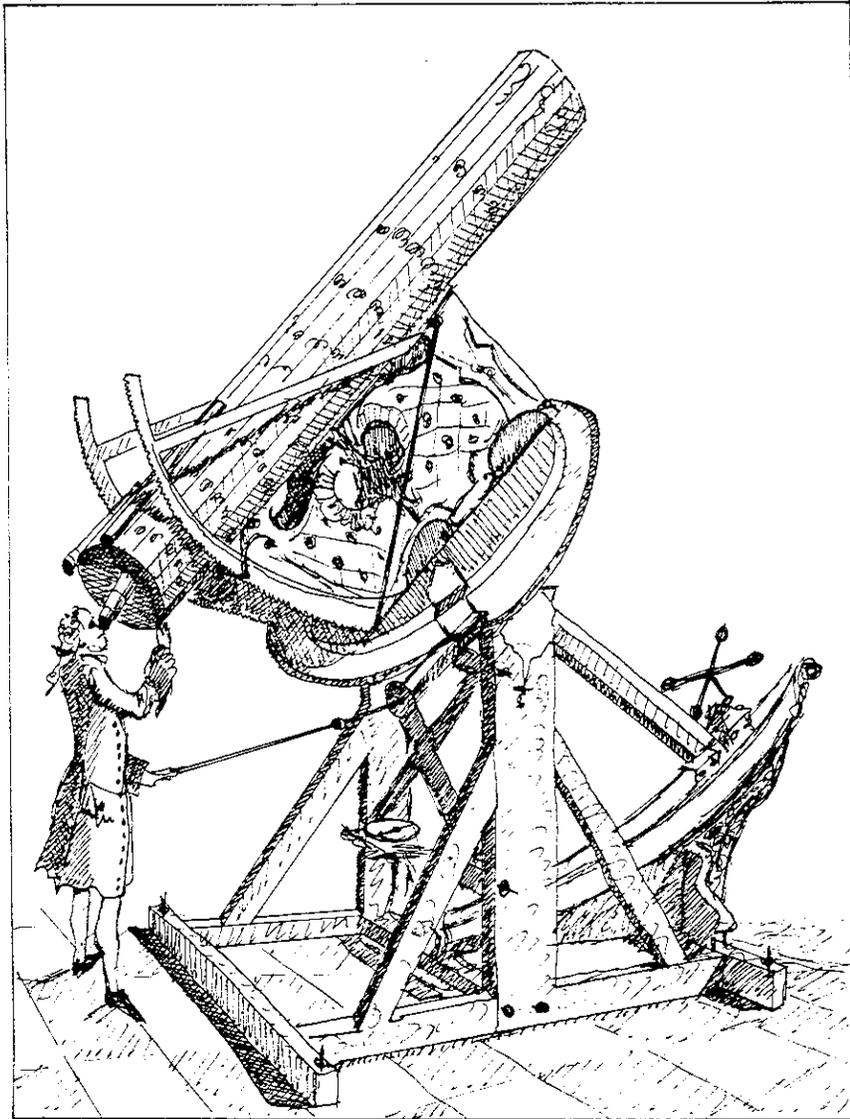


les cahiers clairaut

bulletin du comité de liaison astronomes et enseignants



n° 32 - printemps 1986

LES CAHIERS CLAIRAUT

n° 32 Printemps 1986

Et les autres ? 2
 Les comètes et la comète de Halley 3
 La pression de radiation solaire 10
 L'exploration spatiale de la comète de Halley 11
 Lectures pour la Marquise et pour ses amis 15
 Magnitudes planétaires et moindres carrés 20
 Spectroscopie au T60 du Pic 23
 Les éclipses 34
 Les potins de la Voie Lactée 35
 Chronique du CLEA 36
 Courrier des lecteurs 42
 La comète dans les chaumières 45
 Quelques renseignements pratiques à connaître par tous 45
 Le communiqué annuel du secrétariat du CLEA 46
 Tarifs, fiche de réabonnement 46

EDITORIAL

Le secrétaire-trésorier insiste beaucoup: son travail et nos finances seraient considérablement améliorés si vous vous réabonnez tous dès la réception de ce numéro. Toutes les informations sont données en dernière page: nous innovons, vous n'aurez plus besoin de mutiler la couverture pour découper la fiche de réabonnement!

Il est encore beaucoup question de la comète dans ce numéro. Nous sommes en particulier très reconnaissants à Eric Gérard pour la rapidité et la gentillesse avec lesquelles il a rédigé le texte de la conférence qu'il a donnée le 26 janvier lors de l'Assemblée Générale du CLEA.

Merci aussi à Daniel Bardin et toute l'équipe CLEA du Pic du compte-rendu de leur mission d'observation.

Une erreur regrettable s'est introduite dans le numéro 31: l'imprimeur, peu intéressé par ces petites et grosse taches que sont les étoiles des Pléiades et Jupiter sur les clichés de J.P. Rosenstiehl a cru bien faire en les blanchissant: vous avez tous pu remarquer que l'échelle du cliché par contre était remarquablement bien sortie... Nous vous prions d'excuser ce fâcheux contretemps: le cliché est à nouveau reproduit, en page 43 et nous espérons qu'il sera cette fois complet!

La rédaction

ET LES AUTRES ?

Dans le numéro 31 des Cahiers, Liliane Sarrazin et Mme Leclerc présentent un article sur la Lune. L'article me semble incomplet puisqu'il ne parle que des premier et dernier quartiers. ET LES AUTRES ?

Je n'ai pas attendu longtemps pour avoir une réponse puisque dans le Figaro-Magazine du 21 décembre un article "Prenez garde aux coups de pleine lune" parle de l'influence de la Lune (Victor va devoir rajouter un paragraphe à son cours).

"Une fois par mois, tous les 29 jours, la Terre se place entre le Soleil et la Lune. Notre satellite (...) nous apparaît alors dans toute sa plénitude tel un disque blafard réfléchissant la lumière du Soleil. Puis il diminue quartier par quartier jusqu'à la nouvelle lune.

Il y aurait donc plusieurs quartiers, j'en ai eu d'ailleurs la confirmation quelques lignes plus loin sous la plume du docteur Edson J.Andrews:

"J'ai travaillé sur plus de mille cas et j'ai constaté qu'un nombre considérable d'hémorragies se sont produites à la pleine lune. Précisément 82% des cas se sont produits dans un intervalle allant du premier quartier au premier jour avant le troisième quartier."

Jean RIPERT

LES COMETES ET LA COMETE DE HALLEY

" Le temps viendra où une étude attentive et poursuivie pendant des siècles fera le jour sur ces phénomènes de la nature. A supposer qu'elle se donnât toute entière à la connaissance du Ciel, une seule vie ne suffirait pas à de si vastes recherches et nous partageons inégalement entre l'étude et le vice le tout petit nombre d'années que nous avons! Aussi faudra-t-il pour résoudre tous ces problèmes de longues successions de travailleurs"

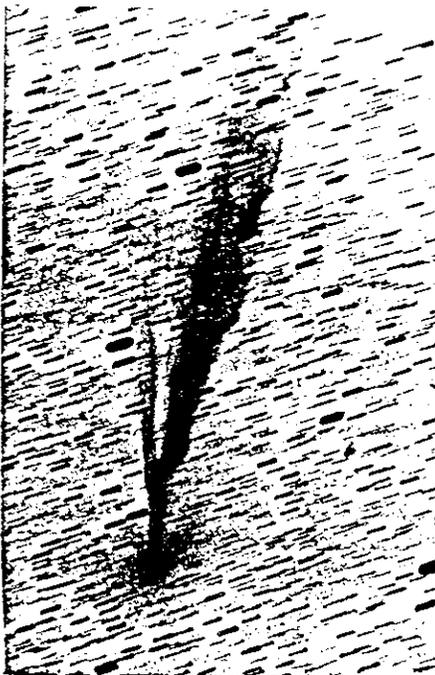
*Sénèque, livre VII des "Questions naturelles"
consacré aux comètes.*

INTRODUCTION:

Cette conférence a eu lieu le 26 janvier 1986, surlendemain du survol de la planète Uranus par la sonde américaine Voyager II: le système uranien "possède" maintenant 15 satellites et dix anneaux. Une fois de plus l'exploration "in situ" d'un astre pose plus de questions qu'elle n'en résout. Autrement dit, la nature a beaucoup d'imagination.

Dans le cas des comètes, l'étude de la comète de Halley n'est qu'une étape dans la connaissance de ces astres: pourtant la physique cométaire a déjà bien progressé depuis qu'on a accès aux longueurs d'onde ultra-violettes, radio et infrarouges et plus récemment à l'exploration spatiale. Cette recherche a profondément évolué en quelques années: à l'astronome "horizontal" qui traquait les comètes et décrivait leurs propriétés dans le domaine d'ondes visibles, s'est substitué l'astronome "vertical" qui s'attaque à plusieurs problèmes physiques en utilisant toutes les méthodes possibles.

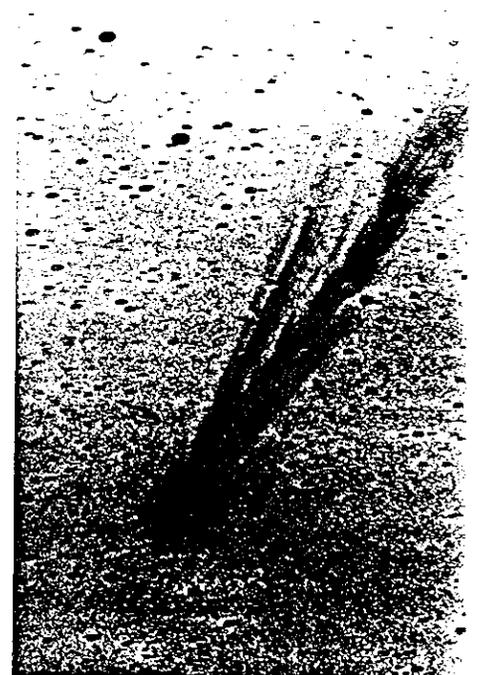
Parmi ces problèmes on peut citer: l'évolution dynamique du nuage de comètes (il y en a entre 100 et 1000 milliards autour du Soleil), les phénomènes à petite échelle, c'est-à-dire l'étude des jets de poussière et de gaz émanant du noyau, les phénomènes à grande échelle, ou l'étude de l'interaction entre le vent solaire et le plasma cométaire (ions et électrons), la composition chimique de l'atmosphère cométaire et son évolution dynamique, la structure interne du noyau...



Morehouse, 15 oct. 1908
(observatoire de Juvisy)



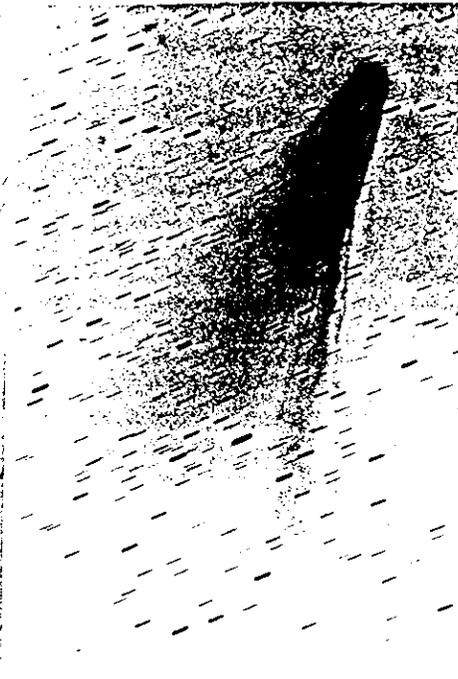
Morehouse, 30 oct. 1908
(observatoire de Juvisy)



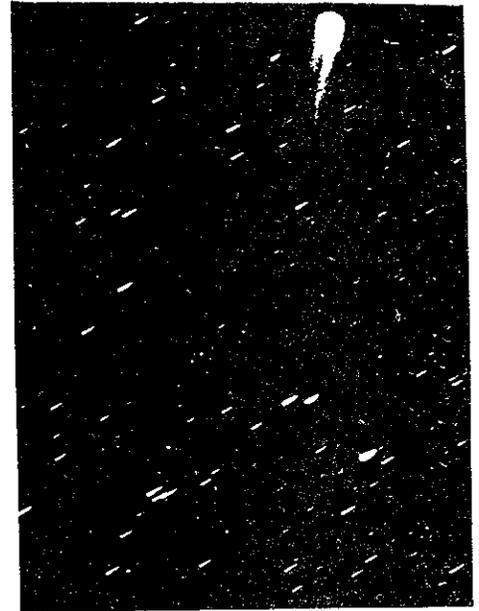
Morehouse, 27 nov 1908
(observatoire de Juvisy)



Brooks, 23 sept. 1911
(obs. de Juvisy)



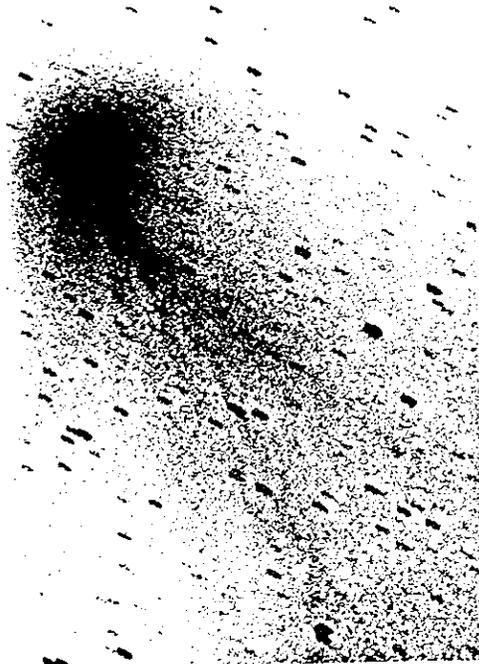
Delevan, 1er oct. 1914
(obs. de Juvisy)



de Kock-Taraskevopoulos
23 fév. 1941 (obs. de Meudon)



Arend-Roland, 26 avril 1957
(obs. de Meudon)



Humason, 25 août 1962
(Obs. St Michel de Haute Provence)

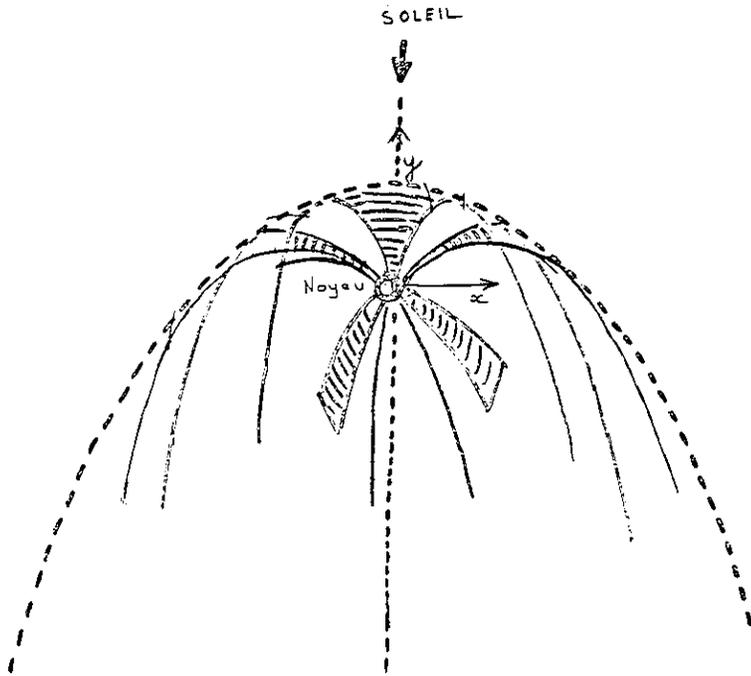
Il y a deux types de comètes, celles qui contiennent beaucoup de poussières et celles qui sont purement gazeuses.

PHENOMENES A PETITE ECHELLE - EFFET DE FONTAINE ET ROTATION DES JETS.

1- Prenons le cas d'une comète dont le noyau ne tourne pas. Les jets de poussière émis par le noyau sont repoussés par la pression de radiation du Soleil, de la même manière que les jets d'eau d'une fontaine retombent sous l'action de la pesanteur. La trajectoire des poussières est une parabole d'équation:

$$x = V_0 \sin^2 \theta t$$

$$y = V_0 \cos^2 \theta t - \frac{\gamma}{2} t^2 / 2 \quad \text{soit } y = x \cotg^2 \theta - (\gamma / 2V_0^2) (x^2 / \sin^2 \theta)$$



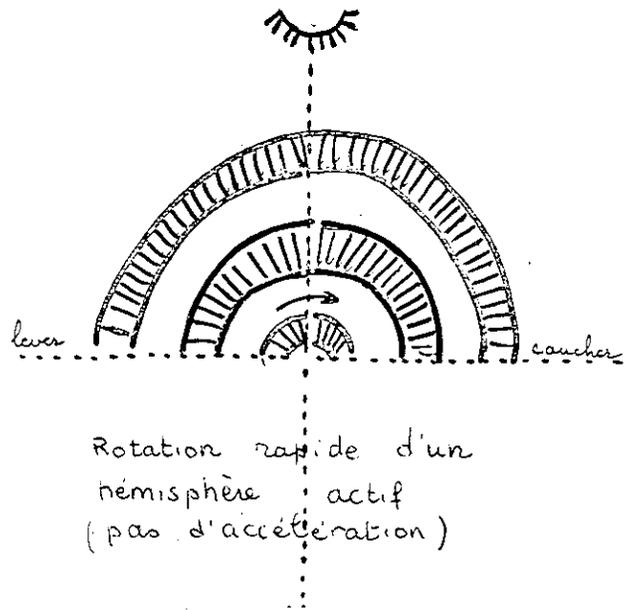
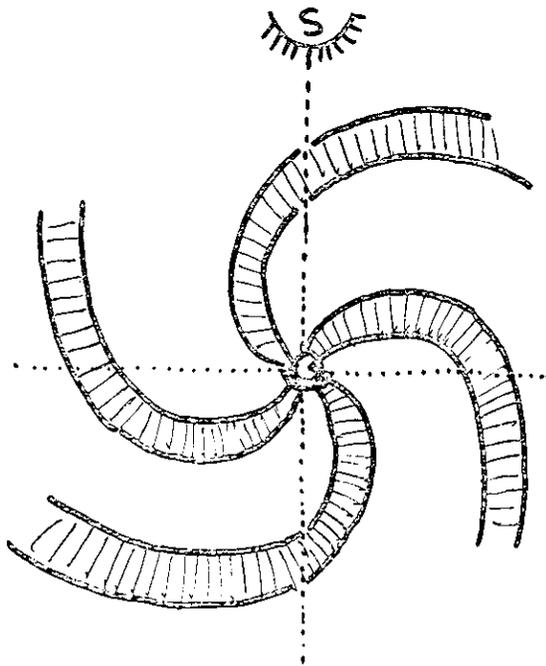
où θ est l'angle de tir par rapport à la verticale, V_0 la vitesse initiale et γ l'accélération due à la pression de radiation.

Toutes ces paraboles sont tangentes à la parabole enveloppe, dit "parabole de sûreté" en balistique, dont l'équation est:

$$y = (V_0^2 / 2\gamma) - (\gamma / 2V_0^2) x^2$$

Plus γ est grand, plus la parabole est étroite.

2- Si le noyau tourne lentement, mais qu'on peut négliger la pression de radiation, les poussières décriront des spirales d'Archimède. Dans la réalité, les deux effets se conjuguent.



lente rotation sans accélération.

Un troisième effet s'ajoute aux précédents: l'activité du noyau est surtout concentrée dans l'hémisphère éclairé. Lorsque le noyau ne possède qu'un hémisphère actif, il est aisé de déterminer la période de rotation, car l'émission se fait sous forme de nappes concentriques: $T = d / V_0$, où T est la période de rotation et d l'intervalle entre deux nappes successives.

La période de rotation a été déterminée pour une quarantaine de comètes: elle est en moyenne de 15 heures, mais peut varier de 4 à 66 heures. Dans le cas de la comète de

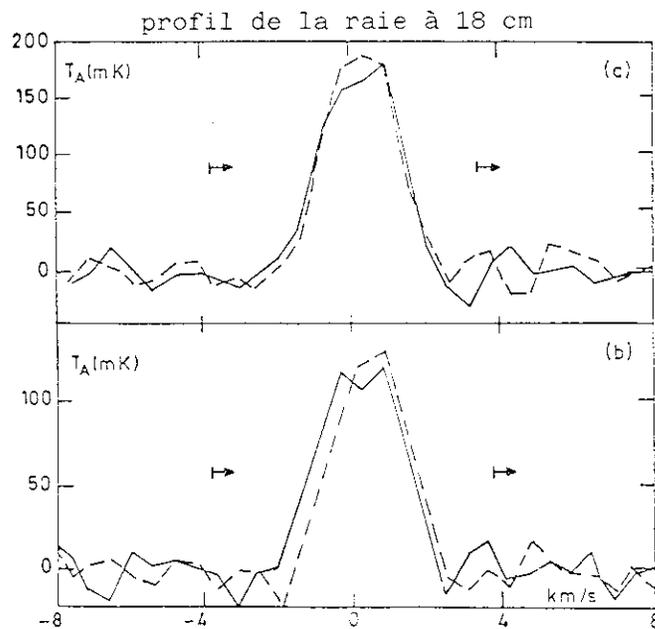
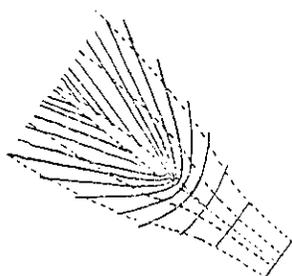
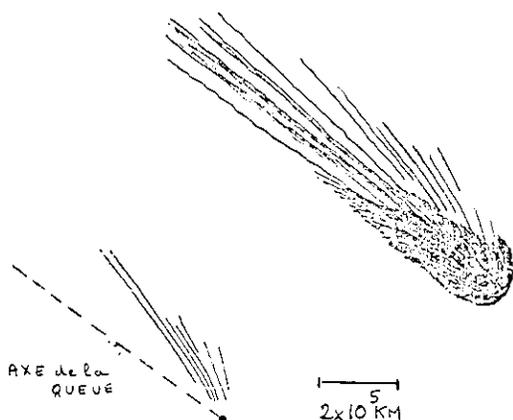
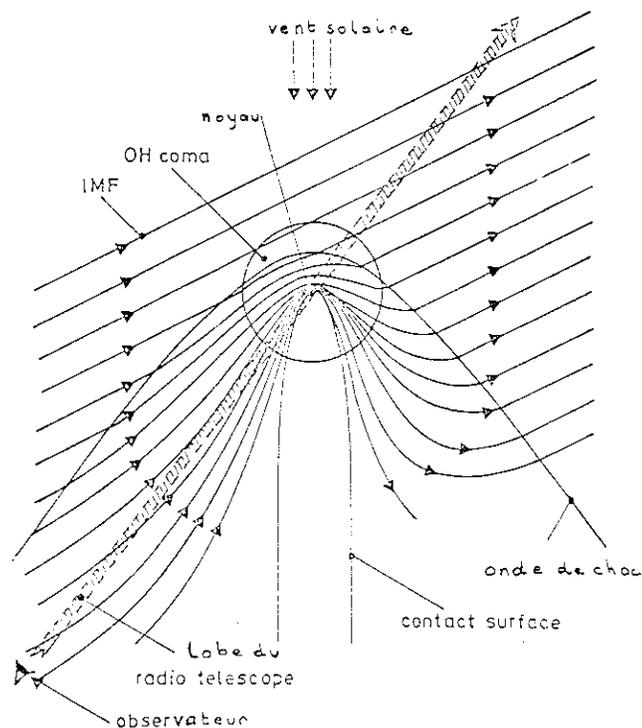
Halley, à partir de photos prises en 1910, on a pu accroître le contraste par un procédé mathématique (dérivée rotationnelle) et mettre en évidence des jets spiraux pour aboutir à une période de rotation de 52 heures (2,17 jours).

PHENOMENES A GRANDE ECHELLE

Dans le cas des comètes purement gazeuses, comme la comète Brooks, la structure de la queue ionisée est déterminée par l'interaction du vent solaire avec les ions cométaires. Cette interaction, de type magnétohydrodynamique, relève de la physique des plasmas.

Dans le cas de la Terre, le vent solaire est fortement dévié par le champ magnétique terrestre (de l'ordre de 0,3 gauss). Dans le cas d'une comète, le champ magnétique intrinsèque est très faible, voire inexistant et l'onde de choc est très proche du noyau. Par contre, le champ magnétique entraîné par le vent solaire est amplifié par empilement en amont du noyau et les modèles théoriques prédisent un facteur d'amplification environ égal à 10.

* Ce champ a été mis en évidence par effet Zeeman dans la comète Austin en 1982: en observant le profil de la raie à 18 cm de la molécule OH avec le radiotélescope de Nançay, on a mesuré un décalage en fréquence des composantes polarisées circulairement gauche et droite, correspondant à un champ d'intensité 50 gammas (un gamma = 10^{-5} gauss). Cette intensité était 10 fois supérieure à celle du champ interplanétaire ambiant.



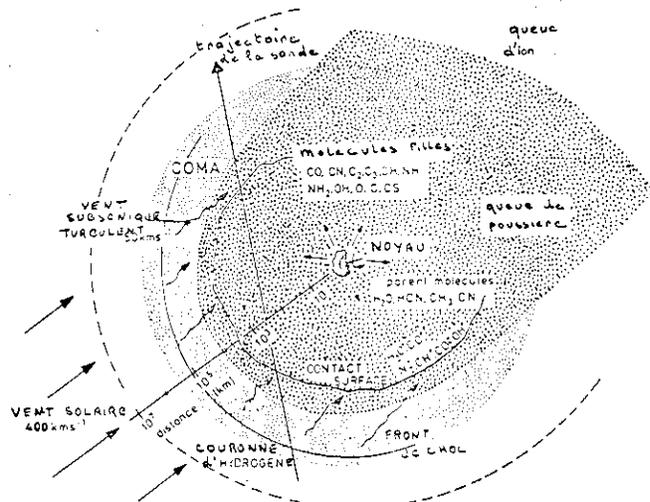
Les jets issus du noyau sont constitués d'ions (CO^+ principalement) qui s'écoulent le long des lignes de champ magnétique. Ils se rabattent le long de l'axe de la queue en un ou deux jours;

* La sonde américaine ICE a permis de mesurer, in situ, le champ magnétique de la comète Giacobini-Zinner, en septembre 1985. Ce dernier est effectivement drapé autour du noyau et amplifié jusqu'à une intensité de 60 gammas.

SPECTROSCOPIE

La spectroscopie permet d'étudier la composition chimique de la coma (ou chevelure); la coma interne se compose surtout de molécules mères, comme H₂O, CO₂, CO, NH₃, HCN, CH₄. La coma externe provient de la dissociation de ces molécules complexes en radicaux: OH, NH, NH₂, CN, CH, en ions comme H₂O⁺, CO₂⁺, CO⁺, CH⁺, et en atomes simples tels que H, C, S, O.

Parmi les molécules neutres, trois ont fait l'objet d'études récentes approfondies dans la comète de Halley. Il s'agit de OH, HCN et H₂O.



1- La molécule OH en radioastronomie (ondes décimétriques).

Elle a déjà été étudiée à l'aide du radiotélescope de Nançay dans une vingtaine de comètes. L'émission a lieu à 18 cm de longueur d'onde. Les molécules OH sont excitées par le rayonnement UV solaire: c'est le mécanisme de fluorescence. Après plusieurs cascades, les molécules retombent au niveau fondamental où a lieu l'émission radio.

profil de la raie à 18 cm

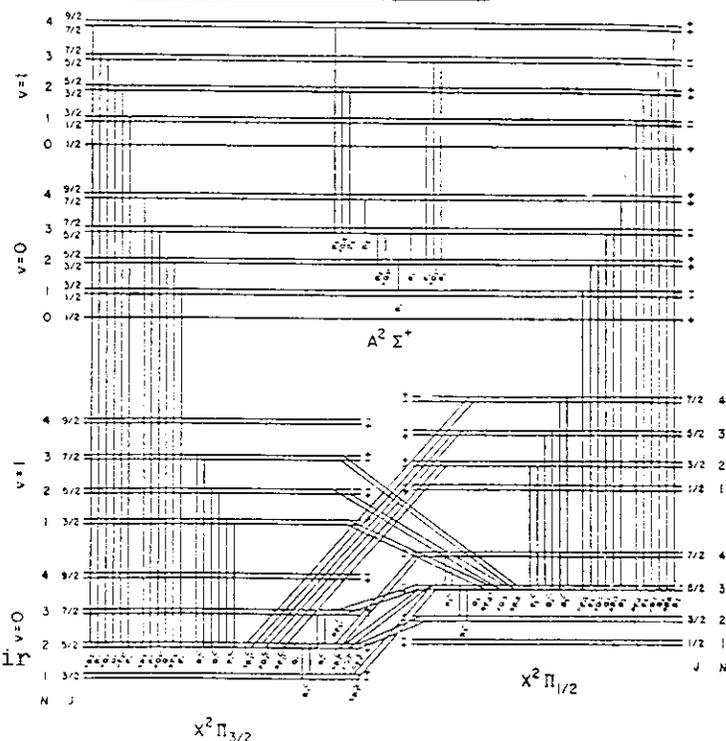


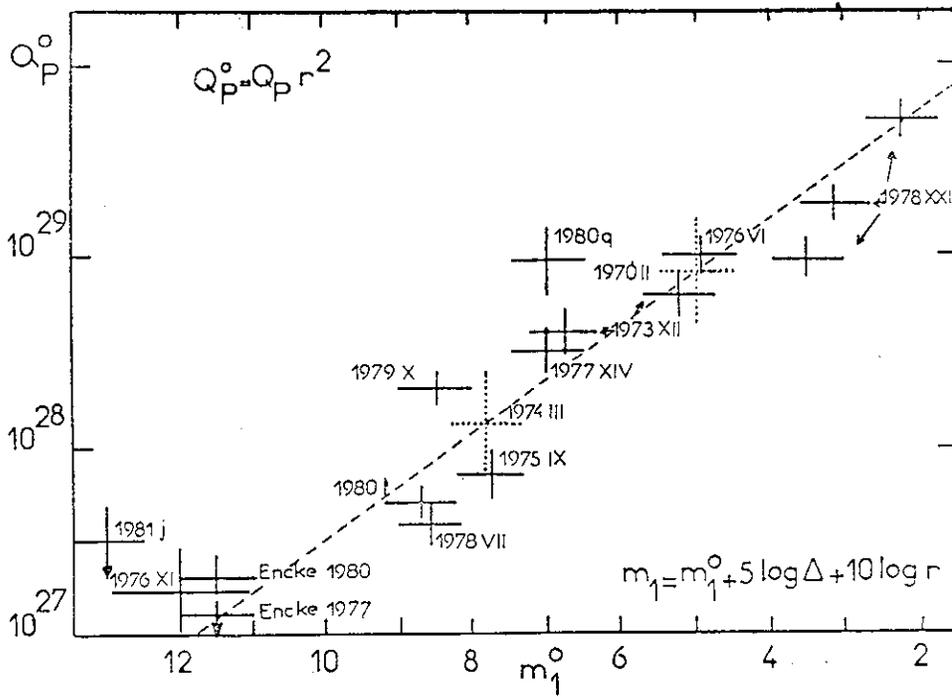
La production intrinsèque de gaz peut varier d'un facteur 1000 d'une comète à l'autre (voir le graphique de la page suivante); les plus petites n'émettent que 10²⁷ molécules OH par seconde (soit 30 kg), les plus grosses dépassent 10³⁰ molécules par seconde (soit) 30 tonnes.

L'atout majeur de la radioastronomie est sa grande résolution spectrale (voir le profil de la raie à 18 cm observé dans la comète de Halley, ci-dessus: l'axe des abscisses est directement gradué en km s⁻¹) qui permet de mesurer la vitesse d'expansion du gaz cométaire avec une précision voisine de 100 m s⁻¹.

Les mesures quotidiennes de l'intensité du signal radio provenant de la comète de Halley révèlent des variations considérables du dégazage d'un jour à l'autre: on pense qu'elles sont dues à la libération de poches de gaz successives à la surface du noyau en rotation.

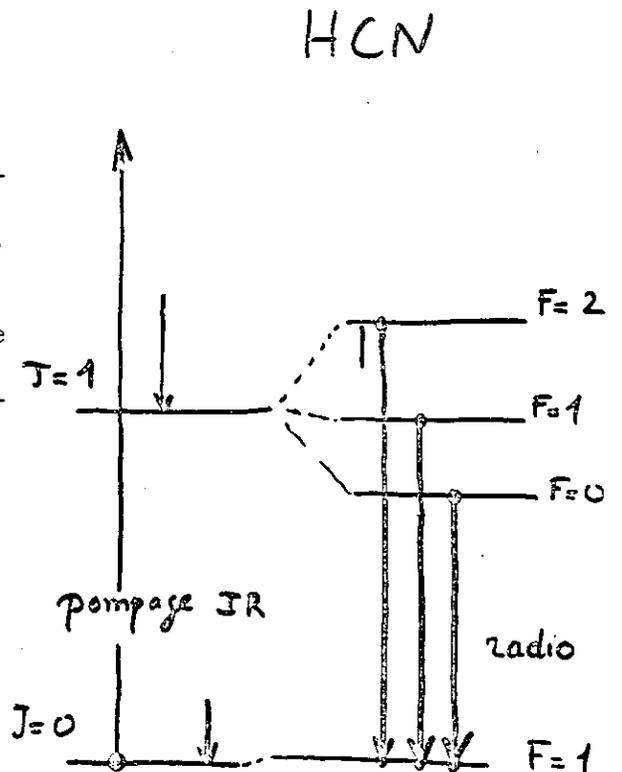
niveaux d'énergie de OH





2- La molécule HCN en radioastronomie (ondes millimétriques)

Le schéma de fluorescence de HCN (ci-contre) montre que cette molécule est excitée par le flux infra-rouge du Soleil. La cascade de photons peuple le niveau rotationnel excité ($J=1$) d'où les molécules HCN retombent au fondamental ($J=0$) en émettant une raie millimétrique de 3,3 mm de longueur d'onde (en fait, cette raie est triple en raison de la structure fine de la molécule). Elle a été détectée pour la première fois grâce au radiotélescope de l'Institut de Radioastronomie Millimétrique situé à Grenade, en Espagne. Son intensité fluctue davantage que celle de OH, confirmant l'existence de sursauts et de jets à la surface du noyau; la durée de vie très courte des molécules mères comme HCN reflète directement la sublimation des glaces cométaires.

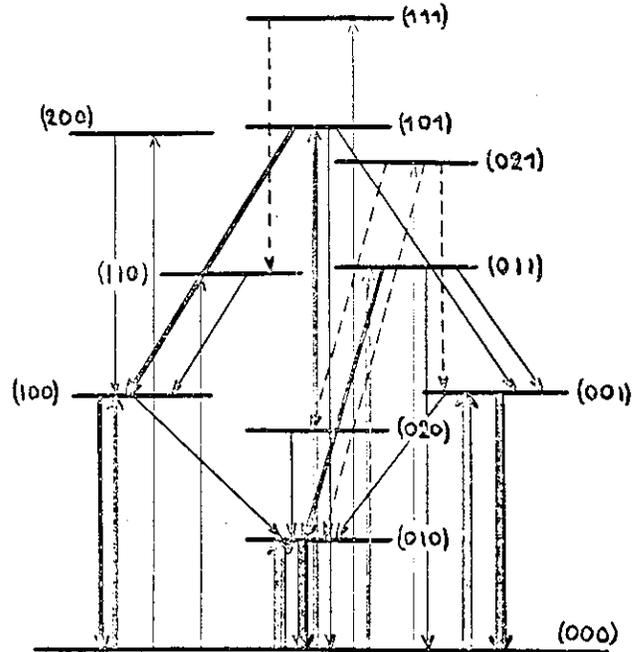


H₂O

3- La molécule H₂O en infra-rouge

Cette molécule joue un rôle fondamental en astrophysique; elle est un des parents présumés du radical OH dans les comètes. On tente depuis une dizaine d'années de la mettre en évidence directement dans les atmosphères cométaires. De la surface de la Terre, c'est quasiment impossible, à cause de la grande quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère.

C'est grâce à un avion de recherche stratosphérique, appelé KAO (Etats-Unis) que l'on a pu détecter plusieurs transitions IR de la molécule H₂O dans la comète de Halley. Comme pour HCN, le pompage de H₂O se fait par fluorescence IR (voir le schéma ci-contre) et les raies observées appartiennent à la transition de vibration moléculaire $\nu = 1 \rightarrow 0$, à 2,6 microns de longueur d'onde. L'identification de l'eau ne fait pas de doute, car les deux espèces para et ortho sont présentes.

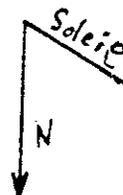


En CONCLUSION, les dernières mesures posent autant de problèmes qu'elles n'en résolvent, car il n'est pas certain qu'on ait identifié les molécules-mères de CN (HCN) et de OH (H₂O). Espérons que les spectromètres de-masse embarqués à bord des sondes spatiales Giotto et Véga apporteront quelques éléments de réponse complémentaires.

2'

Eric GERARD

(conférence prononcée le 26 janvier 1986 lors de l'A.G. du CLEA)



Dessin de la comète de Halley effectué par Jean-Claude Merlin le 14 novembre 1985 au Creusot au moyen de son télescope de 400 mm. (20h 50 TU)

LA PRESSION DE RADIATION SOLAIRE

Encore et toujours la comète!. On indique à ce propos que les particules solides émises par le noyau d'une comète (lorsque celle-ci devient plus proche du Soleil) sont soumises à la "pression de radiation" solaire. Cette pression de radiation qu'il ne faut pas confondre avec un effet du "vent solaire", traduit une propriété générale de tout rayonnement électromagnétique d'exercer une force sur la matière qui le reçoit. Si la dimension des poussières n'excède pas quelques μm, ces dernières sont ainsi "soufflées" à l'opposé du Soleil et viennent former la queue de poussières de la comète.

L'explication du phénomène est simple. La force F_S exercée par la pression de radiation solaire est proportionnelle à la surface de captation donc, aussi, pour une particule à peu près sphérique, au carré de son rayon R. La force gravitationnelle F_G exercée par le Soleil sur la particule est proportionnelle à la masse de celle-ci donc approximativement au cube de son rayon. Lorsqu'on considère des valeurs de plus en plus faibles de R, F_G décroît beaucoup plus rapidement que F_S - de sorte qu'il existe un rayon critique R_C tel que F_S = F_G. Si R < R_C : F_S > F_G, la force exercée par le rayonnement solaire l'emportant sur la force gravitationnelle. Evaluons l'ordre de grandeur de R_C en considérant des particules sphériques homogènes de rayon R, de masse volumique μ et absorbant totalement le rayonnement. Le modèle photonique du rayonnement permet un calcul simple.

* Un photon d'énergie E transporte la quantité de mouvement p = E/c (c=3x10⁸ m s⁻¹). Chaque photon absorbé par la particule communique à celle-ci la quantité de mouvement p. Si E est l'énergie reçue puis absorbée par la particule par unité de temps, la quantité de mouvement transférée par unité de temps à la particule est E/c. Cette quantité de mouvement est égale à F_S soit: F_S = E/c = 4πR² I / c (*), où I est l'intensité énergétique du rayonnement solaire reçu par la poussière, c'est-à-dire l'énergie transportée par unité de temps (puissance) et par unité de surface (perpendiculairement à la direction de propagation).

* La force gravitationnelle vaut: F_G = G M M / r² (G=6,67x10⁻¹¹ SI) où r est la distance de la comète au Soleil, M_S la masse solaire et M=(4/3)πR³ μ la masse de la particule.

En égalant F_S et F_G, on trouve aisément le rayon critique: R_C = (3/4) (I₀ r₀² / (μ c G M_S))^{1/2}

4πr² I représente la puissance totale rayonnée par le Soleil. Si I₀ est l'intensité énergétique du rayonnement solaire au niveau de la Terre, r₀ le rayon de l'orbite terrestre, la conservation de l'énergie s'exprime par: I r² = I₀ r₀² avec I₀ ≈ 1,4x10⁸ W m⁻² (constante solaire).

En outre, si v₀ est la vitesse orbitale de la Terre (référentiel de Copernic)

on a: G M_S / r₀² = v₀² / r₀ soit G M_S = r₀ v₀² avec v₀ ≈ 30 km s⁻¹ d'où:

$$R_C = \frac{3}{4} \frac{I_0 r_0}{c v_0^2}$$

valeur indépendante de la distance de la comète au Soleil.

Avec I₀ = 1,4 x 10⁸ W m⁻², r₀ = 1,5 x 10¹¹ m, μ = 10³ kg m⁻³, c = 3 x 10⁸ m s⁻¹, v₀ = 3 x 10⁴ m s⁻¹: R_C = 0,6 μm, ce qui fixe un ordre de grandeur de R_C.

Les particules de plus grande taille sont, au contraire, soumises essentiellement à la gravitation solaire et vont orbiter autour du Soleil en peuplant peu à peu un "essaim météoritique" localisé sur la trajectoire de la comète.

Quittons la comète sur une note futuriste; on a proposé de construire, pour manoeuvrer les vaisseaux spatiaux des "voiles solaires", très grandes plaques métalliques, utilisant la pression de radiation solaire. Le calcul précédent montre que l'épaisseur de telles voiles devrait être très faible (de l'ordre de R_C). Il est difficile de réaliser des voiles solaires qui doivent à la fois avoir une épaisseur très faible et des qualités mécaniques suffisantes.

Hubert GIE

(*) on montre que ce résultat reste vrai pour une sphère totalement réfléchissante.

L'EXPLORATION SPATIALE DE LA COMÈTE DE HALLEY

La rencontre d'une sonde avec une comète peut s'effectuer de plusieurs manières: il peut s'agir d'un simple survol à relativement grande vitesse, d'un rendez-vous au cours duquel il est possible d'observer l'évolution de la comète dans l'espace et dans le temps, d'une mission conduisant la sonde à se poser sur le noyau et autorisant même son retour, après prélèvement d'échantillons. Ce dernier type de mission n'est pas encore envisageable, d'une part parce que la cible est encore mal connue et d'autre part parce que le coût serait prohibitif. Les conditions particulières de la comète de Halley, qui décrit son orbite dans le sens rétrograde, ne sont pas favorables à la mission de rendez-vous: compte tenu du sens du mouvement de la comète, qui est inverse de celui de la Terre, il faudrait disposer d'un lanceur exceptionnellement puissant pour donner à la sonde une vitesse initiale d'un sens opposé à celui du mouvement terrestre. On a donc choisi une mission d'interception rapide, avec un survol du noyau, Pour les sondes Giotto et Vega, il s'effectuera à la vitesse de 70 km/s environ: la sonde traversera la chevelure en quelques heures.

Cette situation nécessite un système de transmission des informations très rapide, pour le cas où la sonde serait détruite, et une coopération particulièrement poussée avec les observations menées depuis le sol. Un très grand effort est fait pour que tous les résultats d'observation circulent très rapidement à l'intérieur de la communauté scientifique concernée.

Pour une fois, les Etats-Unis n'ont pas envoyé de sonde spécifique vers la comète. Ils ne seront cependant pas totalement absents de l'aventure ils utiliseront des sondes déjà lancées, la sonde Pioneer-Venus, qui est en orbite autour de Vénus, et la sonde ISEE-3, rebaptisée ICE. L'orbite de cette sonde a été modifiée pour lui faire traverser la queue de la comète Giacobini-Zinner, le 11 septembre 1985; elle passera à 32 millions de km de la comète de Halley le 28 mars 1986.

Les sondes envoyées spécialement pour observer la comète de Halley sont au nombre de cinq.

Les deux sondes japonaises MS-T5¹⁾ et Planet A²⁾ ont été lancées le 8 janvier et le 18 août 1985. Elles passeront respectivement le 11 et le 8 mars 1986 à 6 millions et 200 000 km du noyau de la comète, dont elles étudieront la queue.

Les sondes soviétiques Vega 1 et Vega 2, lancées les 15 et 21 décembre 1984 ont assuré d'abord une mission d'étude de la planète Vénus. Elles survoleront la comète de Halley, à 10 000 km du noyau, les 6 et 9 mars 1986: elle étudieront la chevelure et le noyau de la comète; en particulier, elles aideront à

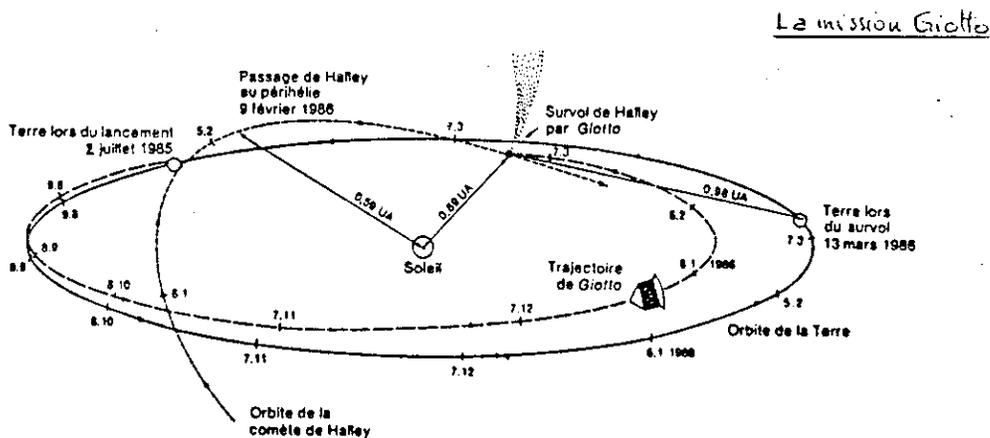
1) appelée aussi Sakigake (pionnier en japonais)

2) appelée aussi Suisei (comète en japonais)

localiser le noyau, ce qui permettra d'affiner la trajectoire de la sonde Giotto.

La sonde européenne Giotto, lancée par l'Agence Spatiale Européenne au moyen de la fusée Ariane le 2 juillet 1985, doit s'approcher à 500 km du noyau de la comète le 13 mars 1986. Elle est munie d'un double bouclier protecteur, mais risque fort cependant d'être détruite par le choc des poussières éjectées par la comète. Si ces poussières ne sont pas trop opaques pour masquer le noyau, la sonde Giotto pourra y distinguer des détails de l'ordre de 20 mètres.

On peut remarquer que le passage de toutes ces sondes à proximité de la comète s'effectue dans un laps de temps assez court autour de la mi-mars 1986. Ceci n'a rien de fortuit: c'est en effet l'époque où l'orbite de la comète traverse pour la seconde fois le plan de l'écliptique, dans lequel il est beaucoup plus facile, pour des raisons énergétiques dues à la vitesse initiale au moment du lancement, de faire circuler les sondes. On préfère aussi, bien entendu, utiliser le second passage plutôt que le premier, car on disposera alors d'une information plus précise sur les éléments exacts de l'orbite.



CINQ MISSIONS SPATIALES				
		Date et lieu de lancement	Date de survol	Distance de survol
Mission soviétique	Véga 1	15.12.84 Baïkonour (URSS)	06.03.86	10 000 km
	Véga 2	21.12.84 "	09.03.86	3 à 10 000 km
Mission japonaise	MST5	08.01.85 Kagoshima (Japon)	11.03.86	4 à 5 millions km
	Planet A	18.08.85 "	08.03.86	200 000 km
Mission européenne	Giotto	02.07.85 Kourou (Guyane française)	13.03.86	500 km

Chacun des croisements s'effectuera avec une vitesse de 70 km par seconde environ et sera de courte durée.
 Le nom Véga, des missions soviétiques est la contraction de Venera Gallei (Vénus et Halley en russe).
 Les renseignements recueillis par les missions Véga doivent aider le satellite Giotto à s'approcher du noyau de la comète avec précision.

- LES EXPERIENCES EMBARQUEES SUR LES SONDES GIOTTO ET VEGA.

Les instruments dont on attend les résultats les plus spectaculaires sont les caméras. Elles donneront des images du noyau, inconnu jusqu'ici, et permettront de mesurer ses dimensions, sa masse, les zones actives, sa rotation.

Dans la même famille des instruments d'optique, les spectromètres permettent d'isoler d'étroites bandes spectrales, dans l'ultraviolet et le visible (TKS) et dans l'infrarouge (IKS) où l'information sur les molécules est particulièrement riche. Ces spectres permettront d'identifier certains composants de la chevelure et de déterminer la vitesse d'éjection des gaz cométaires.

Alors que ces instruments intègrent l'émission lumineuse sur toute une ligne de visée dans la chevelure, l'instrument de sondage optique HOPE isolera la portion d'atmosphère en son voisinage.

Les spectromètres de masse reconnaissent les constituants situés dans leur voisinage par leur masse moléculaire. Ils peuvent identifier des molécules, des atomes ou des isotopes parce que des particules ionisées de masses différentes, placées dans un champ électrique ou magnétique induit sont focalisées en des points différents. La technique s'applique aussi aux poussières.

D'autres expériences vont étudier l'impact des petits grains de poussière qui percutent les sondes pendant le survol au moyen de détecteurs acoustiques et de détecteurs d'ionisation. Les détecteurs acoustiques sont sensibles aux déformations des membranes des microphones et peuvent enregistrer plus d'un millier d'impacts par seconde, dus à des grains dont la masse est inférieure au millionième de gramme et la vitesse de l'ordre de 200 000 km/h.

La dernière catégorie d'expériences concerne le vent solaire, flux de particules émis par le Soleil qui atteindra les sondes avec une vitesse d'environ 400 km/s. On pense qu'il se forme une onde de choc à grande distance de la chevelure, suivie d'une zone turbulente où le champ magnétique peut être fortement amplifié, puis d'une onde de choc interne à proximité de la chevelure. Les expériences de physique des plasmas ont pour objet l'étude de ces trois discontinuités ainsi que de la composante ionisée de la chevelure. Les différentes expériences permettront de détecter les particules très énergétiques (électrons et protons), de mesurer le champ magnétique, et d'étudier la propagation des ondes dans le plasma. Des expériences sont enfin consacrées à la mesure de l'énergie et de la distribution dans l'espace des électrons et des ions du plasma cométaire (RPA et JPA).

EXPERIENCES SCIENTIFIQUES EMBARQUEES SUR LES SONDES

GIOTTO			Vega — Les expériences scientifiques embarquées sur la sonde de survol Comète de Halley		
HMC	Caméra	RFA France — Laboratoire de Physique Solaire et planétaire	Sur la plate-forme mobile		
HOPE	Sonde optique	France Service d'Aéronomie	TVS	Système de télévision	URSS Hongrie France — Laboratoire d'Astronomie Spatiale et Service d'Aéronomie du CNRS.
NMS	Spectromètre de masse neutre	RFA France — LGE Saint Maur	IKS	Spectromètre infrarouge	France — Laboratoire de Physique Stellaire et Planétaire, Observatoire de Meudon.
IMS	Spectromètre de masse ionique	Suisse	TKS	Spectromètre tricanal	France — Observatoire de Besançon et Service d'Aéronomie du CNRS. URSS
PIA	Spectromètre de masse des poussières	RFA	Sur le corps principal de la sonde de survol		
DID	Détecteur d'impact	GB France — ONERA Toulouse	SP-1 et SP-2	Compteur de particules de poussières	URSS
JPA	Analyseur d'ions et d'électrons	GB	DYCMA	Compteur et analyseur de masse de poussières	URSS RFA Hongrie
RPA	Analyseur d'ions et d'électrons	France — CESR Toulouse	PUMA	Spectromètre de masse de poussières	URSS RFA France — Service d'Aéronomie du CNRS.
EPA	Compteur de particules	Irlande	PHOTON	Expérience photoélectrique	URSS
MAG	Magnétomètre	RFA	ING	Spectromètre de masse de gaz neutre	URSS RFA Hongrie
			APV-N	Analyseur d'ondes de plasma BF	URSS Pologne Tchécoslovaquie
			APV-V	Analyseur d'ondes de plasma HF	France — Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement ESTEC
			MICHA	Magnétomètre	Autriche

Ce texte est extrait de la plaquette "Halley 1986" distribuée aux visiteurs de l'exposition d'Orsay réalisée par J.P.Bibring, L.Bottinelli, L.Gouguenheim F.Prévoit et G.Walusinski.

LECTURES POUR LA MARQUISE ET POUR SES AMIS

ASTRONOMIE FLAMMARION

***** Deux beaux livres reliés vendus sous jaquette couleur dans un cartonnage solide. Analyser ici ces 1072 pages dont un index de seize pages : pas facile. D'autant que si j'écris tout le bien que j'en pense, il y aura des esprits supérieurs pour murmurer peut-être que je fais preuve de complaisance ; dans l'équipe des astronomes qui a réalisé l'ouvrage, le CLEA compte en effet nombre d'amis. Mais, devrais-je, parce qu'ils sont des amis, taire la jubilation que leurs écrits me procurent ? Trêve de précautions oratoires, c'est vrai, je jubile en les lisant ; je crois que vous en ferez autant, jubilons ensemble.

Comment s'y sont-ils pris pour réaliser ce superbe ouvrage ? Je n'en sais rien, je constate le résultat et j'imagine : Ils ont choisi un chef d'orchestre qui leur convenait (et réciproquement ajouterait celui-ci - je m'aperçois que je n'ai pas encore cité son nom mais vous l'avez deviné, Jean-Claude Pecker) ; ensuite la tâche s'est trouvée facilement répartie selon les compétences des uns et des autres. Pour quoi faire ? Nous donner un état 1985 de la fameuse question "Où sommes-nous ?" que les hommes se posent depuis... je ne sais pas mais très longtemps. Sachant qu'en 1848, Arago avait répondu à sa façon pour les quidams de son époque avec son Astronomie populaire. Un coup de chapeau s'impose en passant à cet illustre prédécesseur, mais c'est l'Univers tel que nous le connaissons aujourd'hui qui nous intéresse et depuis Arago il a fameusement grandi, méconnaissable...

En 1880, Camille Flammarion prend la plume à son tour et quelle plume ! Relisons les premières et dernières lignes des deux volumes de son Astronomie populaire non sans avoir réjoui notre oeil en savourant le charme désuet des gravures et de leurs légendes. En tête : "Ce livre est écrit pour tous ceux qui aiment à se rendre compte des choses qui les entourent et qui seraient heureux d'acquérir sans fatigue une notion élémentaire et exacte de l'état de l'Univers." Ceci à une époque antérieure à l'école de Jules Ferry, a fortiori antérieure à la belle expérience des universités populaires qui furent du temps de l'Affaire Dreyfus. Et maintenant, relisons la dernière phrase : "Nous sommes à une époque où les erreurs de l'ignorance, les fantômes de la nuit, les songes de l'enfance humaine doivent disparaître ; l'aurore répand sa pure lumière ; le Soleil se lève sur l'humanité éveillée ; tenons-nous tous debout devant le ciel et n'ayons désormais qu'une seule et même devise : LE PROGRES PAR LA SCIENCE." Souriez si vous voulez, moi je suis certain que ce vieux Camille était un coeur pur. Reprendre l'objectif fixé par sa première phrase, être fidèle à sa vision généreuse de la science en inscrivant son nom dans le titre de l'ouvrage actuel, moi, j'approuve et j'applaudis.

Il fallait bien refaire complètement l'ouvrage. En un siècle (1880 -1985)- Quel siècle ! - il y a eu du changement ; même chez les lecteurs, habitués aujourd'hui à lire des graphiques ou des statistiques. Et dans l'Univers quel chambardement. Les "Leçons sur les hypothèses cosmogoniques" de Henri Poincaré datent de 1911 ; les Einstein, Planck, Hubble et beaucoup d'autres ont mis à mal bien des idées reçues. Un premier essai de mise à jour est publié en 1955 sous la direction d'André Danjon ; le volume est enrichi de photographies (noir et blanc bien sûr) ; l'ouvrage est collectif grâce au concours d'astronomes spécialisés. Mais la rédaction reste très prudente, on signale bien en quelques lignes l'expansion de l'Univers mais la Relativité est une théorie trop "récente" (un demi siècle) pour qu'on s'attarde sur ce sujet délicat.

En 1985, alors que le public a donc évolué (je ne prétends pas qu'il soit plus intelligent mais il est plus "instructionné" comme disait ma grand'mère), alors que le mouvement de la recherche est tellement accéléré, il fallait oser pour tenter d'exposer l'état des lieux, comment aujourd'hui nous concevons l'Univers. L'équipe Pecker a osé, je pense qu'elle a réussi. Le lecteur que je suis comprend-il tout "sans fatigue" comme le voulait ce brave et optimiste Camille ? Non, c'est trop demander, il est d'ailleurs légitime qu'à l'effort des auteurs corresponde l'effort du lecteur, un effort d'attention qui est récompensé, preuve que c'est de la bonne et saine vulgarisation (celle qui donne sans effort, il faut s'en méfier). Dans le cas présent, on oublie l'effort grâce au plaisir de la lecture. Plaisir des yeux d'abord, une mise en page très claire, du papier très blanc et qui ne brille pas sous la lampe, des photos en couleurs à faire longtemps rêver, des images, schémas et graphiques qui utilisent aussi la couleur avec à-propos didactique (fait assez rare pour être souligné), des légendes qui renvoient au texte lequel lui renvoie souvent aux documents par conséquent judicieusement choisis. Du beau travail quand on pense à la mise au point. D'ailleurs le chef d'orchestre est astrophysicien, sachiez-vous, il intervient souvent par des "encadrés" qui lui permettent, non de corriger des fausses notes, mais d'ajouter à l'accord ses propres harmoniques - il a de la tablature, le bougre !

Maintenant, feuilletez ces 1072 pages, je n'ai pas l'intention de tout vous raconter, seulement vous inviter à la promenade.

Dans sa "Note aux lecteurs", Pecker donne des indications sur les diverses lectures possibles. Survoler pour commencer, c'est sage, vous avez une idée de l'ensemble. Ensuite vous lisez ce chapitre qui vous passionne particulièrement et vous vous apercevez alors que vous avez manqué telle information, l'index, très riche et très précieux vous indique l'adresse où il faut frapper. Ce faisant, vous découvrez les petits recoins du palais, ces appendices riches de données numériques ou bibliographiques, des rappels sur les unités, sur les notations. Vous avez compris, ces deux beaux livres, non seulement ils auront belle allure dans votre bibliothèque, mais ils n'y resteront pas inertes comme des pièges à poussière, ce seront des outils qui finiront par être un peu astiqués comme le manche d'un vieux tournevis.

"L'introduction générale" de Marcel Golay, directeur de l'Observatoire de Genève est un chef d'oeuvre du genre : en dix pages, analyse aussi fine que savoureuse de la place de l'astronomie dans la culture, une fameuse place, et du métier d'astronome, un fameux métier qui a ses servitudes comme les autres mais aussi des charmes qui sont un peu ceux de l'exploration. Un tout petit regret pourtant, Monsieur le Directeur, vous ne faites aucune allusion à l'enseignement de l'astronomie, excusez-nous, ici, au CLEA, nous ne pensons qu'à ça et nous savons qu'à Genève vous y pensez aussi.

Trois cents pages ensuite sur les "moyens de l'exploration astronomique". C'est tout à fait raisonnable de mettre en tête la description de ces "moyens" les grandes découvertes ne sont pas le fruit gratuit ou hasardeux des divagations mentales des astronomes. C'est aussi une façon de traiter certains aspects de l'astronomie fondamentale, laquelle est suffisamment et bien traitée dans des ouvrages classiques, par exemple l'édition 1955 de L'Astronomie populaire, il y avait, en 1985, plus à dire sur des sujets nouveaux la radioastronomie, l'astronomie spatiale, l'astronomie des hautes énergies. Certains penseront que l'astrophysique contemporaine, fille légitime de l'astronomie fondamentale, dévore sa mère ; ce n'est pas vrai, bien des articles des Cahiers Clairaut prouvent la vitalité de l'ancêtre, en particulier quand il s'agit de l'initiation ou de la préparation des grandes explorations. Bref, trois cents pages fort instructives sans oublier dix pages d'appendices, une mine pour la documentation.

Trois cents pages sur le système solaire. N'allez pas prétendre que cela ne vous intéresse plus l'année où la sonde Voyager 2 visite Uranus. Les généralités sont présentée par Bruno Morando, les planètes telluriques,

les astéroïdes et les comètes par Celnikier, Jupiter par Boischot, Saturne et les confins par Brahic. Je vous disais en commençant qu'on rencontrerait des amis du CLEA dans tous les chapitres.

Troisième partie et début du second volume, "Étoiles et matière interstellaire : la Galaxie". Simone Dumont traite le Soleil, étoile typique, en une soixantaine de pages ; on sait que Pecker en a fait tout un livre ("Sous l'étoile Soleil", 412 pages, éd Fayard 1984), je me demande si, dans un espace plus restreint, nous n'avons pas ici une vue encore meilleure de la richesse du sujet. Les spectres et la connaissance des étoiles par Praderie les idées assez simples, au fond, qui avaient été celles des pionniers au début du siècle se sont enrichies ... et compliquées, mais nous avons un diagramme H-R en couleurs dont l'auteur tire des merveilles. L'interaction des étoiles et du milieu environnant, par C. Magnan, fait l'objet d'un chapitre spécial qui sert d'introduction aux trois chapitres captivants sur l'inventaire de la Galaxie par Michèle Gerbaldi, l'évolution des étoiles par J-P. Zahn, les facteurs de l'évolution galactique par Lucienne Gouguenheim qui traite aussi plus loin de l'évolution des galaxies.

La dernière partie, "le monde des galaxies" est sans doute la plus riche de découvertes prometteuses ; on atteint les limites accessibles aux instruments, il faut donc s'attendre, avec les instruments de demain, un nouvel élargissement de l'Univers exploré. Il faut donc commencer par faire le point des connaissances actuelles, Lucette Bottinelli et Nicole Heidmann ont dressé la classification des galaxies, puis Jean Heidmann étudie leurs comportements "grégaire", les amas et superamas de galaxies ; enfin P. Véron présente les problèmes des quasars. Couronnement des deux livres, les trois chapitres de cosmologie, les faits cosmologiques par Lucette Bottinelli puis les problèmes cosmologiques par Laurent Nottale.

Même si nous nous sommes contentés de feuilleter, nous sortons des deux livres un peu étourdis. Il faut relire, conseille Pecker, il a raison. Pourtant, sans attendre, à mes risques je dirai le sentiment qui m'envahit durablement après ces lectures encore incomplètes et pourtant renouvelées : un superbe étonnement (au sens fort du terme, quand un personnage de Racine était étonné, c'était presque comme si le tonnerre éclatait sur ses épaules). Ce ciel où l'on prétendait que siégeait l'Éternel, ce ciel qui me paraît bien mériter le vieux nom de "sphère des fixes" quand je le regarde, il faut que je me fasse à l'idée que rien n'y est fixe ni permanent, c'est le domaine par excellence de l'évolution, on peut même se demander si les constantes des grandes lois ont eu les valeurs que nous leur connaissons il y a cinq ou dix milliards d'années. Et cette suite fantastique d'événements qui me concernent directement, la formidable explosion que ma petite tête a du mal à baptiser "primordiale", il y a plus de dix milliards d'années, la formation du Soleil et de cette Terre il y a moitié moins de temps et tout de suite après, à un milliard d'années près, le développement des premières cellules vivantes. Tout cela pour arriver à cet être vertical qui prétend vouloir comprendre comment cet Univers fonctionne sous prétexte qu'il a inventé la fonction linéaire ou d'amusantes formules du genre

$$E = m \cdot c^2$$

Si vous ne trouvez pas tout cela étonnant, c'est que vous n'avez encore pas plongé dans l'ASTRONOMIE FLAMMARION. Courez-y vite.

G.W.

P-S. Évidemment le prix d'un tel ouvrage est élevé, 995 F, mais pour ce prix-là vous avez tout l'Univers à votre portée et si vous comparez avec de méchantes publications dont je tairai les titres... Pour l'heure, je n'ai relevé qu'une coquille, d'ailleurs amusante, dans les 1072 pages : à la page 99 le grand télescope de St Michel est dit faible pour fiable!

Au secours ! La comète revient

***** Au secours, dis-je, non parce que j'ai peur d'être balayé par la queue de cette comète fameuse, empoisonné par ses vapeurs délétères ou dérouté par les catastrophes qu'elle annoncerait dans les cours princières de mon voisinage. Non, c'est simplement que j'ai eu peur d'être submergé par les livres, brochures et articles sur ce retour 86, tout en me réjouissant que ce soit une occasion pour beaucoup de gens de sortir de leurs préoccupations habituelles sur le loto ou le footballe.

Me résignant à n'avoir pu citer ici tout ce qui a paru, je voudrais provisoirement clore cette rubrique par la très brève analyse de trois ouvrages dignes de notre attention.

En tête de la course, "Halley, le roman des comètes" par A-C. Levasseur-Regourd et Ph de La Cotardière (éd Denoël, 128 F). En 292 pages une étude complète présentée sous forme claire, passionnante d'une documentation aussi riche qu'on peut l'espérer. Les trois premiers chapitres sur l'histoire dont quinze excellentes pages sur Halley qui n'a pas étudié que la comète de 1682. Ensuite trois chapitres sur la physique des comètes, une centaine de pages qui donnent toutes les données des connaissances actuelles. Enfin, la Terre et les comètes, problème des collisions, problème des origines de la vie et les missions spatiales. A-C. Levasseur-Regourd est responsable d'une expérience embarquée sur Giotto, elle était bien placée pour en parler. Nombreuses données en annexe et précieux index. Bref un livre de référence qu'il faut recommander.

Un autre gros livre : "La comète de Halley, une révolution scientifique" par Paolo Maffei (éd Fayard, 504 p, 189 F), traduit de l'italien par G. Cattani. Le nom de l'auteur est familier à tous ceux qui connaissent les deux petites galaxies qu'il a découvertes dans le groupe local. Le plan de son livre sur la comète est voisin du plan du livre précédent. Il est particulièrement développé sur la partie historique (presque trop riche, peu de gens ont besoin de savoir les déplacements de la comète par rapport aux constellations du 17 janvier au 12 juillet 295). Par contre, il y a de belles illustrations et beaucoup de renseignements sur l'astronomie chinoise. Des spécialistes ont relevé des maladroresses de traduction qui peuvent s'expliquer si la traductrice n'est pas astronome.

Sur le plan pédagogique, il faut saluer la réalisation d'un dossier Comète de Halley, le n°392 de "Textes et Documents pour la Classe" (édition du CNDP, ce numéro 11 F). Travail réalisé par notre Collègue Anne-Marie Louis, une fidèle des écoles d'été.

P-S. Question : Les CC ont-ils fait ce qu'il fallait pour informer leurs lecteurs sur la comète ? Récapitulons :

1°) Des articles :

n°26(p3) "A propos des comètes" par A-C. Levasseur-Regourd

n° 31 (p41) "Rencontres avec la comète de Halley" par Lucette Bottinelli et deux feuillets :

"Des plans pour la comète" par Michel Toulmonde (n°29, p 27 et n°30, p27)

"En attendant son retour" par K. Mizar (n°27 p13 ; n°29,p45 ; n°30,p16)

2°) Des notes et indications bibliographiques :

n°27 p36 "Rendez-vous avec la comète de l'histoire" montage audiovisuel par l'Association Astronomique de Franche Comté;

n°30, p 19 "La comète de Halley, hier, aujourd'hui, demain" documents édités par l'Observatoire de Paris

"La comète de Halley, histoire, observation, éphémérides", numéro spécial de La Gazette d'Uranie;

n° 31, p8 "La comète 1759" par Victor Hugo

p.18, "Les jeux de la comète" par Maurice Carmagnole;

p.37 , "Le retour de la comète" par J.M. Homet ; "Les comètes, mythes et réalités" par P. Véron, J-C. Ribes et M. Festou.

Des textes classiques

***** Ce n'est pas nouveau, il y a toujours eu pénurie d'édition de textes scientifiques classiques. Comme si leur lecture devait être réservée à un très petit nombre de spécialistes d'histoire des sciences. Comme si l'étudiant n'avait plus rien à apprendre des savants qui, hier, firent la science. Saluons donc comme il convient la nouvelle collection "Epistémé" qui, sous la direction de Stéphane Deligeorges nous propose, chez l'éditeur Christian Bourgois, un programme passionnant:

Trois titres parus :

Georges CUVIER, "Discours sur les révolutions de la surface du globe", 336p, 70F
François ARAGO, "Souvenirs de ma jeunesse" ; 224 p ; 50 F.
Isaac NEWTON "Principia Mathematica", 400 P ; 100 F:

Trois titres annoncés :

Pierre de LAPLACE, "Essai philosophique sur les probabilités"
Antoine de LAVOISIER, "Traité élémentaire de chimie"
Edwin SCHRODINGER, "Qu'est-ce que la vie ?"

Dans chaque livre, prenons l'exemple du premier, une importante préface sur l'homme et son oeuvre par Hubert Thomas ; une postface de Goulven Laurent pour rappeler l'influence de l'oeuvre sur le développement ultérieur de la science:

Inaugurer la collection avec ce texte de Cuvier est significatif. Il ne faut pas se contenter de relire les auteurs que la postérité a consacrés comme de grands inventeurs. Il y a eu de bons esprits qui, compte tenu de leur formation et de leur époque ont été conduits à adopter des thèses que la vie des sciences paraît avoir ensuite rejetées. Mais dans ces thèses, n'y a-t-il plus rien à glaner. En tous cas il est instructif de comprendre comment un savant de la taille de Cuvier a pu rester convaincu de la fixité des espèces. Lecteur assidu de la Bible, il voit dans le Déluge le récit authentique d'une inondation universelle, une de ces catastrophes qui, selon lui, ont marqué l'histoire du globe.

Je reviendrai, à l'occasion du trois centième anniversaire des "Principes mathématiques de la philosophie naturelle" sur la nouvelle traduction de Newton. Tout de suite un mot sur les savoureux souvenirs d'Arago.

François ARAGO (1786-1853)

"L'histoire de ma jeunesse" que François Arago écrit sur ses vieux jours n'est pas un livre d'astronomie, peut-être ne vous apprendra-t-il rien que vous ne sachiez déjà. Lisez-le pourtant : vous y rencontrez un homme dans la force de l'âge, savant et républicain dont la vitalité vous entraîne. Ce n'est pas un moralisateur qui vous parle, c'est une vie exemplaire qui vous est contée simplement avec humour. Si les problèmes d'enseignement vous intéressent, le récit des interrogations du candidat Arago à l'Ecole Polytechnique vous ravira. Si vous aimez les romans d'aventure, l'expédition de mesure du méridien en Espagne avec retour par Alger et abordage par un pirate barbaresque, tout cela vous enchantera.

Le récit est complété par la belle préface écrite pour Arago par son ami Alexandre de Humboldt et une notice complémentaire sur la vie du savant.

Il était presque aveugle quand il dicta sa fameuse Astronomie populaire, premier ouvrage du genre qui témoigne de l'étendue de ses connaissances et de son souci d'éducation. Dommage qu'il soit mort, ce François là, nous ferions hommage d'un service des Cahiers Clairaut.

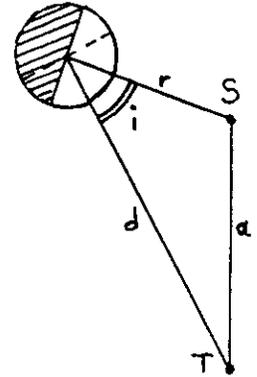
K. Mizar

Magnitudes planétaires et moindres carrés

Dans les CC 28 (printemps 85), Jacques DUPRÉ explique très bien comment calculer la magnitude visuelle des planètes à l'aide de la formule de POGSON:

$$m = m_0 + 5 \cdot \log_{10}(r \cdot d) + a \cdot \left(\frac{i}{100}\right) + b \cdot \left(\frac{i}{100}\right)^2 + c \cdot \left(\frac{i}{100}\right)^3$$

où r est la distance Soleil-planète, (en UA),
 d --- Terre-planète, (en UA),
 i: angle de phase de la planète, (en degrés),
 m₀: constante de normalisation.



André DANJON donne un tableau des quantités m₀, a, b, c pour les planètes (cf. "Astronomie générale"). Ces valeurs sont issues de nombreuses observations, comme on va le voir.

En fait, si on compare les résultats de ce modèle numérique avec les valeurs des magnitudes fournies par les Ephémérides du Bureau des Longitudes (EBL), on trouve des écarts, pouvant parfois atteindre une demi-unité de magnitude (0,5).

J'ai alors repris ces calculs, par une méthode statistique.

Pour cela, et à l'aide d'un ordinateur, j'ai d'abord calculé pour chaque planète l'angle de phase pour une date donnée, ainsi que r et d, et ce sur une période de 13 mois pour avoir une bonne dispersion des valeurs de i.

En mettant en relation cet angle calculé et la magnitude fournie par les EBL (ou mesurée directement), un programme de régression aux 1er, 2è et 3è degrés m'a donné les courbes d'équations

$$m - 5 \cdot \log(r \cdot d) = f(i) = m_0 + a \cdot \left(\frac{i}{100}\right) + b \cdot \left(\frac{i}{100}\right)^2 + c \cdot \left(\frac{i}{100}\right)^3$$

c'est à dire les coefficients cherchés: m₀, a, b, c.

Le tableau ci-dessous indique les résultats. Les valeurs de A. DANJON servent pour comparaison. Pour Mars, le modèle peut être représenté au 1er ou au 2è degré avec une assez bonne précision, la magnitude n'étant donnée qu'à 0,05 près.

	m ₀	a	b	c	
Mercure	-0,21	3,80	-2,73	2,00	← Danjon
	-0,22	3,87	-2,80	2,00	← Toulmonde
Vénus	-4,14	0,09	2,39	-0,65	D
	-4,05	-0,48	3,25	-1,0	T
Mars	-1,36	1,5	0	0	D
	-1,27	1,4	0	0	T
	-1,28	1,47	-0,17	0	T
Jupiter	-8,99	1,48	0	0	D
	-8,96	0,37	0	0	T
Saturne	-8,68	1,7	0	0	D
	-9,07	5,63	0	0	T
Uranus	-7,04	?	-	-	D
	-6,84	0	0	-	T

Reprenons alors le 2^e modèle de A. Danjón pour Mercure et Vénus (orbites circulaires, concentriques, et coplanaires).

Le triangle SMT permet d'écrire:

$$a^2 = d^2 + r^2 - 2rd \cdot \cos i$$

Or $a-d \leq d \leq a+d$

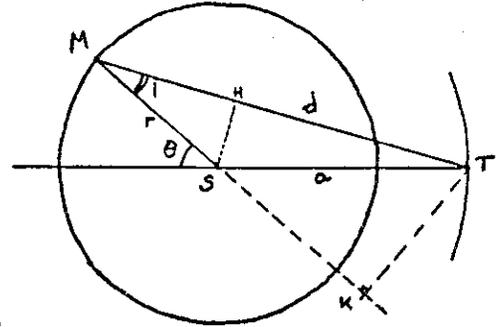
$$d'ou \quad d = r \cdot \cos i + \sqrt{a^2 - r^2 \cdot \sin^2 i}$$

$$= MH + MT$$

De plus, $MK = MS + SK$, soit:

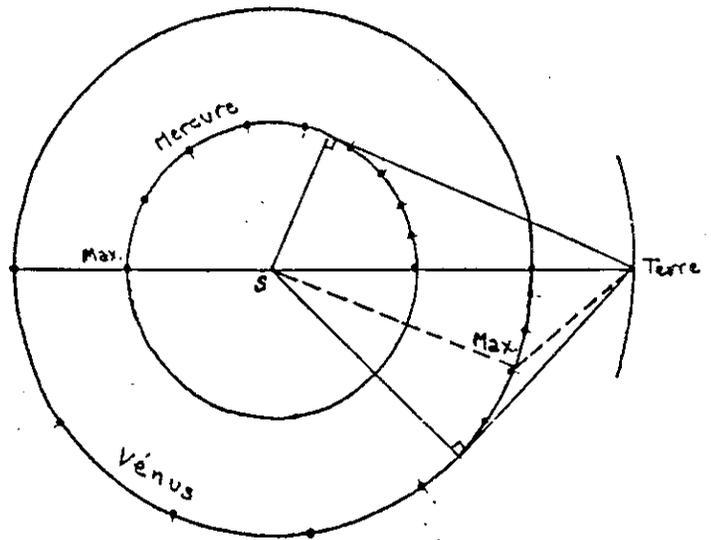
$$d \cdot \cos i = r + a \cdot \cos \theta$$

d'où, si $a=1UA$, $\theta = \text{Arc cos}(d \cdot \cos i - r)$.

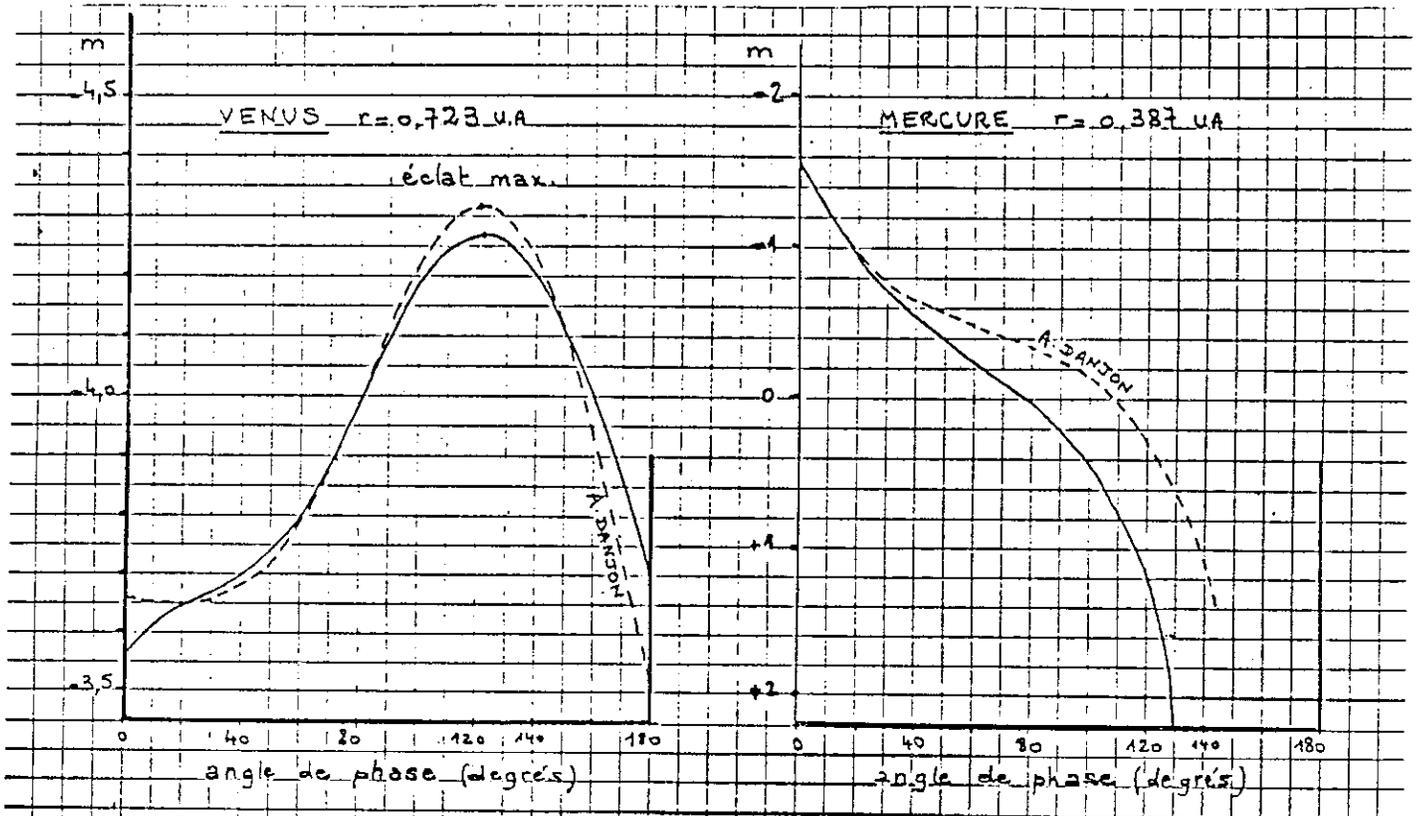


Les nouveaux coefficients donnent alors les résultats suivants, avec $r=0,387$ UA pour Mercure et $r=0,723$ UA pour Vénus:

i°	Mercure		Vénus	
	m	θ°	m	θ°
0	-1,57	0	-3,57	0
20	-0,94	27,6	-3,64	34,3
40	-0,54	54,4	-3,70	67,7
60	-0,26	79,6	-3,80	98,8
80	+0,03	102,4	-3,98	125,4
100	+0,45	122,4	-4,18	145,4
120	+1,16	139,6	-4,27	158,8
140	+2,27	154,4	-4,20	167,7
160	+3,92	167,6	-3,99	174,3
180	+6,21	180	-3,71	180



On traduit graphiquement ces résultats par les courbes $m=f(i)$ pour les deux planètes.



Le maximum d'éclat de Vénus ($m=-4,27$) est atteint pour un angle de phase $i=121,0$ ($\theta=159,3$), et non à la position d'élongation maximale, où $i=90^\circ$ et $m=-4,1$.

Pour Mercure, l'éclat est maximal lors de la conjonction supérieure, ce qui hélas la place dans le voisinage visuel du Soleil...

Le tableau publié par A. Danjon pour Mercure comporte sans doute (?) des erreurs typographiques, car les valeurs de a, b, c qu'il donne ne conduisent pas aux résultats indiqués pour m . Avec $r=0,387$ UA, il faudrait prendre $a=3,82$ (3,80), $b=-3,32$ (-2,73) et $c=1,96$ (2,00).

Mais mon propos n'est pas de mettre en doute ce remarquable ouvrage qu'est "Astronomie générale", mais seulement de présenter une application de la méthode de traitement statistique de données expérimentales, dite "méthode des moindres carrés".

Cette méthode statistique est très utilisée quand on cherche une relation numérique entre deux grandeurs expérimentales.

On dispose de N mesures, représentées par les couples x_i et y_i ($i=1$ à N). Supposons (par exemple) que y soit lié à x par une relation linéaire: $y=a \cdot x + b$ (x et y sont ici des valeurs théoriques et non des mesures).

L'erreur totale S dans la description des données expérimentales par cette relation est mesurée (par exemple) par

$$S = \sum_{i=1}^N (y_i - a \cdot x_i - b)^2 \quad \text{où } x_i \text{ et } y_i \text{ sont les mesures réalisées.}$$

On cherche à déterminer les coefficients a et b tels que l'erreur S soit la plus faible possible (on minimise ces carrés).

En résolvant le système de 2 équations à 2 inconnues (a et b): $\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial b} = 0 \end{cases}$ on trouve facilement:

$$a = \frac{N \cdot S_{xy} - S_x \cdot S_y}{N \cdot S_{xx} - (S_x)^2} \quad b = \frac{S_y - a \cdot S_x}{N}$$

$$\text{où } S_x = \sum_{i=1}^N x_i \quad S_y = \sum_{i=1}^N y_i \quad S_{xy} = \sum_{i=1}^N x_i \cdot y_i \quad S_{xx} = \sum_{i=1}^N (x_i)^2$$

C'est la régression linéaire. La régression dite logarithmique, ou exponentielle, se traite de la même façon que la régression linéaire grâce à un changement de variables:

$$Y=A \cdot X^n \quad \text{s'écrit } \text{Log } Y = n \cdot \text{Log } X + \text{Log } A \quad \text{soit } y=n \cdot x + A'$$

$$Y=B \cdot e^{-A/kT} \quad \dots \quad \text{Log } Y = -\frac{A}{k} \cdot \frac{1}{T} + \text{Log } B \quad \text{soit } y=a \cdot \left(\frac{1}{T}\right) + b$$

Bien sûr, dans ces cas, les valeurs y_i et x_i sont en fait $\text{Log } Y_i$ et $\frac{1}{T_i}$ respectivement, Y_i et T_i étant les valeurs mesurées.

Pour la régression polynomiale (degré 2, 3, ...), la fonction $y(x)$ devient $y=ax^2+bx+c$ (ou $y=ax^3+bx^2+cx+d$). Le principe de la méthode reste le même:

$$S = \sum_{i=1}^N (y_i - a \cdot x_i^2 - b \cdot x_i - c)^2 \quad \text{et } \frac{\partial S}{\partial a} = 0 ; \frac{\partial S}{\partial b} = 0 ; \frac{\partial S}{\partial c} = 0 \quad \text{d'où } a, b, c$$

mais les calculs deviennent très longs. Il est alors très utile de programmer un ordinateur à cette méthode et de le laisser opérer pour les 10, 20 ou 100 couples de mesures. C'est ce que j'ai fait pour "approximer" la formule de Pogson.

Michel TOULMONDE

SPECTROSCOPIE AU T.60 DU PIC.

Observer depuis un lieu privilégié, en altitude, constitue pour un amoureux du ciel une entreprise réjouissante; lorsque ce lieu est le Pic du Midi et que le télescope de 60cm de l'observatoire peut être utilisé par des amateurs (suffisamment avertis), l'aventure devient passionnante.

L'idée de faire des tests de spectroscopie au T.60 nous vint de la nature même de cette technique (par la nécessité de disperser l'énergie lumineuse, donc de se situer derrière un gros collecteur), mais aussi du sentiment que l'analyse spectrale ne paraît pas un moyen d'investigation très répandu chez les amateurs.

Une exploration des articles sur la spectroscopie pratique, éparpillés dans les différentes revues disponibles en France, montre que des essais concluants ont été réalisés; cependant, l'adaptation des appareils aux collecteurs et aux objets étudiés, le choix parfois arbitraire des composants (réseaux, chambres, et surfaces sensibles) posent autant de questions incomplètement résolues.

Nous avons donc suggéré de tester des réseaux et des configurations d'analyseurs dans un double but:

1°) comparer des composants utilisables derrière tous les télescopes (réseaux, pellicules);

2°) définir expérimentalement une configuration optimum de spectrographe adapté au T.60 pour aboutir, enfin, à la construction d'un appareil qui restera au sommet, à la disposition des amateurs.

Première mission:

Des projets furent dessinés en 1983 et les pièces détachées réunies (la maison Clavé ayant gracieusement fourni des pièces mécaniques et deux petits miroirs). Deux spectrographes étaient prêts (février84) et furent apportés au sommet en octobre 1984.

L'une des deux versions comportait un appareillage sans fente qui fut peu utilisé, sa mise au point s'avérant imparfaite; le spectro avec fente fonctionnait bien, malgré quelques points de détail restant à améliorer, mais la mission fut avant tout dominée par une météo épouvantable, la fin du cyclone Hortense ayant même bloqué l'auteur de cet article quatre jours supplémentaires au sommet.

Principe de l'appareil.

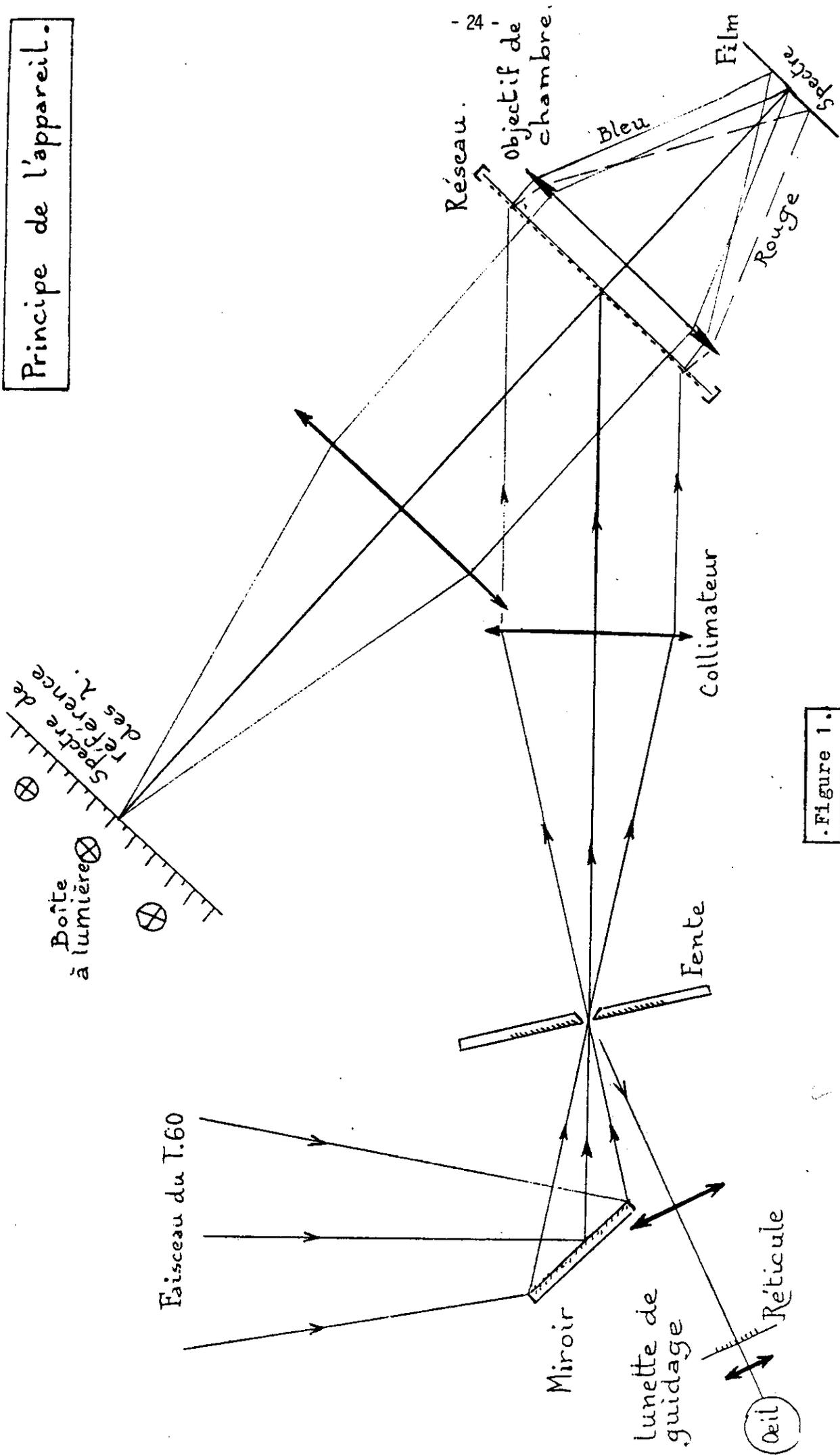


Figure 1.

On peut voir, figure 1, le principe de l'appareil et, figure 2, le croquis du spectrographe tel qu'il fut utilisé.

Quelques précisions techniques s'imposent:

a) la lumière, issue du miroir du télescope, traverse la grande planche qui supporte le spectro par la trappe d'entrée; le faisceau est rabattu vers le collimateur (via la fente) par le petit miroir plan. Ce miroir et le faisceau incident ont été rapportés dans le plan de l'image sur le schéma de principe.

b) le collimateur (Prestinox) a 200mm de focale et 58mm de diamètre ($F/D= 3,5$). Il reçoit l'intégralité de la lumière provenant du miroir du T.60 puisque son rapport F/D est le même et que l'alignement est correct; le petit miroir plan qui précède la fente est surdimensionné de 20% pour ne rien diaphragmer (sans trop gêner, pour autant, la visée de la lunette de guidage).

c) la fente, réglable, en acier doux, réfléchissait suffisamment la lumière pour que la poursuite des images d'étoiles soit possible; cependant, la qualité optiquement médiocre de sa surface et la difficulté pour atteindre la bonne obliquité de son plan exigeait une révision de ce point précis (ce qui fut fait à la mission suivante).

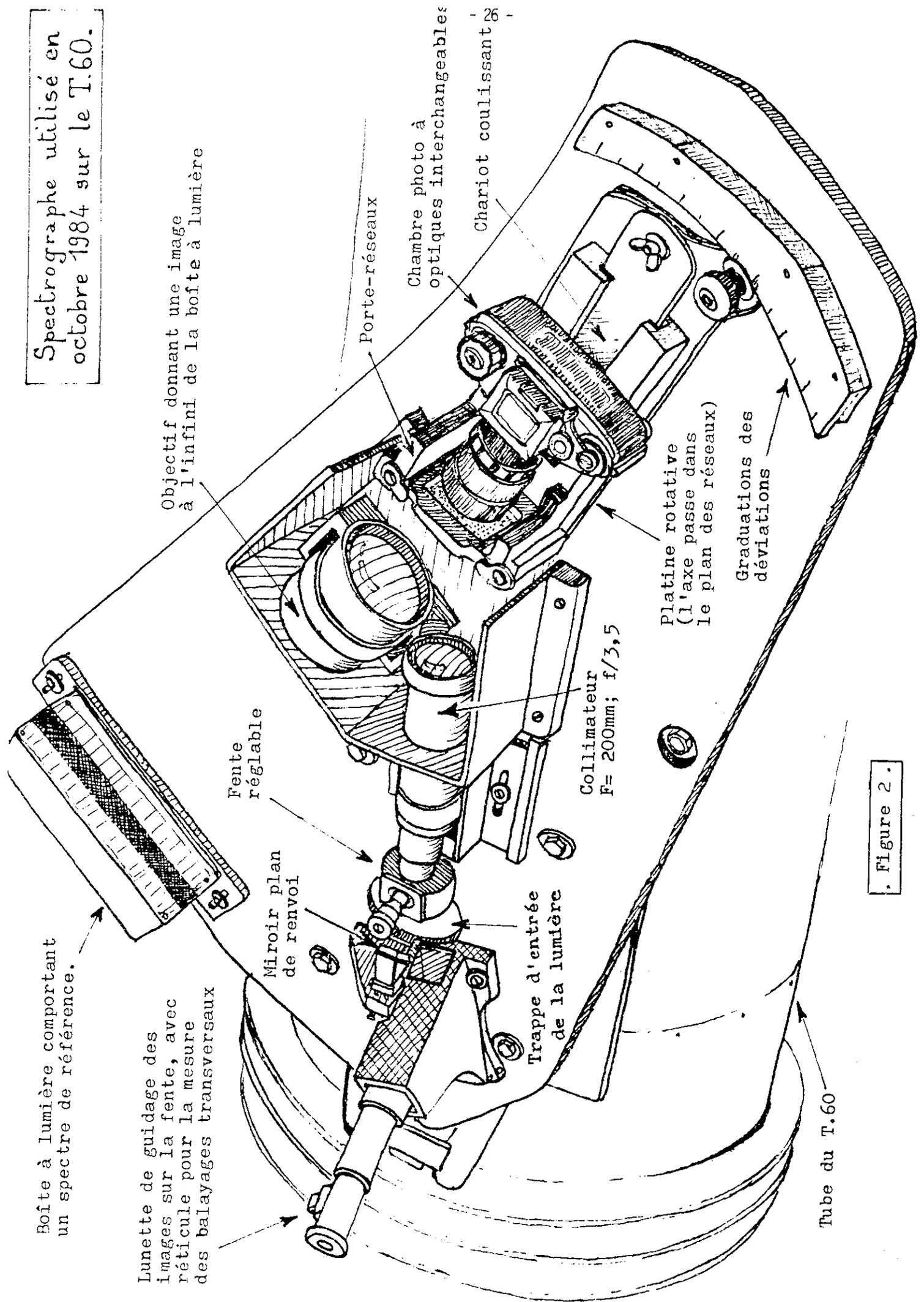
d) la petite lunette guide diaphragmait un petit peu le faisceau réfléchi par les faces latérales de la fente (objectif de diamètre un peu faible).

e) la boîte à lumière éclairait, par transparence, un spectre solaire plaqué contre sa face avant; ce spectre était rejeté à l'infini par le gros objectif voisin du collimateur et son image aboutissait sur le film; la bande noire et médiane préservait la zone où se formait le spectre de l'étoile: ce dispositif était destiné à encadrer les spectres stellaires d'un spectre de référence afin de mesurer les longueurs d'ondes sur les clichés.

Le réglage initial se faisait de jour en braquant le T.60 vers le bleu du ciel et en visant avec la chambre photo la boîte à lumière: la coïncidence une fois obtenue assurait un repérage des longueurs d'ondes pour les clichés nocturnes.

L'emploi de réseaux par transmission autorisait cette procédure (qui fonctionnait) malgré un petit défaut de conception: la forte épaisseur de l'objectif provoquait un petit décalage transversal du spectre de référence lorsque la chambre photo pivotait (pour explorer les différentes zones de longueurs d'ondes). Une correction était prévue pour trois déviations types (avec le bon

Spectrographe utilisé en
octobre 1984 sur le T.60.



Boîte à lumière comportant
un spectre de référence.

Lunette de guidage des
images sur la fente, avec
réticule pour la mesure
des balayages transversaux

Objectif donnant une image
à l'infini de la boîte à lumière

Fente
réglable

Miroir plan
de renvoi

Porte-réseaux

Chambre photo à
optiques interchangeables

Chariot coulissant

Trappe d'entrée
de la lumière

Collimateur
 $F = 200\text{mm}$; $f/3,5$

Platine rotative
(l'axe passe dans
le plan des réseaux)

Graduations des
déviations

Tube du T.60

Figure 2.

réseau) mais ce dispositif ne put être employé puisque les nuages et la tempête furent les plus forts !

N.B.: les éléments décrits aux paragraphes c), d) et e) ont fait l'objet de révisions ou de transformations notables en vue de la deuxième mission.

f) le porte-réseaux, la platine des chambres photographiques: le croquis de la figure 2 montre bien la structure des éléments; les réseaux sont interchangeable dans un logement de 80x70mm et le chariot permet de placer les objectifs de focales variées au plus près des réseaux. L'ensemble tourne (de 0°, dans l'axe du collimateur, jusqu'à 60°) autour d'un axe qui se trouve dans le plan des réseaux, au milieu et sous la platine. Les déviations sont précisément repérées grâce à la graduation arrière.

Deuxième mission:

Fin juillet 1985. Le programme prévoit les tests entre les réseaux et les tests de surfaces sensibles, donc une reprise (légèrement modifiée) du programme de 1984.

De substantielles améliorations ont été apportées à l'appareil: confort dans les opérations de guidage et de balayage (automatisé) sur la fente; longueurs d'ondes de référence fiables et plus précises. Pour ce qui suit, se référer à la figure 3.

Pièces inchangées: le petit miroir plan devant la fente, le collimateur, les réseaux et leur support, les chambres photo et leur platine tournante.

Modifications: nouvel objectif de la lunette de guidage: un 50mm ouvert à f:2, mais travaillant à f:3,3 puisque la fente se trouve à 83mm environ de la lentille frontale. Toute la lumière issue du miroir principal et qui ne passe pas par la fente est reçue par le système de visée.

La fente: faite de deux petits miroirs plans à $\lambda/10$ (Astam), biseautés vers l'arrière pour laisser intact le faisceau émergent; une platine mobile à chariot coulissant autorise le réglage fin de la largeur de fente (le bouton commande une tige filetée au pas de 0,5); cette platine peut être inclinée afin de mettre au point l'image de l'étoile tout en respectant l'angle de réflexion vers la lunette de guidage. Une petite lentille de champ, derrière la fente, éclaire de manière homogène le collimateur.

Balayage de la fente: afin de rendre lisibles les spectres sur les films, on leur donne une certaine largeur; pour cela, on déplace l'étoile dans la fente en un zigzag de 1mm d'amplitude en moyenne.

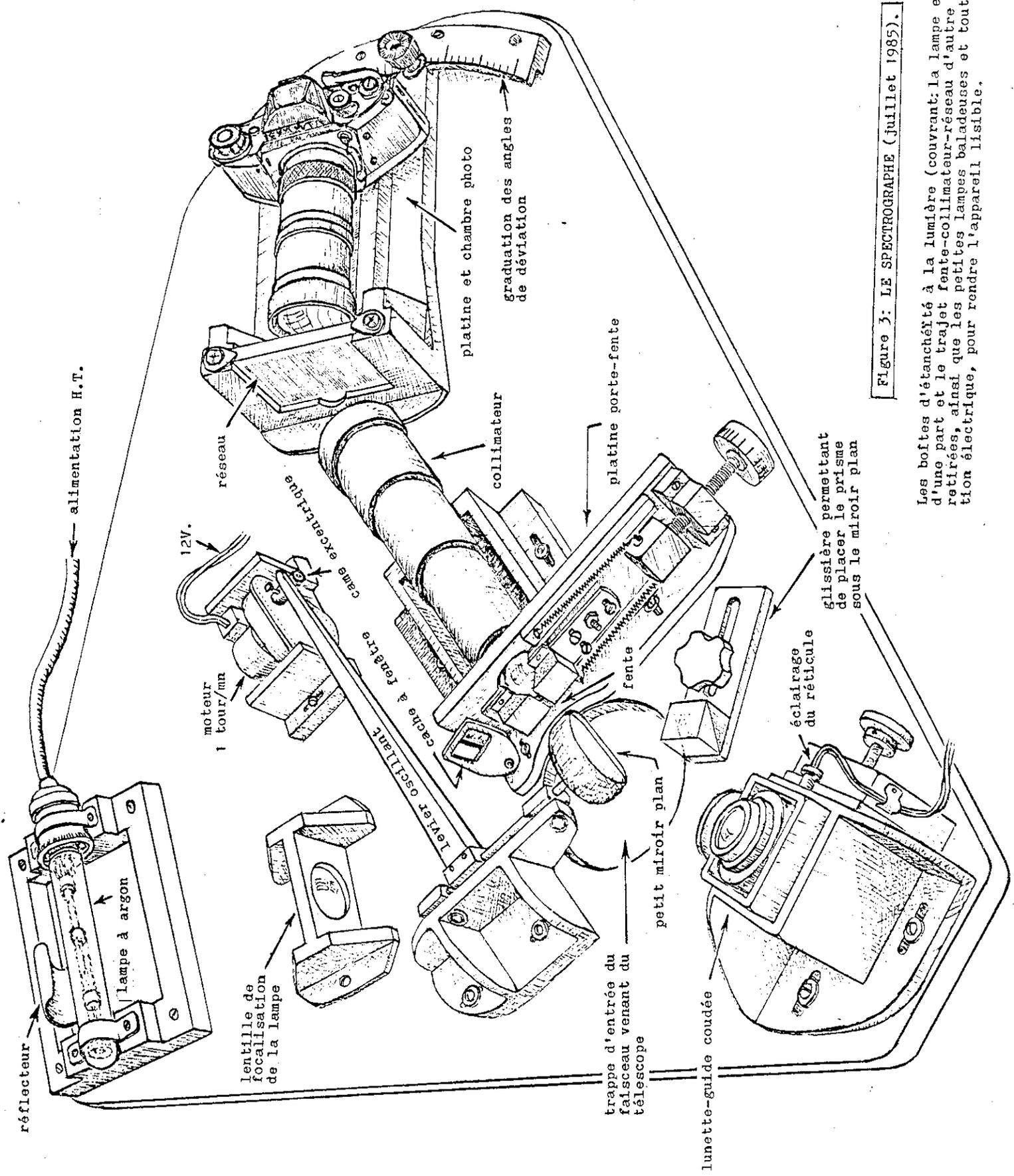


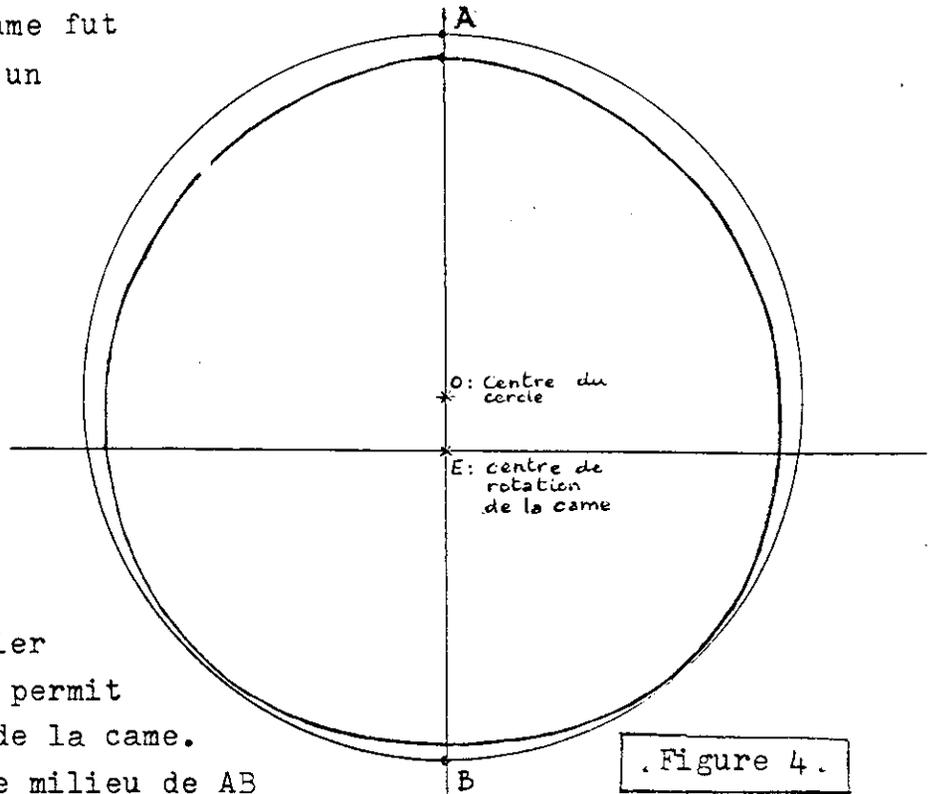
Figure 3: LE SPECTROGRAPHE (juillet 1985).

Les boîtes d'étanchéité à la lumière (couvrant la lampe et sa lentille d'une part et le trajet fente-collimateur-réseau d'autre part) ont été retirées, ainsi que les petites lampes baladeuses et toute l'installation électrique, pour rendre l'appareil lisible.

Ce balayage est obtenu par une rotation alternative du petit miroir plan de $1/2^\circ$ de part et d'autre d'une position moyenne; le mouvement de l'axe qui supporte le miroir provient d'un levier qui s'appuie sur une came; celle-ci est animée d'une rotation de 1 tour/minute grâce à un moteur Crouzet (12 volts).

La forme de la came fut réalisée à la lime sur un petit cylindre enfiché sur l'axe de sortie du moteur.

Le dessin de principe (ci-contre) montre la courbe obtenue (les amplitudes sont volontairement exagérées); l'un d'entre nous, C. Mossler, réalisa un petit montage avec levier amplificateur qui nous permit d'affiner le pourtour de la came.



Un cercle centré sur le milieu de AB montre bien les secteurs où le métal devait être enlevé.

Le résultat pratique, quoiqu'imparfait, donne un étalement à peu près homogène de la lumière sur la hauteur des spectres. Une came de meilleure finition est prévue pour une troisième mission.

Le spectre de référence: grâce à la grande gentillesse de Michèle Gerbaldi (I.A.P.), une lampe spectrale à argon put être montée sur la planche du spectro. Alimentée en haute tension, cette lampe donne une douce lumière rose violacée que l'analyseur décompose en de très nombreuses raies en émission.

La lumière de l'ampoule est focalisée par une lentille afin d'éclairer le collimateur de manière homogène; un prisme à 45° , sur une glissière, est amené au centre de la trappe d'entrée, sous le petit miroir plan et récupère le faisceau qui vient de la lampe. La lumière de celle-ci emprunte, dès lors, le même trajet que celui de la lumière des étoiles. Une petite bande de papier noir au milieu d'un cache à fenêtre pivote et masque le milieu de la fente.

La procédure: a) une 1ère pose enregistre le spectre de l'étoile sur le film; b) on obture temporairement la chambre

photo (sur nos boîtiers Exakta: fin de la pose "T" et ré-armement de l'obturateur sans avancer la pellicule); c) mise en position du prisme sous le miroir plan et rotation du cache à fenêtre qui place, ainsi, la bande de papier noir devant le milieu de la fente; d) pose (moins de 1 minute) pour obtenir le spectre de l'argon au dessus et au dessous du spectre de l'astre, en n'ayant pas oublié de libérer le passage de la lumière dans la chambre.

Éléments techniques de l'appareillage:

- Six boîtiers 24x36 Exakta;
- Ojectifs: de focales variées (35, 50, 135, 180, 240mm)
- Films prévus: N. et B. 400 ASA Kodak et Ilford, 103 a0 et aF, 2415 (Hypersensibilisé Ag NO₃ à la 2ème mission), et Infra-rouge de Kodak; en couleurs: Kodak et Fuji diapos de 100 à 1600 ASA.

Tous les films n'ont pu être testés en raison du manque de temps; les diapos sont essayées un peu par curiosité et le 2415 domine le lot (tout ceci étant un peu su à l'avance grâce aux travaux de photo astronomique classique).

- Réseaux: en plastique (Jeulin, Matelco et Edmund);
sous verre (Griffin & George, Rank Hilger);
en verre (2 Bausch & Lomb), prêtés par l'observatoire de Marseille.

Pas des réseaux: de 580 à 1200 traits/mm.

Premiers résultats:

Il convient de noter, tout d'abord, que le principal problème que nous avons eu concerne le traitement au nitrate d'argent. Une bande entière de 17 clichés a été voilée pour des raisons multiples: hypersensibilisation d'un morceau trop grand de film, délai trop long entre le traitement et la prise de vue (3 heures) et, surtout dosage probablement un peu excessif du nitrate; le voile de fond ne masque pas irrémédiablement les spectres, mais il faudra pratiquer une série de contretypes pour extraire le signal du bruit.

Ces clichés concernaient les essais comparatifs de réseaux sur des étoiles "brillantes" ; une première lecture des négatifs a montré la supériorité des bons réseaux et la perte très visible de transmission par les réseaux "bon marché" .

Il conviendra de refaire ces tests au cours de la prochaine mission.

Les figures 5a et 5b représentent un spectre d'Altaïr; le premier fut posé 1 minute, le second 2 minutes; réseau B.&L. à 600 traits/mm. Objectif de 135mm à f.:2,8.

L'étoile, de magnitude 0,8 et de type A7, est très brillante, ce qui autoriserait une plus forte dispersion finale en utilisant une chambre de plus longue focale. Le spectre de référence n'a pas été enregistré, mais la présence des raies de la série de Balmer permet de calculer les longueurs d'ondes des nombreuses raies fines qui apparaissent.

Sur la pose la plus "longue", la limite enregistrée se situe vers 3820 Å dans l'U.V. proche; la limite dans le rouge se trouve hors du cliché.

Les raies suivantes sont repérables, avec des intensités variables mais sans aucun doute, sur la pose de 1 minute: 3890, (H ζ), 3933, 3971^(e), 4033, 4103 (H δ), 4342 (H γ), 4398, 4400, 4417, 4434, 4444, 4479, 4533, 4549, 4580, 4595, 4728, 4760, 4818, 4863 (H β), 4885, 4917, 4950, 4978, 5010, 5031, 5044, 5073, 5088, 5159, 5219, 5257, 5318, 5357, 5396, 5466, 5515, 5588, 5646, 5672, 5843, 5880, 6015, 6271, 6491, 6564 (H α).

Une saturation de l'intensité du cliché ne permet pas de déceler les raies qui se trouvent entre H δ et H γ ; un phénomène semblable se manifeste vers 5400 et vers 6500 Å, zones où le film paraît plus sensible. Les pellicules couleurs réagissent d'une façon encore plus sélective puisqu'elles montrent de véritables "trous" entre les plages où elles sont sensibilisées, c'est à dire le bleu-violet, le vert et le rouge.

La figure 6 présente un spectre de 31 Peg, de magnitude 5 et de classe B2Ve (elle est cataloguée au n° 8520 du Bright star catalogue de Yale). Toutes les longueurs d'ondes indiquées pour l'argon proviennent d'un texte de Crosswhite et Dieke (The Johns Hopkins University); les longueurs d'ondes calculées sur le spectre de l'étoile ont été obtenues par proportionnalité: la concordance pour les raies de l'hydrogène est remarquable, et permet de dire que l'erreur moyenne doit se situer vers 3Å en plus ou en moins. H α et H β sont en émission.

Question:

Comment identifier la provenance chimique de ces nombreuses raies?

La comparaison avec des documents spectraux de catalogues

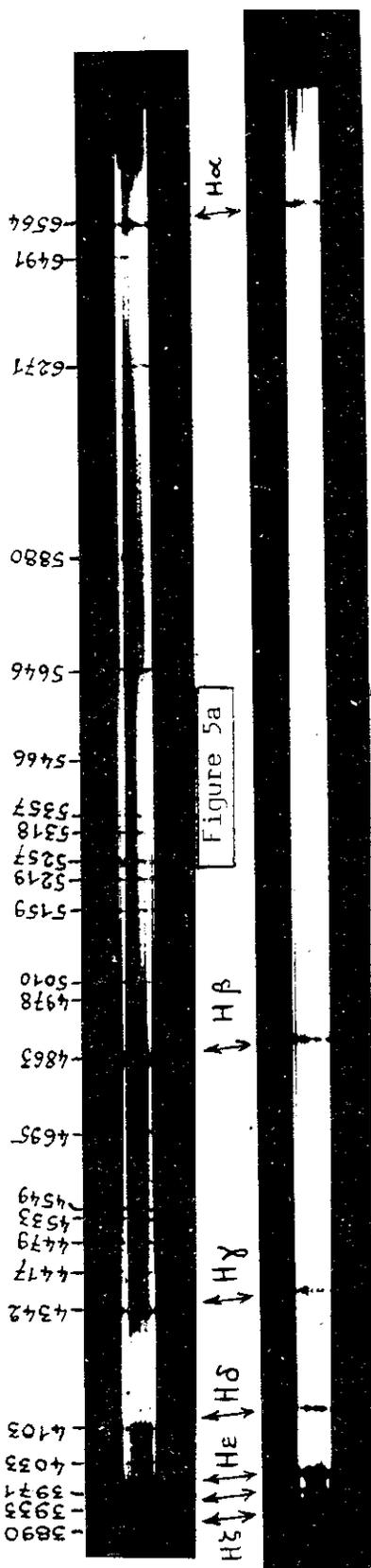


Figure 5a

Figure 5b

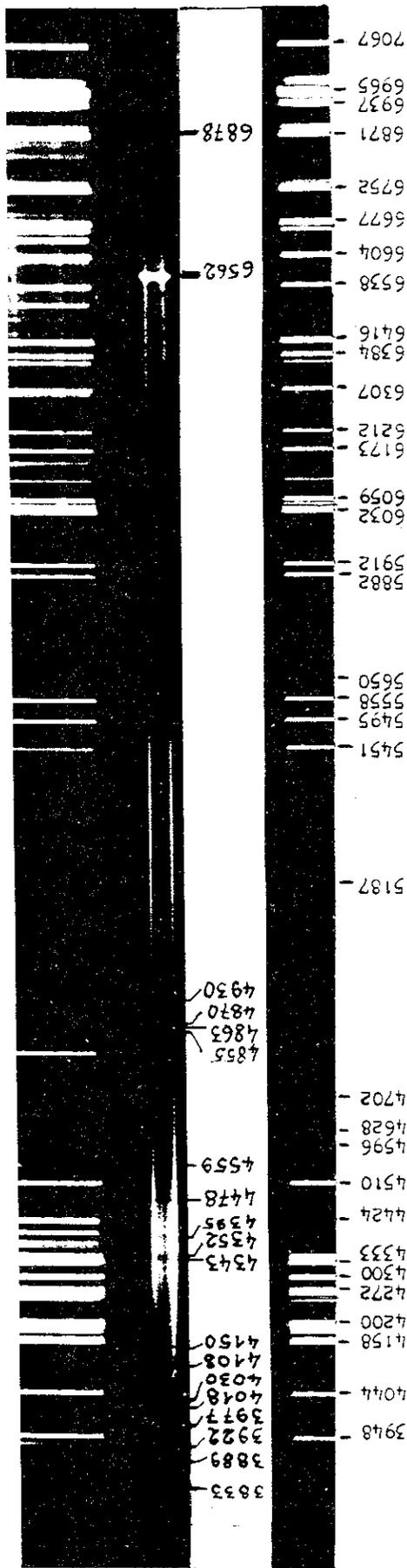


Figure 6

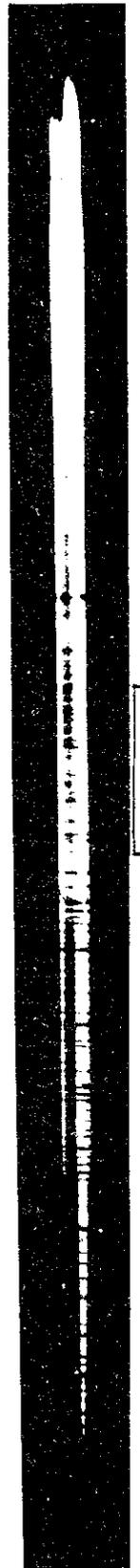


Figure 7

len A:

nous paraît une méthode abordable par les amateurs, à condition, évidemment, de pouvoir se procurer lesdits catalogues.

Prospective:

L'appareil ayant fait la preuve de son fonctionnement correct, il reste à peaufiner certains détails:

a) En attendant de remplacer la came de balayage par une petite tige filetée verticale commandée par un moteur à deux sens de rotation (ce qui assurera un étalement rigoureux des spectres), une came plus large est prévue pour la mission suivante. Cela doit permettre d'éviter des résultats aussi irréguliers que celui de la figure 7: le spectre de γ Aql (magnitude 2,6; classe K3) a été posé 6 minutes (contre 20 minutes pour 31 Peg), mais la surexposition du bas de l'image est bien lourde...

b) La procédure d'enregistrement du spectre de référence se fera en deux temps: la moitié avant la pose sur l'étoile, et le reste après. Cela doit permettre de vérifier que rien n'a bougé et que les mesures seront fiables; de plus, nous avons prévu deux bandes noires différentes sur deux caches à fenêtre: le spectre



de référence aura l'allure ci-dessus; ainsi, tout décalage entre le début et la fin du cliché sera éventuellement décelable, et certaines raies plus énergétiques seront affinées par la demi-pose.

Daniel BARDIN.

Il m'est très agréable de remercier ici les collègues et amis qui ont participé à cette aventure et ceux qui ont permis sa réalisation: Claude Pieters, Didier Buty, Christian Mossler, Jean Ripert, Jean-Pierre Sémerjian; Michèle Gerbaldi; Marie-France Duval, Annie Laval et l'observatoire de Marseille; Jean-Pierre Brunet et le Comité du T.60; l'observatoire du Pic du Midi et ses techniciens et responsables au sommet; Lucienne Gouguenheim, Jacques Dupré et tous les amis du C.L.E.A. ; Christian Canard; M. Clavé; Kodak, Ilford, Fuji.

LES ECLIPSES

(séquences en CM1 - 28 élèves - à l'école du Roussillon de Limoges)

1ère séquence:

Les E demandent des explications sur les éclipses et parlent librement:

- c'est la Lune qui cache le Soleil
- c'est pas possible, la Lune est plus petite que le Soleil
- si, c'est possible car le Soleil est plus éloigné que la Lune

M: que signifie s'éclipser?

- s'en aller, partir, se cacher

E: alors, c'est peut-être pendant la nouvelle lune

E: alors, il y aurait des éclipses souvent

E: et pour une éclipse de Lune, le Soleil ne peut pas cacher la Lune

M: qu'est-ce qui peut cacher la Lune ?

E: les étoiles

E: non, elles sont trop loin

E: je crois qu'il y a des éclipses en été

un E regarde le calendrier et remarque qu'il y a eu cette année:

- une éclipse partielle de Soleil
- une éclipse totale de Lune

Il conclue hardiment que les éclipses de Soleil sont toujours partielles et les éclipses de Lune toujours totales!

2ème séquence:

matériel par groupe: 1 projecteur de diapositives

1 gros ballon

1 petit ballon ou balle de tennis

M: si nous regardions sur le dictionnaire la définition du mot éclipse ?

E lit: "disparition d'un astre produite par l'interposition d'un corps entre cet astre et l'oeil de l'observateur".

M: comment peut-on éclipser un astre ?

E: si on met quelque chose devant

M: aurait-il disparu ?

E: non, mais on ne le verra plus

M: essayons d'imaginer une éclipse de Soleil

Les E ont bien assimilé les phases de la Lune. Ils font tourner la Lune autour de la Terre éclairée par le projecteur de diapositives. Après quelques tâtonnements, lors de la Nouvelle lune, ils voient l'ombre de la Lune sur la Terre.

Une discussion s'engage pour savoir pourquoi une éclipse est rapide. Quelques uns pensent que c'est dû au fait que la Lune tourne autour de la Terre. D'autres les contredisent: "on a vu qu'elle met 29 jours pour faire un tour!"

E: la Terre tourne

Les E font tourner la Terre. Le jeu consiste à imaginer ce que voit une personne au cours de la journée lorsqu'il va y avoir une éclipse de Soleil.

Puis les enfants font des dessins, sur un seul dessin seulement le nom des astres n'est pas indiqué.

Il y a quelques maladresses pour dessiner l'ombre de la Lune sur la Terre.

M: expliquons pourquoi il n'y a pas d'éclipse de Soleil à chaque nouvelle lune.

E: peut-être que la Lune ne passe pas toujours par le même chemin.

Avec le projecteur, la M montre qu'en effet le mouvement de la Lune n'est pas dans le plan de la trajectoire de la Terre autour du Soleil, donc que l'ombre de la Lune manque souvent la Terre.

Puis les E sont ravis d'entendre la M raconter ses souvenirs lors de l'éclipse totale de février 1961 et de regarder des diapositives d'éclipses de Soleil.

Mme LECLERC (institutrice)

Mme SARRAZIN (PEN)

LES POTINS DE LA VOIE LACTÉE

NOUVELLES BREVES D'URANUS

A l'heure où ce numéro est composé (1 - 2 - 86), les résultats préliminaires de l'observation d'Uranus par Voyager 2 sont déjà riches. Rappelons l'essentiel de ces résultats: la période de rotation propre d'Uranus était estimée indirectement à 16 heures environ, elle est maintenant mesurée avec précision (17 h à la latitude de 26° et 14,9 h à 44°); la température dans l'atmosphère d'Uranus n'est pas fortement contrastée comme on s'y attendait: la région du pôle sud, qui fait face au Soleil pendant 42 ans, est comparable à la région du pôle nord qui, elle, est plongée dans l'obscurité ... bizarre, bizarre ... ; le champ magnétique de la planète n'était pas détecté, il a été mesuré: son intensité s'avère normale (intermédiaire entre Jupiter et Saturne) avec un axe magnétique incliné de 55° sur l'axe de rotation; le dixième anneau d'Uranus a été clairement confirmé et la structure des anneaux apparaît; enfin, on connaissait 5 satellites autour d'Uranus, ils sont maintenant 15.

Nous comptons revenir plus en détail sur ce sujet dans notre prochain numéro lorsque notre ami André Brahic au retour de sa "mission Voyager 2" aura été "interviewé" par la rédaction.

A LA RECHERCHE DU PASSE LOINTAIN

L'observation de galaxies très lointaines nous renseigne sur le passé de l'Univers en nous donnant accès à des galaxies relativement jeunes et peu évoluées, c'est-à-dire dans un état encore proche de l'époque de leur formation, alors que les galaxies proches de nous sont observées à un stade d'évolution bien plus avancé dans l'histoire de l'Univers. Par ailleurs plus une galaxie est éloignée plus son spectre est décalé vers le rouge (loi de Hubble); l'importance du décalage spectral est caractérisée par le paramètre $z = (\lambda_o - \lambda_e) / \lambda_e$ où λ_o et λ_e sont respectivement les longueurs d'onde observée et émise. Les galaxies classiques très lointaines ont nécessairement un éclat apparent très faible et l'on comprend que la détection de raies dans leur spectre nécessite à la fois de grands télescopes et des techniques de détection très sophistiquées. H. Spinrad et ses collaborateurs sont depuis plusieurs années des pionniers dans ce domaine en obtenant le spectre de radiogalaxies faibles (jusqu'à la magnitude $V=23-24$) dont les raies d'émission sont fortement décalées ($z > 1$). En 1982, un premier record a été établi avec $z=1,13$; plus récemment en 1984, le spectre de 9 radiogalaxies (avec $z > 1$) a été mesuré; en particulier 3C256 présente un décalage record $z=1,82$. Dans ces conditions les raies identifiées, qui sont observées dans le visible ou l'IR sont en fait émises dans l'UV. Une nouvelle étape vient d'être franchie avec la découverte d'une galaxie dont le décalage est $z=3,218$; ce résultat a été obtenu en mettant en oeuvre une méthode originale: on ne connaît pas a priori la galaxie comme cela était le cas pour les radiogalaxies, et l'on a d'abord exploité le voisinage de quasars en sélectionnant la lumière à l'aide d'un filtre centré à 5139 Å ($\Delta\lambda = 90$ Å) correspondant à la longueur d'onde de la raie Lyman α ($\lambda_e = 1216$ Å) avec un décalage $z=3,226$. Une source a été ainsi détectée à 6,5" du quasar PKS1614+051 ($z=3,214$) et le spectre de cette source a les caractéristiques d'une galaxie très lointaine ($z=3,218$). Cette première est importante car elle montre qu'il est maintenant possible d'atteindre des galaxies aussi lointaines que les quasars (le quasar le plus lointain a un décalage $z=3,78$). Il devient donc possible d'avoir une information directe sur l'évolution de la matière lumineuse dans l'Univers en remontant à des galaxies jeunes dont l'âge est de 5 à 10% de l'âge actuel de l'Univers (cette estimation dépend du modèle d'Univers adopté).

Les quasars, au contraire des galaxies, ne peuvent constituer un bon test de l'évolution galactique car ils sont extrêmement variables et l'origine non thermique de leur lumière n'est pas élucidée.

Lucette BOTTINELLI

Chronique du CLEA - Assemblée générale du dimanche 26 janvier 1986

Pour la première fois, l'assemblée générale annuelle s'est réunie un dimanche, choix qui paraît favorable puisque plus de cent vingt Collègues ont pu y participer, venant de toutes les régions de France, de Brest à Strasbourg, de Douai à Toulon sans oublier notre invitée Nicoletta Lanciano de Rome et un Collègue de la Réunion qui a pu profiter d'un bref séjour à Paris pour venir à la réunion d'Orsay.

L'ordre du jour est très chargé. Lucienne Gouguenheim, Présidente du CLEA déclare ouverte l'assemblée générale à 10 heures, souhaite la bienvenue aux présents et donne la parole au secrétaire Gilbert Walusinski pour le rapport statutaire.

Rapport général G.W. présente d'abord les excuses de Collègues qui regrettent de n'avoir pu venir. En particulier le Professeur H.Coudanne, Président de l'Université d'Orsay qui nous offre l'hospitalité, MM J-C.Pecker et E.Schatzman, Présidents d'honneur du CLEA retenus l'un et l'autre par des obligations diverses de même que C.Dumoulin (Limoges), F.Suagher (Besançon), G.Oudenot (Palais de la Découverte), Maluski (Lormont). La Présidente a reçu le télex suivant de notre Collègue C.Iwaniszewska, astronome à Torun (Pologne) et Présidente de la commission enseignement de l'Union Astronomique Internationale : "Ne pouvant pas assister personnellement à l'assemblée générale du CLEA, je tiens à vous envoyer mes plus sincères vœux. Que vos remarques et discussions sur la prochaine activité du CLEA soient très fructueuses. Bonne année nouvelle à tous les membres du CLEA." Vœux également sympathiques de Mireille Jourdan, une ancienne des écoles d'été qui enseigne à Saint-Louis du Sénégal, qui regrette de ne pouvoir visiter l'exposition annoncée d'autant que des vents de sable persistants l'ont empêchée d'observer la comète. G.W. partage son rapport en cinq parties :

- 1 - Fonctionnement de l'association : le CLEA compte 700 membres cotisants (à quelques unités près) pour 1044 abonnés aux Cahiers Clairaut (données établies avant l'assemblée générale qui a permis à quelques retardataires de régler leur situation). Pour la série 25-28 des CC nous avons compté 1208 abonnés, au lieu des 1044 pour la série 29-32 ; soit une perte de 164 abonnés. En réalité la perte est plus forte, 250 environ, compensée en partie par des nouveaux abonnements. Il est dommage qu'après l'expédition du CC n°29 à tous les anciens abonnés, il ait fallu adresser environ 500 lettres de rappel fort coûteuses aux Collègues qui n'avaient pas suivi les sages conseils de la page 3 du Cahier 29.

Le fonctionnement du secrétariat est grandement facilité par la mise du fichier sur l'Apple du CLEA et le soutien précieux de Jacques Dupré lorsque le secrétaire bute sur des difficultés informatiques. Le tirage des étiquettes pour l'envoi des CC ou des convocations est effectué sur l'imprimante de l'Apple au Labo d'astronomie d'Orsay par Jacques Dupré ; nos collections sont hébergées à l'Observatoire de Meudon.

Nos Collègues liront en haut de la page suivante le bilan financier. Malgré une certaine diminution du nombre des abonnés, nos finances sont saines ; elles permettent d'envisager le maintien des tarifs actuels pour l'année 1986 et la série 33 à 36 des CC.

En conclusion de cette première partie, on peut dire que le CLEA ne se porte pas mal, qu'il développe bien ses activités comme on va le voir ensuite, mais qu'il fait mal sa publicité. On peut dire qu'il y a moins de 5 enseignants sur mille, en France, à connaître le CLEA et les plaisirs que leur procurerait l'enseignement de l'astronomie. Nous ne savons pas bien faire valoir notre travail, il faut chercher dans cette voie à innover.

G.W. propose une discussion sur la gestion du Bureau, souhaite l'approbation des comptes et de la reconduction des tarifs actuels. La Présidente donne la parole à l'assemblée qui n'a pas d'observations à présenter et suit les propositions du secrétaire.

Lire le bilan financier à la page suivante.

- 2 - Défendre et promouvoir l'enseignement de l'astronomie : en ce qui concerne la promotion, on verra plus loin que dans presque toutes les académies, des membres du CLEA animent des stages de formation ; en ce qui concerne la "défense" de cet enseignement, le CLEA ne peut être un "groupe de pression" sur les instances ministérielles, au moins veillons-nous à ce que l'astronomie ne soit pas complètement oubliée dans les programmes. Nous avons déploré que l'école d'été de Formiguères en 85 ne soit pas reconnue Université d'été. Des démarches ont été faites pour que l'école 86 ait un meilleur sort. Nous déplorons la disparition de

BILAN FINANCIER 1985

Recettes		Dépenses	
abonnements simples	28 075,20	Tirages des CC (n°27 à 31).....	44 325
abonnements cotisations	63 090	Retirages de n° épuisés	5 952,4
total des recettes abonnements cotisations	91 165,20	Compte rendu Formiguères 84	14 212,62
Versements stagiaires		Frais postaux (expédition des CC + correspondance)	9 585,62
école d'été 85	129 043	Fournitures	12 882,65
Subvention action culturelle école été 85	10 000	Dépenses diverses	30 939,18
total recettes école été 85	139 043	Ecoles d'été 85 et 86	144 106,66
Recettes diverses	24 419,94	Total des dépenses	262 004,13
Subvention rectorale stage d'Orsay	10 000		
total général des recettes	264 628,14		

Situation au 1^{er} janvier 1985 : Caisse d'épargne 70 000 F ; ccp 30 003,51

Situation au 1^{er} janvier 1986 : Caisse d'épargne 70 000 F ; ccp 32 627,52

Remarques : dépenses et recettes diverses s'équilibrent à peu près car elles consistent en échanges de moyens entre le CLEA et le labo d'astronomie d'Orsay. Le faible montant des subventions montre que le CLEA vit bien de façon indépendante. Parmi les dépenses diverses, certaines correspondent à des dépenses du stage de Paris qui seront en principe remboursées par le rectorat.

suite du rapport général

l'astronomie des programmes de Terminale A. Vigoureuses interventions sur ce sujet de Hernandez (Auxerre) et Bazin (Reims). H.Gié leur répond, rappelant que les programmes sont lourds et qu'il faut veiller à ce que des exemples tirés de l'astronomie soient bien indiqués dans les commentaires des programmes. L'astronomie est heureusement maintenue sans changement dans les programmes des collègues.

Au chapitre de la promotion de l'astronomie il faut saluer l'organisation à Bologne d'un colloque international sur l'enseignement d'initiation à l'astronomie par la Société Astronomique d'Italie et en particulier notre Collègue Nicoletta Lanciano ici présente. Le CLEA a été fort aimablement invité à participer au colloque et c'est notre Collègue Liliane Sarrazin qui nous y a représentés. Elle a ainsi pu nouer des relations intéressantes avec des Collègues d'Italie, d'Espagne, de Grande-Bretagne, d'Allemagne de l'Est, de Pologne ; elle a pu présenter l'action du CLEA et ses propres expériences avec des élèves de classes primaires. Des échanges par conséquent très fructueux qui nous valent ce jour la présence de Nicoletta Lanciano. On ne peut que souhaiter la multiplication de ces échanges internationaux.

- 3 - Publication des Cahiers Clairaut : nous avons parlé antérieurement de la situation des abonnés, donc de la diffusion. Traitons ici de la rédaction et de la fabrication. Rédaction notre souci est d'équilibrer les sommaires avec des articles d'information sérieuse (exemple, l'effet de marée), de réflexion (ex l'astronomie et le philosophe), d'application pédagogique (exemple la Lune au Cours Moyen). Des questions diverses, comme "Vénus et les Pléiades" qui a été victime dans le Cahier 31 d'une initiative malheureuse de l'imprimeur, cela sera réparé. Des chroniques : CLEA, courrier, lectures, Potins de la Voie Lactée.

Les membres du CLEA sont dispersés, les CC doivent donc être pour eux un moyen d'échanges. La rédaction doit être l'oeuvre de tous. Quand vous avez une idée d'article, n'hésitez pas, écrivez, envoyez au secrétaire ; le comité de rédaction appréciera, vous demandera peut-être des compléments ou des corrections, la variété de nos sommaires y gagnera, ne laissez pas la place à K.Mizar, c'est un bavard impénitent.

Pour la fabrication, la Présidente et le secrétaire se partagent la tâche de taper les articles manuscrits. Nous nous astreignons à observer rigoureusement le calendrier suivant, dépôt du manuscrit chez l'imprimeur le 10 février, le 10 mai, le 10 août, le 10 novembre ; sortir les étiquettes les 5 mars, 5 juin, 5 septembre et 5 décembre (merci Jacques Dupré) et être ainsi en mesure de donner les tirages et les étiquettes au routeur le 10 mars, 10 juin, 10 septembre et 10 décembre. En principe le n° 32 devrait être chez les abonnés peu avant l'équinoxe.

Une seule remarque de l'assemblée sur les Cahiers : il serait fort utile de publier un

index des numéros parus et chaque année, l'index de l'année. Oui, il faut le faire.

- 4 - Les écoles d'été : en 1985, il y en a eu deux au début de juillet. Celle de Formiguères, neuvième du genre organisée par le CLEA et le Laboratoire d'astronomie d'Orsay a regroupé une centaine de participants. Pour cette école le CLEA sert de banquier ; ainsi les arrhes pour la réservation de l'école 86 ont été payées par le CLEA. L'école de Steige, dans les Vosges a été organisée par Agnès Acker de l'Observatoire de Strasbourg avec le soutien du PAF de l'Académie de Strasbourg et la participation active de l'équipe de Strasbourg (ERTEA); elle a regroupé une soixantaine de participants qui ont été partiellement remboursés de leurs frais par des crédits académiques. Les deux écoles de Formiguères et de Steige auront lieu de nouveau en juillet 1986 et, comme on va voir, il y en aura peut-être une troisième à Montpellier.

- 5 - Animation des stages régionaux : G.W. tentera d'en donner un aperçu d'après les informations reçues ; la liste est longue et peut paraître fastidieuse, mais pensez, en la lisant au travail correspondant des animateurs ; la multiplication de ces stages dans presque toutes les académies prouve à l'évidence le dynamisme des membres du CLEA, beaucoup de ces animateurs étant des anciens des écoles d'été, une preuve supplémentaire de l'efficacité de celles-ci.

Aix-Marseille : Trois stages de cinq jours chacun en 85, deux pour les professeurs de collège, un de perfectionnement (55 enseignants). Formation annuelle des enseignants scientifiques (sixième année, mercredi ap-midi d'octobre à juin). Visites de l'observatoire et animations dans les écoles par des enseignants du secondaire rétribués par le Rectorat ont permis de toucher trois mille élèves. Animation spéciale sur la comète de Halley, expositions à Aix et à Marseille, soirées d'observation.

Besançon : deux jours pour professeurs de TA2, un jour pour PAE astronomie et météorologie, deux jours d'astronomie pour professeurs de Quatrième, quatre jours d'initiation à l'astronomie, trois jours d'initiation à la météo, trois jours d'astronomie au niveau Première A (deux stages), enfin deux jours d'astronomie pour des professeurs de géographie. Donc une grande variété de stages très "ciblés".

Brest : en 85, du 11 au 14 juin, vingt stagiaires de CPR ont fait de l'astronomie ; en 86, un groupe technique formé de deux IPR et de F.Dahringier prépare l'organisation d'un stage dans le cadre du PAF ainsi que la constitution de malles itinérantes qui seraient utilisables par les enseignants ; à Quimper, séances de formation à l'École Normale (du 26 mai au 20 juin) quatre semaines sur la pédagogie des sciences comprenant de l'astronomie assurée par Annie Collin.

Clermont : J.Chapelle, un ancien de Grasse 83 anime l'Association des Astronomes Amateurs d'Auvergne et à partir de là des stages pour les collègues, il organise des soirées d'observation des séances de planétarium pour les élèves.

Dijon : c'est à Auxerre qu'enseigne R.Hernandez, ancien de plusieurs écoles d'été ; il a formé un "club du Dragon" dont les effectifs sont en progression ; les membres du club ont réussi des photos de la comète de Halley dès novembre.

Grenoble : Stages de formation des enseignants du secondaire inscrits au PAF, cinq jours d'initiation assurés par l'APPAG (Association Pour un Planétarium dans l'Agglomération Grenobloise) pour 39 enseignants des cinq départements de l'Académie; deux jours de formation à l'utilisation du Starlab (l'APPAG en possède un depuis octobre 85) pour 25 professeurs. Le starlab rebaptisé "stellarium" a été acheté grâce aux subventions du Conseil général de l'Isère, de la Midist, de la Mission d'Action culturelle, du Rectorat et de la ville de Grenoble ; on négocie avec le rectorat un demi poste d'enseignant pour l'animation ; l'appareil circule déjà beaucoup. Animation par l'APPAG dans le cadre de la foire de printemps de Grenoble (dix jours), exposition, conférences, présentation d'un planétarium (coupole construite par l'APPAG, diam 5,5 m, le planétaire prêté par Zeiss). Projet de planétarium permanent. Conférences et débats sur la comète et séances d'observation.

Lille : Michel Laisne à Douai a organisé une exposition sur la comète à l'E.N. qui a été visitée par 800 personnes dont un quart de scolaires, exposition qui devient itinérante et va séjourner à Lille puis à Roubaix. Une soirée débat également au foyer de l'école des mines;

Limoges : pour la deuxième année stage de trois jours organisé par Liliane Sarrazin à l'E.N. dans le cadre du PAF. D'autre part, C.Dumoulin continue la publication de la Gazette d'Uranie et anime le groupe interIREM d'astronomie.

Nantes : trois stages de deux jours organisés dans le cadre du PAF, l'un à Angers, les deux autres à Nantes ; le premier a réuni trente stagiaires et était animé par Yolande Leblanc et J.-P. Rosenstiehl, ce dernier sera aidé par P. Le Fur pour les autres.

Orléans : animation organisée par Eric Varanne dans les établissements autour d'Orléans ; à Nançay, une journée à la station de radioastronomie ouverte à vingt participants le 16 avril 86.

Montpellier : Option astrophysique DEUG A 2^{ème} année (50 heures), option astronomie DEUG A 2^{ème} année (50 heures), astronomie et pédagogie 20 heures à l'E.N. Deuxième cycle, astrophysique et didactique, module de licence de physique (20 heures), UV astronomie et UV astrophysique. Troisième cycle, DEA de physique théorique. Formation permanente stages collèges et lycées (18 heures par stage) ; projet d'université d'été en collaboration avec l'observatoire d'Aniane.

Poitiers : en janvier 85 un stage de deux jours inscrits au PAF a eu lieu à Rochefort ; en 86 il a lieu à Poitiers même.

Reims : Daniel Toussaint, à Aix en Othe, a presque terminé la réalisation d'une malle pédagogique pour accompagner le planétarium itinérant ; avec Elisabeth Plé il prépare un stage de trois jours en mars pour une vingtaine de collègues. De son côté, Claude Mathieu à l'E.N. de Charleville a réalisé avec la collaboration des élèves de l'E.N. la construction d'un prototype de planétarium qu'il présente dans le cadre de la présente assemblée générale.

Strasbourg : un enseignement de 12 heures d'astronomie par Agnès Acker pour 15 étudiants de géologie futurs enseignants de sciences naturelles ; A. Acker et J.-M. Poncelet font chacun quatre heures à l'E.N. de Strasbourg ; tous les deux mois, Poncelet rédige des éphémérides diffusées dans les lycées et collèges par le CRDP ; trois actions soutenues par le rectorat, astronomie en Quatrième (mai 85), astronomie et sciences naturelles (mai 85), école d'été de Steige du 7 au 14 juillet 85 (cadre CLEA et soutien du Conseil de l'Europe, organisation par l'équipe du planétarium, un compte rendu paraîtra en 86), une deuxième école d'été du 6 au 13 juillet 86 aura lieu, s'inscrire sans tarder. Le planétarium de Strasbourg a déjà accueilli 130 500 visiteurs, environ 2500 scolaires par mois ; il envoie des documents aux enseignants ; un catalogue national réalisé par Eliane Legrand et le planétarium a été financé par la DBMIST, il sera diffusé en 86 auprès des établissements scolaires, il regroupe les productions des observatoires qui seront diffusées par le planétarium ; celui-ci, depuis son inauguration a présenté douze programmes dont deux en langue allemande. Création de l'Association des planétariums de langue française dont le siège est à Strasbourg, sous la présidence d'honneur de J.-C. Pecker. Le Planétarium et le Conseil de l'Europe éditent European Planetarium News (n°2 paru en 85). L'Équipe de Recherche sur une Technologie de l'Enseignement de l'Astronomie (ERTEA) fonctionnait depuis 79 et a publié en 85 le Catalogue des étoiles brillantes, ses activités ont pris fin ensuite mais se prolongent dans le travail de l'équipe du planétarium avec le soutien du rectorat (7 heures de décharge hebdomadaires à trois enseignants du secondaire (1h30 + 2h30 + 3h) pour actions de diffusion de l'astronomie.

Toulouse : circulation du starlab dans le Midi-Pyrénées, poursuite des cours dans le cadre du PAF et option astro du DEUG ; élaboration finale du projet du planétarium de Toulouse.

Paris-Créteil-Versailles : Un stage de 30 heures intitulé "la comète de Halley et l'exploration spatiale des comètes" a été proposé par l'université de Paris VI (A.-C. Lévassieur Regourd) dans le cadre des PAF des trois académies de l'Île de France ; il a débuté le 12 novembre au rythme d'une séance par semaine ; ce choix d'un thème d'actualité semble avoir incité les stagiaires à intégrer rapidement leur formation dans leur enseignement ; nous espérons renouveler l'expérience en 1986 avec les résultats des sondes de survol de Halley et du grand télescope Hubble en orbite. A Orsay déroulement normal des habituels stages du mercredi après-midi et du deuxième stage d'approfondissement. Un stage d'initiation proposé par le CLEA au PAF de Paris a été sauvé in extremis par le rectorat de Versailles grâce à l'intervention de Alain Dargencourt, il a réuni une vingtaine de collègues dans une salle prêtée obligeamment par l'IAP, il a été animé essentiellement par des anciens des écoles d'été et a comporté une visite de l'Observatoire de Paris sous la conduite de Jacques Lévy.

En conclusion de ce rapport général et de cet édifiant tableau des activités des membres du CLEA dans toutes les régions de France, le secrétaire s'interroge : tout ce travail est-il utile, est-il efficace ? Ne servirait-il qu'à nous faire plaisir que ce ne serait pas rien.

Suite de l'assemblée générale

Lucienne Gouguenheim présente la suite de l'ordre du jour expliquant qu'il est aussi serré pour que les participants puissent avoir le temps de se restaurer tout en discutant entre eux puis trouver une heure pour visiter l'intéressante exposition sur la comète réalisée par le laboratoire d'astronomie d'Orsay dans le proche bâtiment des colloques. La Présidente donne alors la parole à Nicoletta Lanciano dont la présence est saluée par les applaudissements unanimes de l'assemblée.

Nicoletta Lanciano

===== nous explique qu'elle est mathématicienne à l'Université de Rome, qu'elle fait des recherches en didactique de l'astronomie qui ont commencé pour elle par sa participation à l'école d'été organisée par Celnikier à Paris en 1979 ; d'autre part elle collabore avec des astronomes français sur des recherches de planétologie et elle a fait de nombreux séjours dans les observatoires français.

Dans le cadre de son travail de didactique qui comporte aussi des enseignements de formation des enseignants, elle choisit particulièrement de nous entretenir d'un travail avec des élèves de dix à treize ans. Nous emmenons une vingtaine d'enfants pour une semaine d'astronomie à la campagne. Nous nous proposons d'aider les enfants à prendre contact avec la science de façon positive, sachant que la pensée des enfants n'est pas la nôtre. Nous choisissons de nous installer hors la ville dans des conditions inhabituelles pour les enfants qui habitent Rome et également dans des conditions inhabituelles de relation avec les enseignants. Nous portons une attention particulière aux moments où les choses changent ; voici quelques diapositives qui montrent des enfants observant le coucher du Soleil derrière une colline ; attente en silence, le silence aide à se poser des questions, le discours empêche le regard et on veut justement développer le regard. Nous luttons contre les habitudes données par la télévision où les images défilent très vite (trop d'images et trop vite). Ici, peu de chose, le Soleil et un horizon devant lesquels nous passons beaucoup de temps en attendant les questions des enfants. De même la nuit sous la voûte étoilée ou à l'aube, favoriser l'attention en silence.

Un autre exercice, représenter une constellation avec des petites lanternes à bougies. En classe la géométrie est presque toujours aplatie comme le cahier sur lequel écrit l'élève. Or la première manière de se repérer pour l'enfant est se donner une direction et une distance, la géométrie du navigateur. Ici une lumière est choisie pour représenter la polaire, puis, par rapport à elle on cherche à représenter les étoiles du grand chariot ; s'apercevoir que, deux heures plus tard, le chariot a tourné.

Observer le Soleil au cours de la journée. Nous avons trouvé un silo vide, par l'ouverture, le Soleil y dessinait un rond éclairé ; les enfants ont eu l'idée de peindre ce rond ; alors ils ont trouvé que le Soleil allait trop vite, ils n'avaient pas eu le temps de peindre le rond et déjà le rond de lumière avait changé de place. Dehors, nous choisissons un point fixe d'observation et chaque demi heure nous fixons un fil du point d'observation au sommet d'un bâton planté plus loin de telle façon que le fil ait la direction du Soleil au moment de l'observation ; à la fin de la journée nous avons réalisé une représentation spatiale de la marche apparente du Soleil. La nuit nous pouvons employer la même technique pour suivre le déplacement apparent d'une constellation, ce ne sera pas exactement le même parcours (comparaison qui n'aurait pas été possible si l'observation du Soleil avait été faite avec un gnomon). Des exercices semblables avec l'ombre d'un enfant au cours d'une promenade, variation de l'orientation de l'ombre et de sa longueur.

Ce qui nous intéresse, c'est d'analyser les difficultés de l'enfant. Nous attachons beaucoup d'importance à la représentation que l'enfant donne des phénomènes qu'il a observés et de ce qu'il a appris. Chez lui comme chez les adultes les conceptions spontanées peuvent rester plus importantes à leurs yeux que les concepts appris. Nous voulons découvrir les modèles profonds chez l'enfant aussi bien que chez les enseignants en formation. De ce point de vue, il y a des efforts en Italie pour améliorer la formation permanente des enseignants mais il reste beaucoup à faire dans une école qui, en général, a peu évolué.

L'exposé de Nicoletta, très vivant, était accompagné de belles et suggestives diapositives, la rédaction des Cahiers Clairaut espère pouvoir publier ultérieurement la traduction de documents italiens très intéressants que Nicoletta nous a confiés. Son exposé était passionnant.

Jean Ripert

===== nous entretient du stage qu'il a organisé dans l'académie de Nice avec le concours de J-L. Heudier et de Victor Tryoen ; en copiant la formule des écoles d'été, cours le matin, neuf groupes de travail et dix ateliers l'après-midi, des observations nocturnes ; durée cinq jours, effectif vingt stagiaires. D'immédiates retombées, des PAE sur la sphère armillaire.

Noter en passant que la MAF n'a accordé aucun crédit, les seules ressources sont venues du service culturel de l'académie ; heureusement que le CLEA apportait son potentiel humain.

Daniel Bardin

===== présente alors un magnifique montage diapositives sonorisées qui illustre la mission au Pic du Midi relatée en détail plus technique dans le présent numéro des Cahiers. Soulignons ici la qualité du travail réalisé sans oublier que tout le matériel de projection est venu dans la nuit de Provence dans la voiture de Jean Ripert qui rejoindra son poste la nuit prochaine avec Daniel. Les Cahiers ne peuvent malheureusement reproduire aucune des belles photos présentées dont certains couchers de Soleil...

Jean-Paul Rosenstiehl

===== présente les diapos sur le mouvement de Vénus dans les Pléiades (voir le Courrier des lecteurs) ainsi que les photos qu'il a prises de la comète, le 11 novembre et deux jours après ; le mouvement apparaît clairement ; fin décembre, on commence à voir la queue. Il donne des précisions sur le matériel utilisé.

A-C. Levasseur-Regourd

===== donne quelques détails sur le stage de l'Université Paris VI (voir plus haut) et présente des diapos sur la comète réalisées par des stagiaires ou des amateurs de la SAF, en particulier une photo réalisée au Schmidt de St Michel. Elle insiste sur la nécessité de tordre le cou à toutes les sottises qui s'écrivent ou se diffusent sur la comète.

Jean-Paul Parisot

===== ne revient pas sur les stages organisés à Besançon. Il présente le projet d'une exposition sur le calendrier qui mettra en valeur un objet méconnu, deux fragments de bronze gravés découverts il y a plus d'un siècle dans le Jura et conservés au musée des antiquités gallo-romaines de Lyon. Le plus important des deux, découvert à Coligny, présente un calendrier celte comportant cinq années lunaires de 354 jours avec deux mois intercalaires pour retrouver le cycle solaire ; ce calendrier fait aussi apparaître l'usage de la quinzaine. L'exposition prévue insistera sur l'information qu'un calendrier donne sur la société humaine qui l'utilise, qu'il s'agisse du calendrier celte jadis, du calendrier des PTT aujourd'hui. Les Cahiers Clairaut auront certainement l'occasion de revenir sur cette exposition qui, après sa présentation en Franche-Comté, sera itinérante.

Gérard Frizet

===== présente l'action du groupe "ciel" des CEMEA ; il reprend l'exposé présenté p.15 du Cahier 31 en l'illustrant par la présentation de diapos. Il insiste sur l'aspect recherche du groupe dont les membres sont dispersés et tous membres du CLEA. Lucienne Gouguenheim remercie Frizet et remarque que l'équipe des écoles d'été a profité de l'expérience des CEMEA.

Jean-Claude Vial

===== rappelle que la Société Astronomique de France a constitué diverses commissions. La commission Soleil est particulièrement active ; voilà en effet un domaine où l'observation par des amateurs peut contribuer à une surveillance presque permanente du Soleil. Il illustre ce propos en présentant des photos prises à l'observatoire de la SAF à la Sorbonne début septembre, la montée d'une protubérance en vingt minutes est clairement visible. Il invite à prendre contact avec les commissions de la SAF 3 rue Beethoven, 75016 PARIS tél (1) 42 24 13 74. La commission des comètes organise des missions à la Réunion en mars et avril pour l'observation de la comète, nous rappelle A-C Levasseur Regourd responsable de commission SAF des comètes.

Jean-Pierre Brunet

===== revient brièvement sur les activités CLEA de Toulouse (voir plus haut) en particulier sur un stage de trois jours sur l'histoire des sciences. D'autre part, il a participé à l'expérience "mille chercheurs dans mille classes" organisée par le CNRS. Il est ainsi en liaison avec une classe terminale du lycée d'Auch pour un travail sur la spectroscopie. Les élèves vont prendre des spectres stellaires, visiteront les observatoires. On peut souhaiter que des échos plus complets soient donnés de telles expériences dans les prochains Cahiers.

o o

L'ordre du jour étant épuisé, Lucienne Gouguenheim invite les participants à poursuivre échanges et discussions au cours du repas, non sans avoir voté pour le renouvellement du conseil du CLEA. Vers 14 h 15, les collègues visiteront avec intérêt l'exposition sur la comète réalisée par le laboratoire d'astronomie de l'Université ; ils pourront s'y procurer l'excellent numéro de Textes et Documents pour la classe sur la comète réalisé par Anne-Marie Louis. Rendez-vous à 15 h 30 précises pour la conférence d'Eric Gérard qui a été suivie par un auditoire passionné qui remplissait l'amphi et que les lecteurs des Cahiers trouvent dans ce numéro.

Le compte rendu de l'assemblée générale serait incomplet si l'on ne soulignait pas l'excellent climat des échanges qu'une telle réunion permet. C'est, en raccourci, comme si on se retrouvait à une école d'été alors qu'au contraire les collègues ont voyagé, certains de très loin, pour venir grelotter dans un amphî glacial quant à son atmosphère et seulement réchauffé par la conjonction de l'amitié et de la passion astronomique.

Il faut à ce sujet faire une mention spéciale aux Collègues qui ont préparé le repas. Béatrice Sandré en premier lieu mais aussi Catherine Vignon et Nicole Toussaint qui n'a pu venir, mais Daniel a apporté les gateaux qu'elle avait confectionnés. N'oublions pas toute l'équipe qui a entouré Béatrice et Catherine pour préparer la table puis la ranger, Lucette Bottinelli, Michèle Gerbaldi, Alain et Martine Rivière. Merci également à Francette Delmas qui a tenu la caisse des repas et tenu l'urne des votes. Bref, le secrétaire en oublie sans doute car il n'a pu tout noter

Renouvellement du conseil du CLEA

=====A l'issue de l'assemblée générale 86, 92 votants avaient élu, chacun avec 92 voix, les quarante membres du conseil 1986 :

Acker A (Strasbourg), Astruc (Brive), Bardin D (Aix-Marseille), Bottinelli L (Orléans), Brahic A (Paris), Brunet J-P (Toulouse, Chapelle J (Clermont), Chapelet J (CEMEA), Dahringer F (Brest), Dargencourt A (Versailles), Delmas F (Paris), Dumoulin C (IREM), Duval M-F (Aix-Marseille), Fouquet J-L (île de Ré), Gié H (Paris), Gouguenheim L (Paris), Hernandez R (Dijon), Heudier J-L (Nice), Joly F (Bordeaux), Laisne M (Lille), Mauras (UdP), Minot (APMEP), Paturel G (Lyon), Pecker J-C (Paris), Reboul G (Montpellier), Richelme A (Grenoble), Ripert J (La Garde), Rivière A (Créteil), Rosenstiehl J-P (Nantes Le Mans), Sandré B (Versailles), Sarrazin L (Limoges), Simondin (EN Versailles), Suagher F (Besançon), Toussaint D (Aix en Othe), Schatzman E (Nice), Tryoen V (Flayosc), Vento (APISP), Vialle J (Poitiers), Vignon C (Paris), Walusinski G (StCloud).

N-B : notre Collègue Mauras, représentant l'Union des Physiciens dans le Conseil nous a informés qu'il devait quitter le Bureau de l'UdP prochainement ; il sera remplacé au Conseil par son successeur qui assurera comme il l'a fait la liaison entre le CLEA et le Bulletin de l'UdP, Herpin.

----- c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l -----

COURRIER DES LECTEURS

----- c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l c l -----

Errata du Cahier 31

===== Une initiative intempestive de notre imprimeur : il a pris pour des taches à blanchir les étoiles des Pléiades et Vénus qui auraient donc du figurer p.40. Pour réparer cet impair, nous reproduisons ci-dessous et ci-contre le texte de l'ami Rosenstiehl et ses dessins.

Autres fautes imputables celles-là au secrétaire qui a mal relu les épreuves avant de les donner à l'imprimeur :

- p.18 l'indicatrice d'Euler de 1986 est 330×2 (signe de multiplication omis)
- p.31 l'indice du quantième de 19(85) est 0 non 6.

Déplacement de Vénus

===== Le document reproduit ci-contre (cette fois nous y comptons bien) est tiré de deux photographies de l'Amas des Pléiades dans la constellation du Taureau. La grosse tache est la planète Vénus. Son déplacement apparent par rapport au fond du ciel est très net. On le mesure en reportant les positions de la planète et des étoiles sur un papier calque et en utilisant le segment de calibration. Les photographies ont été prises au téléobjectif 400 mm avec une durée de pose de deux minutes. J-P. Rosenstiehl

En Suisse

===== L'Observatoire de Genève et l'Institut d'Astronomie de l'Université de Lausanne poursuivent avec continuité leur effort de formation des enseignants en astronomie. Exemple, le stage des 3 et 4 mars 1986 à Lausanne sur l'astronomie dans l'enseignement de la géographie.

A Dammarie les Lys

===== Deux Collègues anciennes des écoles d'été, Marie-Jeanne Oxotéguy et Claudette Roudil ont réalisé de nombreuses animations en astronomie à la cité scolaire Joliot-Curie : une exposition en 79, un concours

3 Avril 1980
20h TU

6 Avril 1980
20h TU

échelle: 

en 81, encore des expositions en 81, 82, 83 et 84 sur des thèmes variés, le système solaire, le calendrier, etc Bien sûr avec l'active participation des élèves. En 85 enfin, nombreuses séances d'animation autour du Starlab suivies par 2 600 personnes. Marie-Jeanne a obtenu son changement pour le pays basque, son pays natal ; elle compte bien y reprendre le même travail autour d'un club d'astronomie dans son nouveau lycée d'Anglet.

En Côte d'Ivoire

=====

J-J. Santori qui enseigne au lycée technique de Bouaké y organise un groupe d'études ; il donne aussi des conférences d'astronomie, non seulement à Bouaké mais dans d'autres villes sur demande des chefs d'établissements scolaires. Par exemple, l'ENS de Bouaké.

Sur les cadrans solaires

=====

Gérard Hess a lu et admiré le livre de Pierre Ricou et Jean-Marie Homet, Cadrans du Soleil, préface de Pierre Lieutaghi, éd Jeanne Laffitte (185 F). Il est enthousiaste :

"Un régal pour l'oeil. Et pour l'esprit (oui!). Mieux, un enchantement. Une cinquantaine de photographies - plus travaillée l'une que l'autre (cf les n°42 et 46) - de CADRANS SOLAIRES PEINTS. Quelques-uns parmi les nombreux répartis entre Vanoise, Queyras, Haute-Provence et Haut-Pays Niçois. Photographies précédées d'une introduction multiple ("commanditaires et cadraniers, voyage à contre-nuit" entre autres et suivies d'annexes aux savoureuses et profondes DEVISES HORAIRES, quelques brèves indications techniques et, surtout, trois itinéraires pour développer le voyage. Un livre de qualité ... à prix rayonnant. Mais, du moins à Gap et sa région, on peut réaliser quelque économie en n'achetant que les photographies. Car certains libraires reprennent les textes (qu'ils réservent à leurs clients habitués ?). Et, par ailleurs, elles existent, les photos, en cartes postales renouvelées par série chaque année.

Gérard Hess

N-B : c'est la faute à Daniel Toussaint si le virus cadranier m'a repris en été 84. Et je m'en voudrais de ne pas signaler parmi les plus belles photos les numéros 10, 12, 15, 21, 28, 35, ...

P-S : le(a) lecteur(rice) superficiel (le) a-t-il(elle) contourné la farce placée sciemment quelques lignes plus haut ?"

QUESTIONS POSEES

32.1 - "Depuis quand a-t-on donné aux planètes leurs noms actuels, qui a choisi ces noms et pourquoi ? Question posée par Raymond Hernandez

32.2 - "Pourquoi a-t-on appelé ascension droite l'une des coordonnées équatoriales ? depuis quand cette dénomination est-elle en usage ?" Question posée par Jean-Paul Rosenstiehl.

Parmi les publications astronomiques

=====

Le n°43 de L'écho d'Orion publié par la Société Lorraine d'Astronomie fête ses vingt ans d'existence; Félicitations Le n° 7 du Point de Lagrange, bulletin trimestriel de l'AEAAC publie une note sur les "orbites en fer à cheval" de Janus et de Epiméthée.

Les Cahiers Maupertuis édités et diffusés par le CRDP de Rennes publient leur deuxième numéro : "L'électronique, de l'éclateur de Hertz au microprocesseur" par J. Rosmorduc et P. Brezel (un livret de 106 pages et 20 diapositives - 70 F).

Le mot d'un retardataire qui s'excuse fort aimablement d'avoir tardé à renouveler son abonnement aux CC "Le retour de la comète de Halley a dû troubler mon esprit, depuis le jour où j'ai appris son existence, il y a trente ans que je l'attends, pensez !" A. Lachaux

LA COMETE DANS LES CHAUMIERES ...

O combien de familles, combien de rejetons... ont planché tous ensemble pour préparer un exposé sur... "La" comète, bien sûr!

L'Arlésienne, version 1985, que fort peu ont vue, bien que France Inter ait annoncé dès le mois de décembre qu'elle était visible à l'oeil nu et que c'était très beau.

Exposé, disais-je. Hélène (élève de 4ème) n'y avait pas échappé. Elle avait écrit: "C'est grâce aux calculs de Clairaut et de Mme Lepaute que la comète reparut en 1758". La fin de l'exposé était, comme il se doit, plein de perspectives: "La sonde Giotto, passant à proximité du noyau de la comète, rapportera des informations précieuses. Vivement son retour!" Pour qu'on puisse récupérer les pellicules, je suppose!

Autre réflexion perspicace d'un CM2 venu visiter l'exposition d'Orsay avec sa classe à laquelle je décrivais la grande peur de 1910 "Vous l'avez vue, vous, la comète de 1910?". J'affirmai avoir vu également celle de 1835. Alors, lui et ses copains commencèrent à avoir un doute.

Ils sont extra, à cet âge là. Un gamin dont on voyait juste le bout du nez au-dessus de la table, feuilletait le compte-rendu d'une Ecole d'Eté. Je sais bien que la valeur n'attend pas ... et coetera..., mais je lui fais remarquer que c'est un peu difficile pour lui. Sa maman abonda dans mon sens: "Tu vois, il faudrait déjà que tu saches bien lire".

Anne-Marie LOUIS

P.S.

Lors de l'A.G. du CLEA, Jean-Paul Parisot nous a présenté le calendrier celte, sujet d'une exposition prochaine à Besançon. Une question reste en suspens: on ignore pourquoi il est basé sur la "quinzaine". Et si c'était pour l'organisation des travaux pratiques et des heures non dédoublées en classes littéraires ?

ENCORE ELLE ...

J'ai tout de même eu le temps d'observer la comète: un peu trop hâlée, elle se distingue mal sur le fond noir du ciel...

Jean RIPERT

Quelques renseignements pratiques à connaître par tout lecteur des Cahiers et à faire connaître à tout lecteur lecteur éventuel.

Abonnement seul au Cahiers Clairaut (n° 33 à 36), neuvième année ... 50 F (soutien 75 F)

Cotisation seule au CLEA pour 1986 ... 25 F

Abonnement (n°33 à 36) et cotisation 1986 au CLEA ... 70 F (soutien 100 F)

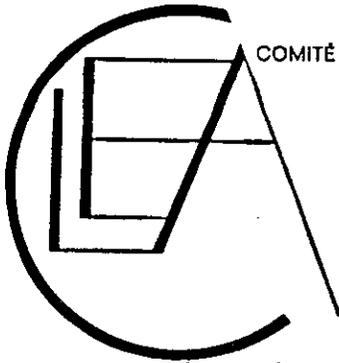
Autres publications qui peuvent être commandées au secrétariat du CLEA: mais avec un chèque à l'ordre de L. Gouguenheim

Compte rendu des écoles d'été : Digne 1978 (25 F), Grasse 1979 (35 F), Sophia-Antipolis 1982 (50F), Grasse 1983 (58F), Formiguères 1984 (65F)

Fascicules de formation des maîtres en astronomie de l'Université ParisXI: 1.Observation des astres et repérage (20F) ; 2.Mouvements des astres (25F) 3. Lumière messagère des astres (25F); 4.Naissance, vie et mort des étoiles (25 F) ; 5. Renseignements pratiques et bibliographie (25 F); 6.L'Univers extragalactique et la cosmologie (30 F).

Adresser toute la correspondance et les commandes au secrétaire-trésorier Gilbert WALUSINSKI 26 Bérengère, 92210 SAINT CLOUD (tél (1) 47 71 69 09

Notez bien: les chèques pour le réabonnement aux CC et la cotisation au CLEA sont à faire à l'ordre du CLEA; toute autre commande est à régler à l'ordre de Lucienne Gouguenheim.



COMITÉ DE LIAISON ENSEIGNANTS ASTRONOMES

LE COMMUNIQUE ANNUEL DU SECRETARIAT DU CLEA

à lire attentivement, le porte-plume
et le chéquier à portée de la main !

De deux choses l'une, ou vous êtes abonné aux Cahiers Clairaut ou vous ne l'êtes pas encore.

Si vous êtes abonné aux Cahiers Clairaut,

vous avez remarqué sur la bande d'envoi de la revue trois nombres qui sont, dans l'ordre, votre numéro d'abonné suivi de 29 et 32, les premier et dernier numéro des cahiers de la huitième année.

Exemple : 2061 29 32

Bref, vous avez compris que le moment est venu de renouveler votre adhésion au CLEA et votre abonnement aux Cahiers, ce qui consistera pour vous à remplir la fiche de réabonnement ci-dessous et le chèque correspondant puis à envoyer le tout au secrétaire qui vous remercie de lui simplifier la besogne, ce qui consistera pour lui à remplacer dès réception les deux nombres 29 32 par 33 36 et corriger éventuellement votre adresse.

Si vous n'êtes pas encore abonné,

vous souhaitez évidemment suivre régulièrement l'action du CLEA et notre revue. Alors, rien de plus simple : vous remplissez la fiche d'abonnement pour la neuvième année (n°33 à 36) et la fiche d'adhésion 86 au CLEA, vous remplissez le chèque correspondant et vous adressez le tout au secrétaire. Vous pouvez en profiter pour lui commander la collection complète des Cahiers parus ou tel numéro qui vous intéresse spécialement (le numéro 13 F, la collection n°1 à 32, 300 F).

TARIFS POUR LA NEUVIEME ANNEE

Abonnement seul (n°33 à 36)... 50 F (soutien 75 F)

Cotisation seule au CLEA pour 1986 ... 25 F

Abonnement (n°33 à 36) et cotisation 1986 ... 70 F (soutien 100F)

Fiche d'adhésion au CLEA (1986)
Fiche d'abonnement n°33 à 36

Fiche d'adhésion au CLEA pour 1986
Fiche de réabonnement (n°33 à 36)

Mr Mme Mle

numéro d'abonné

NOM (en capitales)

prénom

Adresse

CODE POSTAL

désire adhérer au CLEA

désire adhérer au CLEA

s'abonne aux Cahiers (n°33 à 36)

se réabonne aux Cahiers (n°33 à 36)

désire recevoir la collection complète des Cahiers (n°1 à 32)

Adresser fiche et chèque joint au secrétaire-trésorier

Gilbert WALUSINSKI, 26 Bérengère, 92210 SAINT CLOUD

tél (1) 47 71 69 09

LES CAHIERS CLAIRAUT - Bulletin de liaison du CLEA

Directeur de la publication: L. Gouguenheim Université Paris Sud

Laboratoire d'Astronomie Bât. 470 91405 ORSAY CEDEX

Comité de Rédaction: D. Bardin, L. Bottinelli, J. Dupré, M. Gerbaldi, L. Gouguenheim
J.P. Parisot, J. Ripert, D. Toussaint, V. Tryoën, G. Walusinski.

Edité à l'Université Paris Sud, Laboratoire d'Astronomie, Bât. 470 91405 ORSAY CEDEX

Prix du numéro: 13f; abonnement simple (4 numéros): 50f

Dépot légal: 1er semestre 1979; Numéro d'inscription à la CPPAP: 61660