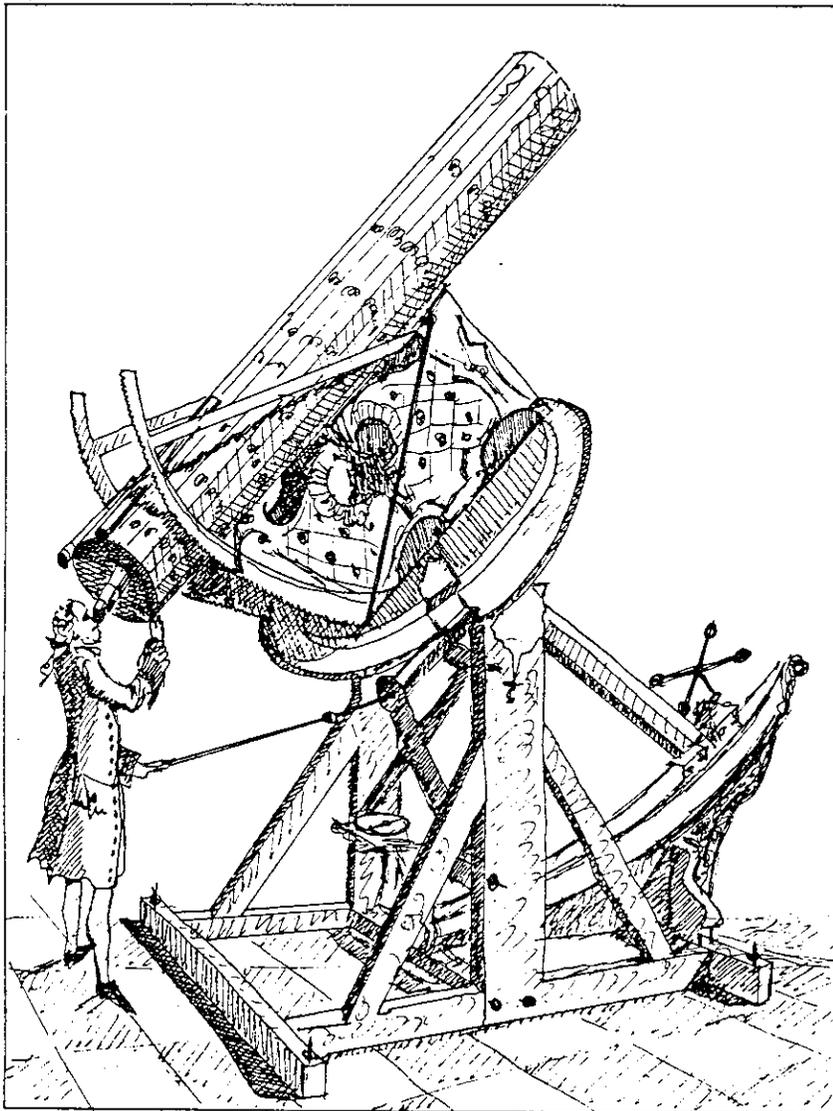


les cahiers clairaut

bulletin du comité de liaison astronomes et enseignants



n°37 - été 1987

LES CAHIERS CLAIRAUT

n°37 été 1987

	page
Les potins de la Voie Lactée: une supernova dans le Grand Nuage de Magellan..3	
Au clair de la Lune, à l'ombre de la Terre	9
Après 300 ans... 4. Epilogue	13
P/Halley sous les tropiques	18
Dispositif d'entraînement équatorial	21
Franchir l'espace	25
Premier salon de l'incrédulité	26
Récit d'un voyage entrepris au nord en 1986	27
Lectures pour la Marquise	31
A propos de savants	37
Joseph Fraunhofer	38
La chronique du CLEA	39
Le courrier des lecteurs	40
Des élèves pour l'astronomie	41
Le rappel du secrétariat	44

EDITORIAL

Nous sommes à nouveau heureux, dans ce numéro de vous résumer plusieurs articles proposés par des lecteurs. Un travail sur la Lune réalisé collectivement par un groupe d'enseignants de Lyon et Georges Paturel. Le récit par Roger Marical d'un voyage effectué à la Réunion avec la Société Astronomique de France pour observer la comète de Halley, et celui d'un autre voyage effectué par Claude Vialle en Finlande. Les coups de coeur d'Anne-Marie Louis au planétarium de la Villette. Un nouveau dispositif astucieux inventé par Daniel Toussaint. Un texte de notre chère "correspondante de Pologne", Cecilia Iwaniszewska, qui est aussi professeur à l'Université de Torun. Nous terminons un feuilleton, celui sur Newton et commençons un nouveau que nous propose Stéphane Doualler sur l'enseignement de l'astronomie. Enfin, un volumineux "Potin de la Voie Lactée" à propos de la supernova observée (encore un événement astronomique dans l'hémisphère sud !) dans le Grand Nuage de Magellan. Nous reportons au prochain numéro des textes proposés par Jean-Paul Rosenstiehl, Michel Toulmonde et Jean-Marie Poncelet.

Avez-vous pensé à vous réabonner ? Si ce n'est pas le cas, reportez-vous vite à la page 44 . Si vous ne le faites pas, vous risquez de ne plus recevoir les Cahiers !

La Rédaction

LES POTINS DE LA VOIE LACTÉE
UNE SUPERNOVA DANS LE GRAND NUAGE DE MAGELLAN

Dans la nuit du 23 au 24 février 1987, l'astronome canadien Ian Shelton, alors en mission à l'observatoire américain de Las Campanas, au Chili, découvrait une supernova dans la galaxie australe voisine de la nôtre, le Grand Nuage de Magellan. Il s'agit là d'un événement scientifique d'importance: cette supernova est la première qui soit assez brillante pour être visible à l'oeil nu depuis celle apparue dans notre propre Galaxie, dans la constellation d'Ophiuchus, en 1604, connue sous le nom de "supernova de Kepler". A 170 000 années de lumière, le Grand Nuage de Magellan fait partie de notre proche banlieue, ce qui explique les conditions favorables à l'observation de la supernova. L'évènement constitué par l'explosion de la supernova s'est tout de même produit 170 000 ans auparavant.. Remarque qui a conduit un journaliste scientifique à se demander si, dans ces conditions, on pouvait véritablement parler de "scoop" !

Le Grand Nuage de Magellan, dont la déclinaison est égale à -69° , est un astre du ciel austral inobservable sous nos latitudes. Tous les observatoires de l'hémisphère austral, abandonnant les observations duement programmées, ont donc braqué leurs télescopes vers la supernova.

C'est qu'en effet on connaît mal les circonstances dans lesquelles une étoile est conduite à exploser et, libérant une gigantesque quantité d'énergie, à se transformer en supernova. Les moyens d'observation actuels sont sans commune mesure avec ceux dont disposait Kepler en 1604 - la première lunette astronomique n'était même pas encore construite ! -. L'énergie provenant de la supernova recueillie par nos télescopes est assez importante pour que les spectrographes puissent beaucoup la disperser, ce qui doit apporter une moisson d'informations aussi bien sur la supernova elle-même (formation et expansion de la nébuleuse, composition chimique traduisant les processus nucléosynthétiques récents au sein de la supernova...) que sur le milieu interstellaire traversé par la lumière à la fois dans le Grand Nuage de Magellan et dans notre Galaxie. Peut-être verrons-nous se former un pulsar, manifestation du résidu stellaire condensé. Déjà la "neutrino-astronomie" expérimentale est née, avec l'observation des neutrinos émis lors de l'explosion.

Bref, nos connaissances sur les supernovae qui reposaient jusqu'ici bien peu sur l'observation et beaucoup sur les déductions théoriques vont vraisemblablement s'enrichir considérablement dans les temps qui viennent.

LES SUPERNOVAE HISTORIQUES.

Les civilisations anciennes ont attribué beaucoup d'importance aux phénomènes célestes, pensant qu'ils pouvaient avoir une influence sur les événements terrestres. La civilisation chinoise nous a laissé une source importante d'informations sur les événements astronomiques qu'elle a soigneusement consignés. L'indice le plus ancien que l'on ait de l'apparition d'une supernova remonte à 1300 ans avant notre ère: une inscription gravée sur un fragment d'os nous apprend qu'une étoile très brillante est alors apparue à proximité de l'étoile que nous connaissons maintenant sous le nom d'Antarès, dans la constellation du Scorpion.

Le texte chinois concernant l'étoile nouvelle apparue en l'année 185 de notre ère ne laisse plus aucun doute sur son identification à une supernova, car il décrit non seulement l'importance de son éclat apparent, mais aussi la durée de son déclin - environ 6 mois. Les chroniques font mention de 5 autres supernovae apparues dans notre Galaxie au cours du millénaire suivant. Certaines sont confirmées par des sources indépendantes, venant d'Egypte ou du Japon. La plus célèbre est la supernova de 1054 apparue dans la constellation du Taureau, qui a donné naissance à la nébuleuse du Crabe et à un pulsar. Bien qu'elle ait été à son maximum plus brillante que la planète Vénus et visible en plein jour, elle n'a pas conduit les civilisations d'Europe à nous en laisser le moindre souvenir. Seuls les chinois, les japonais et peut-être des indiens de l'Arizona en ont fait mention.

La première description européenne d'une supernova date de 1572. L'astronome danois Tycho Brahé, s'il ne fut pas le premier à l'observer, lui attacha son nom par l'ouvrage "De Nova Stella" qu'il lui consacra. Trente deux ans plus tard, apparaissait la supernova de Kepler, dont l'intérêt particulier provient de ce qu'elle fut observée - essentiellement par Tycho Brahé - dès avant qu'elle atteigne son éclat maximal.

Il exploserait donc en moyenne 4 supernovae visibles à l'oeil nu par millénaire. Mais plus aucune n'est apparue depuis celle de Kepler, si ce n'est celle de 1885 dans la galaxie d'Andromède, juste en dessous du seuil de visibilité à l'oeil nu. L'astronome américain d'origine suisse, Fritz Zwicky, fut l'un des premiers à formuler une théorie moderne de l'explosion d'une étoile donnant naissance à une supernova et à entreprendre - malgré le scepticisme de ses collègues - une recherche systématique de supernovae dans les galaxies extérieures; avec ses collaborateurs, il devait en découvrir près de 300... On en connaît actuellement plus de 600.

COMMENT SE FORME UNE SUPERNOVA.

La stabilité d'une étoile résulte d'un équilibre entre la gravitation, qui tend à la faire s'effondrer sur elle-même, et l'énergie due aux réactions

thermonucléaires qui est générée dans le coeur de l'étoile et rayonnée vers l'extérieur. Tout au long de sa vie, une étoile trouve une structure d'équilibre sous ces deux effets contraires: celle d'une sphère de gaz chaud.

Quand les réactions de fusion s'arrêtent par manque de combustible thermonucléaire, l'équilibre est rompu et l'étoile - ou tout au moins son noyau central - s'effondre, donnant naissance, si elle n'est pas trop massive à une naine blanche, telle le compagnon de Sirius. La masse volumique dans une naine blanche est de l'ordre d'une tonne par cm^3 (la masse du Soleil dans le volume de la Terre, où, si vous préférez, celle d'un éléphant dans un dé à coudre). Les atomes sont complètement ionisés et les électrons libres si comprimés qu'ils y forment un gaz "dégénéré", soumis à des effets quantiques qui s'opposent à la compression et équilibrent donc les effets de la gravitation. Cet équilibre n'est possible que pour une masse plus faible que 1,4 fois celle du Soleil. A cause des processus de perte de masse importants qu'elles subissent au cours de leur évolution, des étoiles relativement massives, jusqu'à environ 8 masses solaires, terminent leur vie sous la forme de naines blanches.

Une première catégorie de supernovae, qu'on dit de **type I** (telles celles de Tycho et de Kepler) sont caractérisées par la forme de leur courbe de lumière (ou variation de leur éclat apparent au cours du temps) et par leur spectre dont les raies de l'hydrogène sont absentes. Elles se forment probablement dans des systèmes binaires serrés dont une composante est une naine blanche qui capture une partie de la masse de sa compagne, par effet de marée. Quand la masse qu'elle a capturée l'amène à dépasser la valeur limite de 1,4 masses solaires qui permet son équilibre, elle est conduite à exploser. Cette étoile est dépourvue d'hydrogène, qui s'est entièrement transformé en hélium par réaction thermonucléaire, ce qui explique que les raies de l'hydrogène soient absentes du spectre de la supernova.

La supernova du Grand Nuage de Magellan semble appartenir à la seconde catégorie de supernovae, celles de **type II**, qui sont la phase terminale de l'évolution d'étoiles de masse initiale supérieure à 8 masses solaires. Ces étoiles massives évoluent très rapidement, car elles sont capables de provoquer dans leurs régions centrales des températures plus élevées que celle qui règnent dans les étoiles de moins grandes masses. Etant très sensibles à la température, les réactions thermonucléaires se font à un rythme considérablement plus grand, avec un très grand débit d'énergie. Dans la phase de combustion de l'hydrogène en hélium, ces étoiles sont donc très lumineuses, puisqu'elles génèrent une puissance considérable; et cette phase est beaucoup plus courte que pour une étoile comme le Soleil (7 millions d'années contre 10 milliards), puisque le combustible s'épuise beaucoup plus vite. Suit une phase de contraction du noyau qui s'arrête quand la température atteinte (environ 200 millions de kelvins) permet la fusion de l'hélium.

L'étoile connaît alors une nouvelle phase de stabilité qui dure environ 600 000 ans. Et ainsi de suite: les contractions successives provoquent grâce à l'élévation de température, la fusion d'éléments de plus en plus lourds, jusqu'à la production de noyaux de fer. A ce stade, l'étoile a une structure qui rappelle celle d'un oignon, avec un noyau central de fer et des couches successives où s'effectuent des réactions de fusion, celle de l'hydrogène ayant lieu dans la couche la plus proche de la surface, là où la température est la moins élevée.

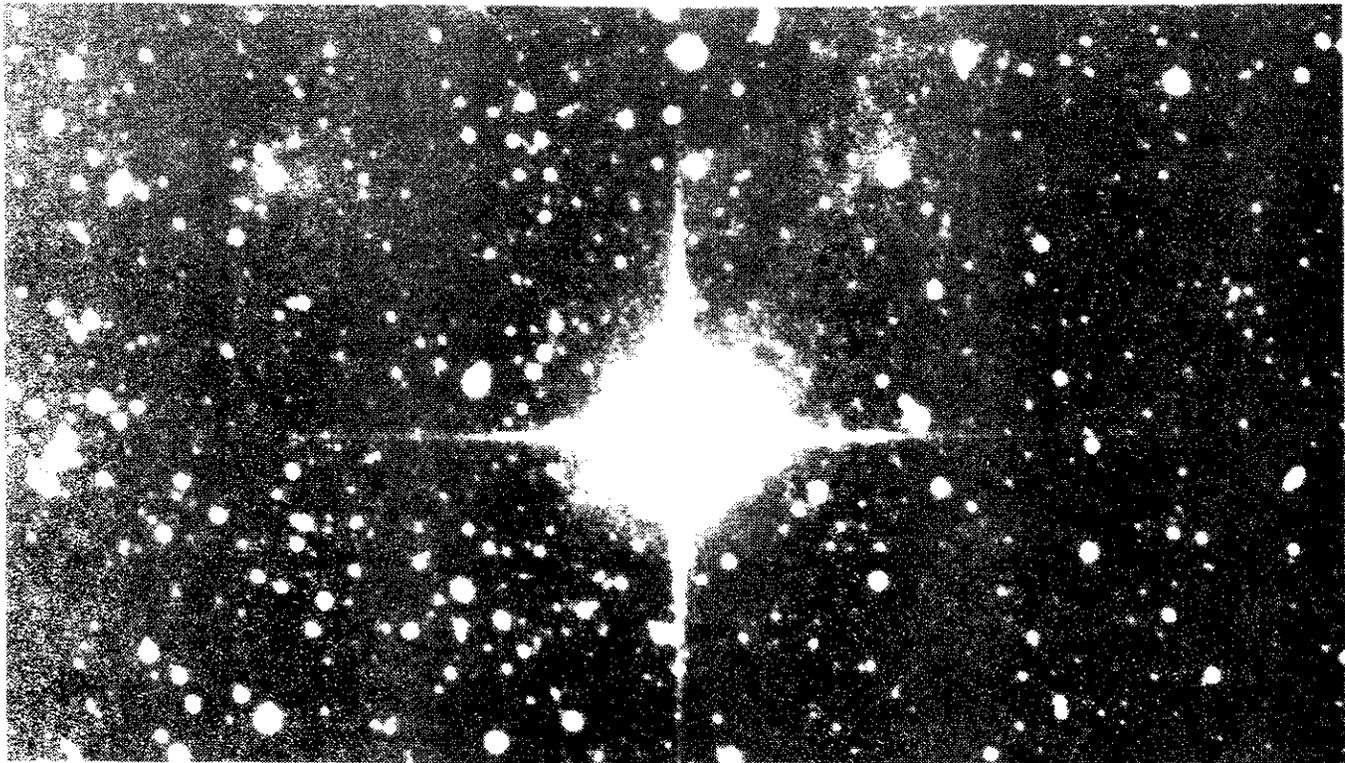
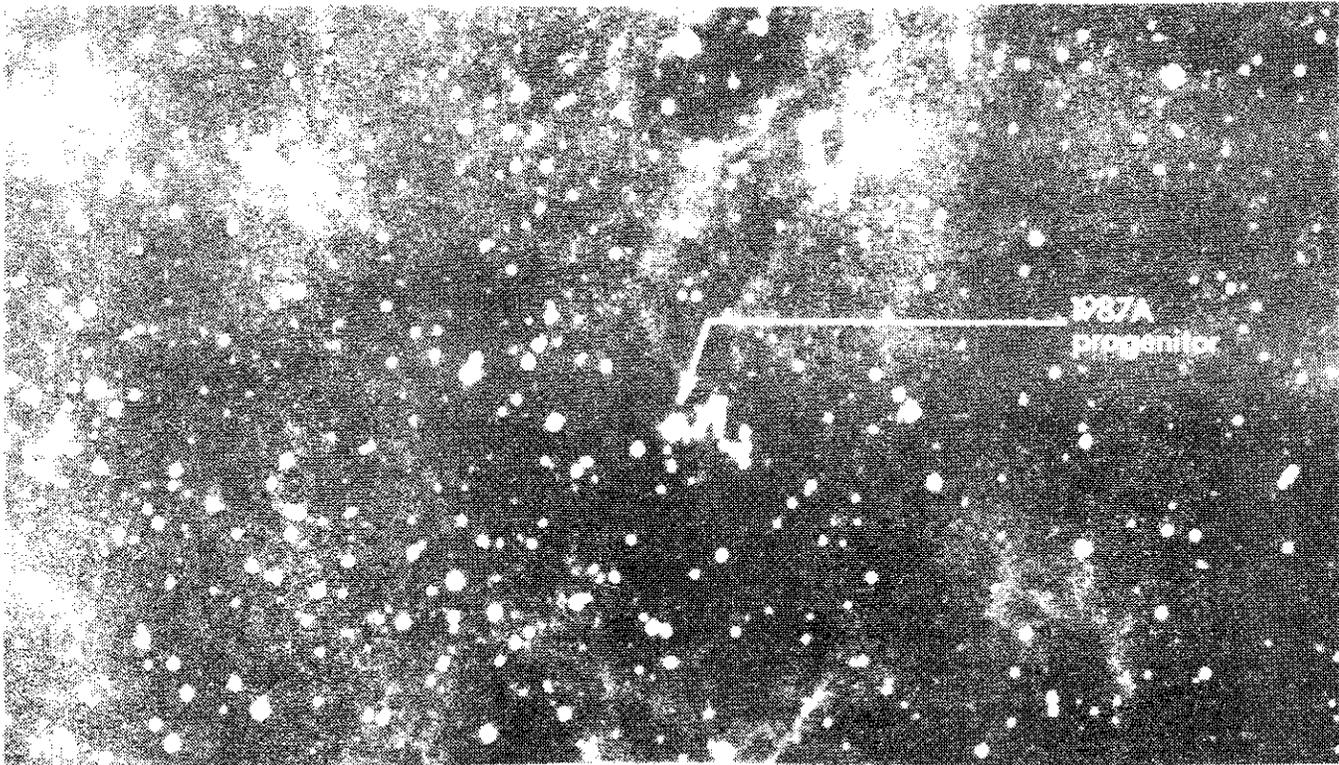
En moins d'une seconde, lorsque cessent les réactions de fusion du fer, le coeur de l'étoile composé de noyaux de fer s'effondre jusqu'à atteindre une densité de l'ordre de celle qui règne dans un noyau atomique - environ $10^{15} \text{ g cm}^{-3}$. Aux pressions énormes qui règnent alors, les électrons pénètrent dans les noyaux où ils fusionnent avec les protons pour donner des neutrons. Puis les noyaux atomiques eux-mêmes se dissolvent pour donner naissance à un gaz libre de neutrons, à son tour dans l'état dégénéré... Ces réactions transforment le coeur de l'étoile en étoile à neutrons en un millième de seconde. Elles s'accompagnent d'une émission intense de neutrinos, particules qui interagissent très peu avec la matière et quittent l'étoile. On connaît encore mal les détails des processus qui donnent alors lieu à travers la formation d'ondes de choc, à l'explosion du reste de l'étoile, accompagnée de la formation, par nucléosynthèse explosive, des éléments plus lourds que le fer. Ces éléments ont en effet besoin d'un apport d'énergie pour se former, la masse du noyau atomique étant supérieure à la somme des masses des constituants.

LA SUPERNOVA DU GRAND NUAGE DE MAGELLAN.

Nous avons encore beaucoup à apprendre de cette supernova. Les premiers résultats spectroscopiques ont montré que la nébuleuse éjectée a atteint des vitesses considérables, s'élevant jusqu'à $18\ 000 \text{ km s}^{-1}$; la structure de nombreuses raies interstellaires, telles la raie D du sodium et les raies H et K du calcium ionisé a montré de nombreuses composantes, en absorption, formées dans des nuages animés de vitesses radiales différentes, dans le Grand Nuage de Magellan et dans notre Galaxie.

Les résultats les plus spectaculaires jusqu'ici concernent les neutrinos. Le détecteur japonais, Kamiokande II en a détectés 11, dans le domaine d'énergie attendu, dont la date d'arrivée s'est étalée sur 13 secondes le 23 février, 3 heures **avant** la première observation de la supernova. Cette observation est en excellent accord avec celle effectuée par le détecteur américain Irvine-Michigan-Brookhaven, sous le rivage du lac Erié, qui a détecté au même moment 8 neutrinos, échelonnés sur 6 secondes; elle confirme très bien la théorie précédemment décrite qui prévoit que les neutrinos se forment dans un court intervalle de temps pendant la phase

AVANT ...



Ces deux clichés (avec la même échelle : 21mm pour 1 minute d'arc) représentent un détail du Grand Nuage de Magellan au voisinage de la supernova SN1987A; ils ont été obtenus avec un télescope de Schmidt de l'Observatoire Européen Austral (ESO) au Chili. Le cliché du haut a été pris en 1977, en lumière violette (IIa-O+UG1, 60 min) et l'on y a indiqué la position de l'étoile supergéante bleue soupçonnée initialement d'être à l'origine de la supernova. Le cliché du bas a été pris en lumière bleue (IIa-O+GG385, 15 min) le 26 février 1987 alors que la supernova a augmenté en éclat d'un facteur 2000 environ. On retrouve sur les deux clichés les autres étoiles, dont l'éclat n'a pas varié. La "croix" autour de la supernova est un effet optique parasite produit dans le télescope par le système de support des plaques photographiques.

d'effondrement de l'étoile à neutrons et avant l'explosion de la supernova.

Le très faible nombre de neutrinos détectés nous rappelle que la probabilité d'interaction d'un neutrino avec la matière est extrêmement faible. Pratiquement tous la traversent sans interagir. On évalue à 10 milliards le nombre de ceux qui ont traversé chaque cm^2 à la surface de la Terre.

Cette expérience pose aussi des contraintes sur les propriétés des neutrinos dont on voit qu'ils ont survécu pendant les 170 000 ans qu'a duré le parcours; on a pu déduire de l'observation une limite supérieure à la masse du neutrino de l'ordre de 20 eV (pour plus de détails sur le neutrino et sa masse possible voir les Cahiers Clairaut n° 21 et 22), en accord avec la plupart des expériences de laboratoire antérieures.

Le problème de l'identification de l'étoile qui a donné naissance à la supernova, par contre, n'est pas encore résolu. On a d'abord soupçonné une étoile supergéante de type spectral B3 et de magnitude apparente 12, dont la position coïncide très bien avec celle de la supernova. Il paraissait simplement un peu étonnant que l'on n'ait jamais décelé de variabilité sur cette étoile auparavant. Des observations en ultraviolet, aux longueurs d'onde de 1150 à 1600Å, ont permis de réobserver l'étoile incriminée, identique à ce qu'elle était auparavant, à partir du 2 mars. Le progéniteur de la supernova serait-il un compagnon peu brillant de cette étoile, mais alors comment expliquer l'absence d'interaction visible après l'explosion ? Une autre hypothèse fait intervenir une étoile peu brillante, située dans une direction très voisine mais à une distance différente.

Le flux de neutrinos observés et la présence des raies de l'hydrogène sont en bon accord avec la nature d'une supernova de type II. Par contre, la magnitude apparente au maximum d'éclat observé jusqu'ici conduit à une magnitude absolue trop peu lumineuse pour ce type de supernova; de plus le changement de couleur (qui est passée du bleu au rouge) s'est fait en une durée 5 à 10 fois plus rapide que celle habituellement observée dans les supernovae de type II. Enfin, le spectre observé dans l'UV est assez différent du spectre habituellement observé dans les supernovae de type II. L'avenir nous apportera certainement encore beaucoup de nouvelles surprises.

Lucette Bottinelli

Bibliographie:

On pourra trouver dans les Cahiers Clairaut des articles portant sur des points particuliers évoqués ici:

"Les neutrinos solaires" par E. Schatzman, C.C. n°21, p.3 et n°22, p. 18

"Alchimie Cosmique" par L. Gouguenheim, C.C. n°24, p.3

"Etoiles à Neutrons et Pulsars" par R. Hakim, C.C. n°25, p.9; n°26, p.15; n°27, p.21 et n°28, p. 28

AU CLAIR DE LA LUNE, A L'OMBRE DE LA TERRE



Celui qui rêve d'aller se promener sur la Lune sait que ce gros caillou est à une distance assez considérable. Quelle est donc la distance Terre-Lune?

Aristarque de Samos en 250 avant J.C. avait pensé que l'on pouvait utiliser l'ombre de la Terre sur la Lune, pendant un éclipse de Lune pour déterminer cette distance. De nos jours la photo est un moyen pratique pour réaliser facilement ce projet. Nous nous proposons d'exposer deux aspects de la même méthode - l'un simple, l'autre plus raffiné - permettant d'obtenir des résultats tout à fait satisfaisants.

II- METHODE SIMPLE

Voici une photographie d'une éclipse de lune (figure 1). A partir de ce cliché on calcule la distance Terre-Lune.

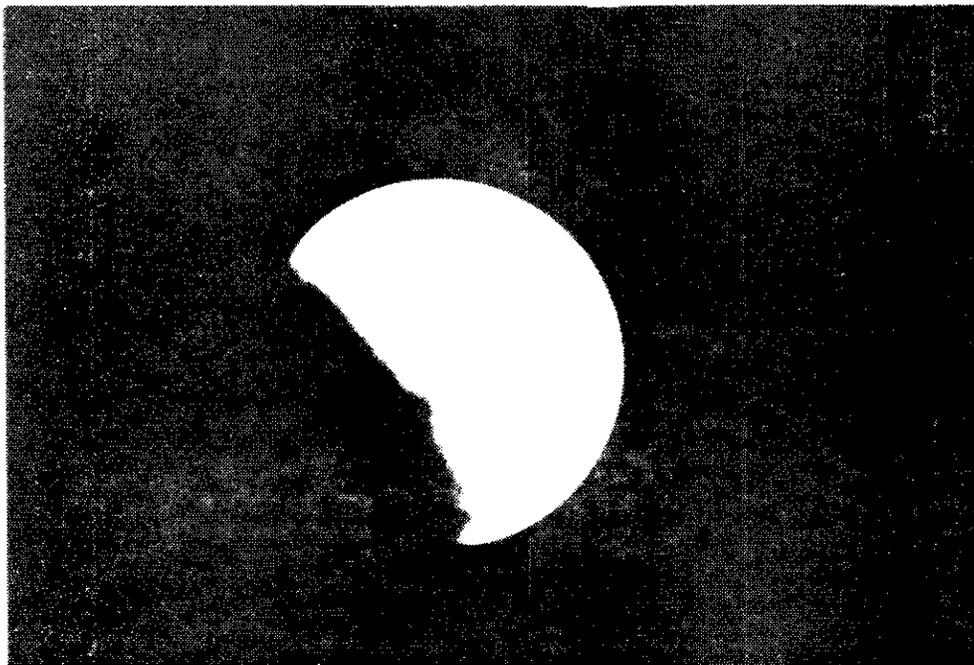


Figure 1 : Photographie d'une éclipse de lune (Boros Haladjian)

Méthode: On suppose connu le diamètre de la Terre ($D_T=12800$ km)
 On calcule le diamètre de la Lune
 On en déduit la distance Terre-Lune.

II-1 Calcul du diamètre de la Lune D_L

Le soleil étant très éloigné, l'ombre de la Terre est assimilée à un cylindre de diamètre égal à celui de la Terre (figure 2). A partir du cliché on reconstitue la section du cylindre (par tâtonnement, par construction...). On obtient la figure 3. On mesure AB et ED. Ces mesures sont proportionnelles aux dimensions réelles donc:

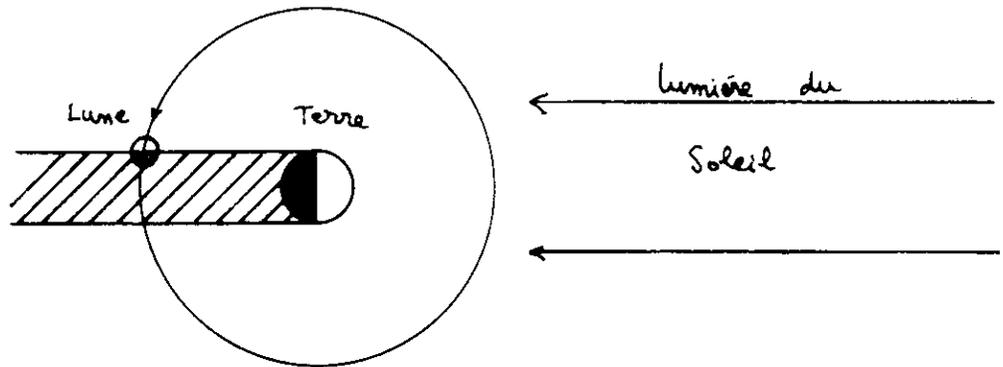


Figure 2 : Schéma expliquant une éclipse de lune (Le soleil est supposé placé très, très loin)

$$D_L/D_T = ED/AB$$

On a obtenu $D_L/D_T=0,378$

On en déduit $D_L=4500$ km

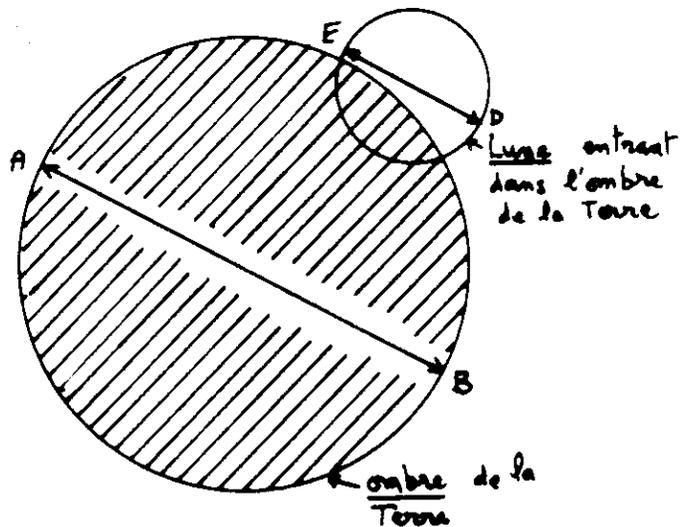


Figure 3 : Détermination du rapport D_L/D_T

Ceci,
 on prenant pour
 diamètre de la Terre
 $D_T = 12000$ km !



II-2 Calcul de la distance Terre-Lune

On utilise le diamètre apparent de la lune $b=0.5$ degré. On admet la relation distance Terre-Lune $x=D_L/tg(b)$ (Encadré 1)

Résultat obtenu: $x=4500/0.008727$ c'est à dire $x=515600$ km

Pourrait mieux faire!



III METHODE "AFFINEE"

En réalité la zone d'ombre n'est pas un cylindre mais un cône (figure 4).

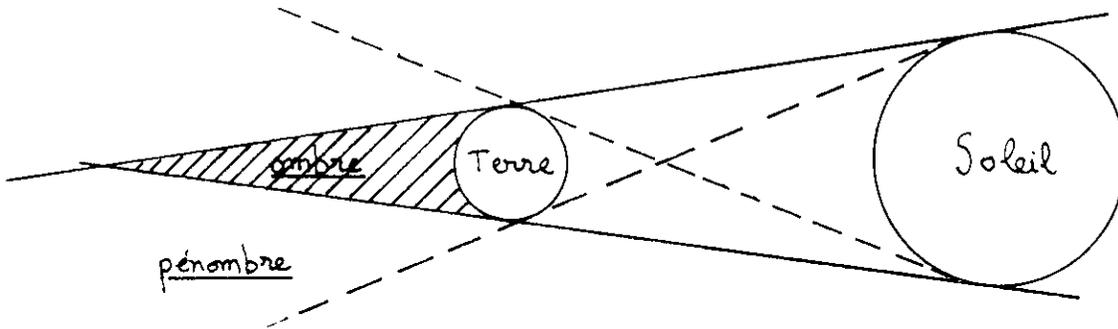


Figure 4 : L'ombre de la Terre n'est pas un cylindre mais un cône !

Calcul de la longueur de l'ombre $AB=D_0$ (figure 5)

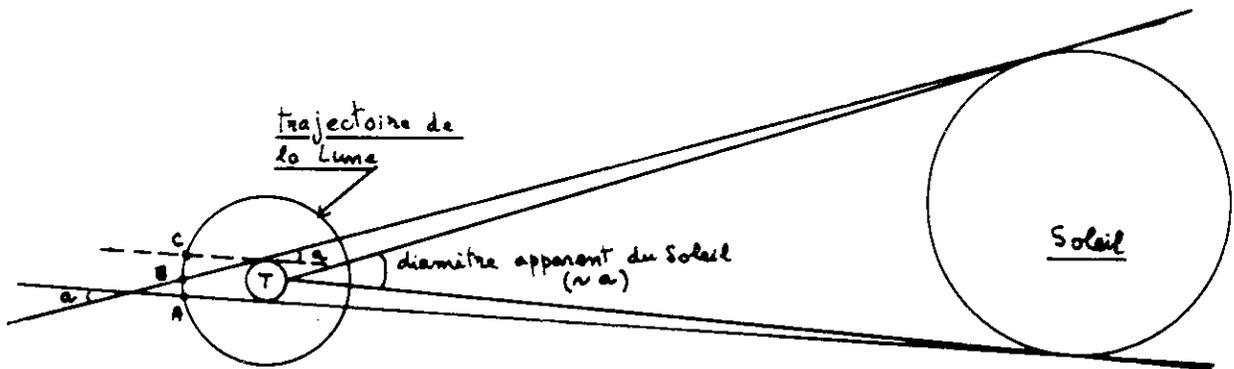


Figure 5 : L'angle du cône d'ombre peut être assimilé au diamètre apparent du Soleil

$$\begin{aligned} D_0 &= AB = AC - BC \\ D_0 &= \text{diamètre de la Terre} - x \cdot \text{tg}(a) \\ D_0 &= D_T - x \cdot \text{tg}(a) \end{aligned}$$

où x est la distance Terre-Lune cherchée.
Or $D_L = x \cdot \text{tg}(b)$ (section II)
et $D_L = 0,378 \cdot D_0$

$$\text{On trouve } x = D_T / (\text{tg}(a) + \text{tg}(b) / 0,378)$$



Application numérique:

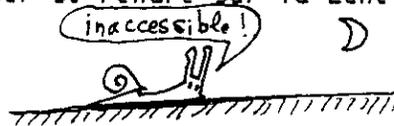
$D_T = 12756 \text{ km}$

$b = 0,5 \text{ degré}$

"a" n'est pas connu, mais à cause de l'éloignement du Soleil on peut l'assimiler au diamètre apparent du Soleil (voir figure 5): $a = 0,5 \text{ degré}$ (car fortuitement le diamètre apparent du Soleil est égal à celui de la Lune).

On trouve $x = 400900 \text{ km}$ (La valeur exacte est $x = 384380 \text{ km}$)

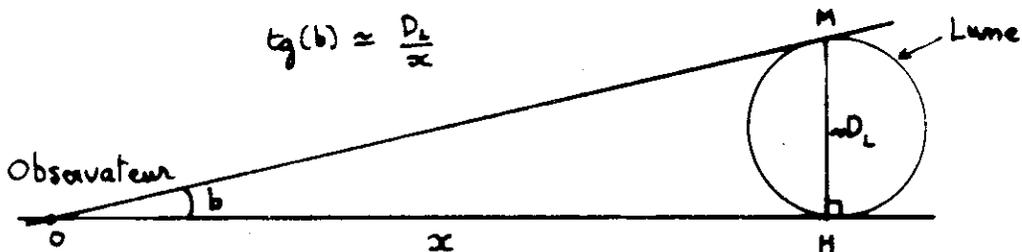
Un bon marcheur mettrait 100000 heures pour se rendre sur la Lune, soit dix ans de marche sans s'arrêter.



ENCADRE 1 : Distance Terre-Lune x , fonction du diamètre linéaire et du diamètre apparent de la lune

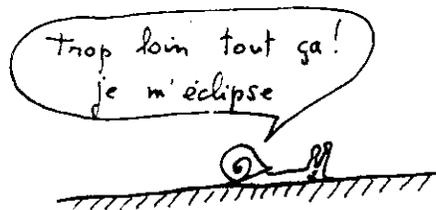
$$\text{tg}(b) = \frac{HM}{x}$$

$$\text{tg}(b) \approx \frac{D_L}{x}$$



Le texte a été rédigé par l'ensemble du groupe de formation continue pluri-disciplinaire (niveau 2) de l'Observatoire de Lyon 69230 Saint-Genis Laval

Le cliché de l'éclipse a été pris par B. HALADJIAN
L'idée d'utiliser la photographie de l'éclipse de Lune est de B. VALADE



Après trois cents ans... (4. Epilogue)

Commémorer la publication des Principia, n'aurait-ce été qu'en en relisant certaines pages, cela vous paraissait-il nécessaire ? J'aurais voulu vous en convaincre. Mais sûrement ce n'était pas suffisant pour marquer quel important tournant cette publication et cette date inscrivent dans l'histoire de la science. Il faut encore insister sur ce qui est devenu possible après Newton et grâce à lui, ce qui n'aurait pas eu lieu de la même façon si la grande peste de 1665 avait fauché le jeune génie. Ce sera l'épilogue de notre feuilleton newtonien.

Dernières années

N'abandonnons pas Newton trop tôt. En 1687, il a quarante-cinq ans, son oeuvre n'est pas terminée. La publication des Principia le rend célèbre, et pas seulement en Angleterre. Dès l'année suivante, il est élu membre du Parlement où il représente l'Université de Cambridge. Ses fréquents voyages à Londres lui permettent de nouer des relations amicales avec le philosophe John Locke. Il éprouve cependant une grande lassitude pour la recherche scientifique, peut-être un peu de dépression après l'effort intellectuel fourni ; il aspire à quelque fonction administrative qui lui permette d'exercer ses talents au service du public. L'occasion se présente en 1696, Newton est chargé d'organiser la réforme de la Monnaie anglaise ; de très nombreuses mauvaises pièces étaient en circulation ce qui multipliait querelles et procès. Notre savant organise à merveille le changement des pièces et en 1698 il est nommé Master of the Mint.

En 1703, il est élu président de la Royal Society et le restera jusqu'à sa mort. L'année suivante, il se décide à publier son "Opticks, Treatise on the Reflexions, Refractions, inflexions and Colours of the Light". Il y traite des couleurs, il perfectionne la théorie de l'arc-en-ciel formulée par Descartes et traite aussi des lames minces. Dans la deuxième édition de 1717, il y ajoutera des idées sur la polarisation et formulera l'hypothèse de forces d'origine électrique entre atomes.

Curieux homme, ce grand savant ; sensible aux honneurs mais plus encore aux critiques. Ainsi, cette Optique, il aurait pu la publier bien plus tôt mais Hooke en avait critiqué certaines idées et Newton a horreur de la polémique, il a attendu que Hooke soit mort pour publier son traité.

En 1705, la Reine Anne attribue à Newton le titre de Knight (Chevalier) pour son oeuvre scientifique. Cela ne le met pas à l'abri des disputes et des polémiques : avec Flamsteed sur le mouvement de la Lune, avec Leibniz surtout à propos de l'invention du calcul différentiel...

Quant aux éditions des Principia, elles se multiplient... La deuxième (en latin) avec une préface de Cotes en 1713 ; en 1714 et 1723 deux éditions toujours en latin, la langue scientifique de l'époque, à Amsterdam ; la troisième édition en Angleterre avec l'aide de Pemberton et la première traduction anglaise en 1727. La traduction française par la Marquise du Châtelet paraît en 1756 alors que la première ~~traduction~~ traduction allemande ne sera éditée qu'en 1872.

Le 20 mars 1727, Newton s'éteint dans sa quatre-vingt cinquième année. L'inhumation est solennelle dans le cadre historique de l'Abbaye de Westminster. Dans l'assistance, un Français qui en parlera, Voltaire.

Dernières querelles

Les "Lettres philosophiques" paraissent peu après. En 1733, Voltaire y ajoute ses "Eléments de la philosophie de Newton". Dans les milieux de l'Académie des Sciences de Paris, c'est l'époque des querelles

entre cassiniens et newtoniens. Pour les premiers, la théorie des tourbillons de Descartes reste la bonne physique alors que Newton propose une action à distance, l'attraction universelle, dont on ne comprend pas qu'elle puisse agir sans support. Le parti des newtoniens est celui des jeunes, animé avec fougue par Maupertuis et Clairaut.

Il y a un moyen de trancher le différend. Selon les cassiniens, le globe terrestre doit être un ellipsoïde allongé dans le sens de son axe de rotation. Pour les newtoniens, au contraire, le globe est aplati aux pôles. L'Académie décide d'envoyer deux expéditions : Maupertuis et Clairaut en Laponie (1738), Bouguer et La Condamine au Pérou (1743), à charge pour les uns et pour les autres de mesurer la longueur d'un arc de 1° de méridien. La thèse des arrogants et jeunes newtoniens s'avéra être la bonne, le degré de méridien est plus long en Laponie qu'au Pérou. Chacune des expéditions connut des aventures, surtout la seconde, plus dramatique (lire, si on ne l'a déjà fait le passionnant livre de Florence Trystram, "Le Procès des Etoiles", éd Seghers).

En tout cas, succès scientifique complet de ces expéditions et le fait est qu'après 1740, on ne trouve plus de textes sur les tourbillons à l'Académie des Sciences de Paris. Les jeunes et arrogants newtoniens sont devenus respectables.

La grande époque

A partir de ce temps, le milieu du XVIII^{ème} siècle, curieux renversement de situation. Si l'Angleterre reste en tête des recherches sur l'astronomie pratique, observationnelle (Bradley découvre l'aberration de la lumière en 1725 et la nutation en 1748 alors qu'il cherchait à mesurer une parallaxe stellaire), c'est sur le continent que vont s'épanouir les développements théoriques de la mécanique newtonienne. On y trouve tous les grands noms de la science de cette époque, les Bernoulli et Leonhard Euler à Bâle, Clairaut et d'Alembert en France puis Lagrange et Laplace. Quelle équipe ! Elle développe le calcul différentiel dans l'esprit de Leibniz plus que dans celui de Newton qui privilégiait les méthodes géométriques. Mais c'est bien dans le cadre de la mécanique newtonienne qu'ils travaillent tous, les problèmes à résoudre ne manquent pas;

Tous s'apparentent au problème des trois corps. Newton a complètement résolu celui des deux corps, le Soleil et une planète par exemple ; les équations du mouvement sont alors complètement intégrables. Voici comment Clairaut formule le problème des trois corps : "Trois corps étant donnés avec leurs positions, leurs masses et leurs vitesses, trouver les courbes qu'ils doivent décrire par leur attraction supposée proportionnelle à leurs masses et en raison inverse du carré des distances." Et voici ce que Euler, dans la préface à sa théorie de la Lune, écrit en 1772 : "Toutes les fois que j'ai essayé, durant quarante ans, de tirer la théorie de la Lune des principes de la gravitation, il est toujours survenu tant de difficultés que j'ai été obligé d'arrêter mon travail et mes recherches ultérieures. Le problème se ramène à trois équations différentielles du second ordre qui non seulement ne peuvent être intégrées d'aucune façon mais qui posent aussi les plus grandes difficultés aux approximations dont nous devons nous contenter."

Tel est le cadre. Trois problèmes astronomiques de la plus grande importance vont permettre à ces savants d'exercer leurs talents : les inégalités des mouvements de Jupiter et de Saturne, le retour de la comète de Halley, le mouvement de la Lune. Chacun mérite que nous l'examinions.

Jupiter et Saturne

En 1695, Halley avait établi par l'observation des tables qui signalaient une accélération régulière de Jupiter et un retard aussi régulier de Saturne : en mille ans, les planètes auraient été déplacées de $0^{\circ}57'$ et de $2^{\circ}19'$. En 1748, l'Académie des Sciences pose le problème d'expliquer le phénomène par l'attraction universelle. Euler n'y réussit pas mais en profite pour bien poser le problème général des perturbations.

Lagrange, en 1763, trouve un résultat qui ne correspond pas aux inégalités observées, alors que les calculs de Laplace, ne négligeant aucun terme des développements suggèrent que ces inégalités tendent vers zéro.

En 1776, Lagrange revient sur la question et prouve que les attractions mutuelles des planètes ne peuvent produire des inégalités progressives mais seulement des variations périodiques. Autrement dit, résultat capital et plus général : stabilité du système solaire.

Le mot de la fin revient à Laplace qui, en 1784 découvre une presque commensurabilité des périodes de Jupiter et de Saturne : cinq révolutions de Jupiter = 21 663 jours ; deux révolutions de Saturne = 21 518 jours. Autrement dit, tous les 59 ans, on retrouve les deux planètes sensiblement à la même place. Laplace précise que les effets perturbateurs s'ajoutent pendant 450 ans (ce qui explique le phénomène découvert par Bradley) puis ils se retranchent durant les 450 années suivantes. Par conséquent, perturbation périodique sur la longue période de 900 ans et confirmation de la stabilité du système prouvée par Lagrange. Belle histoire, n'est-ce pas ! On comprend l'enthousiasme de Laplace :

"Les irrégularités des deux planètes paraissaient jadis inexplicables selon la loi de la gravitation alors qu'aujourd'hui elles constituent une des meilleures preuves de la théorie. Tel a été le destin de la brillante découverte de Newton que chaque difficulté qui est apparue est devenue un nouveau sujet de triomphe, une circonstance qui est la plus sûre caractéristique du vrai système de la nature." (Mécanique céleste, V, p.324)

Le retour de la comète de Halley

Il s'agit évidemment du premier retour prévu, pas celui de 1986 dont vous avez assez entendu parler. Halley avait déduit de ses observations de 1682 qu'elle reviendrait près du Soleil à la fin de 1758 ou au début de 1759. Il reconnut même que la comète passant très près de Jupiter, sa période s'en trouverait allongée.

En 1757, Clairaut décide de s'intéresser à ce problème. Son idée est de calculer les effets de Jupiter et de Saturne, les deux planètes les plus massives, sur le mouvement de la comète et de suivre ce mouvement et ces effets perturbateurs durant les deux dernières révolutions de la comète. Vaste programme et laborieux calculs en perspective que l'aimable Clairaut n'aurait peut-être pas eu la patience de mener à bien s'il n'avait eu l'aide précieuse et efficace de Dame Hortense Lepaute et du jeune Lalande. L'entreprise est conduite à son terme, elle permet d'annoncer que la comète sera effectivement retardée par rapport aux prévisions de Halley et qu'elle passera au périhélie seulement en avril 1759. La prévision est faite à un mois près (les masses de Jupiter et de Saturne sont encore très incertaines à l'époque) et formulée dans un rapport à l'Académie de novembre 1758 avec cette remarque de Clairaut : "J'ai entrepris de montrer ici que ce retard, loin d'être contraire à la théorie de l'attraction universelle est effectivement sa conséquence nécessaire."

Sèche constatation d'un rapport scientifique. Le jeune Lalande qui a peiné sur les calculs, est plus enthousiaste :

"L'Univers voit, cette année, le phénomène le plus satisfaisant que l'astronomie nous ait jamais offert ; événement unique jusqu'à ce jour, il change nos doutes en certitude et nos hypothèses en démonstrations... En effet, quoique de tout temps les physiciens intelligents aient espéré le retour des comètes, quoique Newton l'ait assuré, et que Halley en ait osé fixer le temps, tous, jusqu'à Halley lui-même, en appelaient à l'événement et à la postérité. Quelle différence entre sa situation et la nôtre, entre le plaisir que lui donna cette heureuse conjecture, et les avantages que nous trouvons aujourd'hui en la voyant se vérifier ! Combiner ensemble

des faits que représente l'histoire, et en tirer des conséquences pour l'avenir, ce fut l'ouvrage de M.Halley. Voir ces conséquences justifiées, après plus de cinquante années par un entier accomplissement, c'est une satisfaction qui nous était réservée."

En passant, vous avez relevé que les physiciens qui attendaient le retour des comètes étaient intelligents. C'est toujours bon à entendre.

La théorie de la Lune

Troisième grand problème de la mécanique céleste, sans doute le plus difficile. Problème à trois corps, Soleil, Terre, Lune mais on s'apercevra bien vite qu'il faut aussi tenir compte des grosses planètes. Dans le corps à corps on retrouve les mêmes pugilistes, Clairaut, d'Alembert, Euler et Laplace.

Clairaut, en 1746, trouve par ses calculs une progression de l'apogée de la Lune de 20° par an au lieu des 40° observés. Il émet alors la curieuse hypothèse qu'à courte distance - courte signifiant distance de la Lune par rapport à la distance du Soleil - il faudrait ajouter à l'attraction en $1/r^4$ un terme en $1/r^3$. Mais il s'aperçoit bien vite que c'est inutile et en tenant compte des termes des développements qu'il avait d'abord négligés, il retrouve bien la progression de 40° . Une leçon pour tous les calculateurs de tous les temps, ne pas se décourager devant les développements...(Clairaut n'était pas informatisé).

En 1754, Clairaut et d'Alembert publient des tables théoriques de la Lune. Euler également en 1755 puis en 1772. Mais des désaccords persistent avec les observations.

En 1755, Tobias Mayer (1723-62) publie des tables de la Lune qui tiennent compte des perturbations calculées selon les méthodes d'Euler et des corrections obtenues par l'observation. Les positions de la Lune sont ainsi connues à 1' près. Ces tables seront utilisées par les marins, avec toutefois la remarque qu'une erreur de 1' sur la position de la Lune pouvait entraîner une erreur de 27' en longitude terrestre, gare les récifs !

Autre problème : Halley avait trouvé (en 1693) que la distance de la Lune avait tendance à diminuer. En 1770, l'Académie pose le problème. Euler ne trouve pas d'explication, il suggère la résistance du milieu.

Laplace, en 1787, trouve l'explication complète : l'action des planètes sur la Terre entraîne, pendant quelques dizaines de milliers d'années, une diminution de l'excentricité de l'orbite terrestre. Cette orbite étant plus circulaire, la distance moyenne du Soleil augmente et son action perturbatrice sur le mouvement de la Lune diminue. L'action du Soleil a tendance à accroître la distance Terre-Lune, mais puisque l'action du Soleil diminue, cet accroissement est ralenti. Les résultats des calculs de Laplace sont en accord avec les observations passées et actuelles des éclipses. Newton explique tout, affirme Laplace.

Mieux encore : la variation d'apogée de la Lune et le mouvement des noeuds sont expliqués par l'aplatissement du globe terrestre. Réciproquement, de l'observation de ces variations Laplace tire une évaluation de l'aplatissement (1/305) en accord avec les données rapportées par l'expédition du Pérou.

Ce n'est pas fini : de l'inégalité parallactique de la Lune, Laplace tire une valeur de la parallaxe du Soleil ($8'',6$) en accord avec les mesures faites lors du passage de Vénus devant le disque solaire.

On comprend que Laplace écrive son "Exposition du système du monde" pour faire partager son enthousiasme à un public élargi. L'ouvrage paraît l'an IV de la République française sous les presses de l'imprimerie du Cercle-Social :

"Il est très remarquable qu'un astronome, sans quitter son observatoire, simplement en comparant ses observations avec ses calculs soit en mesure de déterminer avec précision la grandeur et l'aplatissement de la Terre et les distances du Soleil et de la Lune, tous éléments de connaissance qui ont été le fruit de longs et difficiles voyages dans les deux hémisphères."

La publication du "Traité de Mécanique céleste" de Laplace qui s'échelonne de 1799 à 1825, est le couronnement de ces recherches. Oui, un siècle après la mort de Newton, on peut alors penser : Newton explique tout.

Les mots de la fin

La preuve que Newton explique tout : les calculs de J.C.Adams à Cambridge, ceux de U.J.J.Leverrier à Paris expliquent les irrégularités des mouvements d'Uranus par l'action perturbatrice d'une planète inconnue. La découverte de Neptune par Galle de l'Observatoire de Berlin confirme ces calculs. Preuve renouvelée en 1930 avec les calculs de P.Lowell et W.Pickering et la découverte de Pluton par C.W.Tombaugh.

Mais non, Newton n'explique pas tout : le mouvement du périhélie de Mercure pose problème, un résidu de 43" par siècle reste inexpliqué... Jusqu'à ce que Einstein et sa Relativité Générale permette de calculer un déplacement de 42",9 de ce périhélie

Quelle belle histoire : 1687-1987. Oui Newton explique tout : à partir des Principia et en passant par la Mécanique céleste de Laplace, on découvre Neptune et Pluton, on envoie des hommes sur la Lune et Voyager va bientôt visiter Neptune. Non, Newton n'explique pas tout, le périhélie de Mercure est du ressort d'Einstein. Pourquoi voudriez-vous que cette histoire soit finie ? Je lis que par des échos laser, la distance de la Lune peut être évaluée à cinq centimètres près, que la gravitation joue un rôle prépondérant dans la catastrophe d'une supernova... Le dialogue de Newton et d'Einstein n'a sûrement pas fini de nous instruire.

K.Mizar

"C'est au moyen de la synthèse, que Newton, ce grand géomètre, a exposé sa théorie du système du monde. Il paraît cependant qu'il avait trouvé la plupart de ses théorèmes par l'analyse dont il a considérablement reculé les limites ; mais sa prédilection pour la synthèse, et sa grande estime pour la géométrie des anciens, lui firent traduire sous une forme synthétique ses théorèmes et sa méthode même des fluxions. On doit regretter qu'il n'ait pas suivi dans leur exposition la route par laquelle il y était parvenu ; et qu'il ait supprimé les démonstrations de plusieurs résultats tels que l'équation du solide de la moindre résistance, préférant le plaisir de se faire deviner à celui d'éclairer ses lecteurs. La connaissance de la méthode qui a guidé l'homme de génie n'est pas moins utile au progrès des sciences, et même à sa propre gloire, que ses découvertes ; et le principal avantage qu'a produit la fameuse dispute entre Leibniz et Newton touchant l'invention du calcul infinitésimal a été de faire connaître la marche de ces deux grands hommes dans leurs premiers travaux analytiques."

Pierre-Simon Laplace
Exposition du Système du Monde
tome 2, p.288

L'aventure d'un missionnaire

P/Halley sous les Tropiques

Pour les passionnés du ciel, le passage de la comète de Halley offrait l'occasion idéale d'une découverte de l'hémisphère austral au printemps 1986. Diverses formules étaient proposées par de multiples associations ou organismes. Par l'Observatoire Populaire de Rouen, j'avais appris que la commission des comètes de la Société Astronomique de France étudiait un projet de mission d'observation. J'ai apprécié les diverses réunions de travail organisées sous l'impulsion de sa dynamique Présidente, Madame A.C. Levasseur-Regourd. Il fallait préparer deux campagnes d'observations pour mars et avril 1986. Le choix de l'île Bourbon s'est vite imposé pour des raisons pratiques.

Pendant l'été 85, la comète P/Giacobini-Zimmer fut un bon entraînement. En novembre suivant, un long week-end passé dans la Drôme a donné une idée des difficultés qui se présentent quand on observe loin de chez soi. Dans le même temps, le groupe faisait connaissance, les responsabilités étaient distribuées et une petite gazette faisait le lien entre ceux qui s'affairaient sur P/Halley, Hartley-Good et Thiele. Les types de travaux retenus portaient sur : estimation de magnitude, dessin de la région périnucléaire, photographie à haute résolution et photographie grand champ. Ainsi chacun, selon son option, pouvait affiner sa technique. Les compétences allaient de l'amateur très averti à l'animateur de club qui ne recule devant aucun bricolage... Parallèlement, diverses démarches permettaient d'obtenir des aides matérielles de plusieurs sociétés.

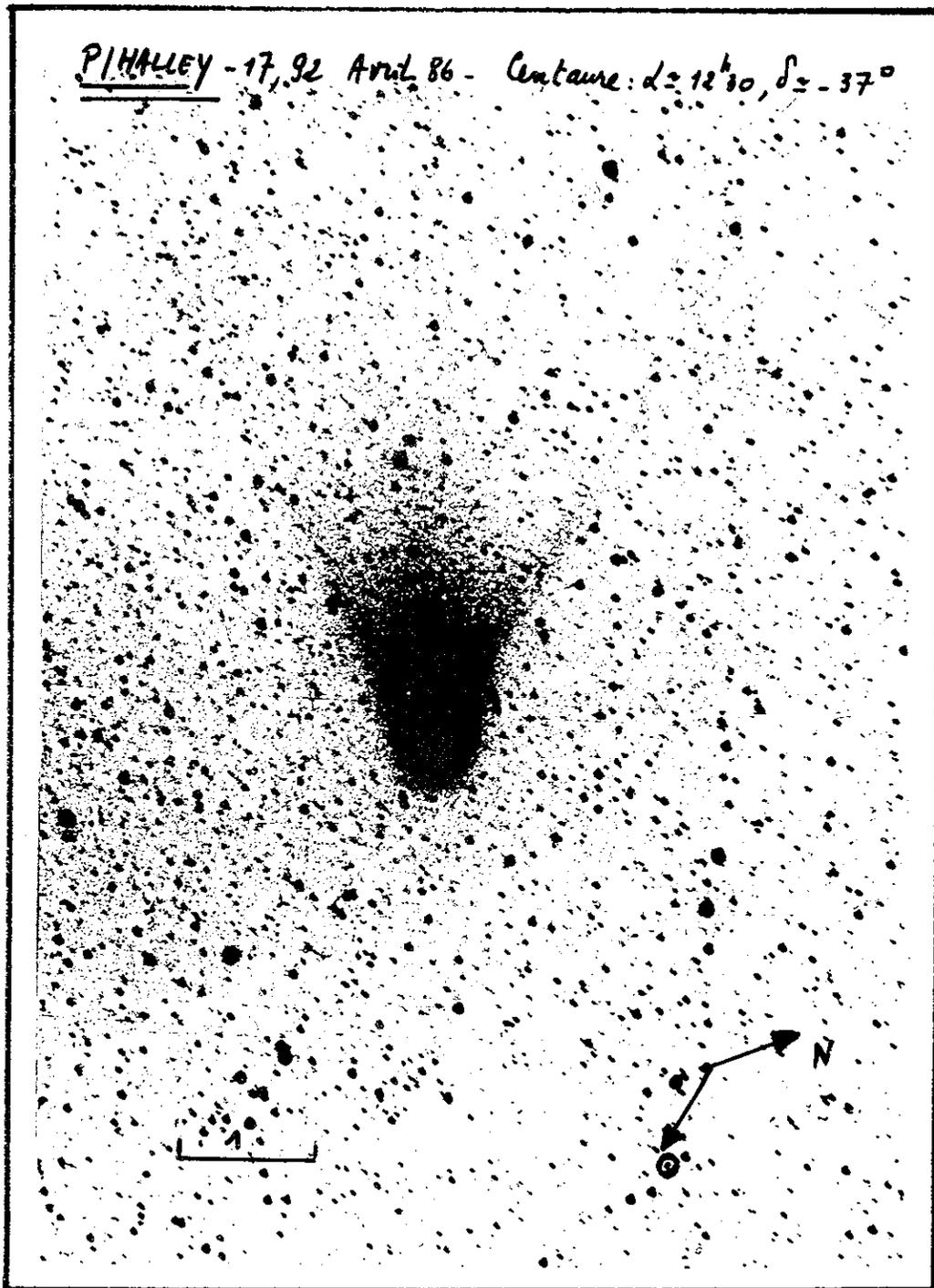
Ainsi, pour 9 500 F tout compris, le rêve allait prendre forme pour deux semaines. Pour la mission d'avril : embarquement le 4, retour le 20; nouvelle lune le 9 afin d'optimiser nos nuits. Nous étions ainsi trente-six à prendre le départ, jeunes et moins jeunes.

Pendant la nuit, au-dessus d'Assouan, quelques privilégiés purent retrouver notre comète en accédant à la cabine de pilotage. Après l'escale de Nairobi, ce fut le moment des premières photos : le Kilimandjaro et les îlots de l'Océan Indien. L'arrivée à St Denis de la Réunion s'est faite au moment où le Soleil culminait curieusement au Nord au milieu de la journée. Eh oui ! l'équateur avait bien été franchi ! Notre hôtel, très confortable, était situé à deux pas du lagon, sur la côte Ouest, entre St Gilles et la Saline. Chaque soir, la plage fut notre lieu de rassemblement, avant de faire le point des activités, dans l'attente du fameux rayon vert...

La première soirée fut consacrée à la découverte du ciel austral. Très rapidement, nous avons eu le plaisir de repérer les principales étoiles et constellations : Sirius la plus brillante du ciel, Canopus, α et β du Centaure. La Croix du Sud, connue de tous les Réunionnais, pointait la direction du pôle selon son grand axe. Juste à côté, le "Sac à charbon" masquait le poudrolement de la Voie Lactée. Devant nous, le Grand Nuage de Magellan était si étendu que, nombreux parmi nous, nous avons cru d'abord voir un vrai nuage. Sur l'horizon Ouest, Orion paraissait couché sur le côté avant de plonger dans l'océan. Vers le Nord, Gémeaux, Lion, Grande Ourse étaient renversés comme au planétarium du Palais de la Découverte lors de notre séance spéciale en février 1986.

Puis, surprise, vers 23 h, du côté du levant, une large tache diffuse, grosse comme la pleine Lune émergeait au-dessus des reliefs de l'île. La queue cométaire, visible aux jumelles, s'étendait sur 3 à 5°.

Notre site d'observation s'est situé, finalement, sur les terrains d'un collègue, à 560 m d'altitude, sur la côte qui domine St Paul. Cet endroit



TELE-OBJECTIF 135 mm à F/D = 4

SUIVI de 20 minutes sur HP5 poussé à 800 ISO

Monture équatoriale 3 plans motorisée.

Contre type sur film trait ILFORD - $\gamma = 8$.

Distance Comète - Terre $\approx 0,5$ U.A.

ϕ apparent chevelure $30'$ - ϕ réel $> 600\ 000$ km.

Séparation nette entre queue de gaz et queue de poussières.

Photo R. Marical - MISSION SAF - Ile de la Réunion.

s'est révélé très satisfaisant :85% de nuits observables surtout dans la seconde partie, pas de problème de condensation, peu de lumières gênantes et proximité relative de l'hôtel grâce à nos voitures. La mise à notre disposition d'une partie des annexes de cet établissement scolaire a grandement facilité le travail photographique de toute l'équipe.

Pour ma part, je disposais d'une monture trois plans motorisée avec un moteur de tourne-broche. Un variateur de fréquence était indispensable pour les suivis au télé-objectif de 200 mm. La mise en station rapide se faisait sur l'étoile α Octant grâce à une lunette avec réticule décentré. Cet ensemble pliable m'a permis de monter trois fois au piton de Maïdo (2200 m), la transparence y est parfois exceptionnelle et le lever du Soleil après une nuit d'observation laisse des souvenirs inoubliables.

Parmi les dizaines de clichés en noir et blanc, les meilleures photos ont fait l'objet de rapports détaillés à la commission des comètes pour synthèse vers l'IHW (International Halley Watch). La disconnexion de la queue de plasma fut détectée dans la nuit du 11 au 12 avril et fit aussitôt l'objet d'un communiqué.

Le même soir, une partie du groupe SAF montrait aux jumelles la comète aux habitants de St Denis, lors d'une animation au moment du deuxième périhélie. Ce fut l'occasion d'un contact supplémentaire avec un public enthousiaste, discipliné et heureux de voir enfin cet astre diffus qui avait déplacé tant d'observateurs.

Les diapositives les plus réussies ont été l'oeuvre du froid ... et d'un super-bricolage. Le refroidissement de l'émulsion est une technique prometteuse qu'il faut expérimenter au niveau amateur.

Nous n'avons cependant pas négligé le tourisme. La deuxième semaine fut en partie consacrée à l'île et à son volcan. Les coulées du mois de mars étaient encore chaudes ainsi que la table de 30 hectares gagnée sur la mer à St Philippe. L'accès au Piton de la Fournaise nous a transportés sur une autre planète. La plaine des Sables rappelle certains paysages de Mars. L'Enclos, immense caldeira de 7 km de diamètre, était impressionnant, avec le Dolomieu ou cratère brûlant qui émettait toujours de grands panaches de vapeur d'eau condensée comme signal final de la dernière crise.

Cette mission fut d'une grande richesse tant par le travail accompli que par les idées échangées. De nombreux contacts furent établis, en particulier par le Président de la SAF qui a animé divers débats et causeries en plusieurs points de l'île. Cette expérience positive donne envie d'aller plus loin. Une future campagne photographique du ciel austral est déjà à l'étude pour 1988. Cette volonté montre aux initiateurs du projet "Mission Comète de Halley" qu'ils ont pleinement réussi dans leur entreprise. Une équipe active et aux compétences diverses anime aujourd'hui la Commission des Comètes de la SAF.

Roger Marical
Collège de Fleury sur Andelle

* * * * *

VOUS ETES-VOUS REABONNE AUX CAHIERS CLAIRAUT ?

SI NON REPORTEZ-VOUS VITE A LA PAGE 44

Dispositifs d'entraînement équatorial pour
photos à grand champ.

Les émulsions photographiques courantes atteignent depuis quelques années des sensibilités qui ont considérablement simplifié les problèmes de la photo à grand champ.

Actuellement, il n'est plus indispensable d'avoir un dispositif d'entraînement assez précis pour autoriser de très longues poses, il est surtout souhaitable de pouvoir le transporter facilement loin des villes et de leurs lumières...

Cet article ne fournit pas une liste exhaustive de tous les systèmes de ce type, mais permet simplement d'en comparer quelques uns.

1- Appareil photo fixé en parallèle sur le tube d'un petit télescope à monture équatoriale (fig1):

- Système de fixation:

Si le fabricant du télescope ne l'a pas prévu, une planche reliée au tube par un bracelet de caoutchouc découpé dans une chambre à air de voiture peut suffire.

- Avantages:

Suivi facile à contrôler (avec un oculaire réticulé éclairé).

Possibilité de rappel en déclinaison si la mise en station est approximative.

- Inconvénients:

Difficulté de mise en station si le télescope n'a pas un tube de visée polaire (la méthode de Bigourdan n'est pas si simple).

Vibrations importantes de l'ensemble tube + appareil photo.

Dispositif encombrant: Difficile d'ajouter tout cela aux bagages des vacances!

- Améliorations possibles:

Si le champ photographié ne comporte pas d'objets brillants, une rotule intercalée entre l'appareil photo et la planche permet de viser une autre région du ciel plus facile à suivre avec le télescope (mais les risques de vibrations sont accrus).

- Essais réalisés:

Avec ce dispositif, Alain Villetorte a pris au 135 de magnifiques clichés des nébuleuses d'Orion (on y voit même la tête de cheval).

2- Appareil fixé sur la monture du télescope à la place du contre-poids
(ce qui n'alourdit pas l'ensemble):

- Système de fixation (fig 2 - 3):

Comme le fabricant n'a généralement pas prévu de remplacer le contre-poids par un composant optiquement actif, il faut prévoir un dispositif de fixation assez compliqué. Les schémas annexes représentent celui qui a été réalisé à l'atelier du Collège d'Aix en Othe.

- Avantage:

Moins de vibrations qu'avec le dispositif précédent car l'ensemble est mieux équilibré.

- Inconvénients:

Difficultés de réalisation si l'on ne dispose pas de collègues sympas et compétents en construction mécanique.

Pas de possibilité de rappel en déclinaison puisque l'appareil photo n'est plus solidaire du tube.

Transport encombrant (le télescope n'est toujours pas pliant).

- Essais réalisés:

La Voie Lactée (objectifs 28 - 50 ou 135 selon le but recherché).

Les galaxies d'Andromède et du Triangle (au 50 les 2 sortent sur le même cliché).

Le Zodiaque:

au 28 pour situer Mars et même la Lune si elle est peu lumineuse

au 50 " " Jupiter et Saturne

au 135 " " Uranus et même Neptune qui apparaissent comme 2

petits points verts qui changent de place de mois en mois.

3- Table équatoriale à 3 planches:

- Description:

Voir de nombreux ouvrages de P. Bourge (la photographie astronomique d'amateur, par exemple).

Voir aussi les comptes rendus d'Ecoles d'été suivants: Lanslebourg 77 - Grasse 80 - 81 - 83 - Formiguères 85. La description de Daniel Bardin dans le CR de Grasse 80 est particulièrement détaillée.

- Avantages:

Mise en station rapide (dans l'hémisphère Nord où "quelqu'un" a eu l'amabilité de coller une "gommette" sur la sphère des fixes pour indiquer la proximité du Pôle). La mise en station est facilitée si la table équatoriale est fixée sur un solide pied photo articulé.

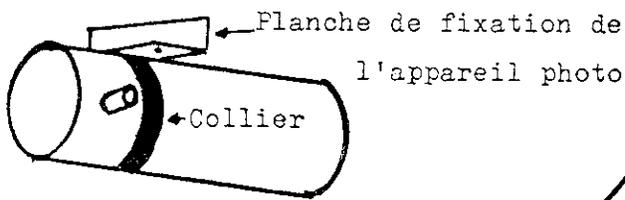


Fig. 1

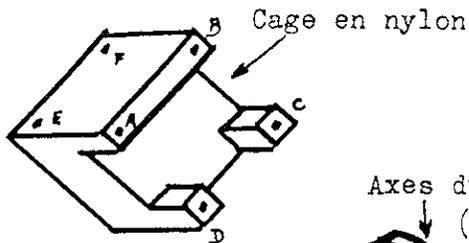


Fig. 3

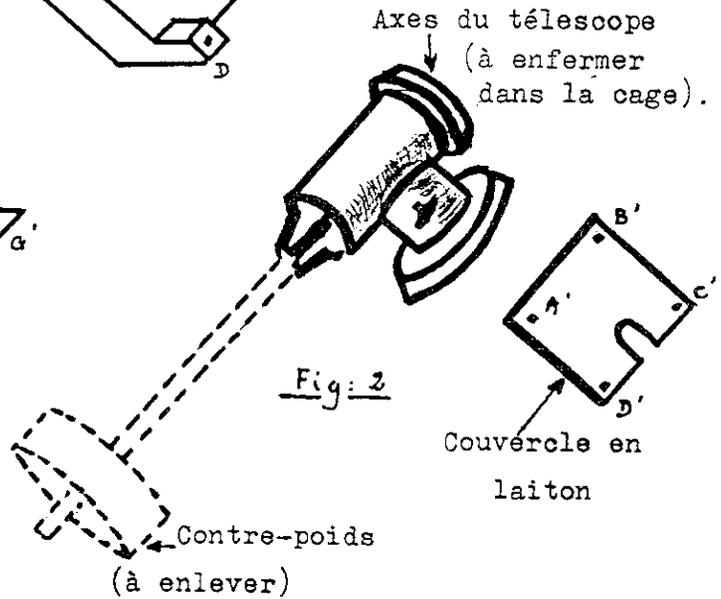
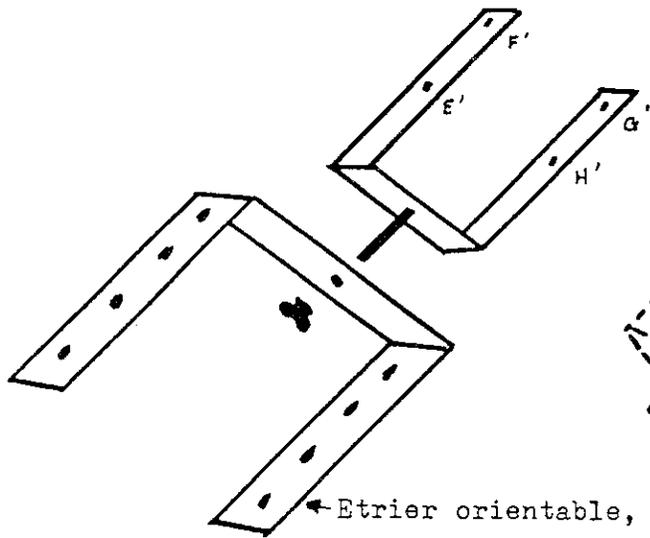


Fig. 2

← Etrier orientable, pouvant supporter un ou deux appareils photos.

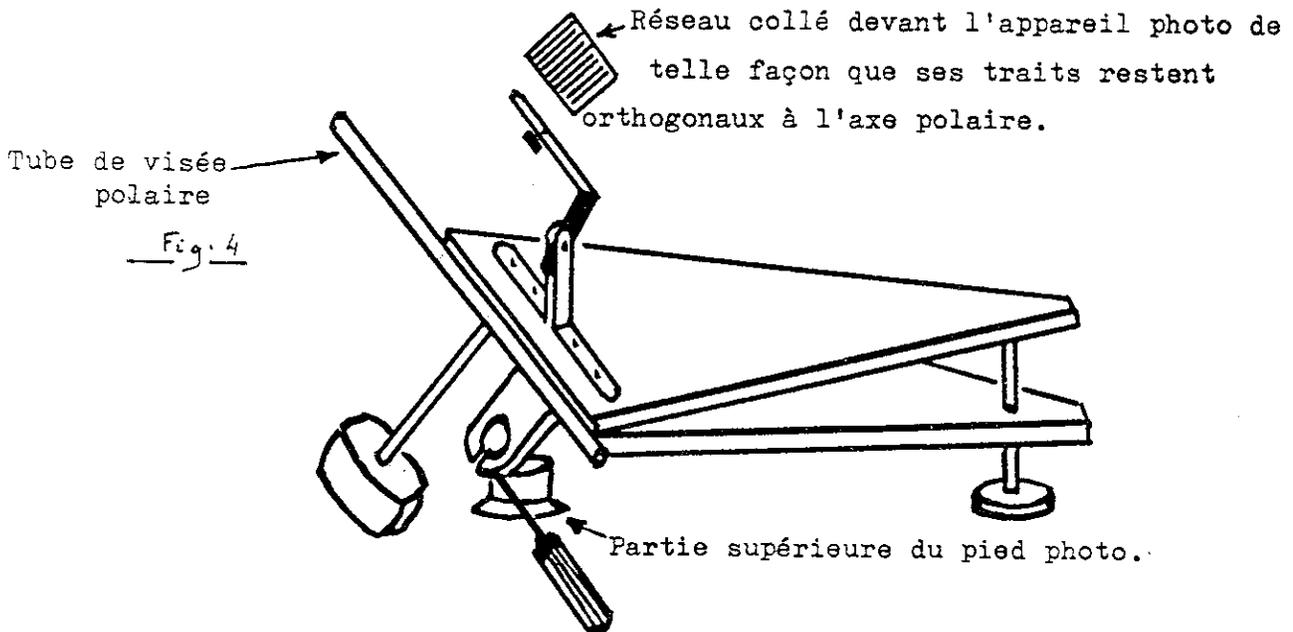


Fig. 4

Transport très facile, surtout si la table équatoriale est pliante.

- Inconvénient:

Pas de rappel en déclinaison, ni de contrôle de la qualité du suivi. Il faut faire confiance à sa montre, mais pour des poses de durées inférieures à 10 minutes, avec des focales ne dépassant pas 135mm, les résultats sont tout à fait acceptables.

- Essais réalisés:

Les mêmes que précédemment.

4- Table équatoriale simplifiée et adaptée à la spectro des étoiles brillantes:

- Description: (fig 4)

L'articulation du pied photo permet de supprimer la planche horizontale qui sert habituellement de support. Mais comme l'ensemble se trouve en porte-à-faux, il est nécessaire de prévoir un contre poids (amovible).

Si l'on veut que les traits du réseau soient toujours orthogonaux à l'axe polaire, il ne faut pas fixer l'appareil photo sur une rotule, mais plutôt sur une articulation formée de 2 équerres ayant un côté parallèle à cet axe.

- Utilisation:

Le cache amovible qui servira à masquer l'ordre zéro du spectre est d'abord retiré pour viser l'étoile, puis remis en place avant le début de la pose.

Si les traits du réseau sont bien orientés, le spectre peut être élargi par un suivi discontinu sans que les raies ne se brouillent.

- Essais réalisés:

Spectres de Vega.

Spectres de lampadaires éloignés (évidemment la monture équatoriale est inutile, mais il n'est pas nécessaire de la démonter).

En enlevant le spectroscopie, il est possible d'obtenir des clichés ayant un bord parallèle à l'équateur.

Pour conclure:

Toutes ces méthodes ont été testées avec un entraînement manuel (pour que l'ensemble soit transportable loin des lumières ... et des prises de courant). Cela ne signifie pas qu'il soit nécessaire de se priver de tout confort: la qualité du suivi dépend de la fatigue de l'opérateur (il est souhaitable de prévoir un siège et des vêtements chauds).

D. Toussaint

FRANCHIR L'ESPACE ...

... ou rester chez soi au coin du feu les pieds dans ses pantoufles ?

oooooooo

Je m'étais précipitée au Planétarium de La Villette dès son ouverture en Octobre 86. Même dans le Nouvel Observateur, qui n'est pas, comme on pourrait le supposer, réservé à ceux qui observent depuis peu, il était écrit : "Le Planétarium va vous propulser dans les espaces célestes les plus insondables. On se promènera dans les galaxies comme chez soi ..." On allait pouvoir "pour 15 francs, s'éclater dans les étoiles".

Bon, d'accord, il vous en coûtera 35 francs (puisqu'il faut, en plus, payer l'entrée à Explora) au tarif réduit, c'est-à-dire si vous êtes jeune, vieux, en chômage ou en famille ; mais pour un voyage dans l'univers, ne soyez pas mesquins !

Je n'ai pas bien compris le début, où il est question de Christophe Colomb, mais j'ai bien aimé être dans la Tour de Babel; la musique faisait : dziouïng plouc vrou-ou-ouah et les voix se mélangeaient un peu, mais de temps en temps on comprenait : galaxies-ies-ies, et on les voyait, là, juste au-dessus des dinosaures . En toute objectivité, il y avait deux bonnes séquences: celle du voyage sur la Lune, où, par le hublot du module lunaire, le spectateur voyait sortir un astronaute, et le survol des planètes et de leurs satellites, très bien réalisé techniquement .

Pendant tout le spectacle, nous avions au-dessus de la tête la Croix du Sud, le Centaure et le Sac à charbon, aussi bien que sous les Tropiques . Je l'ai dit à mes voisines, qui m'ont dit merci de le leur avoir dit . En sortant, j'ai demandé à l'animateur pourquoi on nous montrait, sans commentaire, le ciel austral pendant tout le spectacle, et juste à la fin pendant le quart d'heure "interactif", le ciel de Paris ? Il m'a répondu que c'était, en fait, le ciel "vu de l'espace", ce qui m'a paru logique puisque le spectacle s'intitulait "Franchir l'espace" !

Février 87 : "Les enfants du Soleil", nouveau spectacle, nouveau voyage, teinté de féminisme : la Femme est savante, tandis que l'Homme est ignorant et peureux. "N'aie pas peur, Johann!" Elle le rassure . Quelle nuit, il dit . Elle lui répond que c'est un ciel d'été . Elle en est tellement sûre qu'elle le lui répète à la fin, d'un ton péremptoire, parce qu'il a des doutes ...
" Mais Johann, c'est un ciel d'été ! "

D'ailleurs il n'a rien à dire, Johann, et rien à réclamer, parce qu'il a droit à la distance, au diamètre, aux températures ... et à tout le pedigree de chaque planète . Elles sont toutes montrées presque de la même taille pour qu'il n'y ait pas de jaloux ; j'ai bien reconnu les dessins qui figuraient dans mon premier livre d'astronomie (années 50), et à la fin de l'énumération on voit toutes ces boules de billard sur la voûte, ça jette ! Surtout celle qui a des anneaux ! Il n'y en a qu'une, on ne peut pas se tromper !

Mais je sens que je n'ai pas encore convaincu tout le monde au sujet de ce planétarium . Picasso-Cromagnon à raison de 10 millions d'années à la minute ... non, ce n'est pas de l'astro mais c'est amusant . Et l'histoire de la Vie, avec l'apparition de la première cellule il y a 3 milliards 800 millions ... Vous voulez de l'astro ? Bon, bon... Voici la naissance du Système Solaire, et puis le voyage des sondes, qui frôlent les planètes

et c'est un bel effet . Ah! L'anneau d'Uranus n'est pas oublié : on se modernise !

Ce serait agréable si la voûte céleste ne basculait pas toute entière à chaque nouvelle planète. Elles sont vraiment allées se nicher n'importe où, quel désordre !

Soudain Johann a froid; " joue avec moi, ça te réchauffera" lui dit sa copine ! Tout bien pesé, je me demande s'il est bien raisonnable d'emmener mes l'A ... Le jeu en question, mi-radio, mi-télé, est un très mauvais moment à passer, mais rassurez-vous, vous allez recommencer la revue des planètes . Oui . Une deuxième fois . Si . Vous allez apprendre de nouvelles choses . Vous voyez cette planète toute bleue avec un continent jaune : c'est Venus et il paraît que les océans se sont évaporés ; dis, Maman, pourquoi elle est bleue alors c'est quoi qui est bleu Papa si les océans ... Ah! Mais voici la Terre, elle est tout près de la Croix du Sud . C'est la seule planète où la vie s'est développée, m'explique-t-on en me montrant de belles photos des sommets enneigés. Trêve de mauvaise foi : voici des visages de toutes races, et cette voûte d'images n'est pas déplaisante à regarder . D'ailleurs ce deuxième spectacle plaît aux enfants, contrairement au premier.

La séance se termine par une présentation soignée du " ciel de ce soir " par un animateur compétent, qui n'omet pas de signaler les planètes visibles en début et en fin de nuit .

Je souhaiterais quand même savoir s'il est prévu de confier, un jour, la conception d'un spectacle et l'utilisation de ce bel outil à des gens qui aiment vraiment l'astronomie, et ne cherchent pas à tout prix à faire de l'histoire ou de la paléontologie. Est-ce que c'est déshonorant de montrer des mouvements, des phases, des boucles, des éclipses ?

Je garderai toujours le souvenir d'un spectacle présenté à Strasbourg par Agnès Acker, où la pédagogie se mariait à merveille avec la poésie, intelligemment et sans pédantisme . Le contraire de La Villette, en somme ... Hé, Johann, tu veux en savoir plus ? Viens au CLEA !

Anne-Marie LOUIS

PREMIER SALON DE LA CREDULITE

Afin de réagir contre le déferlement de l'irrationnel, une association a été fondée afin d'organiser le

PREMIER SALON DE LA CREDULITE

à l'automne 1987.

Dans un premier temps, **deux journées non-stop** auront lieu les **20 et 21 juin** au Cirque d'Hiver de 14 h à 24 h, avec débats permanents et spectacles.

De nombreuses associations et de nombreux scientifiques ont déjà apporté leur soutien à cete action.

Courrier, adhésions: Alain CUGNIOT, 48 rue du Général Leclerc 94000CRETEIL

communiqué par Anne-Marie LOUIS

RECIT D'UN VOYAGE ENTREPRIS AU NORD EN 1986 et comprenant quelques vues sur l'Astronome Argelander, sur l'astronomie et l'école en Finlande et sur quelques autres sujets

On connaît bien Argelander comme l'auteur du célèbre Bonner Durchmusterung, le premier catalogue stellaire moderne. On sait aussi qu'il fut le créateur d'une méthode de photométrie visuelle très efficace et connue de tous les observateurs d'étoiles variables. On sait moins, par contre, qu'avant d'être à Bonn, il fut astronome à l'Observatoire de Turku, puis fondateur et premier directeur de l'Observatoire d'Helsinki : c'est pendant son séjour en Finlande qu'il jeta les bases de son futur catalogue d'étoiles. On sait encore moins que, né en Allemagne de mère allemande, le grand astronome avait cependant des racines finlandaises : son nom est en fait la version germanisée d'un toponyme qui existe encore de nos jours en Finlande centrale, dans la région de Varkaus. Ainsi, à l'occasion d'un voyage de repérage en vue de l'observation de l'éclipse solaire de juillet 1990, il paraissait tout indiqué pour le variabiliste que je suis de profiter d'un passage par Helsinki pour visiter l'observatoire, à la recherche du souvenir d'Argelander. Pour un membre du CLEA c'était en outre une occasion de rencontrer des astronomes professionnels et de discuter des problèmes posés par l'Astronomie à l'école.

Située quelque peu à l'écart de l'Europe du fait de sa position géographique, la Finlande n'en a pas moins contribué à l'essor de l'astronomie moderne. En 1736, une expédition fenno-française dirigée par Maupertuis mesure la longueur d'un arc de méridien dans la région de Tornio. Celsius, de l'Université d'Upsala faisait partie de cette expédition (à l'époque, la Finlande était sous domination suédoise). Un peu plus tard, les astronomes de Turku participent à un des premiers programmes internationaux jamais mis en oeuvre (une sorte d'International Venus Watch, en quelque sorte) : les passages de Vénus furent observés en 1761 et en 1769 à partir de stations établies à Kajaani et à Turku. Un peu plus tard encore, Lexell détermina de nombreuses orbites de comètes et fut l'un des premiers à établir que la "comète" découverte par Herschel était en fait une nouvelle planète.

Au début du XVIII^{ème} siècle, on s'intéresse beaucoup aux positions des étoiles. C'est que l'enjeu est de taille : il s'agit de mettre en évidence un déplacement annuel (effet de parallaxe), cette mesure étant la clé de la détermination des distances stellaires. En particulier, Bessel qui enseignait au début du XIX^{ème} siècle à Königsberg, tentait de résoudre le problème. Parmi ses étudiants, l'un des plus brillants s'appelait Argelander. Lorsque ce dernier obtint, sur recommandation de Bessel, un poste d'observateur à Turku, rien d'étonnant donc à ce que, suivant les traces de son maître, il se lance lui aussi dans l'astrométrie. Il commence donc à mesurer systématiquement des positions d'étoiles. Son registre d'observation est visible à Helsinki, au musée installé dans la salle de l'instrument méridien. Il est ouvert à la page où les observations s'interrompent brutalement, et on peut lire, en latin et de la main d'Argelander, la mention du terrible incendie qui détruisit, dans la nuit du 4/5 septembre 1827, toute la ville de Turku, n'épargnant que la colline de l'Observatoire.

La ville de Turku détruite, l'Université fut transférée à Helsinki. Comme la ville de Turku possédait pas d'observatoire, on demanda à Argelander d'en fonder un. Il fit donc le choix d'un site propice, une colline dénudée surplombant le port et la ville. Aidé de l'architecte de la ville, Carl Ludwig Engel, il entreprit la construction du nouvel établissement. Le choix du site n'était pas dû au hasard, la colline de l'Observatoire est une des plus élevées de la région et il était facile d'observer les mires

méridiennes situées à plusieurs kilomètres de là. D'autre part, l'Observatoire était visible de tous les endroits du port, facilitant ainsi la diffusion de l'heure aux navires en rade. Cette diffusion était assurée par un signal horaire situé au sommet d'un mât et dont la chute, à midi précise, permettait aux capitaines de synchroniser leurs chronomètres. Le bicône de toile qui servait de signal est conservé au musée de l'Observatoire avec une collection d'instruments (octants, sextants, chronomètres) qui rappelle qu'en ce temps astronomie et navigation étaient intimement liées.

Le souvenir d'Argelander est omniprésent sur cette colline. Depuis son aménagement en parc public en 1890, la végétation a poussé masquant un peu les bâtiments de l'Observatoire. Malgré cela on est frappé par l'harmonieuse symétrie de la façade d'Engel. Mais la disposition générale des lieux est l'oeuvre d'Argelander dont la mémoire est rappelée par une allée (Argelanerintie) qui conduit vers le parc public. L'accès se fait par une avenue bordées d'arbres centenaires, la Kopernikuksentie. Une fois franchie la porte, on accède à un vestibule central où se trouve le portrait du fondateur. A droite, la salle de l'instrument des passages ; à gauche, la bibliothèque et les bureaux. Cette disposition, la plus rationnelle, est en accord avec l'idée qu'on se faisait alors de l'Astronomie, description d'un Univers-Horloge harmonieux et soumis aux lois de la Raison. Le plan de l'Observatoire fut jugé si judicieux qu'il fut repris quelques années plus tard pour la construction de Pulkovo, près de Saint-Petersbourg.

Les registres d'observation d'Argelander sont exposés dans le musée installé dans la salle méridienne. On y voit également la lunette méridienne qu'il utilisa pour ses observations, ainsi que les divers catalogues qu'il publia. On peut ainsi voir se mettre en place, au fil des neuf années qu'il passa à Helsinki, le matériau qui allait aboutir à son oeuvre majeure, le Bonner Durchmusterung. On peut aussi mesurer la somme de patience et de ténacité qu'Argelander et ses assistants durent déployer pour observer les transits, collationner et encore observer avant d'aboutir aux catalogues exposés. Le premier catalogue de Turku comprenait plus de 600 étoiles ce qui représentait plus de dix mille observations de passages et il n'est pas superflu de rappeler qu'en hiver la température descend couramment jusqu'à -25° ! Il est manifeste que le directorat d'Argelander créa un état d'esprit et une tradition ; peut-être l'infatigable ténacité du premier directeur servit-elle de modèle lorsque les astronomes d'Helsinki collaborèrent au projet de Carte du Ciel lancé en 1887 par l'amiral Mouchez : l'Observatoire est un des rares à avoir totalement achevé le travail qui lui était imparti.

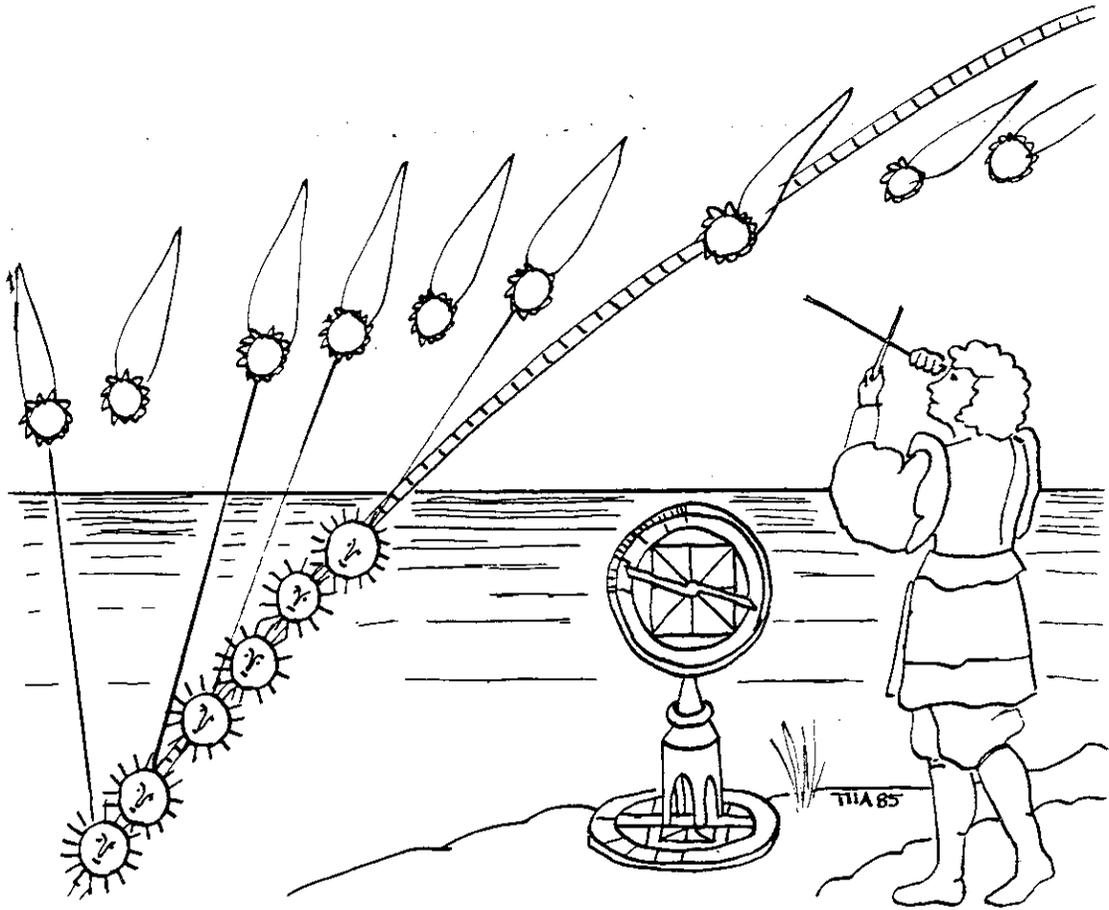
Outre leurs tâches professionnelles, les astronomes travaillent souvent bénévolement à la diffusion de l'astronomie vers le grand public. Une tradition de l'Observatoire qui publie, sans discontinuité depuis 1705, un petit Almanakka, éphémérides pratiques si populaires que les tirages en sont vite épuisés. Mais la majeure partie du staff de l'Observatoire appartient aussi à la grande association d'amateurs URSA. On trouvera une description de cette association et de son activité dans le n°27 des Cahiers Clairaut (hiver 1984) sous la plume de Pekka Teerikorpi.

La discussion rapide que nous avons eue à l'issue de la visite de l'Observatoire révèle une situation assez peu différente de celle que nous connaissons en France. Le système éducatif finlandais a été réformé en 1970 ; la place occupée par l'Astronomie est assez mince. En outre, les enseignants ne sont pas tenus de suivre un cours d'astronomie même si les programmes qu'ils auront à enseigner y font appel.

A l'école primaire, les programmes prévoient que l'enfant doit acquérir une certaine "connaissance de l'environnement". L'école obligatoire commence à l'âge de 7 ans ; au cours de la première année on présente des thèmes tels que les saisons, le Soleil, dispensateur de chaleur et de lumière. Ces thèmes touchent de près les enfants qui vivent dans un environnement où les



1531



1531. Hollantilainen tähtitieteilijä Peter Apian teki tarkkoja mittauksia Halley'n pyrstötähdessä. Hän huomasi, että komeetan pyrstö osoittaa aina auringosta pois päin. Nykyään tiedetään, että auringosta tulee pieniä hiukkasia, jotka tuulen tavoin puhaltavat pyrstön ulospäin.

9

Exemple de publication à caractère pédagogique éditée par URSA. Destinée à de jeunes enfants du primaire (2^e année), le texte de Heikki OJA décrit les apparitions historiques de la comète de Halley mais donne aussi quelques indications sommaires et à la portée des enfants sur la nature physique des comètes. Ici, l'apparition de 1531 et la découverte fondamentale de Peter Apianus. Extrait de Leea Kröger, Heikki OJA, Halley'n Pyrstötähteä, URSA.

saisons sont très fortement marquées (des jours très courts en hiver et une brutale explosion de la nature succédant presque sans transition à un hiver long et rude). Au cours de la deuxième année, on aborde un point de vue plus astronomique, explication des saisons, inégalité des jours et des nuits. Le cycle primaire dure quatre années.

L'astronomie proprement dite n'est vraiment abordée qu'au cours de la huitième année (élèves de 14-15 ans). Les programmes de géographie incluent la connaissance de la Terre, du système solaire ainsi que des notions sur la position du Soleil dans la Galaxie. Un manuel comprend typiquement une douzaine de pages consacrées à l'Astronomie, soit 4 à 5 heures de cours par an. Cette partie du programme est traitée de façon inégale, en fonction du bon vouloir et de l'intérêt du professeur dont la conscience professionnelle n'est pas en cause mais qui, la plupart du temps n'a suivi aucun cours d'astronomie. Le programme de physique ne comporte pas d'astronomie ; il n'est pas interdit d'illustrer le cours par des exemples à caractère astronomique mais le temps d'enseignement est entièrement consacré aux points obligatoires des programmes.

Quelques manuels de second cycle comportent un peu d'astronomie ; par exemple, en Histoire, on peut aborder la grande révolution intellectuelle du XVIIIème siècle. Cependant, certaines écoles offrent un cours spécifique d'astronomie d'une vingtaine d'heures, un enseignement optionnel comme on peut en trouver dans quelques (rares) écoles anglaises. Le problème est que les maîtres ne sont absolument pas formés. Cependant la situation pourrait évoluer, ainsi un récent manuel de physique comporte une vingtaine de pages d'astronomie. D'autre part, depuis 1980, tous les élèves-professeurs se destinant à l'enseignement de la physique doivent suivre une formation élémentaire en astronomie. Ce cours est enseigné lors de la première année d'Université à Turku, Helsinki et Oulu. Il comprend un enseignement théorique mais aussi des exercices pratiques. L'originalité pour nous, Français, est que ce cours ne fait appel à aucune notion de physique et de mathématiques qui ne sont pas acquises ici dans la classe terminale des lycées.

Les astronomes préfèrent "court-circuiter" l'école et s'adresser directement aux enseignants et aux enfants par l'intermédiaire des associations d'amateurs et en particulier par l'URSA. Celle-ci a construit de ses propres mains un planétarium de style Starlab et le fait circuler dans les écoles. Elle organise aussi des conférences publiques. Enfin, point original et à ma connaissance unique en Europe l'URSA s'est fait éditeur, en collaboration avec quelques grands noms de l'édition, elle publie pratiquement les trois quarts de la littérature astronomique du pays. C'est l'URSA qui édite le manuel dont on se sert dans le cours d'Université cité plus haut.

Je me promets de retourner en Finlande pour l'éclipse de juillet 1990 et d'étudier plus attentivement l'activité des astronomes professionnels, les solutions qu'ils apportent à des problèmes fort peu différents de ceux que nous connaissons pour la diffusion de l'astronomie méritent sûrement d'être examinées. Avant de mettre un terme à ces notes, je tiens à remercier le Professeur Kalevi Mattila, Directeur de l'Observatoire d'Helsinki, de m'avoir si chaleureusement accueilli dans son établissement, ainsi que les Pr Tuominen et Oja pour m'avoir si aimablement guidé et renseigné. Je remercie enfin le Dr Lindeberg, Département de Zoologie de l'Université d'Helsinki, qui a grandement contribué à établir et faciliter les contacts.

Jacques Vialle

BIBLIOGRAPHIE

- Heikki OJA, Tapio MARKANEN : A celebration of Finnish Astronomy (Sky and Telescope 68.6 Dec1984)
Pekka TEERIKORPI : Actions de popularisation de l'astronomie menée par l'URSA, Cahiers Clairaut 24
Heikki OJA : Presenting Astronomy to the public in Finland (texte multicopié résumant les activités de l'URSA).

Lectures pour la Marquise et pour ses amis

Cette rubrique des Cahiers devrait, trimestre par trimestre, signaler tous les ouvrages (livres, brochures, articles, documents, logiciels, etc) pouvant servir à l'enseignement de l'astronomie. Elle est loin de remplir sa mission. Il suffit, pour le constater, de compulsier le "Supplément au fascicule V - Renseignements pratiques et Bibliographie pour l'Astronomie qui complète la collection pour la formation continue des maîtres éditée par le Laboratoire d'Astronomie d'Orsay. Michèle Gerbaldi en a réuni les éléments, en puisant certes dans ces Lectures mais en complétant largement soit par des analyses parues dans l'Astronomie soit en rédigeant elle-même les notes sur les ouvrages omis par les uns et les autres. Le fascicule V avait été publié en 1983 ; ce complément couvre donc la production des nouveaux titres depuis cette date.

Autre vertu de ce remarquable recensement, ses index par titres, par auteurs et par éditeurs. Il reprend aussi la classification des ouvrages en trois niveaux : I le plus élémentaire, II lisible par des élèves du Secondaire, III pour amateurs éclairés. Ce que nous devrions imiter.

Conclusion pratique : prenez note que le secrétariat du CLEA peut vous adresser ce Fascicule V bis contre un chèque de 25 F.

La lecture de ce fascicule devrait nous stimuler à faire, chaque trimestre, une revue plus systématique de ce qui paraît et peut nous intéresser. Lecteurs n'hésitez pas à nous signaler ce que vous découvrez, le secrétaire ne peut y suffire, il le faudrait plus fouineur et sans doute aussi moins partial dans ses choix. Mais comment s'empêcher de parler d'abord des livres qui vous plaisent. Rectifiez donc ses choix ou ses jugements s'ils vous contrarient.

Depuis des semaines, je me promets de rendre compte de quatre livres sur la physique quantique. Est-ce un trop gros morceau pour mon appétit? Je ne les ai pas encore digérés et vous en livre seulement la liste, des collègues plus savants pourront peut-être dire ce qu'ils en pensent :

- La Matière-Espace-Temps par Gilles Cohen-Tanoundji et Michel Spiro, collection "Le temps des sciences", 400p. ; éd Fayard (160F).
- La matière première, par Michel Crozon, collection "Science ouverte", 396 p ; éd Seuil (125 F).
- Le grand débat de la physique quantique par Franco Selleri, collection Nouvelle bibliothèque scientifique, 230 p ; éd Flammarion (110 F).
- Superforce par Paul Davies, collection "Espace des sciences", 324 p ; éd Payot (140 F).

Enfin, voici ma récolte du trimestre, en commençant par le succulent, mais tout ce qui suit m'a beaucoup intéressé aussi.

Histoires d'Etoiles

- Les merveilleuses légendes du ciel de l'Antiquité, par Marie-Françoise Serre ; 180 p (niveau II) ; éd M.Bonnefoy, La Mesnières, 61560 Bazoches sur Hoëne ; 1987.

Oui, de merveilleuses légendes et un merveilleux petit livre. Vous comprenez tout de suite pourquoi en apprenant comment et par qui il est écrit. L'Auteur est professeur de lettres et animatrice du club d'astronomie du collège Marcel-Pagnol de Mazamet. En guidant les jeunes membres du club à reconnaître les constellations, notre collègue a eu la bonne idée d'imager cette étude par la lecture de textes anciens et les récits légendaires. Elle a puisé dans la traduction par Germanicus (1^{er} siècle ap J-C) des Phénomènes écrits par Abatos (Grec du 3^{ème} siècle av J-C) qui s'inspirait lui-même des traités d'Eudoxe de Cnide (4^{ème} siècle av J-C). Sachant aussi que Germanicus avait tenu compte de remarques dues à Hipparque.

Voici donc, en français, pour la jubilation de chacun de nous, à raison d'un chapitre par mois, un recensement des merveilles visibles à l'oeil nu dans nos régions. Exemples : en janvier, Orion et le Grand Chien ; en juin, le Scorpion, La Vierge, la Balance, la Chevelure de Bérénice. Ensuite quelques textes sur les planètes des Anciens et sur le Soleil et la Lune. Avec des dessins précis et clairs. En dernière partie, Pierre Bourge, associé à l'édition, donne des conseils pratiques pour observer le ciel ainsi qu'une carte du ciel en sept pages.

Alors, banal tout cela ? Si vous le croyez, c'est que vous n'avez pas le livre en main et que j'ai su bien mal le présenter. Lisez plutôt avec moi cette légende d'Orion et du Scorpion d'après un texte de Cicéron :

"Jadis, un homme, Orion, fit de ses mains violence à Diane, dit-on, alors qu'en proie à la folie il errait dans les hautes collines que possède Chios, immobile sur le gouffre égéen, Chios que la vigne chère à Bacchus revêt d'un manteau verdoyant. Le chasseur, poussé par le délire de son coeur insensé, massacrait les bêtes sauvages et ne songeait qu'à rehausser les brillants festins d'Oenopion. Mais voici que, soudain frappée par les pieds de Diane, l'île s'entrouvrit, écarta ses rochers, les arracha, les jeta à bas pour faire pénétrer la lumière dans les ténébreux abîmes. Et il en sort, devant le géant, un animal au pouvoir menaçant, un scorpion qui tend devant lui son dard funeste. Frappant d'un coup violent l'avidé chasseur, il lui injecta dans les veines, par la blessure, un venin mortel et le corps pesant du moribond couvrit la Terre de tout son long. C'est pourquoi, quand se montrent les brillantes étoiles du Scorpion, Orion fugitif livre sa personne à la Terre."

Pas banal du tout, ce petit livre, une friandise à déguster lentement. La présentation est aussi soignée et élégante que le contenu. Pourquoi, comment expliquer une telle réussite ? Je vous donne mon avis : l'Auteur a compris que l'astronomie intéresse tout le monde, qu'il n'est pas nécessaire d'être un technicien averti des grands télescopes ou un physicien connaissant les formules de Van der Waals pour faire partager les joies de l'observation aux jeunes membres d'un club scolaire. Encore fallait-il avoir le talent de présenter ces merveilles de façon aussi plaisante et vraie.

Les physiciens classiques et leurs découvertes

De la chute des corps aux ondes hertziennes par Emilio Segré, traduit de l'anglais par S. de Cheveigné, collection "le temps des sciences", 346 p. (niveau III) 170 F ; éd Fayard 1987.

Dans un livre, paru en 1984 et analysé dans le n°26 des Cahiers, "Les physiciens modernes et leurs découvertes", le grand physicien Emilio Segré nous avait donné le témoignage d'un acteur sur la grande aventure de la physique contemporaine. Oui, témoignage plutôt qu'histoire, document servant à l'histoire, illustré de souvenirs et de rencontres avec beaucoup des savants de cette grande époque. Le sous-titre "Des rayons X aux quarks" précisait la tranche de temps considérée, de 1895 à nos jours.

Le témoignage de Segré révélait aussi un grand talent d'écrivain. Ce faisant, le savant prenait conscience de l'importance de l'histoire dans le développement même de la science et pour son enseignement. Ce qui lui donna l'idée du deuxième livre qui vient de paraître et dont le sous-titre précise l'époque visée, de Galilée à 1895. Bien sûr, Segré n'a pas rencontré les savants dont il parle ici mais, dit-il, j'ai essayé de les connaître par leurs écrits et leurs biographies. Ce qui lui permet d'écrire un prélude fantaisiste et pourtant fort instructif : il imagine qu'il rencontre successivement Galilée, Huygens, Newton, Laplace, Faraday, Maxwell et Helmholtz. Les cadres décrits sont pittoresques (je soupçonne un lapsus, la rencontre avec Laplace aurait du se situer à Arcueil et non à Auteuil) et les caractères des savants sont ainsi évoqués de façon convaincante.

Pour Segré, la physique commence, comme science, avec Galilée et Huygens, les pères fondateurs. Ensuite Newton, "la montagne magique". Puis quatre grands thèmes. "Qu'est-ce que la lumière ?" qui retient les noms de Young, Fresnel, Fraunhofer, Bunsen et Kirrchoff. "De la foudre aux moteurs et aux ondes", Galvani et Volta, l'électromagnétisme avec Oersted et Ampère, des pages enthousiastes sur Faraday, sur Maxwell physicien infailible puis Hertz et Lorentz qui fait le pont avec la physique moderne. "La chaleur, substance, vibration et mouvement", les propriétés des gaz, puis Sadi Carnot, Joule, Clausius, Helmholtz, William Thomson alias Lord Kelvin, constitution de la thermodynamique et du concept de conservation de l'énergie. "Théorie cinétique : la structure de la matière se dévoile", des précurseurs, Daniel Bernoulli et Avogadro à l'entrée des probabilités et de la statistique en physique.

Trois pages de conclusion pour marquer combien les progrès accomplis et les problèmes déroutants posés par certaines découvertes préparent la révolution scientifique de la Relativité et des Quanta. Il y a aussi quatorze appendices dont certains reproduisent des pages classiques et un index.

L'ensemble des deux livres de Segré, sur les classiques et sur les modernes, une bonne et pas austère introduction au plus passionnant des romans, l'histoire de la physique.

Galilée, le messager des étoiles

par Jean-Pierre Maury, 160 p. (niveau II) ; collection "Découvertes Gallimard" n°10 -1986

Jean-Pierre Maury nous a donné récemment l'édition de la plus importante partie des "Réflexions sur la puissance motrice du feu" de Sadi Carnot (cf CC n°36, p33). Il nous donne ici, dans une nouvelle collection richement illustrée, une présentation un peu romancée de Galilée. Il est vrai que la vie de ce savant fut fertile en épisodes dramatiques, le dernier surtout, pour la plus grande gloire posthume du héros et la confusion de ses ennemis.

En préambule - c'est la formule de cette nouvelle collection - des images en couleurs du moment le plus pathétique, le procès. Si on n'aime pas ce genre un peu BD, passer aux chapitres qui retracent la vie et l'oeuvre du savant. De beaux documents anciens pour présenter les systèmes de Ptolémée, de Copernic et de Tycho Brahé. Ensuite le "messager céleste" avec les premiers dessins de la Lune par Galilée rapprochés des photos prises par les sondes américaines ou russes, les satellites de Jupiter tels que Galilée les observa et ses dessins de Saturne. Des anecdotes plaisantes : saviez-vous qu'en mai 1613 un char de Jupiter décoré des nouveaux astres médicéens mettait Galilée à l'honneur durant le carnaval organisé par Cosme de Médicis pour le baptême de son troisième fils ? Il y a aussi des photos prises par Voyager que Galilée aurait certes bien aimé voir...

A la fin du livre, autre caractère propre à cette collection, quelques documents littéraires, des extraits de "La vie de Galilée" de Bertold Brecht, la sentence du procès, des lettres de Galilée et quelques extraits du Dialogue et du Messager céleste. Enfin une chronologie. Bien sûr, ce livre ne prétend pas apporter du nouveau sur Galilée mais c'est de la bonne vulgarisation que nous pouvons recommander aux jeunes des clubs à partir de 14 ans.

Ces soleils qui explosent

les secrets de supernovae par Isaac Asimov, traduit de l'américain par J.Guiod, collection "espace des sciences", 272 p, 140F, (niveau II) ; éd Payot 1987.

Un ouvrage de vulgarisation qui ne néglige pas l'aspect historique par un Auteur qui a beaucoup de métier, l'éditeur ne nous prévient-il pas que ce serait là son trois cent dixième ouvrage ! Etant naturellement prévenu ou réticent à l'égard des auteurs à succès, qu'ils s'apostrophent télévisuellement ou s'encartent publicitairement, j'hésitais à me plonger dans ce

livre, craignant d'y retrouver le même sempiternel exposé du grand boum. Preuve qu'il faut se méfier des préjugés. Voici un texte astucieux, facile à lire (en particulier pour les lecteurs allergiques aux formulations mathématiques) et riche de très bonnes idées.

En particulier celle qui sert de fil conducteur : fini le temps du ciel immuable d'Aristote, il y a des novae, des supernovae, l'évolution des étoiles est la règle. C'est même à partir de ces explosions que nous trouvons l'Univers dans l'état où nous l'observons. Ce qui commence à nous faire comprendre comment les planètes se sont formées, comment la vie est apparue sur une planète privilégiée, l'évolution des vivants conduisant à ce bizarre animal, curieux d'astronomie.

Soit une synthèse sérieuse dans son fond et brillante dans sa forme. On regrettera seulement que la partie concernant les supernovae n'y soit pas plus développée au moment où la découverte de la supernova du Grand Nuage de Magellan rend le sujet plus actuel que jamais. Mais rassurez-vous, il y aura un trois cent onzième ouvrage...

G.W.

Les débuts de l'Astronomie,

de la Géographie et de la Trigonométrie chez les Grecs par Arpad Szabö et Ekka Maula ; 238 p. (niveau III), 216 F éd Vrin 1986.

Savait-on mesurer la latitude d'un lieu au temps de Pythéas de Marseille (IV^e siècle avant notre ère) ? Comment Anaximandre (VI^e siècle avant notre ère) put-il reconnaître les instants des équinoxes et des solstices ? Par quel procédé les mathématiciens anciens pouvaient-ils déterminer la position d'un lieu sur Terre par la simple mesure du rapport entre le jour le plus long et la nuit la plus courte ? Les réponses à ces questions sont malheureusement disséminées dans différentes revues savantes, souvent difficiles à consulter pour le profane. Le livre d'Arpad Szabö est donc le bienvenu, car s'il s'adresse surtout au spécialiste, il est cependant parfaitement accessible à toute personne munie d'une connaissance raisonnable de la Géométrie (Euclide !) et curieuse d'Histoire des Sciences. Rédigé en collaboration avec Ekka Maula, de l'Université d'Oulu (Finlande) et suite logique des Débuts des Mathématiques grecques, dont la traduction française est parue chez Vrin en 1977, cet ouvrage traite de la naissance des Mathématiques Appliquées. On admet généralement que la Gnomonique, la Géographie mathématique et la Trigonométrie n'ont pu se développer qu'après l'invention, attribuée à Hipparque, des tables de cordes (vers 150 avant notre ère). Hipparque de Nicée est donc le père de la Trigonométrie : avant lui, il était impossible de résoudre le triangle méridien formé par le gnomon, l'ombre équinoxiales et le rayon solaire équinoxial, sauf à utiliser des constructions graphiques. Et pourtant ... Le livre de Szabö sort très vite des sentiers battus en nous invitant à réexaminer tout ce que nous avons toujours traditionnellement admis. Pour Szabö et Maula, il ne fait guère de doute, en effet, que les tables de cordes existaient bien avant Hipparque : comment expliquer autrement certaines observations anciennes dont la date est attestée ? Ainsi, Pythéas constatait au IV^e siècle que Marseille est à la latitude de Byzance ; une reconstitution de sa démarche conduit à penser que le célèbre navigateur pourrait avoir utilisé une telle table de cordes et cela deux siècles avant Hipparque. D'hypothèses en hypothèses, on aboutit à une reconstitution tout à fait plausible, mais non définitivement prouvée, de la grande aventure intellectuelle qui conduit à la Trigonométrie. Anaximandre découvre, il y a 26 siècles de cela, l'arc intersolsticial et constate que la bissection de cet arc définit le rayon équinoxial et la longueur de l'ombre à l'équinoxe. Il construit aussi probablement un modèle géométrique, peut-être celui qui est exposé dans le célèbre traité De Architectura de Vitruve, livre IX (mais Vitruve était contemporain de Jules César...). Au V^e siècle, Oenopide fait la première mesure de l'obliquité de l'écliptique en constatant que l'arc intersolsticial vaut $2 \times 24^\circ$ (or 24° est l'arc soutenu par le côté du polygone régulier convexe à 15 sommets). Plus tard encore, c'est la découverte de l'identité entre la hauteur du pôle et la latitude d'un lieu,

probablement par Pythéas. Il est évident que le gnomon est l'instrument scientifique le plus ancien qui ait été utilisé par l'homme, mais Szabö va plus loin encore en suggérant que celui-ci a très vite servi à faire des mesures et qu'il fallait bien une armature mathématique suffisante pour en tirer parti.

L'ouvrage est divisé en trois sections qui traitent respectivement de la naissance de la Gnomonique (le gnomon et la représentation du Monde), de la Géographie (la latitude d'un lieu) et de la Trigonométrie (la table des cordes). Sans nul doute, une accumulation d'hypothèses n'aboutit pas à une certitude mais indéniablement l'image présentée est tout à fait cohérente et séduisante. L'aspect humain, sous-jacent à cette Histoire des Mathématiques Appliquées ne laisse pas non plus d'être attachant : on assiste là, en fait, au développement de la formidable aventure intellectuelle qui a conduit l'Homme à se forger les outils nécessaires à la compréhension du Monde. Ce livre est admirable et en tout cas extrêmement stimulant. Les revues oublient souvent de mentionner le travail du traducteur. Il serait tout à fait injuste d'en faire autant ici, compte tenu de la qualité de la version française. Le Professeur Federspiel est Maître de Conférences de grec à l'Université de Clermont-Ferrand : un spécialiste de grec qui traduit un ouvrage écrit par un chercheur hongrois collaborant à un programme de recherche d'une université finlandaise, le barrage des langues et des frontières aboli, quel plus bel hommage pouvait-on rendre indirectement à l'Esprit humain et aux savants de la Grèce Antique ?

Ce livre doit figurer dans la bibliothèque de tout amateur curieux d'Histoire des Sciences, même si, en fin de compte, il s'agit d'hypothèses. L'avenir nous dira probablement si ces hypothèses sont fondées, ce qui ne retirera rien au génie d'Hipparque.

Jacques Vialle

POUR INVENTAIRE

- Compte rendu de l'Ecole d'Eté d'Astronomie de Steige (7-14 juillet 1987), 68 pages. Extrait du sommaire : L'astronomie nouvelle ou trois siècles d'évolution de la pensée (C.Dumoulin) Calendrier et informatique (J-P.Parisot) - Autour de Stonehenge et construction d'un lunophasse(JPP)
- Histoire de la physique sous la direction de Jean Rosmorduc par Christine Blondel, Jacques Dubois, Hubert Gié, Jean-Paul Mathieu, Jean Rosmorduc, Michel Saillard ; tome I, 328 p. 150F éd Technique et Documentation.
- Le système solaire par T.Encrenaz et J-P. Bibrung, collection "savoirs actuels", 392 p. 210 F ; Interéditions.
- Astronomie et ordinateur, initiation aux calculs de position et programmes basic par G.Sérane, 272p. 160 F ; éd Dunod.
- "La mission Voyager 2, une prouesse technique" par R.Laeser, W mc Laughlin, D.Wolff ; Pour la Science janvier 1987.
- "La matière sombre dans l'Univers" par Laurence Krauss ; Pour la Science février 1987.
- "Uranus" par Andrew Ingersoll ; Pour la Science mars 1987.
- "La distance Terre-Lune à quelques centimètres près" par C.Veillet, La Recherche mars 1987.
- "L'explosion des étoiles" par Eric Suraud , La Recherche mars 1987.
- "Les plus vieux pulsars de l'Univers" par Jacob Shaham, Pour la Science avril 1987.
- "Galilée et le fantôme de Giordano Bruno" par L.Lerner et E.Gosselin, Pour la Science janvier 1987. ((article passablement confus qu'on peut ne pas lire - G.W.))

L'Imposture Scientifique en 10 leçons, par Michel de Pracontal ,
collection " Sciences et Société " ; 256p. ; 85 F ; éd La Découverte 1986.

Depuis longtemps, la lecture des articles et des livres qui mettent en pièces l'astrologie, la parapsychologie et l'irrationnel, me procure une satisfaction intense, mais égoïste et inutile. Puisque de toute façon les adeptes des pseudosciences ne veulent pas entendre d'argument contre leurs croyances, la voix de la Raison ne charme, hélas, que des oreilles déjà convaincues . Cependant, lorsque l'explosion " parapsy " et son vacarme sur les ondes deviennent insupportables, j'aime me souvenir que les scientifiques ne sont pas des vestiges austères et rétrogrades, et qu'un esprit critique n'est pas un esprit fermé à la fantaisie et à la nouveauté .

Dès la première leçon, le style est alerte et irrésistible. Michel de Pracontal nous fait rire, et nous entraîne sur la voie de l'imposture, à la recherche de ceux qu'il appelle " joueurs de pipeau ", " gourous de secours " ; il essaie de comprendre pourquoi ils ont une telle audience, et analyse leurs discours trompeurs . Pourquoi séduisent-ils les foules ? Parce que pour eux tout est possible, la réincarnation, l'énergie illimitée ... parce qu'ils ont des solutions immédiates à toutes les grandes questions, l'origine de l'univers, de la gravitation, ou de la pensée .
" Un bon imposteur balaie d'un revers de main les mesquines barrières de la science traditionnelle, embrasse l'univers entier d'un coup d'œil. Rien ne l'arrête, car il sait, au fond de lui-même, qu'il peut faire mieux que Newton, Einstein et Darwin réunis . " (p26)

Qui sont ces imposteurs ? Du torseur de petites cuillères au chercheur renommé qui bâtit une théorie erronée parce qu'il est sûr d'avoir raison, tous sont épinglés, et pourtant beaucoup sont sincères. Il n'empêche qu'ils ont triché, comme Ptolémée, " l'un des plus fieffés imposteurs de l'histoire des sciences " .

Les astres n'occupent pas dans ce livre une place prépondérante, et d'ailleurs l'auteur évite soigneusement le découpage par spécialités, même s'il expose en détail quelques mythes fameux (ne manquez pas "l'effet Mars" !) En réalité, l'ouvrage dépasse largement l'aspect anecdotique : l'auteur s'intéresse à l'élaboration des théories, scientifiques ou non, à partir des faits. L'ensemble est passionnant, truffé de citations, agréable à lire même si la réflexion philosophique est parfois difficile . Les 10 leçons sont toutes suivies d'exercices qui sont autant de clin d'œil au lecteur.

La meilleure leçon est, à mon avis, la huitième : " Des pièges du langage, tu abuseras ". Un régal, qui tourne au malaise lorsque l'auteur incrimine, avec Stella Baruk, la terminologie mathématique, coupée du monde quotidien, et compliquée à outrance. Ne peut-on en dire autant de la physique, avec ce jargon contre-nature fait de quantités de mouvement, de forces(!) électromotrices, et de moments(d'inattention) ? Physiciens, qu'avons-nous fait pour éviter les confusions et nous rendre compréhensibles ? Après avoir cité "les damnés de l'algèbre" p.224, Michel de Pracontal écrit : " L'intelligence niée ressurgit en bêtise active. La revanche du cancre, c'est le triomphe de Rika Zaraf, des gourous de secours et des spirites. Quand on a appris à écouter avec une paire d'oreilles en fer-blanc, on ne sait pas reconnaître un air de pipeau " .

Récemment, tout en préparant ma soupe - cosmique - de légumes, j'écoutais sur France-Inter l'émission au cours de laquelle José Artur devine l'identité de son interlocuteur, avec le concours d'un voyant, astrologue ou paraquelquechose, parfois branché sur ordinateur. Cette fois, l'astrologue révéla que l'artiste inconnu avait " Uranus dans le Bélier ", ce qui étonna l'auditoire . " Ah ! dit José Artur, Uranus dans le Bélier, mais où les astrologues vont-ils chercher tout cela ? Voyez-vous, dit-il à l'une de ses acolytes, j'ai l'impression que lorsque nous comprendrons ce que cela veut dire, nous n'aurons plus besoin d'eux ! " ... et moi, j'ai l'impression que les imposteurs ont encore de beaux jours devant eux !

A propos des savants ...

Alors que je venais d'écrire l'article sur l'astronome polonais Johannes Hevelius (cf CC 35, p.11), je me suis souvenue de deux cas où, alors que je parlais de biographies d'astronomes j'en étais venue à des problèmes d'éducation. Mais notre tâche d'éducateurs finit-elle jamais ?

On m'avait invitée dans un lycée pour assister à une conférence d'astronomie préparée par les élèves ; la plupart étaient des jeunes filles. Le sujet était la biographie de deux astronomes polonais, justement Johannes Hevelius (XVII^{ème} siècle) et Jan Sniadecki (XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles). La conférence avait été très bien préparée. A la fin on me demanda un commentaire. Je me suis dit : ces jeunes filles sont élèves d'un lycée technique, elles ne feront probablement jamais d'études universitaires, elles vont tout de suite commencer à travailler dans des bureaux ou dans le commerce, et puis elles vont se marier. Quel usage pourront-elles bien faire de leurs connaissances sur les biographies de ces deux savants ? Peut-on, pour elles, en tirer une leçon ? Eh bien, oui, on le peut.

Prenons le cas de Hevelius. Ce savant a eu le bonheur d'épouser deux femmes remarquables. La première, Catherine Rebeschke administra ses biens, les maisons, les brasseries, les haras, pendant 27 ans, laissant à Johannes tout son temps pour ses activités astronomiques. La seconde femme, Elisabeth Koopman aida son mari dans l'observation des étoiles pendant 24 ans et après la mort de l'astronome, elle publia ses oeuvres, ne survivant à son mari que six années. Ces deux femmes sont donc deux exemples de dévouement et également de l'intérêt que l'épouse doit porter au "hobby" de son époux afin que le ménage marche bien, car je crois que les deux mariages de Hevelius ont été heureux. Naturellement, le "hobby" peut ne pas être l'astronomie, mais tout autre sujet hors des occupations professionnelles.

Et l'autre astronome ? Jan Sniadecki fut très longtemps professeur aux Universités de Cracovie et de Vilno. Il enseigna et écrivit plusieurs manuels d'astronomie en utilisant la langue polonaise, ce qui était chose rare en son temps. Jan Sniadecki peut donc être donné en exemple pour son attachement à sa langue maternelle. On doit donc non seulement apprendre à la connaître, cette langue polonaise, mais aussi apprendre à l'aimer, à la protéger contre l'usage d'un vocabulaire trop simplifié dont certains jeunes (et des un-peu-moins-jeunes) ont tendance à se servir. N'est-ce pas vrai aussi dans d'autres pays ?

L'autre cas, l'autre histoire est naturellement en relation avec Nicolas Copernic, car nous avons eu beaucoup de conférences sur cet astronome avant, pendant et après 1973 qui marquait le cinquantième centenaire de sa naissance. Cette année-là j'étais membre du comité des parents du lycée que fréquentaient mes deux fils et ma tâche consistait à inviter des conférenciers pour des réunions pédagogiques destinées aux parents des élèves de toutes les classes, deux fois par an. C'était en hiver, beaucoup de gens avaient la grippe, mes conférenciers ne pouvaient venir. Alors, que faire ? En ma qualité d'astronome professionnelle, comment préparer moi-même une conférence sur un thème pédagogique ?

J'ai essayé de trouver un thème en relation avec Nicolas Copernic, d'une part, et avec les jeunes gens de notre ville, d'autre part. En partant de la biographie de l'astronome, j'ai parlé de l'importance du choix de la future carrière des enfants, et aussi de l'importance pour les jeunes d'avoir un "hobby" et de pouvoir en parler à la maison avec leurs parents. J'ai dit l'intérêt qu'on doit porter à l'histoire de sa ville. Maintenant nous connaissons bien l'époque de Copernic mais nous savons peu de choses sur l'époque antérieure ou sur l'époque qui a immédiatement suivi, ne faudrait-

il pas chercher à en savoir plus ? N'est-ce pas bien intéressant d'en apprendre un peu sur l'histoire des rues où l'on passe chaque jour ? Il s'agit plus spécialement des rues situées dans le quartier de la vieille ville, mais aussi des noms des rues qui portent les noms de gens qui ont été liés avec notre ville. Et puis, si on commence à connaître sa ville, on commence à l'aimer, on commence à se sentir responsable de l'environnement, de l'ordre, de la propreté de la ville. Finalement, je souhaitai aux parents et à leurs enfants de savoir sourire, d'avoir toujours un sourire dans leurs contacts avec les autres. Car c'est pour moi toujours le Soleil, placé par Copernic au centre du monde, qui est le symbole du sourire et de la sérénité.

Ce que je vous souhaite aussi à tous ...

Cecilia Iwaniszewska
(Institut d'Astronomie - Université Copernic
Toruń, Pologne)

Joseph Fraunhofer (1787-1826)

Fraunhofer ? Des raies sombres dans le spectre du Soleil, ça nous le savons. Mais l'homme ? Puisque 1987 marque le deux centième anniversaire de sa naissance, cherchons à le mieux connaître en piochant dans les dictionnaires. Voici ma récolte que vous voudrez sans doute compléter.

Au départ, une belle histoire émouvante. Joseph Fraunhofer était le onzième enfant d'un pauvre vitrier de Staubing, près de Munich. Bientôt orphelin il devint apprenti chez un miroitier. Vitrier, miroitier, n'était-il pas prédestiné à l'optique ? Un épisode terrible : le bâtiment dans lequel il travaillait s'effondra, on eut la plus grande peine à sauver des décombres le jeune apprenti de 14 ans. Le drame eut un bon côté, l'Electeur de Bavière, ému par l'accident, accorda son aide au jeune homme et le recommanda à J. von Utzschneider, un riche industriel qui dirigeait une entreprise d'optique. Fraunhofer perfectionna ses connaissances et se passionna pour ce travail qui allait faire sa gloire.

J.F. évalua avec précision l'indice de réfraction des différents verres selon les longueurs d'onde et réussit ainsi à fabriquer des lentilles achromatiques. Ce faisant, il découvrit des raies sombres, toujours à la même place, dans le spectre solaire (1811). Il semble que Wollaston les avait remarquées dès 1802 mais c'est J.F. qui fit le catalogue de 576 raies dont il nota les principales par des lettres de A à G. Pour lui, ces raies étaient des repères de longueurs d'onde. Il reconnut que les raies sombres correspondaient aux raies d'émission de flammes ou d'étincelles mais la spectroscopie ne devait prendre tout son essor que vers le milieu du siècle avec Bunsen et Kirrchoff, à l'Université de Heidelberg.

Devenu responsable de l'Institut d'Optique de Munich, J.F. s'intéressa à la fabrication de disques de flint sans défaut. Il réalisa le "grand réfracteur" de Dorpat (diamètre = 24 cm, distance focale 4,11 m) pour lequel il mit au point une monture équatoriale. En 1821, il inventa le réseau de diffraction. Il perfectionna l'héliomètre de Ramsden pour l'Observatoire de Königsberg ce qui devait servir à Bessel dans sa mesure de la parallaxe annuelle de 61 Cygni. C'est aussi avec le grand réfracteur de Dorpat que Struve mesura la parallaxe de Véga.

L'oeuvre de Fraunhofer eut donc une portée considérable. Pourtant, il mourut jeune, de la tuberculose, ce mal endémique du XIX^{ème} siècle qui faucha au même âge Augustin Fresnel (1788-1827). Encore une curieuse coïncidence.

K.M.

La chronique du CLEA

mars - juin 1987

BUREAU DU CLEA

Le Conseil du CLEA élu lors de l'assemblée générale du 25 janvier 1987 a désigné (par correspondance) les membres du Bureau de notre association :

Présidents d'honneur : Jean-Claude Pecker

Evry Schatzman

Présidente : Lucienne Gouguenheim

Vice-Présidents : Agnès Acker

Alain Dargencourt

Hubert Gié

Jean Ripert

Catherine Vignon

Secrétaire-Trésorier : Gilbert Walusinski

TOULON

Jean Ripert nous envoie des échos réjouissants de l'inauguration de l'Observatoire du Pic des Fées. Activités pédagogiques qui vont du CM2 à l'IUT de La Garde. Jean écrit : "Après l'inauguration, je souffle un peu, j'abandonne la truelle pour faire travailler nos adhérents sur les taches solaires (merci CLEA) et le repérage dans l'espace (merci Jacques)." Il souligne d'un "Oh ! Rible !" le titre paru dans Nice-Matin à propos de l'inauguration de l'Observatoire : "La nébuleuse d'Orion s'est transformée en Nova..." Ce qui prouve que Jean et ses amis de l'Observatoire du Pic des Fées ont encore du travail à faire....

Trois stages

Lucette Bottinelli et Lucienne Gouguenheim ont été sur la brèche à Limoges (stage des professeurs d'Ecole Normale organisé par Liliane Sarrazin), à La Rochelle (stage du PAF de l'académie de Poitiers) et à Caen (stage du PAF). A la suite de quoi, le secrétariat enregistre avec plaisir de nouveaux abonnements aux Cahiers.



Au stage de La Rochelle, il a été beaucoup question du diagramme H-R. Jacques Vialle a trouvé un timbre poste qui représente ce diagramme. Il s'agit du 1 peso, orange et noir (Yvert Pa 121) émis par le Mexique en 1942 pour marquer l'inauguration de l'Observatoire de Tonanzintla. Il montre la séquence principale, la branche des géantes et la région des naines blanches. Partie d'une série de six (dont un autre élément montre la nébuleuse du Sombrero!), il est relativement rare et sa cote assez élevée. C'est un des rares timbres à thème astronomique qui illustre correctement un sujet scientifique.

AIX EN PROVENCE

Notre Collègue Ph Malburet complète le rapport de Daniel Bardin sur l'activité du CLEA dans l'académie d'Aix-Marseille. Le compte-rendu de l'assemblée générale (Cahier 36, p.12) avait été trop rapide en particulier concernant Aix-en-Provence. Notre Collègue Malburet a organisé, dans une salle du muséum d'Histoire Naturelle une exposition sur la comète de Halley. Devant le succès qu'elle a remporté, le Conservateur du Muséum lui a confié la charge d'une salle permanente d'astronomie. Celle-ci présente des documents sur tous les domaines de l'astronomie, du système solaire aux galaxies. Le Muséum est équipé d'un matériel vidéo

qui permet de varier les commentaires.

Bien entendu, tout le travail fourni par notre Collègue est bénévole et ne trouve sa récompense que dans le plaisir de faire partager sa passion pour l'astronomie. Passion qui le conduit également à participer à un travail de recherche au L.A.S. de Marseille sur la modélisation de la queue de poussières des comètes.

PAF et bénévolat

Les collègues qui organisent des stages dans le cadre des PAF académiques savent qu'il y a toujours beaucoup de travail bénévole à la clé. Il faut donc aussi s'inquiéter de l'avenir des PAF. Nous avons reçu certains échos pessimistes, espérons qu'ils ne se confirmeront pas.

Note du secrétariat

Une nouvelle organisation du travail du secrétariat bénéficie de l'aide efficace de Jacques Dupré qui met sa compétence informatique au service du CLEA. Ce qui soulage d'autant les tâches du trésorier.

Jacques a mis au point un logiciel qui permet d'indiquer sur l'étiquette quel est le dernier numéro des Cahiers auquel donne droit l'abonnement souscrit.

Les réabonnements pour la dixième année, 1987, numéros 37 à 40, arrivent chaque jour mais attention, ne tardez plus à vous réabonner : ce Cahier 37 est envoyé à tous mais le Cahier 38 à paraître en septembre ne vous parviendra pas si vous ne renouvelez pas tout de suite.

N'oubliez pas que vous pouvez souscrire pour deux années ; vous doublez la dépense, mais vous faites l'économie d'un chèque et vous simplifiez le travail du secrétariat. Merci.

LE COURRIER DES LECTEURS

Grâce aux boucles de Vénus

Notre Collègue Charles-Henri Vigouroux, qui enseigne la physique au lycée Carnot de Roanne, nous envoie les énoncés des exercices qu'il propose à ses élèves de Seconde. Ils lui ont été inspirés par l'article sur "les boucles de Vénus" par Jean-Paul Rosenstiehl (CC36, p42).

Exemples : mesure du mouvement diurne sur une photo à longue pose du ciel étoilé ; repérages dans l'espace ; trajectoires apparentes du Soleil et de Mars ; mouvements du Soleil et de Mars par rapport à la Terre...

Charles-Henri ajoute : "C'est juste pour dire merci à toute l'équipe... et que vous sachiez qu'un peu partout il y en a qui vous lisent, qui vous aiment bien et qui font des efforts eux aussi."

Le bien parlé astronomique

Les remarques de Wanda Gilstein ont retenu l'attention de Jacques Vialle qui note ce que donne le ROBERT au mot "tourner" :

"Tourner, c'est se mouvoir circulairement (exécuter un mouvement de rotation, giration) ou décrire une ligne courbe (autour de quelque chose): la Terre tourne autour du Soleil."

Problème de physique

Guy Legendre, de Dunkerque a fait le calcul proposé dans le Cahier 36, p 34 : l'interaction gravitationnelle entre le garçon de Strasbourg et la fille de Brest qui s'étaient rapprochés pendant les vacances est $2,3 \times 10^{-19}$ N. Le calcul ne permet pas de savoir si cette force sera suffisante pour que les intéressés se retrouvent aux prochaines vacances.

DES ELEVES POUR L'ASTRONOMIE

NOTE DE LA REDACTION.

Nous entreprenons la publication d'un article de Stéphane DOUAILLER qui est paru dans "Les Sauvages dans la Cité". Auto-émancipation du peuple et instruction des prolétaires au 19ème Siècle. Collection Milieux. Ed. Champ Vallon.

Il est issu d'un Colloque de l'Institut Jean Baptiste DUMAY au Creusot.

Qu'est-ce qui doit être appris ? Les savoirs sont partagés entre les uns et les autres, et diversement traversés par eux. Empruntons, pour représenter cette variété de partages et de trajets, une image simple : La surface du connaître serait constituée par les dessins d'une pluralité d'histoires sur une pluralité de strates. Cette représentation permet, pour l'objet que je me propose d'évoquer, de mettre en scène le plus visible : la diversité des décisions qui conduisent au XIXème siècle à étudier l'Astronomie. Une pluralité d'histoires, à des moments divers de chacune de ces histoires, amène devant un savoir, apparemment un, des sujets aussi différents que les étudiants de facultés, des ouvriers en quête d'émancipation, des penseurs socialistes des oisifs épris de culture, des instituteurs. Cette représentation permet, d'autre part, de désigner le plus énigmatique : un moment, qui peut-être ne dure pas, vient où les différences entre tous ces sujets paraissent s'abolir et où chacun d'entre eux se montre identiquement absorbé à apprendre la géométrie de l'ellipse, la loi de la gravitation, l'analyse de la matière en corps simples. Une strate, parmi toutes celles (1) que ces diverses histoires traversent et marquent d'une présence plus ou moins accentuée, rassemble un moment fugitif d'énonciation commune de propositions astronomiques sous forme d'énoncés scientifiques. C'est le moment privilégié, cette strate spécifique et limitée de la surface du connaître, qu'on peut essayer d'apercevoir dans quelques situations du XIXème siècle, bien connues.

1. Des rêveurs qui manquent à leur place.

Les premiers astronomes ont été les pasteurs de l'Himalaya.
Camille Flammarion, Dictionnaire de Pédagogie.

Soit d'abord une image. Dans le Château des Carpathes (2), un village perdu de Transsylvanie vit les derniers moments qui le séparent de sa transformation en cité industrielle attachée à un bassin houiller. Le roman raconte les impossibilités, pour ce village tombé hors du temps, d'aboutir par son histoire propre à une entrée dans l'âge moderne, et s'ouvre par le récit d'une première occasion manquée, l'acquisition que le berger du lieu fait auprès d'un marchand ambulant d'une longue-vue. Toute l'Astronomie vient se placer à portée d'un seul geste, que nul ne fera. La longue-vue n'est qu'une lunette de pacotille et le berger une brute qui ignore la contemplation. C'est le château qui hante les rêves des villageois, et c'est sur lui qu'ils braquent la longue-vue. Or la morale de ces quelques scènes vaut, semble-t-il, pour plusieurs sortes d'expériences au XIXème siècle. On y tend à détourner la lunette dirigée vers les astres, et à substituer au geste (supposé simple) d'observation d'une posture dans laquelle en même temps on voit et on se rend visible à un autre, dans un espace qui quantifie grandeurs et petitesesses (3).

Par exemple, l'Astronomie fut enseignée par Auguste Comte à la mairie du troisième arrondissement de Paris, l'ouvrier menuisier Fabien Magnin, évoquant des années après comment il s'était décidé, avec un groupe de prolétaires, à suivre cet enseignement qui selon lui profitait jusqu'alors à quelques bourgeois instruits, rappelle en même temps l'étonnement que plusieurs auraient partagé " de ce qu'Auguste Comte faisait un cours d'Astronomie, au lieu d'enseigner directement la nouvelle philosophie (4)". Magnin n'ignore plus rien de la doctrine, et s'empresse à cette évocation de rappeler le rôle de l'Astronomie dans l'économie générale des savoirs

pour les positivistes. Mais il ajoute ceci : "Enfin, Auguste Comte savait très bien que l'Astronomie est le meilleur moyen pour reconnaître parmi les esprits propres à l'abstraction ceux qui sont capables d'aborder franchement les difficiles problèmes de sociologie et de morale, et pour distinguer, parmi-eux, ceux qui sont à la fois assez modernes et assez énergiques pour s'astreindre d'eux-mêmes à n'affirmer jamais que ce qui est exactement connu (...) (5)". Cette épreuve imposée par le maître n'empêchait pas par ailleurs des encouragements à persévérer. Auguste Comte, ayant remarqué le groupe des prolétaires, aurait selon Magnin multiplié à leur intention les allusions à la dernière des sciences, à la théorie sociale. Il demeure dans tous les cas que dans cette scène les yeux des uns et des autres ne sont guère tournés vers les astres. Le cours d'Astronomie ferait surgir incidemment d'autres visibilitées et donnerait lieu à d'autres observations, internes à la conférence, dans lesquelles se jouerait une question sensiblement différente de celle affichée par le cours : on y observerait les adhésions à la doctrine, et on y élirait les esprits positivistes. La scène, telle que les souvenirs de Fabien Magnin la reconstituent, aurait été celle-ci : la petite troupe de prolétaires décidés à suivre l'enseignement d'Auguste Comte venait s'asseoir sur les premiers bancs à gauche du professeur et formait ostensiblement un groupe distinct, s'offrant au regard sur sa physionomie tout à tour des sentiments d'étonnement et d'espérance, faisant voir sur son visage l'action exercée sur les entendements prolétariens par les vérités astronomiques et dévoilant, dans la révélation de cette action, une portée toute autre de l'enseignement dispensé par Auguste Comte à la mairie du troisième arrondissement. Ces mimiques d'étonnement et d'espérance sont relevées par l'ouvrier positiviste Magnin avec intention. Etre étonné par les phénomènes astronomiques, c'est, selon une représentation ancienne et réaffirmée d'Adam Smith (6) à Auguste Comte, appartenir à une communauté de sujets qui, à l'écart de ceux qui étudient le ciel pour ajouter aux techniques ou aux idées religieuses, accueillent en eux sous les espèces de l'étonnement et de l'admiration un mouvement de l'esprit qui engendre rien moins que la science même. Cet étonnement pourra paraître quelque peu forcé du point de vue du jeu d'acteur, et trop simple pour recevoir une signification dans une théorie de la connaissance ; les apparences rapportées par Fabien Magnin semblant bien pouvoir être démolées et reconsidérées sous un autre aspect. Mais il n'importe peut-être pas non plus de savoir si l'étonnement de ces prolétaires traduit une aperception du monde sidéral, une surprise devant les propos tenus, l'espoir d'une discontinuité au sein des successions ordinaires, une perplexité provoquée par les énoncés les moins accessibles de géométrie, un signal de connivence adressé au conférencier, ou tout autre chose. Cet étonnement, cette mimique d'homme étonné, définit une manière pour ces prolétaires de fréquenter les conférences d'Astronomie populaire d'Auguste Comte. Et, à cet égard, il n'importe peut-être pas davantage de savoir si et à quel niveau de réalité l'étonnement est bien ce mouvement de l'imagination dont procéderait la science même. La fréquentation étonnée de l'enseignement de Comte vaut probablement sans solution de continuité pour chacun de ses moments. Elle paraît en mesure de conduire quelques prolétaires du groupe directement à l'étude géométrique, aux strates les plus compactes du savoir astronomique, à la connaissance, sans qu'il soit nécessaire de supposer des raisons tirées de l'essence de la science, ni de décrire des conversions à l'intérêt pur pour la science.

Cette fréquentation de l'astronomie dans laquelle tout au long du siècle des réformateurs sociaux et des penseurs politiques, Auguste Comte (Traité philosophique d'Astronomie populaire, 1844), Jean Reynaud (Terre et Ciel, 1854) entraînent le peuple lui est proposée d'une manière générale par l'instruction populaire. Rien en effet ne serait plus instructif, aux yeux de celle-ci, que de donner les pâtes de l'Asie à imiter aux classes pauvres et de les faire rêver les yeux ouverts sur la voûte étoilée (7). Que doivent-elles apprendre, du ciel ?

La rêverie proposée ne vise pas essentiellement la révélation du système copernicien ni l'explication newtonienne. Démêler les apparences de la réalité n'a plus de sens, dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, d'un affranchissement de l'esprit qui romprait avec une vision géocentrique, hiérarchisée et religieuse de l'univers, sympathiserait avec Galilée persécuté, et lirait dans le Newton français le vrai

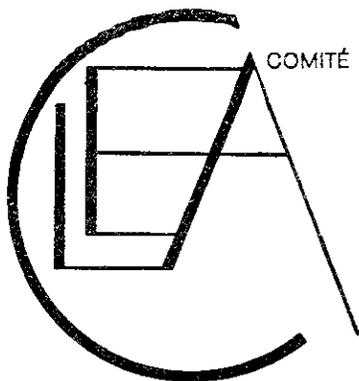
système de l'Univers (8). Celui-ci n'est à vrai dire plus une révélation. Le petit livre d'Herschel, traduit par Cournot, est abondamment utilisé, cité, copié, par tous ceux qui diffusent les vérités astronomiques. Chacun sait ou devrait savoir que si l'on compare le soleil à une citrouille de soixante cinq centimètres de diamètre, il faut s'imaginer Mercure semblable à un modeste grain de moutarde tournant sur lui-même et autour de la citrouille à vingt-cinq mètres et demi de là, Vénus comme un petit pois vingt mètres et demi plus loin, etc. Lorsque Flammarion esquisse pour le Dictionnaire de Pédagogie de Ferdinand Buisson un cours très élémentaire d'astronomie (9), c'est précisément ce savoir qui, parce qu'avec son époque il le comprend maintenant comme un savoir descriptif, lui paraît insuffisant. "Il ne suffit pas, explique-t-il, de se dire et de se répéter que la terre est ronde, qu'elle tourne sur elle-même et autour du soleil : il faut le sentir; j'ai vu mille personnes qui s'imaginaient comprendre ces éléments de l'Astronomie, mais qui les concevaient tout de travers parce qu'elles n'avaient pas fait dès le principe l'effort d'esprit (...)." Les connaissances astronomiques ne reçoivent leur signification vraie que chez celui qui a fait d'emblée un effort décisif de représentation, qui ayant rêvé sur l'univers, a fait franchir à ses sentiments un pas difficile et important au terme duquel il "sait désormais, pour ne plus jamais l'oublier, que la Terre n'est pas autre chose qu'un astre du ciel, que nous habitons en ce moment un astre du ciel aussi réellement que si nous habitons Vénus ou Jupiter, et que nous sommes les passagers d'un céleste navire voguant dans le ciel même". L'astronomie n'est pas la science du ciel, entendue comme la connaissance qui démêlerait l'apparence et la réalité dans le spectacle offert aux habitants de la terre par la voute céleste, mais une science qui commence par faire des habitants de la terre les habitants du ciel (10). Celui qui a fait cette rêverie originaire peut dorénavant s'instruire auprès des connaissances astronomiques. Il est entré dans le monde des merveilles célestes. Sa pensée se meut dans l'espace, dans le temps, dans la matière, dans la pluralité des formes de vie. A ce point, l'astronomie embrasse toute la nature et en explore les dimensions fondamentales dans un savoir qui s'est mué en forme savante, parfois extrêmement savante, de l'admiration.

Stéphane DOUAILL ER

NOTES :

(à suivre)

- (1) Par exemple, mais peut-être n'est-ce justement qu'un exemple, l'occultisme, qui réunit plusieurs de ces histoires.
- (2) J. Verne, 1892.
- (3) Pour mesurer à quel point ce détournement de lunette astronomique était non seulement possible, mais largement effectué par Galilée lui-même, voir P. Feyerabend, Contre la méthode 1975, tr. fr. 1979, Chp. 9-11.
- (4) F. Magnin, Discours prononcé à l'occasion du vingt et unième anniversaire de la mort d'Auguste Comte, dans A. Comte, Le Proletariat dans la société moderne, Ed Mouton 1946, P. XXX.
- (5) Ibidem.
- (6) A. Smith, Histoire de l'Astronomie, 1977, tr. fr. dans Essais philosophiques d'Adam Smith.
- (7) Camille Flammarion invite les instituteurs à montrer aux enfants, dès le plus jeune âge, dès le commencement de l'instruction, les plus brillantes étoiles (Dictionnaire de Pédagogie de F. Buisson). Ferdinand Buisson leur conseille de se rendre quelque soir au bout du village avec les élèves les plus agés et les plus sérieux et de regarder avec eux le spectacle de l'univers (Conférence sur l'enseignement intuitif). Le Colonel Riu demande que les principales constellations soient peintes au plafond des salles de classe, afin précisément que les rêveurs s'instruisent (Commission sur l'image scolaire) etc...
- (8) P.S. Laplace.
- (9) Ce projet, soutenu par Flammarion, d'introduire un petit cours d'Astronomie populaire dans les écoles primaires n'aboutit pas. L'enseignement de l'Astronomie dans l'instruction primaire fut réservé aux seules écoles normales, et réduit, contre l'esprit même des suggestions faites par Flammarion, à sa partie descriptive, la cosmographie (Voir Nouveau dictionnaire de pédagogie).
- (10) Cette dimension était affirmée déjà par Jean Reynaud (Terre et Ciel) et elle est présente aussi chez Auguste Blanqui (l'éternité par les astres).



COMITÉ DE LIAISON ENSEIGNANTS ASTRONOMES

LE RAPPEL DU SECRETARIAT DU CLEA

Puisque c'est un rappel, il ne s'adresse pas aux abonnés ayant répondu sans tarder au communiqué annuel paru à la dernière page du Cahier 36. Qu'ils soient remerciés d'avoir ainsi simplifié le travail du secrétariat.

Par contre, ce rappel vous concerne, cher abonné retardataire.

Vérifiez que la bande d'expédition de ce Cahier n°37, le premier de la dixième année, porte, après votre numéro d'abonné, la mention "dernier numéro de votre abonnement 36". Alors, ne tardez plus à remplir la fiche de réabonnement ci-dessous en y joignant le chèque ou le virement établi au nom du CLEA. Le trésorier vous remercie de faire diligence.

Faute de quoi vous seriez privé du Cahier 38 à paraître en septembre.

Nouveau lecteur des Cahiers Clairaut,

Vous venez de lire ce Cahier n°36.

Nous espérons qu'il vous a intéressé. Si vous désirez recevoir régulièrement les numéros suivants, abonnez-vous. Vous pouvez aussi vous procurer la collection des numéros parus.

RAPPEL DES TARIFS

Abonnement seul (N°37 à 40) ... 60 F (soutien 80 F) - Cotisation CLEA 1987:25F

Abonnement (N°37 à 40) et cotisation 1987 ... 80 F (soutien 100 F)

Pour deux ans : abonnement simple (N°37 à 44) ... 120 F

abonnement (N°37 à 44) et cotisation 87 et 88 ... 160 F

Fiche d'adhésion au CLEA

Fiche d'abonnement

Mr Mme Mlle

NOM (en capitales)

Adresse

CODE POSTAL

désire adhérer au CLEA

Fiche de cotisation au CLEA

Fiche de réabonnement

Numéro d'abonné

prénom

s'abonne aux Cahiers (N°37 à)

désire cotiser au CLEA

se réabonne aux Cahiers (N°37 à)

désire recevoir la collection complète des Cahiers (N°1 à 36), 350F

Libeller le chèque ou virement à l'ordre du CLEA puis adresser fiche et chèque joints au secrétaire trésorier G.Walusinski, 26 Bérengère, 92210 StCLOUD

LES CAHIERS CLAIRAUT - Bulletin de liaison du CLEA

Directeur de la publication : L.Gouguenheim, Université de 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 15 F ; abonnement simple (4 numéros) 60 F

Dépot légal : 1^{er} semestre 1979 ; numéro d'inscription à la CPPAP : 61660

CLEA - Laboratoire d'Astronomie - bâtiment 470 - Université de Paris-Sud - 91405 ORSAY CEDEX