRAUT

N°2 - Automne 1978

SOMMAIRE

Editorial 3

Les phases de la Lune 4

Et maintenant réfléchissons!..... 6

Courrier des lecteurs 7

Une expérience d'astrologie..... 13

L'astronomie dans l'enseignement secondaire en France..... 15

Un coup d'oeil sur le passé..... 20

A propos du paradis et de l'enfer 20

Une expérience d'astronomie en 1^{ère} A 22

Et maintenant réfléchissons! (réponses) 24

Bibliographie 25

L'école de Champtercier(29 août-6 septembre 1978)..... 30

Errata..... 35

Ecole d'été de Tarbes (juillet 1978)..... 36

Stages C.E.M.E.A. d'astronomie..... 37

Astronomie pour nos élèves 38

Comité de rédaction :

L.Bottinelli, J.Dupré, M.Gerbaldi, L.Gouguenheim, G.Walusinski

EDITORIAL

Voici le numéro 2 des Cahiers Clairaut, numéro de la rentrée... un peu en retard sur l'équinoxe d'automne. Si besoin était, vos nombreuses demandes d'abonnement (230 demandes individuelles à ce jour) nous ont bien manifesté que ce journal de liaison était nécessaire. Une autre satisfaction également est que les enseignants contribuent eux-mêmes pour une part importante aux textes de ce bulletin. En effet, celui-ci ne doit pas être un journal des astronomes "pour les enseignants" il est essentiel qu'il soit d'abord un moyen d'échanges et de dialogues.

Faites nous part de vos suggestions et critiques, surtout envoyez-nous des textes et documents relatant vos réalisations, les problèmes que vous rencontrez pour enseigner de l'astronomie etc... Le prochain numéro (numéro 3 : hiver 78 - 79) est prévu pour le début de l'année 1979.

Si vous n'êtes pas déjà abonné (et seulement dans ce cas !), vous pouvez le faire en découpant la fiche ci-dessous et en la renvoyant une fois remplie. Une contribution financière de 10 francs par an (3 numéros) nous permettrait d'équilibrer notre budget (chèque à établir à l'ordre de L.Gouguenheim, CCP 16921 06 B Paris).

La rédaction

DEMANDE D'ABONNEMENT (3 numéros par an)

Mr, Mme, Melle :

.....

Adresse personnelle:

.....

.....

Adresse de l'Etablissement :

.....

.....

souhaite s'abonner et recevoir les "Cahiers Clairaut" à partir du n°:
 (remplir et renvoyer cette fiche à Mme F.Delmas, Institut d'Astrophysique, 98 bis Boulevard Arago, 75014 PARIS).

LES PHASES DE LA LUNE

1. - La Lune est l'unique satellite de la Terre ; ses dimensions sont tellement importantes que l'ensemble Terre-Lune peut être considéré comme une planète double : 3 480 km de diamètre moyen pour la Lune contre 12 742 km pour la Terre.

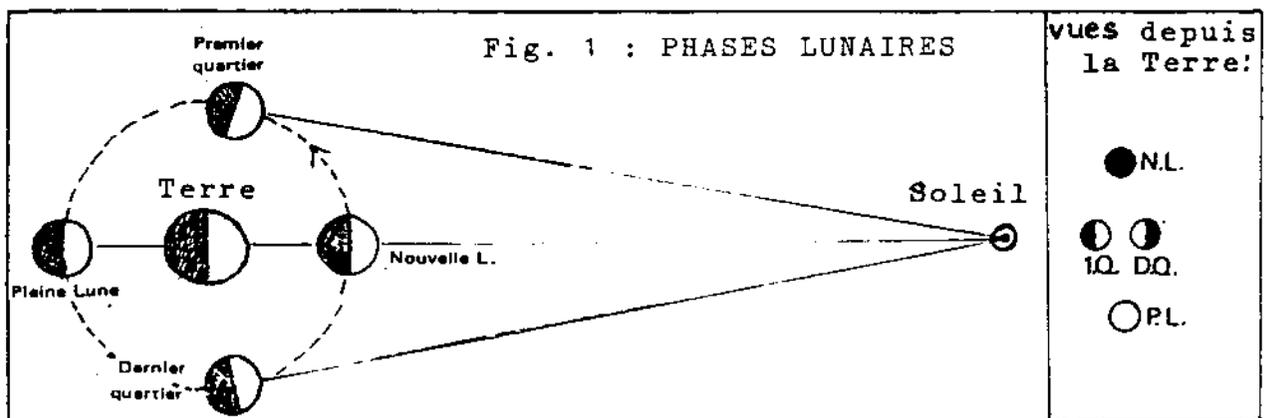
La Lune tourne autour de la Terre à une distance moyenne de 384 400 km, sur une orbite très légèrement excentrique ($e = 0,055$), ce qui fait varier la distance Terre-Lune de 405540 à 363260 km, et le demi-diamètre angulaire de la Lune de 14',8 à 16',5. Le plan de révolution de la Lune est faiblement incliné par rapport à l'écliptique, plan de révolution de la Terre autour du Soleil : $i = 5^{\circ}8'$. La durée de la révolution de la Lune autour de la Terre est de 27 jours 7 heures 43 minutes, durée appelée PERIODE SIDERALE.

Notons que la Lune tourne sur elle-même pendant environ le même temps, en 27,25 jours, autour d'un axe incliné de 6°5' sur l'écliptique, dans le même sens que celui de la révolution autour de la Terre, ce qui fait qu'elle présente toujours la même face à un observateur terrestre.

En fait, de petits mouvements de libration balancent la Lune ; elle montre, à 14 jours d'intervalle, ses deux pôles, parce que son axe de rotation est incliné sur le plan de l'orbite, et que cette orbite n'est pas circulaire.

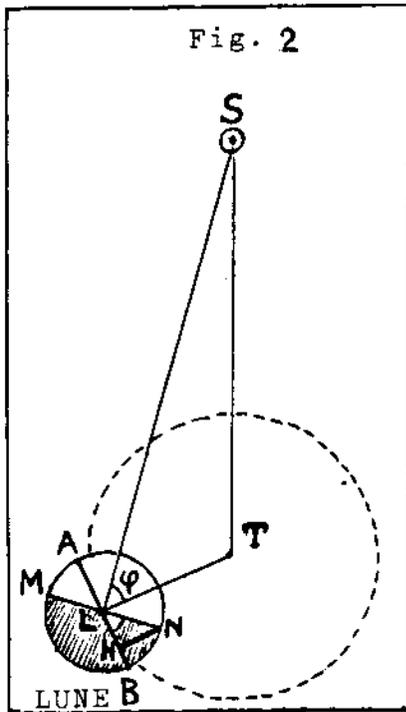
De plus, en des points différents de la Terre, on ne voit pas la même demi-lune. Tous ces mouvements permettent de voir, depuis le sol terrestre, 59% de la surface lunaire.

2. - Le disque lunaire sera vu plus ou moins éclairé selon les positions respectives de la Lune, de la Terre et du Soleil ; l'aspect de la Lune passe par des phases. La Figure 1 schématise les 4 phases typiques.



Comme la distance Terre-Soleil (environ 150 millions de km) n'est pas infinie par rapport à la distance Terre-Lune, les intervalles de temps séparant les différentes phases ne sont pas égaux : le laps de temps écoulé entre la nouvelle Lune et le premier quartier sera plus court que celui séparant le premier quartier de la pleine Lune (voir exercice ci-dessous).

Une expression quantitative de la phase peut être définie (voir Fig. 2). Le Soleil S éclaire l'hémisphère MAN de la Lune ; depuis la Terre, située en T, on voit l'hémisphère ANB, dont seule la partie AN est éclairée. Donc seule la fraction $p = AH/AB$ du diamètre lunaire est définie par cette fraction p. Soit $AB = 2R$.



Le Soleil S éclaire l'hémisphère MAN de la Lune ; depuis la Terre, située en T, on voit l'hémisphère ANB, dont seule la partie AN est éclairée. Donc seule la fraction $p = AH/AB$ du diamètre lunaire est définie par cette fraction p. Soit $AB = 2R$.

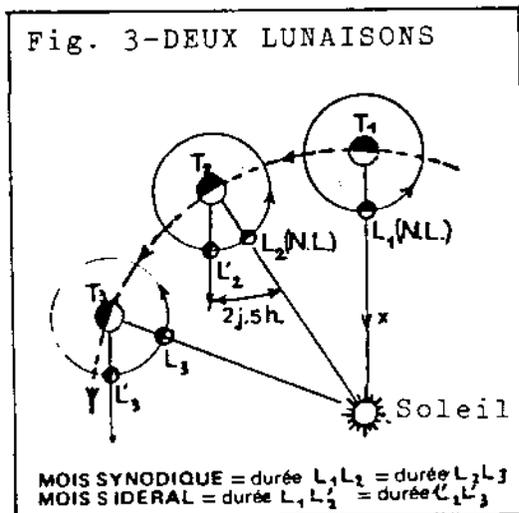
$$p = (R + LH)/2R = (1 + \cos \varphi)/2$$

On a les correspondances suivantes :

ASPECT	PHASE p	ANGLE φ
nouvelle lune	0	180°
premier quartier	0.5	90°
pleine lune	1	360° (0°)
dernier quartier	0.5	270°

3 . - La Fig. 1 suppose que le seul corps mobile est la Lune ; or, en réalité, pendant que la Lune tourne autour de la Terre (tout en tournant sur elle-même), la Terre tourne autour du Soleil (tout en tournant sur elle-même), tous ces mouvements de révolution et de rotation se faisant dans le même sens.

En particulier, pendant une période sidérale où la Lune effectue un tour complet L_1L_2' de la Terre par rapport à



une direction fixe dans l'espace, la Terre aura parcouru une fraction $\widehat{T_1T_2}$ non négligeable de son orbite annuelle : $\widehat{T_1T_2} \approx (360^\circ/365j.) \times 27,3j \approx 27^\circ$. En L_2' on ne verra donc pas la Lune sous le même éclairement qu'en L_1 ; il faudra encore plus de 2 jours pour retrouver, en L_2 , le même aspect (ici la nouvelle Lune, voir Figure 3).

La durée séparant deux phases identiques de la lune est appelée PERIODE DE REVOLUTION SYNODIQUE, égale à 29 jours 12 h. 44 mn, durée appelée encore lunaison.

La Terre présente à la Lune des phases complémentaires : la "nouvelle lune" correspond à la "pleine terre". Le disque lunaire apparaît alors gris sur le fond du ciel, baigné par la "lumière cendrée" venant de la pleine terre.

Agnès Acker, Observatoire de Strasbourg

ET MAINTENANT REFLECHISSONS !

Problème 1 : Peut-on observer la Lune en plein jour ?

Problème 2 : A quel moment de la journée (matin, midi ou après-midi) peut-on observer :

- la Lune dans son premier quartier ?
- la Lune dans son dernier quartier ?
- la pleine Lune ?

L'heure d'observation et la position de la Lune dans le ciel renseigne donc sur "l'âge de la Lune" (on désigne souvent par ce terme la durée écoulée depuis la nouvelle Lune). Un moyen simple - déjà signalé dans les Cahiers Clairaut n°1, p. 25 - permet cependant d'identifier le premier ou le dernier quartier : un observateur de l'hémisphère Nord peut former la lettre "p" ou "d" en prolongeant le terminateur vers le haut ou vers le bas :



Problème 3 : Ce moyen mnémonique est-il valable pour un observateur de l'hémisphère Sud ?

Problème 4 : Comment un observateur placé à l'Equateur voit-il la Lune lors de ses différentes phases ?

Que devient en particulier la règle de la lettre "p" ou "d" ?

(réponses p.24)

COURRIER DES LECTEURS

Rappelons que nous souhaitons faire écho, dans cette rubrique, à toute question posée par un lecteur. Ou bien nous tâchons d'y répondre, ou bien nous sollicitons l'aide d'autres lecteurs. Ecrire à Gilbert Walusinski, 26 Bérengère, 92210 Saint-Cloud. J.P.ROSENSTIELH (Le Mans) a montré l'exemple en posant plusieurs questions puis en répondant à certaines d'entre elles.

Question 1 : Pourquoi reprocher à un calendrier de reproduire une information exacte (Cf Cahier Clairaut, n°1, p7)? (JPR)

Réponse : il est vrai que notre rédaction prête à la critique. Les calendriers usuels reproduisent partiellement l'information exacte et complète donnée par les éphémérides du Bureau des Longitudes. Celles-ci donnant l'équinoxe de printemps au 20 mars 1978 à 23h34 mn TU, les calendriers donnant les dates en temps civil auraient du écrire 21 mars 0h34.

Question 2 : Les éphémérides du B des L donnent les positions α, δ des principaux objets en fonction du temps. Existe-t-il des relations relativement simples du type $\alpha = \alpha_0 + f(t)$ qui permettent de dresser ces tables ? (JPR)

Réponse de B.MORANDO, astronome au Bureau des Longitudes:
"Le B des L donne les α et δ des astres du système solaire. Pour les calculer, on part des longitudes et latitudes de ces astres (le plan de référence est alors l'écliptique), qui sont des fonctions du temps extrêmement complexes sommes de polynomes du temps (de la forme $a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots$) et d'un grand nombre de termes périodiques de périodes et d'amplitudes toutes distinctes. Il est donc impossible de donner des formules de la forme demandée sauf si l'on se contente d'une précision

très grossière."

Question 3 : Connaissant l'instant précis d'une occultation d'étoile par la Lune à Paris, comment peut-on calculer cet instant en un autre lieu ? Au Mans j'ai observé des décalages de plusieurs minutes. (J.P.R.)

Réponse de B.MORANDO : "L'instant du début d'une occultation d'étoile par la Lune ne se calcule pas aisément quand on connaît cet instant pour un autre lieu. En effet, pour calculer une occultation on se sert d'un plan perpendiculaire à la direction de l'étoile qui sera occultée. Dans ce plan, le centre de la Lune se projette en un point de coordonnées x et y fonctions du temps par l'intermédiaire de l'ascension droite, de la déclinaison et de la parallaxe de la Lune (on suppose fixes les coordonnées équatoriales de l'étoile) ; le lieu d'observation se projette en un point de coordonnées ξ et η fonctions du temps sidéral local et des coordonnées du lieu ~~à la~~ surface de la Terre. L'occultation commence quand

$$p = \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}$$

devient égal à k , k étant le rayon de la Lune (l'unité de longueur est le rayon de la Terre et alors $k = 0,27$ environ) Quand $p - k$ s'annule pour un lieu donné, il n'est pas nul pour un autre lieu. Il faut faire des calculs pour chaque lieu considéré indépendamment.

Si l'on veut étudier le phénomène pour l'ensemble de la Terre, il faut considérer à un instant donné le cylindre circonscrit à la Lune et dont les génératrices sont parallèles à la direction de l'étoile. Ce cylindre découpe à la surface de la Terre une courbe à l'intérieur de laquelle il

il y a occultation à l'instant considéré. Du fait de la rotation de la Terre et du mouvement de la Lune, cette courbe enveloppe une autre courbe à l'intérieur de laquelle il y aura occultation à un moment ou à un autre. Pour les points de la Terre situés sur cette enveloppe l'occultation est rasante."

Question 4 : A propos de l'équation du temps, 1°) Quels sont les phénomènes à l'origine de ce décalage entre le temps solaire moyen et le temps solaire vrai ? 2°) qui a trouvé pour la première fois cette "équation" ? (J.P.R.)

Notre réponse (partielle) : le mouvement apparent du Soleil sur l'écliptique n'est pas uniforme du fait de la loi des aires (Kepler II). L'obliquité de l'écliptique sur l'équateur entraîne d'autres inégalités. Pour définir un temps solaire moyen, on recourait jadis à la définition d'un "soleil moyen, mobile fictif situé sur l'équateur céleste et dont l'ascension droite croissait uniformément. A. Danjon (cf sa Cosmographie, éd Hatier 1948) remarque : "Il faut bien se garder de définir le soleil moyen comme un mobile dérivant l'équateur céleste d'un mouvement uniforme. Comme cela impliquerait l'existence d'une origine déterminée dans le plan de l'équateur, laquelle ne peut exister en raison de la précession des équinoxes, une telle définition n'a aucune signification. Le soleil moyen ne peut être défini correctement que par l'expression de son ascension droite."

Il est instructif de passer en revue ce que disent les textes anciens ou modernes du temps moyen, de l'équation du t : La Connaissance des temps de 1979 ignore cette dernière expression désuète : "Le temps moyen, en un lieu donné, se

déduit du temps vrai en ce lieu en retranchant de celui-ci la somme de ses inégalités séculaires et périodiques telles que la théorie les fournit. Le temps moyen serait donc, par définition, un temps uniforme dans la mesure où les théories de la rotation et de la translation de la Terre seraient correctes."

Les Ephémérides 1978 du B des L : "La somme des inégalités du temps solaire vrai porte le nom d'équation du temps. Si l'on débarrasse le temps solaire vrai de l'équation du temps on obtient le temps solaire moyen. La convention de signe adoptée dans la définition de l'équation du temps est telle que celle-ci est l'excès du temps solaire moyen sur le temps solaire vrai ; en d'autres termes, à midi moyen, l'angle horaire du Soleil est l'opposé de l'équation du temps." En regard, un graphique donne l'équation du temps de dix jours en dix jours.

Au cours de l'histoire, on ne fut pas toujours aussi précis. L'Annuaire 1890 du Bureau des Longitudes se contentait de : "Equation du temps : c'est la différence entre l'heure moyenne et l'heure vraie."

L'usage du mot "équation" au lieu de correction ou inégalité est sûrement antérieure au XVII^{ème} siècle. Dans le premier volume de la Connaissance des Temps (1679), on lit : "De la table des équations des horloges et pendules : Les Astronomes savent depuis plusieurs siècles que l'inégalité du vrai mouvement annuel, doit infailliblement causer quelque inégalité dans les tours que le Soleil nous paraît faire à l'entour de la Terre, mais ce n'est que dans notre temps

qu'on a pu s'en assurer par expérience depuis l'invention des pendules.

Il est constant que les mois de Novembre et de Décembre pris ensemble sont plus longs d'une demi heure et d'un demi quart d'heure que les mois de Septembre et d'Octobre, quoy qu'il y ait d'un côté et d'autre égal nombre de jours soit 61. Ainsi la pendule qui sera juste les deux premiers mois manquera d'une demi heure les deux derniers, et si l'on s'avisait de régler une pendule sur les 20 derniers jours de l'année, sans avoir égard à l'équation, elle retarderait au bout de l'année suivante de deux heures entières.

C'est pourquoi on a calculé la table pour sçavoir de combien une pendule doit avancer ou retarder plus ou moins que le Soleil pour avoir toute la justesse possible.

Exemples : 1^{er} janvier 1679 : avance 4 mn 42 s

14 mai : retard 4 mn 01 s etc ."

Hipparque, dès qu'il eut découvert la précession des équinoxes et inventé l'excentricité savait qu'il fallait corriger le temps vrai pour obtenir le temps moyen. Reste à savoir avec précision qui a introduit l'expression "équation du temps". Nos recherches se poursuivent.

Question 5 : J.P.ROSENSTIELH s'était posé la question du calcul de l'écart angulaire des directions de deux astres connaissant les coordonnées de ceux-ci. Lui-même répond à la question et en tire d'intéressantes remarques :

"La première formule de la trigonométrie sphérique donne l'écart θ de deux astres de coordonnées (α_1, δ_1) et (α_2, δ_2)

$$(1) \cos \theta = \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1) + \sin \delta_1 \sin \delta_2$$

D'où le problème : une lunette(ou télescope)est munied'un oculaire réticulé ; l'entraînement est arrêté ; on amène l'un des fils du réticule de façon que l'étoile visée, par le fait du mouvement diurne, traverse le champ de la lunette en restant au voisinage du fil. Comment varie la durée du passage à travers le champ selon la déclinaison de l'astre ?

Dans la formule (1), on fait $\delta_1 = \delta_2 = \delta$
 $\cos \theta = 1 - \cos^2 \delta [1 - \cos (\alpha_2 - \alpha_1)]$

Par exemple, pour une durée de une heure, $\alpha_2 - \alpha_1 = 15^\circ$ d'où

(2) $\cos \theta = 1 - a \cos^2 \delta$ avec $a = 0,034074$; cet angle θ est l'angle sous lequel on voit les positions initiale et finale de l'astre au bout d'une heure, en fonction de sa déclinaison.

On peut ainsi calculer la durée T en secondes du passage, le champ de la lunette étant de 1° (avec $T = 3600/\theta$)

δ	0	10°	20	30	40	50	60	70
θ	15	14,77	14,09	12,98	11,47	9,63	7,48	5,12
T	240	243,7	255,5	277,3	313,8	373,8	481,3	703,5

Inversement, la formule (2) donne le champ en minutes si T est la durée en secondes du passage : champ = T/60 ; j'ai vérifiéces résultats avec mon télescope ; l'accord est très bon pour les déclinaisons inférieures à 50° ."

N.D.L.R. Nos vifs remerciements à B.MORANDO, J.L.HEUDIER et

J.P.ZAHN pour leurs contributions qui nous ont été précieuses pour rédiger cette rubrique. Que beaucoup d'autres lecteurs suivent le bon exemple de J.P.Rosenstielh et nous écrivent.

UNE EXPERIENCE D'ASTROLOGIE

Les jeunes du club d'astronomie que j'anime au CES m'ont demandé un jour de réserver une de nos réunions pour "discuter" d'astrologie.

Dénigrer l'astrologie auprès des jeunes ne me paraît pas suffisant. C'est d'ailleurs vouloir imposer sa propre pensée ; est-ce bien l'attitude d'un éducateur ?

Mon problème était donc de créer une situation qui permette à chaque enfant de réfléchir et de prendre librement parti. Je craignais surtout, comme il arrive souvent dans ce genre de discussion, que les plus fragiles ne se laissent ébranler par les arguments passionnés des fervents d'astrologie. Voici donc l'expérience que j'ai vécue avec trente neuf élèves de 10 à 15 ans.

Vous voulez parler d'astrologie ? D'accord. Alors découpez cette semaine tous les horoscopes que vous trouverez dans les journaux, revues et apportez les la semaine prochaine. Notez également tous les événements qui vous arriveront.

A la réunion suivante, j'ai organisé la réunion en trois étapes.

1ère étape : Un des enfants a lu un horoscope qu'il avait apporté sans indiquer le signe qui s'y rapportait. Puis nous avons fait un bilan de ceux qui pensaient honnêtement que les événements prédits correspondaient à ceux qui leur étaient arrivés. Parmi ceux qui étaient concernés nous avons noté combien de fois il y avait concordance entre le signe indiqué par l'horoscope et ceux des enfants. Nous avons recommencé trois fois la même expérience et calculé les pourcentages. Constat sans commentaire !

2ème étape : Nous avons choisi un signe au hasard (le mien !) et chacun à son tour, les élèves ont lu les prédictions des différentes revues apportées. J'avais demandé au départ de ne faire aucun commentaire jusqu'à la fin de la lecture. Mais les francs éclats de rire spontanés et collectifs qui saluaient les contradictions me rassuraient quant aux conclusions que les jeunes tiraient de l'expérience.

3ème étape : J'ai demandé aux enfants de former douze petits groupes

L'ASTRONOMIE DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE EN FRANCE*

Je ne vous parlerai de la situation de l'enseignement actuel de l'Astronomie dans l'enseignement secondaire en France que pour déplorer son absence, car cet enseignement n'existe pas encore ! Mais j'insisterai sur les espoirs que nous avons actuellement de voir un tel enseignement figurer modestement dans les nouveaux programmes de Sciences physiques issus des travaux de la Commission Lagarrigue et qui vont entrer en application.

Autrefois l'enseignement de l'Astronomie figurait dans les classes terminales de Lycées sous la rubrique "Cosmographie" et appartenait à l'enseignement des mathématiques. Bien que secondaire par rapport à l'ensemble du programme de ces classes, et bien que parfois négligée par les professeurs, cette "Cosmographie" n'en demeurait pas moins une approche sérieuse et intéressante : mouvements apparents des astres, durée du jour, soleil, lune, planètes, et des rudiments d'astrophysique. Cet enseignement donnait aux élèves une première connaissance du ciel et des astres et leur fournissait des éléments de compréhension des mouvements observés. Témoin de la qualité et de l'intérêt d'une telle discipline : le beau livre écrit pour la classe de terminale scientifique par André DANJON.

Hélas, la réforme de l'enseignement des mathématiques au début des années 1960 a été fatale à l'enseignement de l'Astronomie. L'enseignement des mathématiques s'est enfermé dans une axiomatic dogmatique et s'est éloigné rapidement de toute référence au concret entraînant partiellement dans cette voie d'autres disciplines. Quant aux sciences physiques, leur enseignement gardait son aspect routinier ; on se bornait, le plus souvent, à gommer petit à petit les références au concret. De toute façon, l'astrophysique n'était pratiquement jamais évoquée au cours des trois années d'enseignement de Sciences physiques.

Le résultat actuel de tout cela est désastreux en ce qui concerne l'astronomie. Après sept années d'enseignement secondaire, les élèves n'ont pour ainsi dire, jamais eu la moindre information d'ordre astronomique dans leurs cours scientifiques. Une conséquence de cet état de choses est que les concours de recrutement des professeurs ignorent presque complètement l'Astronomie. Ainsi les maîtres formés actuellement en mathématiques ou en sciences physiques, excepté une minorité intéressée, peuvent tout ignorer de l'Astronomie et de fait ne manifestent que peu de motivation pour cette science. Tout se passe comme si l'on considérait l'enseignement de l'Astronomie comme un luxe inutile laissé à des rêveurs ou à des maniaques.

Ainsi notre enseignement faillit en partie à son devoir de culture. Comment admettre qu'on puisse se désintéresser complètement de l'Univers qui nous entoure alors que les faits astronomiques peuplent nos informations quotidiennes, que la télévision, par exemple, fait des efforts remarquables pour informer et cultiver le public dans ce domaine. Comment comprendre que les responsables de notre enseignement aient pu ignorer l'intérêt très vif manifesté par les jeunes élèves pour les phénomènes du Ciel et de l'Univers ? Cette curiosité spontanée très naturelle a été brisée et délaissée au profit d'un enseignement très conceptuel, dogmatique et désincarné.

Il est vrai que les responsabilités de cette situation sont largement partagées. Les astronomes professionnels ont longtemps ignoré, sinon méprisé ce problème, certains estimant même, par élitisme sans doute, qu'il était préférable de ne pas déflorer le sujet trop tôt pour ne pas l'abimer et d'attendre les études supérieures pour satisfaire les élites concernées. C'était ignorer une des vocations essentielles de l'enseignement secondaire qui est d'éveiller et de nourrir la curiosité des élèves dans un but de culture. La tenue de ce colloque est indicatrice que cet état d'esprit très néfaste tend heureusement à disparaître et que le nombre de ceux qui s'intéressent à l'aspect enseignement de l'Astronomie ne fait qu'augmenter.

Je m'excuse d'avoir dressé un tableau aussi sombre et également d'une sévérité d'appréciation que certains peuvent juger excessive. Mais les faits sont là. Des raisons d'être optimiste existent, et comme je viens de le souligner, la tenue de ce colloque est révélatrice d'un changement d'attitude. Les éléments d'optimisme existent en fait depuis longtemps. Par exemple, il faut souligner l'activité très grande des clubs d'Astronomie qui fonctionnent nombreux à l'intérieur ou à l'extérieur des établissements scolaires. Ces clubs animés par des professeurs scientifiques ou même parfois littéraires, ou par des amateurs, sont très actifs. Ils canalisent l'enthousiasme des élèves motivés par l'Astronomie. Beaucoup de ces clubs font un travail exemplaire, malheureusement trop discret, alliant travail expérimental et connaissances théoriques. Le rôle de la Société astronomique de France dans ce domaine est très efficace en fournissant aux intéressés le maximum d'aide et de conseils. Mais ces importantes activités restaient en marge de l'enseignement proprement dit, l'Astronomie n'apparaissant que comme un sujet complémentaire très secondaire réservé aux seuls passionnés et à leurs seules initiatives.

La création en 1971 de la "Commission Lagarrigue" (du nom de son premier président, le regretté A. LAGARRIGUE) chargé de réfléchir sur l'enseignement des sciences physiques dans l'enseignement secondaire et de le réformer, a permis d'aborder la question de l'enseignement de l'Astronomie. Il est exact de dire qu'une majorité des membres de cette Commission était désensibilisée à ce problème. Je

voudrais insister sur le rôle important joué à ce sujet par R.OMNES, d'abord comme membre de la Commission (en proposant par exemple un programme détaillé pour la classe de première littéraire, comportant une part essentielle d'Astronomie), ensuite comme président de la Commission en intervenant avec insistance à ce sujet au niveau des groupes chargés de l'élaboration des nouveaux programmes. Je passe sur les nombreux aléas de ces projets de programme souvent remaniés et remis sur le chantier. Les projets définitifs ont été rédigés pour le second cycle par un groupe créé par Monsieur le Directeur des Lycées et sous la responsabilité de l'Inspection générale de Sciences Physiques. En ce qui concerne le premier cycle, la rédaction des programmes a été faite entièrement par l'Inspection générale. Dans ces projets, l'Astronomie fait une entrée que l'on peut estimer encore très modeste. Mais on peut aussi penser que c'est un premier pas important qui permet de sortir d'une situation de vide total et qui permettra, dans un premier temps, de sensibiliser petit à petit professeurs et élèves. L'idée essentielle admise est de ne pas introduire l'Astronomie en tant que discipline séparée, mais d'illustrer les lois physiques chaque fois que cela est possible, à l'aide d'exemples tirés de l'Astrophysique. L'intérêt est de montrer la très grande généralité des lois physiques et leur universalité. Cet aspect important avait été souligné avec insistance dans les débats de la commission Lagarrigue.

Dans cette vue, les faits astronomiques apparaissent dans les futurs programmes d'Optique de la classe de quatrième (âge des élèves, environ 13-14 ans). Voici quelques détails sur ce programme rédigé par l'Inspection générale.

1. SOURCES ET RECEPTEURS DE LUMIERE

Mise en commun des résultats des recherches individuelles ou de groupe sur les sources de lumière telles que : Soleil, Lune ...

"Il appartient aux élèves de trouver qu'il existe des objets lumineux par eux-mêmes et d'autres qui diffusent la lumière reçue".

2.2 PROPAGATION DE LA LUMIERE

Ombre propre : aspect de la Lune au cours des phases : ombre portée, éclipses.

2.3 VITESSE DE LA LUMIERE DANS LE VIDE. ORDRES DE GRANDEURS EN ASTRONOMIE

"Les élèves connaîtront le rayon de la Terre $R_T = 6\ 400$ km. Ils retiendront que la Lune est voisine à $60R_T$ de nous et le Soleil lointain à $23\ 400 R_T$. Mais ils pourront aussi retenir que la lumière met 1,3 seconde entre Terre et Lune, qu'un écho radar est effectivement reçu 2,6 s après son départ. Du Soleil la lumière met un peu plus de 8 minutes pour nous parvenir".

... 4. ANALYSE DE LA LUMIERE. NOTIONS D'ASTROPHYSIQUE

4.2. ... CONNAISSANCE D'UN ASTRE PAR SON SPECTRE

4.3. ... EXAMENS DE DOCUMENTS SUR LE SOLEIL, LES PLANETES, LES SATELLITES, LES ETOILES, LES GALAXIES.

"La curiosité naturelle de l'esprit humain, le fait que dans le laboratoire immense que sont les astres et l'espace se déroulent des phénomènes intéressant directement les sciences physiques rendent indispensable qu'un début de réflexion sur l'Optique physique et l'Astrophysique soit entrepris dans les collèges".

.....
"De belles photographies ou diapositives en couleurs seront choisies par le professeur (par exemple Diathèque Sciences, Astrophysique I, édité par l'OFRATEME et en vente dans les CRDP ou les CDDP) et examinées. On écoutera les questions des élèves et on y répondra en termes aussi simples que possible. Ici encore il ne s'agit pas de prononcer des mots vite oubliés ou mal assimilés, mais de donner le goût de regarder le ciel, de se tenir au courant, sa vie durant, des phénomènes astronomiques, par le livre, le cinéma, la T.V. On peut ne consacrer qu'une séance à cet alinéa du programme, une séance en classe, mais en essayant de la prolonger par un travail autonome à la maison, dans un observatoire ou un planétarium, sans souci scolaire. Il existe des clubs d'astronomie un peu partout, des amateurs astronomes en toutes régions, et ils sont ravis de recevoir des adolescents. Par excellence, cet alinéa doit servir à ouvrir l'appétit et non pas être un repas concentré".

Ce commentaire, rédigé par l'I.G. de physique, montre très clairement le but recherché. On ne peut, à mon avis, que l'approuver. C'est l'invitation à rendre plus étroite la collaboration, déjà bien amorcée, entre enseignants, astronomes professionnels et amateurs. Cette incitation officielle m'apparaît contenir l'amorce d'un changement d'état d'esprit assez radical. C'est par ce biais qu'on peut espérer un progrès très considérable de l'enseignement de l'Astronomie. Mais bien évidemment cela exigera que les astronomes ou les animateurs de clubs accueillent favorablement cette demande accrue. Ils ont véritablement le devoir d'y répondre. A cet égard, il faut rendre hommage ici, au travail dans ce sens, et déjà considérable, accompli par une équipe d'astronomes à Meudon, souvent dans des conditions difficiles. Ce travail a consisté en la rédaction d'articles écrits spécialement pour les enseignants et largement diffusés auprès d'eux, à la production de documents audiovisuels à destination des établissements scolaires (diapositives de l'OFRATEME), à la mise en place d'Ecoles d'été (deux cet été) très appréciées et qui ont un franc succès. Les collègues de ce groupe ont aussi fait de nombreux déplacements dans les établissements scolaires lors de journées de recyclage organisées par les professeurs, pour précisément sensibiliser ces

derniers à l'Astronomie. Ils ont ainsi pu se rendre compte sur place de ce qu'il était possible et souhaitable de faire et prendre exactement la mesure des problèmes par une meilleure connaissance du milieu éducatif. Ce type d'action me semble exemplaire. Il a probablement joué un rôle important dans l'évolution des idées et finalement permis ce début prometteur. La compartimentation qui existe actuellement entre enseignement secondaire, enseignement supérieur, clubs, est paralysante et devrait s'estomper pour le plus grand bien des élèves, des professeurs et finalement de la qualité de l'enseignement. En ce qui concerne les programmes proprement dits, j'indique que le programme de 1ère littéraire est conçu uniquement sous forme de thèmes libres au choix du professeur. Ce programme propose ainsi deux thèmes d'Astrophysique : l'énergie des étoiles et l'analyse spectrale de la lumière et son application à l'Astrophysique. Il y a là encore une belle porte ouverte et une incitation. L'avantage de ce type d'enseignement est la très grande liberté laissée aux professeurs, liberté du choix, du mode d'exposé, des visites à effectuer. Ce type d'enseignement, préconisé par la Commission Lagarrigue et à vocation très culturelle ne peut que favoriser l'extension de l'enseignement de l'Astronomie.

En ce qui concerne les sections scientifiques du second cycle, la situation est nettement moins favorable, puisque la référence à l'Astronomie n'apparaît qu'au niveau de la 1ère C à propos de la dispersion de la lumière et de l'énergie de fusion. Les commentaires indiquent que le professeur pourra citer des applications à l'Astrophysique : spectres de raies et composition chimique de l'étoile, couleur et température superficielle de l'étoile, énergie de fusion et énergie stellaire. Ajoutons que les professeurs peuvent évidemment toujours illustrer leurs cours de Mécanique par des exemples astronomiques comme cela se pratique déjà actuellement. Une telle tendance ne peut que s'accroître si l'on poursuit l'effort entrepris de documentation, et les élèves eux-mêmes, par leurs questions et les motivations antérieurement acquises, sont le moteur indispensable de cette évolution.

Le pessimisme ne doit donc pas actuellement être de mise et il faut poursuivre avec patience et de façon très diversifiée les efforts déjà entrepris. Félicitons-nous des résultats déjà acquis et qui ne doivent être, je l'espère, que le début d'une longue évolution tout à fait nécessaire.

H. GIE

(Directeur et Rédacteur en Chef du Bulletin de l'Union des Physiciens)

* texte de la communication faite au Colloque de Strasbourg en septembre 1978.

UN COUP D'OEIL SUR LE PASSE

Durant les années 1951, 52, 53, une série de conférences destinées aux professeurs de mathématiques et de physique du secondaire avait été organisée par M. Paul Couderc, avec l'appui de A. Danjon. Il s'agissait d'actualiser les connaissances des enseignants. En 1961, sous l'impulsion de A. Danjon, une commission groupant astronomes, inspecteurs généraux et enseignants du secondaire (math. et physique) proposa au Ministre de l'Education Nationale : 1°) Une initiation à l'astronomie dans le premier cycle secondaire, 2°) dans le 2e cycle, l'organisation de 10 heures annuelles d'astronomie dans chacune des trois années. Originalité de cette formule : programme non contraignant, enseignement assuré en coordination par mathématiciens et physiciens. Seules les 10 heures de Terminale furent accordées dans toutes les sections d'abord puis seulement en Terminale C où elles subsistent "théoriquement". Faute d'une bonne préparation des professeurs, ces dix heures sont rarement assurées comme elles devraient l'être. On peut donc espérer avec H. Gié que, les écoles d'été aidant et aussi les Cahiers Clairaut, une véritable initiation à l'astronomie prendra un nouveau et bon départ.

G.W.

~~~~~

A propos du Paradis et de l'Enfer

( réponses au "petit problème biblique" des Cahiers Cl.n°1,p22)

Selon Isaïe (30:26), le Paradis reçoit, de la part de la Lune autant de lumière que reçoit la Terre pendant la journée; par ailleurs, le Soleil apparaît  $7 \times 7 = 49$  fois plus brillant que le Soleil vu de la Terre. Par conséquent, le Paradis reçoit 50 fois plus d'énergie que la Terre. En supposant que le Paradis a atteint un équilibre thermodynamique, il doit rayonner 50 fois plus d'énergie que la Terre. Or, selon la loi de Stefan-Boltzmann:

$$\text{flux rayonné} \propto T^4$$

Par conséquent:

$$\left[ \frac{T_{\text{paradis}}}{T_{\text{terre}}} \right]^4 = 50$$

Comme  $T_{\text{terre}} \approx 300 \text{ K}$

on trouve  $T_{\text{paradis}} \approx 798 \text{ K}$

Nous avons aussi des renseignements sur la température de l'Enfer: en effet, le soufre y subsiste en état fondu (Revelations 21:8). Or, la température d'ébullition du soufre est de 719.6 K; par conséquent, la température de l'Enfer  $\approx 719.6 \text{ K}$ .

On conclut que l'Enfer est plus froid que le Paradis.

Si, malgré ce calcul savant, on s'acroche aux anciennes croyances concernant la température relative de ces deux endroits, il faut faire appel au folklore: on considère souvent (mais sans avoir la moindre preuve) que la pression à l'Enfer est très élevée. En admettant ceci, on voit que si la pression était suffisamment élevée, la température d'ébullition du soufre pourrait dépasser 798 K; donc, si on admet ces anciens préjugés, on peut estimer une limite inférieure à la pression atmosphérique de l'Enfer.

Mais peut-on faire confiance au folklore?

#### A propos des anciennes croyances

Un physicien célèbre avait attaché un fer à cheval au-dessus de sa porte. Ses collègues, très étonnés, lui ont demandé s'il croyait qu'un tel objet pourrait l'aider à faire des découvertes. "Non", dit-il, "je ne suis pas du tout superstitieux. Mais on m'a dit que ça marche même si l'on n'y croit pas".

L.M. Celkinier

~~~~~

Questions ... avec ou sans réponses (posées à un astronome par les élèves d'une classe de 6^{ième}) :

- Quelle est la première étoile qui a paru dans le ciel?

- Est-ce que le ciel existe vraiment ?

~~~~~

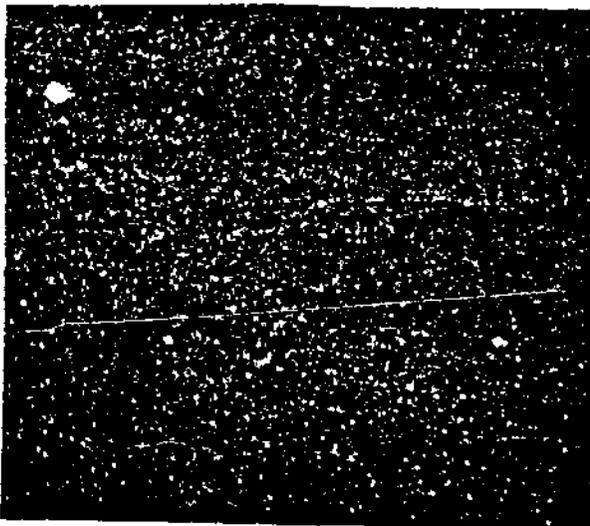
UNE EXPERIENCE D'ASTRONOMIE EN 1<sup>ère</sup> A

A la suite de l'École d'été d'Astronomie I 977 , j'ai essayé d'enseigner l'astronomie en 1<sup>o</sup> A en utilisant comme support expérimental des photos de ciel dont les négatifs sont montés en diapos . Voici un exemple de ce qu'on peut faire sans calculs :

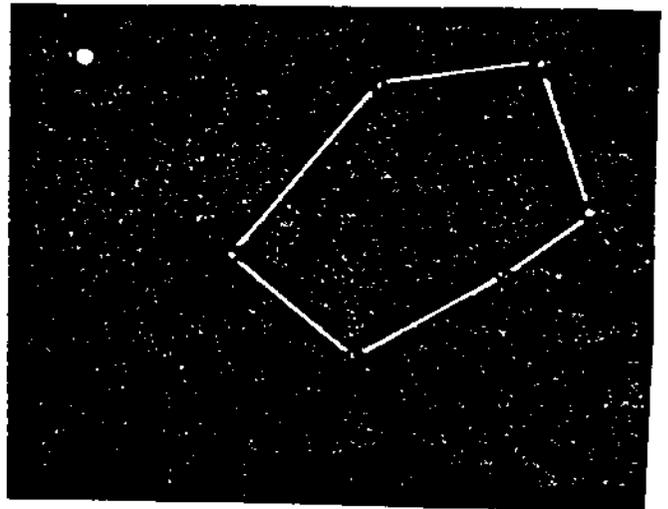
Peut-on avoir simplement une idée de la distance des objets célestes?

- La photo (1) prise le 10-II-77 représente la constellation du Cocher dont les étoiles les plus brillantes peuvent servir de repères , et une faible partie de la constellation des Gémeaux dans laquelle se trouve la planète Jupiter . D'autre part, un avion (ou un satellite) traverse la constellation du Cocher .

La photo (2) prise le 8-I2-77 représente les mêmes constellations.



(1)



(2)

- Pour comparer facilement les positions des objets , on projette le négatif (1) monté en diapo sur une feuille de papier à dessin qui sert d'écran . On repère au feutre la position des objets les plus brillants . Sur la même feuille on projette le négatif (2) ; on oriente la feuille de façon que les étoiles de la constellation du Cocher coïncident avec les repères précédents .

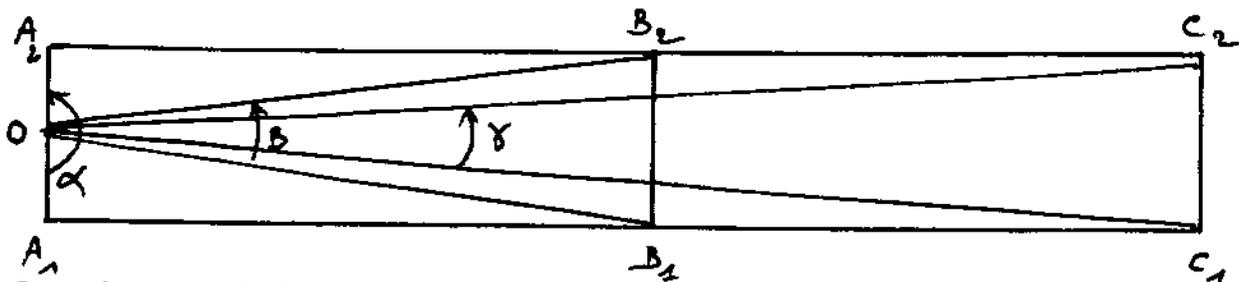
On constate que Jupiter a légèrement changé de position par rapport aux étoiles en un mois .

Bq : la même méthode serait utilisable pour tracer une carte des mouvements apparents des planètes , à l'aide d'un plus grand nombre de photos .

- Résumé des faits expérimentaux :

- + les étoiles conservent des positions relatives fixes (à l'échelle d'une vie humaine) .
- + les planètes se déplacent en plusieurs jours sur le fond des étoiles.
- + d'autres objets (avions , satellites) traversent les constellations en moins d'une minute .

- Interprétation des faits expérimentaux : les angles sous lesquels on voit les trajectoires diffèrent suivant les objets . Avec les élèves on peut développer cette interprétation à partir des schémas suivants:



Les objets A,B,C se déplacent de la même distance . L'observateur O voit les trajectoires  $A_1A_2$  ,  $B_1B_2$  ,  $C_1C_2$  sous les angles apparents  $\alpha$  ,  $\beta$  ,  $\gamma$  d'autant plus petits que l'objet est plus éloigné .

- Si l'on admet que les ordres de grandeurs des vitesses des objets varient beaucoup moins que les ordres de grandeurs des distances , on peut classer les objets célestes en 3 catégories :

- + les objets atmosphériques dont les déplacements sont immédiatement décelables (à moins que leur vitesse ne soit vraiment faible , comme c'est le cas pour les ballons-sondes) .
- + les objets du système solaire dont le déplacement par rapport aux étoiles n'est décelable nettement qu'en plusieurs heures (pour la Lune) sinon plusieurs jours pour le Soleil et les planètes .
- + les objets appartenant à la "sphère des fixes " dont le déplacement n'est pas décelable avec des techniques simples d'observation à l'échelle d'une vie humaine .

- Remarque I : Pour préparer l'interprétation de ces faits , on peut demander aux élèves de regarder le paysage qu'ils voient quand ils sont en voiture : les objets lointains , tels les astres semblent se déplacer en même temps que la voiture ( la trajectoire de la voiture étant vue sous un angle très faible depuis ces objets , on les voit toujours dans la même direction depuis la voiture ) .

- Remarque 2 : Les photos ont été prises par des nuits sans lune sur film 400 ASA avec des poses de 10 mn (photo 1) et 5 mn (photo 2) , le mouvement diurne étant éliminé par une monture équatoriale simplifiée que l'on règle de mn en mn .

Objectif de 50mm ouvert à f/ 2,8

On peut obtenir facilement les positions des étoiles les plus brillantes sans suivre le mouvement diurne avec des poses d'environ 1 mn .

Quand la Lune brille , la même méthode est utilisable ; mais les photos sont moins contrastées .

D . Toussaint

\*\*\*\*\*

ET MAINTENANT REFLECHISSONS ! (réponses)

Problème 1 : oui, la Lune peut être observée en plein jour ... et à l'oeil nu !

Problème 2 :-la Lune dans son premier quartier est visible l'après-midi à l'Est avant le coucher du Soleil.

-la Lune dans son dernier quartier est visible la matin à l'Ouest après le lever du Soleil.

- ceux qui ont répondu que l'on peut observer la pleine Lune à midi ont perdu ! En effet la Lune est alors en opposition et c'est après le coucher ou avant le lever du Soleil qu'elle est visible, donc plutôt la nuit ...

Problème 3 : dans l'hémisphère Sud le "p" correspond au dernier quartier et le "d" au premier quartier. Vous pouvez le vérifier en observant la Lune en France...mais la tête en bas !

Problème 4 : pour un observateur placé à l'Equateur:

Premier croissant :

Si l'observateur est tourné vers l'Est, il verra :

vers le Sud, il verra: →

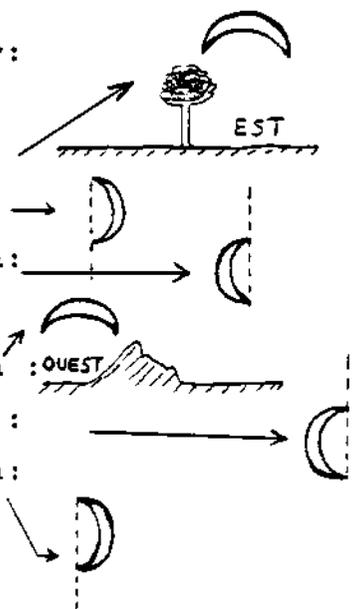
vers le Nord, il verra: →

Dernier croissant:

Si l'observateur est tourné vers l'Ouest, il verra :

vers le Sud, il verra :

vers le Nord, il verra:



\*\*\*\*\*

BIBLIOGRAPHIE

NDLR : L'abondance des publications d'ouvrages intéressant cette rubrique nous oblige à faire un choix : développer autant que cela est possible les notes sur les livres qui nous paraissent les plus importants, nous limiter à un plus bref inventaire des autres. Tout choix est contestable ; les lecteurs sont invités à nous adresser critiques et suggestions pour revenir sur des notes qu'ils jugeraient trop brèves ou insuffisantes.

INITIATION A L'ASTRONOMIE

Sous ce titre trop modeste, Agnès ACKER, Maître-assistant à l'Université L.Pasteur de Strasbourg, publie (préface du Professeur Fehrenbach, 150 p 21/27, prix 45 F, éd Masson) un livre aussi riche et dense qu'attrayant. Rédigé à partir d'un cours destiné à des étudiants du DEUG, il conviendra à tout lecteur du niveau d'un bachot scientifique qui y trouvera son profit...et son plaisir. Son profit parce que la masse d'information contenue dans ces 160 pages est considérable (des données les plus fondamentales aux indications les plus précises sur les problèmes tels qu'ils se posent aujourd'hui). Son plaisir aussi parce que l'Auteur sait trouver quand il le faut la formule frappante sans tomber dans les excès emphatiques si fréquents chez certains vulgarisateurs. Mais l'Auteur, ici, enseigne, ne vulgarise pas. Un exemple qui me paraît particulièrement bien venu : "Plus on voit loin, plus on voit jeune ; les télescopes deviennent d'immenses rétroviseurs temporels."

L'exposé suit un plan méthodique, les moyens d'investigation d'abord, les objets ensuite et leur évolution. Rappel donc des notions utiles sur le rayonnement et sa propagation, sur l'atmosphère terrestre et sur les instruments. Viennent alors les grands problèmes astronomiques : positions et mouve-

ments des astres, étude physique des étoiles avec le cas particulier du Soleil, étude de l'évolution stellaire, des étoiles variables, avant d'en arriver à la matière interstellaire et aux divers groupements d'étoiles, doubles amas, galaxies. A la fin du livre, deux chapitres plus courts, l'un sur le système solaire (et malgré cette brièveté, on y trouve l'essentiel de ce que l'exploration par satellites a permis de découvrir), l'autre sur la cosmologie dont les grands problèmes ne pouvaient à ce niveau qu'être esquissés.

L'intérêt du livre réside à la fois dans la modernité de son plan et dans la manière dont il est développé. Pas d'éloquence bavarde, des faits d'observation, des explications sérieuses éclairées par des schémas très nombreux et bien conçus ; des exemples pris dans tous les domaines et faisant état des travaux les plus récents. Ce qui en fait un ouvrage de référence en même temps qu'une lecture d'actualité. Le chapitre sur l'évolution stellaire est, à ce titre, représentatif et j'ai particulièrement goûté la page sur les pulsars et celle sur les trous noirs. De même, dans un autre genre, l'étude sur les variations de la vitesse de rotation de la Terre met au point cet aspect relativement nouveau de l'astronomie classique.

Si j'avais des regrets à émettre, ils ne concerneraient pas le texte mais l'édition. Quel dommage que l'impression d'un tel livre ne bénéficie pas d'une présentation plus aérée ; le corps des caractères est trop petit pour la justification adoptée. La preuve que l'éditeur peut faire mieux a été donnée depuis longtemps. A-t-il hésité à utiliser tous ses moyens

pour un livre qui sort de l'ordinaire ?

Car c'est bien de cela qu'il s'agit et, pour nous lecteurs des Cahiers Clairaut, c'est à croire que ce livre nous est spécialement destiné. Dans les dernières pages, nous y trouvons même des données d'observation pour certains objets brillants qui nous serviront de guide pour l'animation de clubs ainsi qu'une bibliographie bien fournie et classée qui apporte des suggestions pour des lectures personnelles aussi bien que pour des achats à proposer aux bibliothèques de nos établissements scolaires. Un livre, autrement dit, à consulter souvent.

#### A LA DECOUVERTE DU CIEL

Dans la collection "En savoir plus" destinée aux adolescents de 10-15 ans (du Cours Moyen à la Troisième), Hachette publie un livre de 64 pages, A la découverte du ciel écrit par Catherine de Bergh, de la section d'astrophysique de Meudon et de Jean-Pierre Verdet, de l'Observatoire de Paris. L'ouvrage est, bien sûr, beaucoup plus élémentaire que le précédent, plus court également mais présentant cependant une large et solide information puisque le champ étudié va des mouvements de la Terre (regrettons au passage que cela manque un peu de données numériques, d'un aperçu sur le calendrier), de la Lune et des planètes jusqu'aux galaxies en passant par l'évolution des étoiles, une étude assez développée du Soleil et un aperçu de l'expansion.

Les connaissances mathématiques et physiques requises pour la compréhension du texte sont évidemment réduites eu égard au public visé. Peut-être aurait-on pu cependant amor-

cer quelques recherches ou exercices pour les plus grands adolescents qui, lorsqu'ils s'intéressent à l'astronomie, sont plus entreprenants et plus habiles qu'on ne le croit. Bien sûr, la place était limitée et les auteurs ont eu raison de privilégier l'illustration qui occupe plus de la moitié du livre et qui est très bien commentée. Personnellement, j'aurais sacrifié quelques dessins "humoristiques" (tel "Astronomes à la recherche d'autres systèmes solaires") pour un meilleur schéma des éclipses.

Tel qu'il est, ce petit livre aura le mérite de plaire au jeune public pour lequel il est conçu et de lui donner en même temps une information sérieuse. Il aura le mérite encore plus grand de l'inciter à poursuivre observation et étude.

#### Pour inventaire

- Steven Weinberg : Les trois premières minutes de l'Univers (collection "science ouverte", 212 p, éd Seuil). [Le titre est accrocheur, la rédaction cherche aussi un peu l'effet mais le sujet est passionnant et l'Auteur sait le présenter. La cosmologie n'est plus ce qu'elle était, par exemple du temps de Poincaré. L'expansion de l'Univers, ici très bien exposée puis résumée, la découverte du rayonnement radio du fond du ciel correspondant à un corps noir à 3 K permettent d'élaborer une théorie bien charpentée de l'évolution de l'Univers depuis un centième de seconde après le big bang jusqu'à 3 minutes et 46 secondes. Bien entendu, ceci en acceptant l'hypothèse du big bang : "Le modèle standard du commencement de l'Univers a remporté un certain succès et fournit un cadre théorique cohérent à la mise en oeuvre de

programmes expérimentaux futurs. Cela ne signifie pas que ce modèle est juste mais seulement qu'il doit être pris au sérieux." Le succès : que ce rayonnement cosmique à 3 K ait été prévu théoriquement avant d'être effectivement décelé. Le doute : tout repose sur le principe cosmologique, sur l'hypothèse selon laquelle l'Univers est homogène et isotrope.

Le livre, traduit de l'américain par Jean-Benoist Yelnik, est du à un physicien théoricien qui enseigne à Harvard et qui a certainement un talent d'écrivain. N'a-t-il pas tendance à présenter plus avantageusement ses propres conceptions ? Il est certes difficile, quand on participe à une telle aventure, d'en dominer impartialement l'histoire. Pour le lecteur non spécialiste, le livre est parfois difficile mais toujours instructif .. et séduisant.]

- Raymond Michard et Gérard Oudenot : La découverte de l'Univers (numéro spécial de la Revue du Palais de la Découverte, 208 p 20 F) [Les auteurs : R.Michard, ancien président de l'Observatoire de Paris et spécialiste du Soleil, G.Oudenot chef du service astronomie du Palais de la Découverte. Le livre : un historique des conceptions de l'Univers, les grandes explorations actuelles puis le bilan de ce qu'on sait et des problèmes que posent les nouvelles découvertes. ]
- Guy Israël : L'exploration du système solaire (208p, éd Hachette, 110 F) [Depuis longtemps on ne disposait pas, en français d'un bilan des connaissances acquises, en particulier grâce aux satellites artificiels, sur le Soleil et surtout sur les planètes.]

G.W.

L'ECOLE DE CHAMPTERCIER [29 août-6 septembre 1978]  
=====

Après l'école 1977 à Lanslebourg et celle de Tarbes en juillet 1978, l'école de Champtercier est donc la troisième du genre, encore plus réussie que celle de l'année précédente.

1. Organisation L'équipe d'astronomes qui a organisé et animé le stage était constituée de Lucienne Gouguenheim, Lucette Bottinelli, Michèle Gerbaldi, Francette Delmas , Monique Gros, Nicole Bel et Jacques Dupré.

Des stagiaires ayant participé à l'école de Lanslebourg ont joué également un rôle d'animation.

Les 73 participants qui venaient de toutes les régions de France étaient en majorité des professeurs de sciences physiques ou de mathématiques mais aussi d'autres disciplines (dessin, musique, géographie, langues). Lors d'une première soirée de prise de contact, chacun put dire ce qu'il attendait de l'école : pour la majorité, désir d'apprendre beaucoup de choses théoriques et pratiques, avoué de faibles connaissances astronomiques au départ. Pour les physiciens, forte motivation en raison de l'introduction de notions astronomiques dans les nouveaux programmes.

Le stage s'est déroulé dans le village de vacances de Chandourène, sur la commune de Champtercier (à 7 km de Digne), village natal de Gassendi (circonstance fortuite mais qui mérite d'être signalée). Capacité d'accueil de Chandourène : 120 personnes ; les stagiaires vont donc cotoyer ceux qu'ils appelleront "les touristes", lesquels leur rendront la politesse en les appelant "les astronomes" ou encore "les gens

qui travaillent". Logement en chambres pour deux personnes avec bonnes installations sanitaires. Les repas en commun (avec quelques menues obligations de service) ont participé à créer une atmosphère sympathique d'échanges.

Pour les conférences et les réunions générales, nous disposions d'un grand auditorium avec appareil de projection (apporté par les astronomes) et projecteur de cinéma (obligamment prêté par les Oeuvres Laïques de Digne). Deux petites salles avaient été aménagées en bibliothèque et salles de travaux pratiques, une autre salle plus grande en atelier bien fourni en matériel et en outillage (apporté par les animateurs). Un labo de photo avait été installé dans des toilettes. Certains groupes de TP devront pourtant s'installer sur la terrasse, sous les parasols et parmi les "touristes". Les animateurs avaient apporté deux télescopes et deux lunettes, certains participants avaient également apporté des instruments. Notons aussi que le transport du matériel lourd depuis Paris avait été facilité par le prêt d'une camionnette par l'Observatoire de Paris.

2. Les activités Les journées du stage furent bien remplies.

1°) De 9 h à 12 h 30, les cours théoriques réunissent tous les participants, y compris les astronomes. Sujets traités: 1) les mouvements dans l'Univers par L.Bottinelli et M.Gerbaldi; 2) la lumière messagère des astres par L.Gouguenheim; 3) le Soleil par J.Dupré; 4) structure et évolution des étoiles par L.Bottinelli et L.Gouguenheim. Pour ces cours, le mot de conférences ne convient pas en raison du climat

dans lequel se sont déroulés ces exposés : chacun sait qu'il peut intervenir à tout moment, poser des questions et il ne s'en prive pas. Atmosphère de camaraderie, absence de toute idée de hiérarchie universitaire qui seront pour beaucoup dans le succès du stage. Une pause vers 10 h 30 permet d'aller sur la terrasse vérifier que le Soleil brille comme les cours l'affirment et de commencer des discussions sur l'enseignement et l'astronomie qui seront reprises pendant les repas ou autour d'un café.

2°) De 14 h à 16 h, les participants sont répartis en six groupes de travail conduits chacun par un ou plusieurs animateurs. Travaux sur documents, étude d'exercices. A la fin du stage, chaque stagiaire aura pu travailler sur six sujets différents, formule excellente permettant de mettre en pratique les notions abordées dans les cours théoriques. Exemples : détermination de la masse de Jupiter par calcul et graphique à partir de photos de la planète et de ses satellites ; détermination de la vitesse de translation de la Terre par étude de deux spectres de la même étoile pris à 6 mois d'intervalle ; détermination de l'orbite de la Lune à partir de son diamètre apparent mesuré sur des photos prises au cours d'une lunaison.

Certains de ces thèmes pourraient être proposés à des élèves. Chacun des participants n'a pu étudier les 16 sujets proposés mais des textes photocopiés ont été distribués en fin de stage et figureront au compte rendu complet de la semaine. Notons que ces groupes de travail n'existaient pas à Lanslebourg ; ils avaient été réclamés ; la formule est un succès.

3°) De 16h<sup>30</sup> au repas du soir, travaux en ateliers pour réaliser les six programmes suivants : construction d'un cadran solaire ; réalisation et utilisation d'un montage spectroscopique ; observation et photos des taches solaires et mise en évidence de la rotation du Soleil ; construction et utilisation d'une monture équatoriale simple ; familiarisation avec l'utilisation des lunettes et télescopes ; construction d'une carte céleste. Chaque participant choisit un ou deux projets qu'il essaiera de conduire à son terme. Cette phase du stage favorise le contact avec la matière, les outils, les appareils ; elle a été également fort appréciée.

4°) Après le repas du soir, plusieurs séances de cinéma réservées aux stagiaires mais aussi une séance ouverte aux "touristes" et qui fut fort appréciée par ceux-ci (nombreux stagiaires ont alors participé aux débats).

5°) La nuit tombée, une partie particulièrement exaltante de la journée commence ; on se rassemble à l'endroit le plus élevé du village et le plus découvert (le directeur a accepté d'éteindre les lampadaires). On installe les instruments et on observe ; on se familiarise avec les constellations, les initiés aident les néophytes, les progrès de tous sont rapides. Certains prennent des photos qui seront tirées dès le lendemain .

L'ensemble des participants fut partagé en trois groupes pour visiter l'Observatoire de Haute Provence. Le premier groupe eut la faveur d'être accueilli par le Professeur Fehrenbach qui prit sur son temps pour montrer en détail le service des vitesses radiales. Après quoi le groupe put faire des observations au télescope de 152 cm. Le deuxième groupe

fit des observations au télescope de 60 cm et bénéficia d'un ciel plus calme. Le troisième groupe ne put malheureusement que visiter, le ciel s'étant couvert. Tous les participants ont cependant apprécié la faveur de cette nuit à l'OHP.

3. Bilan et conclusions Si, au début, certains des participants étaient peut-être un peu anxieux, dès la première soirée les astronomes surent créer le bon climat. En fin de stage, satisfaction générale, on parle surtout de revenir à une autre école d'été. Un indice indéniable du succès : malgré l'appel des vacances, du paysage, de la piscine, tous les participants suivent les cours et les TP avec sérieux ; pas d'absentéisme, pas de retard et ceci jusqu'au dernier jour. Les journées, on l'a vu, étaient pourtant bien remplies.

Quelles sont les causes de ce succès ? D'abord de bonnes conditions matérielles et une excellente organisation : les animateurs ont su, en particulier, tirer profit des suggestions des stagiaires de 77 (jour de repos au milieu du stage, visite d'observatoire, séances de TP, etc). Le bon dosage de la théorie et de la pratique a facilité l'assimilation des apports nombreux et de haut niveau ; beaucoup de participants sont repartis avec des réponses à des questions qu'ils se posaient depuis longtemps et aussi de nouvelles questions, une nouvelle curiosité pour l'astronomie et même pour les sciences en général.

Une raison essentielle du succès de l'école d'été est sa formule et la manière dont l'équipe animatrice d'astronomes la réalise : équipe soudée amicalement, toujours disponible et qui sait se mêler amicalement aux stagiaires ; tous

les participants ont quitté Champtercier avec un certain regret, tellement c'était réussi, aussi bien sur le plan scientifique et pédagogique que sur le plan humain. Tous ont le sentiment d'avoir bien occupé leur temps à la fois pour leur culture personnelle et pour faire progresser l'enseignement élémentaire de l'astronomie.

D'ailleurs, au delà des participants, les bénéficiaires de l'école d'été seront les élèves des stagiaires et les membres des clubs que les stagiaires animeront.

Il faut donc souhaiter qu'il y ait en 1979 d'autres écoles d'été. Je présume qu'il y aura beaucoup de candidats redoublants ou même triplants !

Je suis certain d'exprimer le sentiment de tous mes compagnons en exprimant notre chaleureuse reconnaissance à l'équipe des amis astronomes qui nous a guidés.

Victor Tryoen

\*\*\*\*\*

ERRATA concernant le texte "LE PHENOMENE DE L'ARC-EN-CIEL" paru dans le n° 1 des Cahiers Clairaut (p.23, point 6): A.Acker nous demande d'indiquer la correction suivante: "l'EXTERIEUR de l'arc est sombre, aucun rayon lumineux n'y étant dévié; alors que l'INTERIEUR est faiblement éclairé."

Par ailleurs, divers lecteurs ayant manifesté le souhait d'approfondir les démonstrations des propriétés de l'arc-en-ciel, un autre texte sera publié sur ce sujet dans le numéro 3.

La question "pourquoi le ciel est-il bleu?" sera également reprise dans le prochain numéro, de manière plus détaillée.

\*\*\*\*\*

ÉCOLE D'ÉTÉ DE TARBES

Une école d'été d'astronomie pour les professeurs de l'enseignement secondaire a eu lieu fin juillet de cette année.

L'école a pris comme thème "l'observation en astronomie".

Les exposés principaux portaient sur les grandes expériences astronomiques et leur interprétation, sur la découverte de la rotation des nuages de Vénus et sur la mission Viking.

Durant l'école, les participants ont eu l'occasion de réaliser eux-mêmes un certain nombre d'appareils simples - tel que plusieurs types de cadran solaire, un astrolabe et un modèle du système solaire. L'ensemble des participants a réussi aussi à tailler et polir un petit miroir astronomique, que nous avons argenté la dernière nuit de l'école par un procédé chimique. On peut s'y raser sans aucun problème.

La température de la photosphère solaire a été mesurée par une méthode très simple: le Soleil s'est trouvé avoir 5400 K, fin juillet.

Par ailleurs, nous avons déterminé la position de Tarbes à l'aide d'un sextant: on était en Corse, paraît-il!

proposé  
Nous avons <sup>proposé</sup> aux participants un certain nombre de travaux basés sur l'exploitation des documents, notamment sur la rotation différentielle du Soleil, les dimensions des cratères lunaires, la rotation des anneaux de Saturne et sa masse, le mouvement orbital de la Terre, la détermination des distances des pulsars et la détermination de l'orbite de Mars à l'aide de la méthode utilisée par Kepler.

Les professeurs ont eu l'occasion d'étudier de près plusieurs appareils astronomiques: depuis un spectroscopie primitif jusqu'au Celestron 8 et un radiotélescope, en passant par un télescope construit par les étudiants de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI).

Le radiotélescope décimétrique a été construit sur place, et il surveillait en permanence le Soleil: en effet, il a enregistré au moins une éruption solaire, ainsi que l'émission coronale - nous avons pu vérifier que la température de la haute couronne est de l'ordre de  $10^6$  K. Ce radiotélescope a été réalisé en tubes de duralumin: quiconque dispose d'un bon récepteur radio peut s'en faire un sans problème.

Un compte rendu est prévu pour janvier 1979: prière de s'adresser à Mme. Y. Bousquet, Institut d'Astrophysique, 98bis Boul. Arago, Paris 14.

Nous tenons à remercier les organisations et leur personnel dont l'aide et le soutien ont été indispensables. En ordre alphabétique, elles sont:

Le CNRS

L'Observatoire de Paris-Meudon

L'Observatoire du Pic du Midi

L'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI)

L.M.Celnikier et M.T.Chauville

\*\*\*\*\*

|                                |
|--------------------------------|
| STAGES C.E.M.E.A. D'ASTRONOMIE |
|--------------------------------|

Depuis quinze ans, les Centres d'Entraînement aux Méthodes d'Education Active (C.E.M.E.A.) organisent chaque année des stages d'astronomie et de Météorologie.

Pour l'année 1979, trois stages auront lieu à Aniane (Hérault)

- . "Découverte du Ciel et de l'Espace" du 2 au 11 juillet
- . "Astronomie" du 25 août au 3 septembre
- . "Initiation à l'utilisation de l'énergie solaire" du 25 août au 3 septembre.

- Le premier a pour but l'initiation à la connaissance des phénomènes météorologiques et astronomiques, la familiarisation avec des méthodes simples d'observation.

Aucune connaissance ou formation préalable spécialisée n'est demandée.

- Le second s'adresse à ceux qui souhaitent se perfectionner en astronomie dans des domaines et à un niveau qui n'auront pu être abordés dans le stage du premier degré et aux animateurs de clubs.

- Le troisième enfin vise à l'étude de moyens simples de capter la chaleur du Soleil en vue de la réalisation, en cours de stage, d'appareils fonctionnels.

Dans les trois cas, une place importante est réservée aux recherches et observations individuelles, à leur notation et à leur exploitation collective dans la perspective d'une utilisation pédagogique et scientifique.

Pour tous renseignements et inscriptions à ces stages, s'adresser à

" C.E.M.E.A."- Groupe Ciel et Espace

Bureau des Stages

20 rue Vieille du Temple

75004 PARIS

ASTRONOMIE POUR NOS ELEVES

Sous ce titre, l'Observatoire de Genève et la Section de Pédagogie de l'Université de Genève, publient le travail remarquable effectué dans une classe, par un enseignant du canton de Genève : Jean-Louis LOUTAN. Cette publication porte en sous-titre : "observations-recherches-travaux pratiques; quatre mois de fréquentation du ciel par des élèves de 11-12 ans; motivations-découvertes-bilan." Elle comprend un fascicule de 20 pages et un ensemble de 55 fiches (format 15 x 21 cm); ces fiches sont essentiellement des fiches d'observation, de construction et de réflexion. Nous donnons ci-après une copie de l'une de ces fiches à titre d'exemple. On peut se procurer cette publication en la commandant à l'éditeur : Monsieur G. GOY, Observatoire de Genève, 1290 Sauverny (Suisse); elle est vendue au prix coûtant de 10 francs suisses et peut être réglée en argent français (soit environ 28 francs français) par CCP.

Exemple :

Observer + photographier

Etoiles 1.13.

LA PHOTOGRAPHIE DES ETOILES ET DES PLANETES

La photographie des étoiles est d'une simplicité enfantine : on choisit la région du ciel qui convient le mieux. On oriente l'appareil convenablement en l'installant sur un pied ou sur un objet stable, il suffit ensuite d'ouvrir le diaphragme au maximum, de régler la distance sur l'infini et de placer l'obturateur sur la pose. On expose le temps qu'on veut : 1/2 heure, 1 heure ou même 2 heures. Au développement, sur le négatif, apparaîtront alors un grand nombre de lignes parallèles dont la courbure sera plus ou moins accusée. Toutes ces lignes d'intensités différentes, que l'on examinera à la loupe, sont des pistes d'étoiles.

Pourquoi sont-elles courbes ?

Pourquoi ne sont-elles pas de la même longueur ?

Faites différentes photos dans des directions différentes avec des temps de pose différents. Notez le sujet visé, la direction, la durée, la date. Par exemple : dir. Etoile polaire - 3 photos : 1 min., 30 min., 6 heures, 20.6.76 - 21 h 30.

Braquez votre appareil sur une belle constellation, le Cygne, Orion ou la Grande Ourse, qui ont des étoiles brillantes et bien isolées :

une photo : ouvrez 1 min., fermez 5 min., rouvrez 1 h ou 2 h.

Une autre photo : ouvrez 15 min., fermez 15 min., rouvrez 15 min. etc.

Surtout ne bougez pas votre appareil !

Si possible, photographiez 2 sujets à l'opposé l'un de l'autre. Ne craignez pas d'avoir un peu de paysage en bas de photo.

Et si vous avez une planète bien visible dans votre champ, refaites la même photo 8, 15 et 30 jours plus tard.

Tout appareil ayant un rapport d'ouverture égale ou inférieure à  $f/4$ , 5 peut être aisément utilisé pour la photographie astronomique.