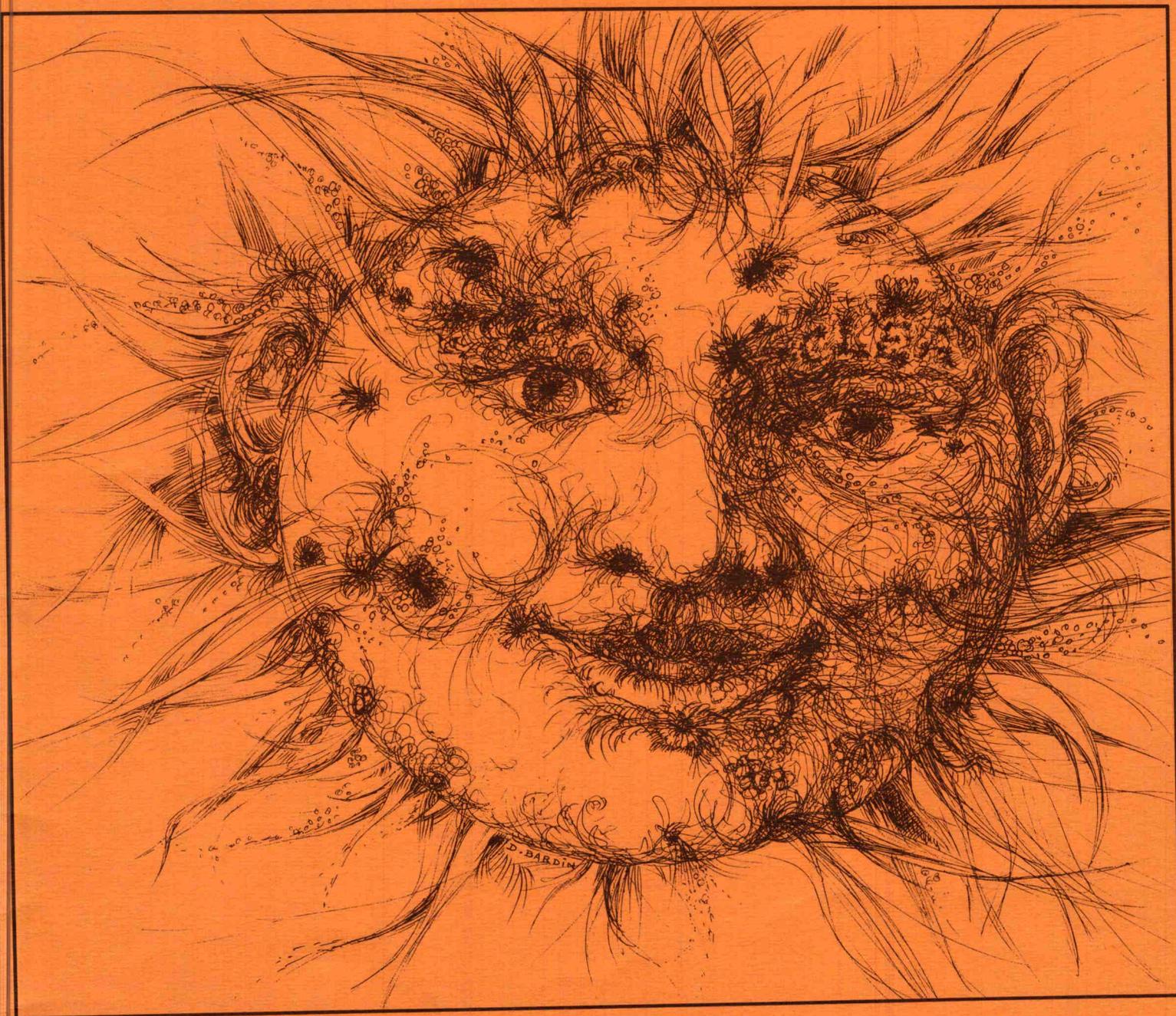


les cahiers clairaut

bulletin du comité de liaison enseignants et astronomes



N° 56 - H I V E R 1 9 9 1 - 9 2

ISSN 0758-234 X

LE CLEA - COMITE DE LIAISON ENSEIGNANTS ET ASTRONOMES

Le C L E A, Comité de Liaison Enseignants et Astronomes, est une association séclarée (loi de 1901). Elle réunit des enseignants et des astronomes professionnels qui veulent ensemble promouvoir l'enseignement de l'astronomie à tous les niveaux de l'enseignement public et dans les organismes de culture populaire. En particulier, ils agissent dans le cadre de la formation initiale et continue des enseignants.

Le CLEA intervient par l'organisation de stages et par ses diverses publications.

Le CLEA organise des stages nationaux (universités d'été) et régionaux, éventuellement en liaison avec les Missions Académiques de Formation ou tous organismes de formation des enseignants. Ces stages sont ouverts aux enseignants de l'école primaire, du collège, du lycée et de l'IUFM. On s'efforce d'y conjuguer information théorique indispensable et travaux pratiques (observations, travaux sur documents, mise au point de matériels didactiques et bon usage de ces matériels).

Aussi bien dans ses stages que dans ses publications, le CLEA favorise les échanges directs entre enseignants et astronomes hors de toute contrainte hiérarchique.

La liste des publications du CLEA figure en pages 3 et 4 de la couverture.

Bureau du CLEA pour 1991

Présidents d'honneur : Jean-Claude Pecker

Evry Schatzman

Présidente : Lucienne Gouguenheim

Vice-Présidents : Agnès Acker

Alain Dargencourt

Marie-France Duval

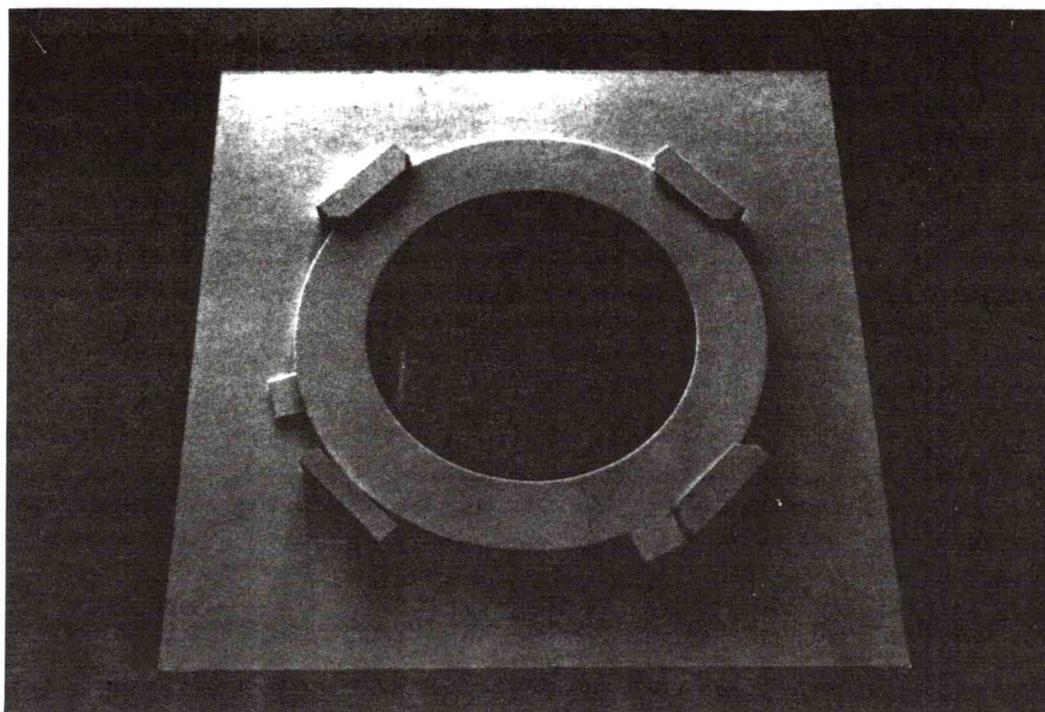
Hubert Gié

Catherine Vignon

Secrétaire-trésorier : Gilbert Walusinski, 26 Bérengère, 92210 SAINT CLOUD
tél (1) 47 71 69 09

Comité de rédaction des Cahiers Clairaut : Daniel Bardin, Lucette Bottinelli, Jacques Dupré, Michèle Gerbaldi, Lucienne Gouguenheim, Jean-Paul Parisot, Georges Paturel, Jean Ripert, Daniel Toussaint, Victor Tryoën, Gilbert Walusinski.

CARTE CELESTE POUR LE RETROPROJECTEUR AVEC LA POLARISATION:



L'appareil élémentaire comprend deux polariseurs, dont l'un peut tourner ; il permet d'illustrer l'aube et le crépuscule de façon continue, du noir au blanc, via le gris.

Le supplément pour la couleur comporte un anneau avec une feuille biréfringente à insérer entre les deux polariseurs : l'aube et le crépuscule deviennent bleus.

Les autres suppléments sont : la Lune pleine et en croissant, une planète et une fusée, ainsi qu'un pointeur. Ces objets s'insèrent, sur des supports transparents, entre les deux polariseurs, et on peut les déplacer comme on veut parmi le fond de ciel :

- on peut simuler le mouvement rétrograde de la planète ;
- la partie obscure de la Lune qui complète le croissant permet de simuler des occultations d'étoiles ;
- le pointeur permet d'indiquer un endroit du ciel.

L'ensemble peut se commander à :

B. Szostak, Am Roggenkamp 23, D - 4400 MUNSTER (RFA)

Les tarifs (en marks allemands) sont :

instrument de base	: 85 DM
croissant de Lune	: 20 DM
pleine Lune	: 20 DM
fusée	: 20 DM
pointeur	: 10 DM

Roland Szostak

La surveillance très précise des décalages temporels sur 10 ans a permis de mettre en évidence l'effet de lentille gravitationnelle appelé "microlentille" produit par des étoiles individuelles appartenant à la galaxie déflectrice qui se trouvent en alignement avec le quasar lointain. L'effet attendu est essentiellement une amplification supplémentaire de la brillance de l'image mirage qui est très proche de la direction de la galaxie déflectrice. Les observations continues effectuées depuis 1986 ont révélé, en plus de la fluctuation de brillance corrélée à la variabilité intrinsèque du quasar lointain, un excès de brillance systématique de l'image B par rapport à l'image A, qui est interprété comme un effet de microlentille produit par les étoiles. Un autre exemple spectaculaire de "microlentille" a été observé dans le quasar 2237+0357 dans la constellation de Pégase. Ce système appelé "Croix d'Einstein" est constitué de 4 images mirages réparties en croix autour de l'image centrale de la galaxie déflectrice. Les étoiles individuelles de cette galaxie sont en alignement presque parfait avec le quasar et induisent une amplification temporaire de l'une des composantes par rapport aux autres. Ici encore les effets de microlentilles gravitationnelles peuvent donner accès à une "masse cachée" sous forme d'étoiles non visibles directement, et qui pourraient constituer les hypothétiques halos massifs de galaxies.

De spectaculaires développements récents montrent que les effets de lentilles gravitationnelles des amas se révèlent aussi sur les galaxies les plus lointaines de l'Univers observable. En effet, ces galaxies situées derrière l'amas et dans une direction voisine, ont une brillance renforcée mais aussi une forme distordue; les clichés CCD très posés d'amas obtenus avec le télescope CFH (Canada-France-Hawai) par exemple, révèlent des images déformées avec des arcs, appelés "arclats", disposés concentriquement autour du centre de l'amas. Il s'agit bien là de galaxies très lointaines et non de galaxies appartenant à l'amas lui-même car elles se distinguent par une couleur beaucoup plus bleue que celle des galaxies de l'amas. Cette différence est normale car les galaxies les plus lointaines sont vues à une époque plus reculée c'est-à-dire dans une phase plus jeune de leur évolution ; leur population en étoiles bleues et très chaudes n'a pas encore eu le temps de vieillir suffisamment. Les galaxies de l'amas, relativement proches, sont vues, elles, dans un état d'évolution plus avancé, avec une population d'étoiles bleues et jeunes qui a eu le temps de vieillir. Les galaxies plus rouges, celles de l'amas, ne présentent pas d'orientation particulière ni de structures en "arclats". Récemment, un "arclat" de forme particulière, parce que long et très rectiligne, a été observé dans l'amas Abell 2390, parmi d'autres "arclats" classiques. Celui-ci doit se trouver à une distance 2 à 3 fois plus grande que celle de l'amas compte tenu du décalage vers le rouge mesuré. Il semble que pour interpréter ces observations la masse de l'amas devrait être bien supérieure à la masse visible sous forme de galaxies. Il reste à cartographier la distribution de masse invisible et à trouver sous quelle forme elle est présente...à suivre...

Lucette Bottinelli

LES POTINS DE LA VOIE LACTEE

LES LENTILLES GRAVITATIONNELLES, 10 ANS APRES

C'est en novembre 1979 qu'est née l'astrophysique des lentilles gravitationnelles avec la découverte du quasar double Q0957+561 dans la constellation de la Grande Ourse (cf C.C. n° 18, 1982). Les deux images jumelles A et B (séparation = 6") observées en optique et en radio, de part et d'autre d'une galaxie relativement proche, membre d'un amas de galaxies, sont une paire de mirages produits par déflexion gravitationnelle de la lumière provenant d'un quasar lointain situé dans la direction de la galaxie déflexrice. L'effet de lentille gravitationnelle ne se manifeste pas seulement par des images multiples (on parle alors de "mirages" gravitationnels; cf C.C. n°30, 1985) ; en particulier, des structures en anneaux (repérées à partir de cartographie détaillée de radiosources avec des interféromètres radio) et en arcs lumineux géants ont été également observées (cf C.C. n°38, 1987).

Tout récemment, l'analyse détaillée des images de Q0957+561 obtenues en rayonnement X, il y a plus de 10 ans, par le satellite Einstein, a révélé une émission X, localisée le long d'un arc étendu reliant les deux images A et B. Il s'agirait là encore d'une image gravitationnelle d'un gaz chaud émetteur X entourant le quasar lointain; le quasar lui-même pouvant faire partie d'un amas lointain dont le gaz central intra-amas s'écoulerait vers le quasar. Le satellite X ROSAT (pour ROentgen SATellit) lancé en juin 1990 devrait apporter des observations plus précises de cet arc gravitationnel X.

La lumière qui parvient à l'observateur depuis différentes images mirages suit des trajets optiques de longueur différente et les durées de parcours sont donc différentes. Dans le cas de Q0957+561, on a calculé que l'image A, plus éloignée angulairement de la galaxie déflexrice, doit être retardée de 2 ans par rapport à une image arrivant directement (sans effet de lentille gravitationnelle). La durée de parcours associée à l'image B (située à 1" de la galaxie déflexrice) est de plus augmentée par la traversée du milieu dispersif de la galaxie déflexrice et s'élève à 3 ans. Ainsi l'image A doit arriver la première, avec environ 1 an d'avance sur l'image B. Une surveillance continue de Q0957+561 pendant ces dix années a permis de mesurer très précisément la durée de ce décalage temporel grâce à la variabilité de l'émission du quasar (cf C.C. n° 47, 1989) lointain. L'observation d'un sursaut d'émission dans l'image A est effectivement systématiquement suivie d'un sursaut analogue dans l'image B, avec un retard de 404 jours (soit 1,1an) . En modélisant les caractéristiques de la lentille gravitationnelle, il est possible de déduire la distance de la galaxie déflexrice à partir des positions observées et du décalage temporel des variations pour A et B. C'est dans son principe une méthode très élégante pour déterminer la constante de Hubble (c'est-à-dire le rapport de la vitesse de fuite d'une galaxie à sa distance). L'incertitude réside sur le nombre élevé de paramètres libres du modèle (par exemple : distribution de masse de la galaxie principalement responsable de l'effet gravitationnel, rôle des autres galaxies de l'amas, importance de la matière cachée dans le déflexeur).

bâtiment, cessa définitivement en 1788. En 1793, les outils furent réclamés aux artistes puis la fonderie coula des canons.

Le voyage en Angleterre, effectué par Cassini en 1787, pour relier la triangulation de la Grande-Bretagne, effectuée entre 1763 et 1784, à celle de la France par des triangles jetés par dessus le Pas-de-Calais, favorisa ses projets de rénovation. Avec Méchain et Legendre, Cassini IV visita les observatoires et rencontra les constructeurs d'instruments. Carrochez les accompagnait. Ils furent enthousiasmés de leur visite et profondément admiratifs du travail effectué à l'atelier de Ramsden. L'abandon de Mégnié contraignait donc les savants français à faire appel aux constructeurs anglais.

L'équatorial fut remplacé par un télescope grégorien de Dollond monté en équatorial de 6½ pieds de longueur et de 7 pouces d'ouverture associé un micromètre objectif. Les oculaires permettaient d'atteindre un grossissement de 3000. Le quart de cercle mural fut commandé à Ramsden en même temps qu'une lunette méridienne. En 1793, celui-là n'était pas encore livré; en 1795, le Bureau des Longitudes le réclama en vain. C'est finalement en 1803 qu'il fut mis en place à l'Observatoire. Il avait été achevé par Berger, le premier ouvrier de Ramsden, mort en 1800.

Danièle Fauque

**UNIVERSITE D'ETE D'ASTRONOMIE
AU COL BAYARD**

La prochaine Université d'été d'Astronomie, organisée par l'équipe d'Orsay, aura lieu à Gap du 25 août au 3 septembre 1992.

Le prix du séjour en pension complète sera de l'ordre de 200 francs par jour et par personne.

L'organisation comprendra un enseignement théorique, un enseignement pratique et des observations nocturnes.

Les demandes d'inscription sont à adresser à :

Lucienne Gouguenheim`

DERAD

Observatoire de Meudon

92195 MEUDON CEDEX

L'Académie avait demandé que ces instruments soient construits par des artisans français; ce que le roi approuva. On voyait là l'occasion d'encourager leurs progrès et de créer une émulation vis-à-vis des constructeurs anglais qui dominaient largement le marché européen. Charité devait réaliser le quart de cercle mural; Lenoir, le cercle entier de 3 pieds de diamètre et Mégnié, la lunette parallatique (celle-ci ne semble pas avoir été commencée, on verra plus loin pourquoi).

Lenoir réalisa très vite le cercle; mais à cause d'aléas, dont il n'était pas maître, la gravure n'en était pas encore terminée en 1790 (elle aurait dû être finie deux ans plus tôt). En effet, Borda, responsable de la division du limbe était trop occupé à la Commission des Poids et Mesures. En 1810 d'ailleurs, le cercle était toujours chez Lenoir.

La construction du grand mural subit elle aussi bien des déboires. Aucun constructeur français n'avait encore réalisé un instrument de cette taille alors que les constructeurs anglais tels que Bird, Ramsden ou J. Sisson les exécutaient couramment. Aussi l'idée de créer un atelier à l'Observatoire fut-elle approuvée par le ministre Breteuil en 1785. Ainsi, le gouvernement français prenait-il à sa charge le lieu, les outils et la matière. Charité devait donc venir à l'Observatoire réaliser ce quart de cercle mural avec les outils qu'on lui fournissait. Mais Charité fut effrayé d'une telle commande à réaliser sans les conseils de personnes averties. Il posa des conditions si contraignantes que Cassini renonça à faire appel à lui. Mégnié dont Lalande s'était porté garant lui sembla être le seul à pouvoir rivaliser avec les Anglais.

L'atelier fut installé au deuxième étage de la tour de l'ouest; les travaux d'installation débutèrent en 1785. Pour éviter les défauts d'assemblage, Cassini eut l'idée de réaliser d'une seule pièce la carcasse en cuivre du mural. Il fallait pour cela installer une fonderie à l'Observatoire de Paris. On commença les essais en 1786. On coula avec succès successivement un quart de cercle de 22 pouces puis un quart de cercle de 5 pieds. Tout était donc prêt en 1787 pour couler le grand mural.

Cette méthode de construction proposée par Cassini était une innovation. Il appliquait ainsi une technique industrielle à la réalisation des instruments d'astronomie. Ceux-ci avaient été jusqu'ici oeuvre de chaudronnerie (soudures, vis, rivets, feuilles de métal laminées et assemblées). Au début du XIXe siècle, seuls quelques constructeurs allemands procédaient de cette façon. Il fallut attendre la fin du dernier siècle pour voir généraliser cette méthode.

Mais dix-huit mois d'efforts furent brutalement interrompus: Mégnié disparut à la fin de l'année 1786. Il était criblé de dettes, on ne le retrouva pas. L'activité de l'atelier, déjà ralentie à cause des travaux de rénovation du

3-Les autres membres du Bureau des Longitudes

Deux autres astronomes furent nommés: Méchain et Delambre qui s'illustrèrent sur le tracé de la méridienne de Dunkerque à Barcelone pour l'établissement du mètre étalon. Bouvard conserva un poste comme adjoint-astronome. Il avait comme confrère Michel Le Français de Lalande auquel Cassini avait rendu hommage à un dur moment de sa vie; la veille du jour où fut dissoute l'Académie des Sciences, il avait lu un mémoire de ce jeune savant sur le mouvement propre des étoiles; c'était le 7 août 1793.

Dans le même esprit un artiste, c'est le nom que portaient les constructeurs d'instruments, devait être membre à part entière du Bureau. Ce n'était pas non plus un inconnu; depuis de nombreuses années, Carochet fournissait les astronomes de Paris et d'ailleurs. Prompt à innover, il avait cet esprit ingénieux et curieux qui par ses mains supplée les idées parfois trop théoriques des savants. Ainsi, Carochet avait construit pour Rochon des lunettes prismatiques; il avait fourni le cabinet de physique et d'optique de la Muette; il avait taillé un miroir de platine pour un grand télescope; il avait même construit le mégamètre imaginé par Charnières comme solution au problème des longitudes. Au Bureau des Longitudes, il aurait à entretenir les instruments et à construire ceux qui s'avèreraient nécessaires. Notamment, le Bureau des Longitudes était désireux de réaliser un télescope à la manière d'Herschel soit de 60 pieds de long et de 6 pieds de diamètre.

4-Le fonds des instruments de l'Observatoire en 1795

Un observatoire devait posséder outre des pendules au moins deux instruments: un quart de cercle mural placé dans le plan du méridien et une lunette méridienne ou instrument des passages pour observer les étoiles à leur passage dans le plan du méridien. D'autres instruments étaient souhaitables: un secteur vertical de faible amplitude permettait d'observer la région du zénith; une lunette parallatique ou équatoriale permettait de suivre les astres le long d'un parallèle. Enfin des accessoires comme les micromètres complétaient l'équipement. Pour les expéditions, un quart de cercle mobile, quelques télescopes, quelques octants ou sextants, un cercle à réflexion.

Cassini voulut moderniser ceux de l'Observatoire; en 1785, il demanda la construction de trois instruments: un grand quart de cercle mural de 6 à 8 pieds de rayon en cuivre à la manière de Bird (Le Monnier en avait fait construire un de 7 pieds et demi par cet artisan pour l'observatoire des Capucins); un équatorial muni d'un cercle de 16 pouces de diamètre sur lequel nous n'avons pas plus de détails; enfin un cercle entier de 3 pieds de diamètre devant être fixé dans le plan du méridien sur une face du grand mur qui devait porter le grand quart de cercle.

des instructions dans tous les observatoires et recueillit presque tous les résultats afin de calculer une nouvelle valeur de la parallaxe solaire. Malgré les guerres ou les conflits, la coopération internationale fut assurée; presque tous les lieux, où le phénomène était visible, furent investis par un astronome. Hélas, la diversité et l'imperfection des instruments ne permit pas d'améliorer les résultats déjà connus.

Successeur de Delisle au Collège de France, Lalande fut un remarquable pédagogue; il forma de nombreux astronomes de qualité; citons par exemple Dagelet, astronome de la malheureuse expédition Lapérouse; Piazzini, de Palerme, qui devait découvrir la première petite planète en 1801, Cérès; son neveu, Michel Le Français de Lalande avec lequel il établit un nouveau catalogue d'étoiles; sans oublier Méchain.

Rédacteur de la *Connaissance des Temps* de 1760 à 1775, il fit prévaloir la méthode des distances lunaires aux étoiles et au Soleil pour la détermination des longitudes. Avec lui, cette publication s'enrichit de notes, d'informations de nouvelles méthodes de calcul en astronomie, d'une bibliographie et de notices biographiques des astronomes disparus.

La bibliographie de Lalande est abondante, tant en mémoires qu'en traités. Citons le *Traité d'Astronomie*, en deux volumes (1764). Il fut réédité en 1771 puis en 1792 après avoir été profondément augmenté des nouvelles connaissances de la fin du siècle; la troisième édition est constituée de trois volumes in quarto. La lecture de cet ouvrage de référence a déterminé bien des vocations d'astronomes; cependant, il était aussi réservé au public cultivé désireux de s'instruire en astronomie. L'ouvrage comporte à la fois une instruction théorique, une instruction pratique et une partie historique. Très didactique, il peut se lire et s'étudier ou bien servir de référence; facile à consulter: chaque sujet était traité par paragraphe numéroté pouvant se retrouver grâce à un index. Lalande prévenait dans la préface qu'il ne voulait pas faire oeuvre de littérature mais rendre service.

Lalande était bavard et militant; il avait aussi le goût de la polémique mais savait reconnaître ses torts. Un passage de Mercure vainement attendu en 1786 et qui s'effectua après le départ de l'astronome lui fit publiquement reconnaître ses fautes de calcul dans un théorie qu'il croyait cependant menée à la perfection.

En 1794, il reprit la rédaction de la *Connaissance des Temps*. En 1795, il fut nommé directeur du Bureau des Longitudes. Sa maîtrise de la théorie n'atteint cependant pas celle d'un Lagrange ou d'un Laplace. Il savait reconnaître ses limites.

Bouvard, tout jeune astronome - il ne pratiquait cette discipline que depuis six mois - remplaça Cassini. Ce dernier quitta un observatoire qui attendait des vitres depuis deux ans qui, de plus, devait dans le même temps abriter les instruments de la collection de l'Académie primitivement entreposée au Louvre. Les ex-élèves contribuèrent à accélérer le délabrement du bâtiment. Lors de la prise de possession par le Bureau des Longitudes en 1796, on constata que le carrelage du second étage avait été brisé et les voûtes démolies. Par miracle, la méridienne avait été sauvegardée par un recouvrement posé plusieurs années auparavant. Cassini fut arrêté le 13 février 1794 mais sauvé de la guillotine par les gens de son quartier; il se retira dans sa terre de Thury au mois de juillet.

L'abbé Grégoire le rappela en 1795 comme astronome du Bureau des Longitudes. Puis il nomma Lalande comme directeur.

2-Le premier directeur du Bureau des Longitudes.

Jérôme de Lalande était sans doute le meilleur astronome français. En 1795, il est âgé de 63 ans. Sa carrière s'était déterminée en 1748 lorsque, élève au collège de Lyon, il observa le passage d'une comète.

Ses études de droit l'amènèrent à Paris. Il logeait à l'Hôtel de Cluny où Delisle avait un observatoire. Delisle fut son premier maître. D'autre part, il suivit les cours d'astronomie de Le Monnier au Collège royal. Celui-ci était d'un caractère jaloux; séduit par les qualités intellectuelles de son jeune élève, il voulut se l'attacher contre Delisle. La diplomatie du jeune Lalande lui fit conserver ces deux éminents maîtres.

A 19 ans, grâce à Le Monnier, il est envoyé en mission à Berlin où Frédéric II, étonné de sa jeunesse, s'en remit cependant à l'autorité de l'astronome sur la qualification de l'étudiant. La longitude de Berlin est proche de celle du Cap. Ainsi les observations de l'abbé de La Caille, en hémisphère sud, pouvaient-elles être associées à celles que Lalande réalisait dans l'hémisphère nord. La parallaxe lunaire déduite des observations permettait d'améliorer les tables de la Lune toujours pour une meilleure connaissance des longitudes. A Berlin, Lalande devint membre de l'Académie, travailla avec Euler et s'initia à la franc-maçonnerie.

A son retour, en 1753, il est nommé astronome à l'Académie des Sciences. Il poursuivit avec La Caille les observations de la Lune et l'étude du mouvement des planètes. Il observa à l'Observatoire de Paris jusqu'en 1755 puis à celui du Luxembourg de 1755 à 1764 avec un héliomètre de Bouguer; il accorda toute sa vie beaucoup d'importance à ces années d'observations qui lui avaient permis de calculer avec une précision accrue les tables de la Lune.

Il observa également les passages des planètes inférieures devant le disque du Soleil, Mercure et Vénus. Les expéditions pour le passage de Vénus de 1761 et de 1769 furent l'objet d'une véritable entreprise internationale. Lalande envoya

de l'Observatoire et encore moins l'autorité de Cassini. Ce fut le début pour ce savant de longues polémiques, de vexations et de médisances. Lorsqu'en 1793, les bâtiments royaux furent menacés de destruction, aucune voix ne défendit l'Observatoire; Cassini dut le quitter .

Il est intéressant de regarder de près le règlement de l'Observatoire royal sous Cassini IV. L'article II annonçait la création de trois postes d'élèves-astronomes; ils devaient observer continuellement de jour et de nuit le cours de toutes les planètes; les éclipses de Soleil et de Lune, des satellites de Jupiter; les occultations d'étoiles par la Lune, "dont l'usage était si important pour la perfection de la géographie et de la navigation", en tenir registre. Ils devaient tenir registre également des observations journalières du baromètre, du thermomètre...tout ce qui avait rapport avec la météorologie. Enfin on devait procéder à l'observation régulière de la déclinaison, de l' inclinaison et des variations diurnes de l'aiguille aimantée. A l'article VII, il était souhaité la publication, tous les dix ans, d'une *Histoire céleste* regroupant les observations originales de l'Observatoire ainsi que les résultats qu'on en pouvait tirer. Une bibliothèque était créée. Le directeur avait autorité pour choisir les élèves et pour les inspecter; de plus il était responsable des instruments.

On entreprit donc la restauration des bâtiments et des instruments. Pendant les travaux, les locataires avaient déménagé mais les observations s'étaient poursuivies grâce à l'assiduité des trois élèves: Nouet, Perny et Ruelle. Des tracasseries commencèrent en 1788 lors de la chute du ministère Breteuil; son successeur accepta de poursuivre les travaux commencés mais demanda la suspension de ceux qui restaient à effectuer.

Le 16 juillet 1789, une perquisition eut lieu à l'Observatoire; elle visait à obtenir la preuve que Cassini cachait des munitions et de la farine: la visite des caves humides et la prise du boulet, contrepoids de la broche, que l'on trouva dans la cuisine ne réussirent pas à dissiper complètement les soupçons. En 1791, alors qu'il ne restait que trois mois d'ouvrage selon les dires des entrepreneurs, un contre-ordre de tout arrêter arriva. Dans le même temps, l'indiscipline s'installait parmi les élèves qui n'acceptaient plus l'autorité de Cassini. Soutenus par Lakanal, ils firent tant et si bien que Cassini dans un moment de grande désillusion démissionna le 5 septembre 1793. Il avait perdu sa femme en 1791; elle se s'était jamais remise de la brutale perquisition de 1789. Ses registres de comptes avaient été plusieurs fois refusés; il avait dû les refaire. Ses rapports avec les autorités et ses élèves se dégradaient de jour en jour. Manifestement, on voulait le bouter hors de l'Observatoire. Le jour même, on commença l'inventaire; il semble qu'il ait été terminé aux environs du 20 septembre. Perny, devenu directeur temporaire, enjoignit Cassini de quitter son logement sous huit jours. Là, l'histoire devint mesquine.

ORIGINES DU BUREAU DES LONGITUDES (suite)

III- L'OBSERVATOIRE DE PARIS

1- Le projet de réorganisation de Cassini IV

Le deuxième point important de la mission du Bureau des Longitudes était l'établissement des cartes astronomiques. A cette fin, l'Observatoire de Paris passait sous son contrôle.

L'Observatoire de Paris, anciennement Observatoire royal, avait été créé dans le même temps qu'était fondée l'Académie royale des Sciences sous l'autorité de laquelle il fut placé en 1666. La construction commença en 1667. Les observations débutèrent en 1672, sans véritable programme d'ensemble. Jean-Dominique Cassini, appelé en France par Colbert fut le premier d'une longue dynastie de remarquables astronomes qui, sans avoir le titre de directeur, associèrent cependant leur nom au destin de l'Observatoire.

Tout astronome pouvait venir observer à l'Observatoire quand il voulait, ce qu'il voulait et comme il voulait; nul n'était soumis à l'autorité d'un seul chef. L'établissement ne bénéficiait pas d'un budget propre. Les Cassini et les Maraldi habitaient l'Observatoire et le gouvernaient intérieurement. Quelques autres astronomes, savants ou artistes y logeaient. Son équipement astronomique était très pauvre; des astronomes avaient peu à peu créé leur observatoire particulier souvent mieux pourvu en instruments nouveaux ou de qualité. Les bâtiments souffrirent beaucoup de cette situation.

C'était bien différent en Angleterre. Dès sa création, l'observatoire de Greenwich était dirigé par un Astronome royal. Sous l'autorité du Board of Longitudes, un programme de catalogue d'étoiles devait être rempli; l'observatoire anglais dut à ces dispositions sa force et sa fécondité. L'observatoire français était bien éloigné de la Capitale, on le délaissa. Lorsqu'en 1771, Cassini III fut nommé premier directeur et obtint l'indépendance de cet établissement vis-à-vis de l'Académie, cela passa presque inaperçu.

En 1784, à la mort de son père, Cassini IV prit au sérieux ce rôle de directeur. Contre l'Académie mais soutenu par le ministre Breteuil, il obtint du roi Louis XVI :

- l'établissement à l'Observatoire royal d'un corps d'élèves-astronomes observant régulièrement et continuellement sous l'autorité du directeur;
- un fonds annuel affecté au paiement du personnel et à l'entretien des instruments et des salles d'observation.

Grâce au Comte d'Angiviller, directeur des bâtiments du roi, il obtint les fonds nécessaires à la restauration complète de l'édifice Perrault qui menaçait ruine.

Le côté positif de ce régime se manifesta dès les premières années d'application. Dans un rapport à l'Académie, Lalande et Messier en firent l'éloge. Mais il fallait compter avec les jaloux. Certains n'appréciaient pas l'autonomie

Conformément à la règle statutaire, l'assemblée générale renouvelle le Conseil du CLEA. Il y a eu 37 votants qui ont élu la liste suivante : (les Collègues dont le nom est suivi de celui de l'académie où ils résident sont les délégués du CLEA dans leur région)

CONSEIL DU CLEA EN 1992 : Agnès ACKER (Strasbourg), Daniel BARDIN (Aix-Marseille), Lucette BOTTINELLI, André BRAHIC, Jean CHAPELLE (Clermont-Ferrand), Martine COUGNENC (Aniane), Frédéric DAHRINGER (Rennes), Alain DARGENCOURT (Amiens), Francette DELMAS, Christian DUMOULIN (groupe inter-IREM), Bernadette DURIEUX (Nancy-Metz), Marie-France DUVAL, Maryse FAYDI, Jean-Luc FOUQUET, Christiane FROESCHLE (Nice), Jean GAGNIER (Poitiers), Michèle GERBALDI, Hubert GIE, Lucienne GOUGUENHEIM, Edith HADAMCIK (Créteil), Raymond HERNANDEZ (Dijon), Jean-Claude HERPIN (UdP), Roger MARICAL (Rouen), Francis MINOT (APMEP), Christian MOSSLER (Lille), Jean-Paul PARISOT (Bordeaux), Jean-Claude PECKER, Claude PIGUET (Lyon), Henri REBOUL (Montpellier), Andrée RICHELME (Grenoble), Jean RIPERT (Toulouse), Alain RIVIERE, Jean-Paul ROSENSTIEHL (Nantes), Béatrice SANDRE (Versailles), Nicole SANGLERAT, Liliane SARRAZIN (Limoges), Evry SCHATZMAN, Françoise SUAGHER (Besançon), Daniel TOUSSAINT (Reims), Victor TRYOEN, Gérard VIDAL (APISP), Jacques VIALLE, Michel VIGNAND (La Réunion), Catherine VIGNON (Paris), Gilbert WALUSINSKI.

°°

Le compte rendu de l'assemblée générale au sens strict est ainsi complet. Il est pourtant très incomplet au sens de la réalité. D'abord il ne sait pas traduire l'atmosphère toujours chaleureuse de nos réunions ; l'AG est aussi une fête amicale. Et puis, nos amis de Marseille nous avaient réservé, pour la soirée, une visite à l'Observatoire qui a été suivie d'un dîner aussi réussi que le déjeuner et une soirée musicale et amicale au cours de laquelle Badis Toualbi et Daniel Bardin nous chantèrent de bonnes et charmantes chansons. Quelques uns d'entre nous profitèrent aussi, dimanche matin, d'une visite du vieux Marseille pendant que les autres emportaient dans divers moyens de transport le souvenir reconfortant d'une belle AG pleine d'amitié et de promesses.

COURRIER DES LECTEURS

ERRATA : n°54, p20, la figure 8 a été renversée et la figure 8a (pierres jetées vers le ciel se trouve normalement à droite.

n°55, il y a eu inversion des pages 14 et 15, la page marquée 15 est en fait la page 14 et la page marquée 14 doit suivre la page marquée 15.

La rédaction des Cahiers plaide coupable et demande l'indulgence des lecteurs.

Jacques Vialle, à la fin de la traduction d'un article sur "Astronomie et Publicité" s'était souvenu d'une marque de cirage dénommée "Eclipse". Il nous transmet ce document d'après une vieille boîte retrouvée par un ami dans un grenier. Il ajoute : "le graphiste a compris le mécanisme de l'éclipse, un corps céleste vient s'interposer entre le Soleil et la Terre ; mais ou bien c'est un Soleil radieux très proche de la Terre qui vient éclipser une Lune toute noire (une nouvelle lune) ou alors le visage humain représente une lune rigolarde qui vient occulter un Soleil éteint ! Un nouvel exemple des fausses idées dont parle Nussbaum."



- en organisant des ateliers avec des professeurs européens comme celui au cours duquel nous avons eu le plaisir de faire la connaissance de Lucienne Gouguenheim.

Dans le cadre du Séminaire, nous avons une bibliothèque et une petite médiathèque. L'an dernier nous avons organisé la quatrième conférence internationale sur l'enseignement de l'astronomie et nous souhaitons pouvoir bientôt commencer l'organisation d'une autre conférence à laquelle nous serions heureux d'accueillir des membres du CLEA.

L'exposé de Madame Ros est chaleureusement applaudi et Marie-France nous invite alors à suspendre la séance pour profiter du déjeuner que son équipe nous a aimablement préparé. Les conversations amicales reprennent donc de plus belle en savourant apéritif et excellent repas installé dans une salle voisine de l'amphithéâtre Marion.

LA SEANCE CONTINUE ...

L'interruption du déjeuner a permis, comme toujours des échanges variés entre amis heureux de se retrouver à la fête du CLEA. Mais l'Assemblée a repris ses travaux peu après 14 heures 30.

Jean Ripert rend compte de la réunion de l'association qu'il animait à Hyères puis des interventions astronomiques au cours des journées de l'Union des Physiciens à Toulouse, il y a quelques semaines. Deux ateliers sur les spectres et sur la comète de Halley ont rencontré un grand succès ainsi que le stand CLEA assuré par Anne-Marie Louis.

Philippe Huyard (Saint-Etienne) nous présente d'abord une sphère armillaire à monter en kit que lui a confiée Claude Piguët lors de son passage à Lyon. Cette sphère de démonstration facile à construire sera présentée en détail par son auteur dans un article d'un prochain Cahier.. Philippe nous rappelle son activité astronomique en plein air à St Etienne dans le parc aménagé à cet effet. D'autre part un projet de planétarium municipal est en bonne voie de réalisation.

Philippe Malburet (Aix en Provence) avait réalisé en 1985 l'installation d'une salle d'astronomie dans le Muséum d'histoire Naturelle de la ville ; une exposition sur le retour de la comète de Halley a été organisée dans ce même cadre. Depuis, des séances scolaires ont lieu chaque mercredi et touchent environ mille élèves par an ; surtout des classes primaires, quelques professeurs de géographie du secondaire et trop peu de classes de collège ; trois classes de Terminale A2 ont choisi l'option astronomie. D'autre part une association (loi de 1901) a été constituée pour construire et administrer un planétarium municipal ; beaucoup de temps et d'efforts persévérants seront indispensables pour aboutir.

Frédéric Dahringer (Quimperlé) a constaté, comme à Marseille, une moindre participation aux activités astronomiques dans les collèges. Il a pourtant organisé maintes visites au planétarium de Pleumeur-Bodou. Reprenant l'idée présentée dans un Cahier, il pense que le planétarium par département n'est pas un projet inaccessible..

René Vento (Marseille) : devant la désaffection des élèves pour les études scientifiques, le CRDP de Marseille a organisé des ateliers scientifiques dont un bon tiers concernent l'astronomie et des spectacles vidéo pour combattre cette mauvaise orientation.

Bernard Melguen (Vigneux de Bretagne) présente le télescope, instrument dont il est l'inventeur-constructeur pour montrer et expliquer les mouvements apparents sur la sphère céleste. La place manque ici pour détailler les mérites du télescope et analyser son usage. Nous espérons que Bernard Melguen voudra bien présenter son télescope dans un article à paraître dans un prochain Cahier.

Lucienne Gouguenheim veut profiter de l'assemblée générale du CLEA pour nous dire quelques mots sur le travail de la Commission Nationale des Programmes auquel elle est associée par le Groupe Technique Sciences de la Terre et de l'Univers présidé par Monsieur Tardy. Il n'est pas encore possible de faire état de décisions définitives mais seulement de donner des impressions ; pour l'école élémentaire, il est certain que le travail effectué par le CLEA portera ses fruits ; la situation est plus difficile au collège ; par contre, dans un système d'options au lycée, en Terminales, l'astronomie pourra sans doute trouver sa place. Des questions des participants et des réponses de Lucienne, on peut au moins conclure que Lucienne mérite la reconnaissance des membres du CLEA pour la participation à un travail particulièrement difficile, mais qui, à terme, portera ses fruits.

Anne-Marie Louis nous présente alors un montage vidéo qu'elle a réalisé au cours de son voyage au Mexique et en particulier en Basse Californie pour observer l'éclipse du 11 juillet.

La parole est alors donnée à Philippe Malburet qui, en plus de son enseignement des mathématiques et de ses activités astronomiques à Aix, travaille aussi avec Philippe Lamy au Laboratoire d'Astronomie Spatiale de Marseille. C'est au titre de membre de cette équipe qu'il a participé à une expédition à Hawaï pour observer l'éclipse de juillet. Sa conférence, qu'il a bien voulu rédiger pour les Cahiers et que nos lecteurs auront trouvée en tête de ce numéro constitue le point d'orgue de cette assemblée générale 1991.

Daniel Toussaint présente la nouvelle série de diapositives D3, les astres se lèvent aussi". Depuis sa fenêtre, il voit un horizon pas trop lointain pour offrir des repères et assez éloigné pour être proche de l'horizon théorique. Il a fait plus de 40 photos de lever du Soleil quand c'était possible. De toutes ces photos il en a choisi vingt dont il va nous présenter une douzaine. Il souligne l'importance des commentaires livrés avec les diapos : ils proposent une quantité d'exercices réalisables en classe à partir de la projection de ces photos.

Marie-France Duval, avant de présenter les activités CLEA de Marseille, fait applaudir par l'assistance les amis qui l'ont aidée à organiser aussi bien cette assemblée générale : Bardin, Enjolras, Gayet, Gerbal, Gispert, Lisciandra, Petrolesi, Toualbi, Triaire. 1. Activités pour les scolaires : Les visites de l'observatoire existent depuis plus de dix ans ; elles sont assurées par Daniel Bardin, Ardissonne, Alice Ganancia, Cartelier et Triaire ; on attend cette année plus de 5000 élèves pendant six demi journées par semaine ; le Rectorat nous accorde une subvention de 15 000 F et deux heures supplémentaires, mais nous devons cependant demander une participation aux frais de 100 F/classe ; on note que plus de 70% du public provient d'écoles primaires ou maternelles, baisse relative de fréquentation des collèges. Nous avons organisé également deux soirées d'observation, 200 élèves en octobre, autant en mars. Un planétarium itinérant acheté par l'association Andromède grâce à une subvention du Conseil Général fonctionne depuis 1988 ; depuis le 1^{er} avril 1991 l'animateur, Badis Toualbi a été recruté grâce à une subvention de la ville et le planétarium reste donc à Marseille ; les séances sont complétées avec l'exposition "Promenade dans l'Univers" réalisée par l'Observatoire et qui sera dupliquée grâce à une subvention MRT (Récréasciences) et un montage audiovisuel "La vie des étoiles". 2. Activités pour le grand public : des soirées d'observation, épisodiques jadis, elles sont devenues régulières depuis 1989, environ une par trimestre pour 200 à 400 personnes ; En 91-92 quatre conférences sont programmées ; en projet, une grande manifestation régionale le 9 décembre 1992 pour l'éclipse de Lune. 3. Réalisations diverses : une brochure sur l'Observatoire a été tirée à mille exemplaires ; réhabilitation du télescope de 80 cm de L.Foucault et construction d'un bâtiment en 1992 pour les visites. 4. Enseignement à l'Université de Provence : DEUG, 1^{ère} année, 8 heures pour 300 étudiants SNV géologie ; 2^{ème} année 39 h pour 80 étudiants SSM UM prépro et 26 h pour les étudiants SNV UM prépro ; Licence, 32 h pour 45 étudiants UM prépro ; Maîtrise, 52 h pour 10 étudiants UV d'Astrophysique ; 40 h d'astrophysique sur Rayonnement et plasmas dans un 1/2 C4 de physique pour 25 étudiants ; DEA 30 h d'astrophysique pour 15 étudiants sur Rayonnement et plasmas ; Dans le cadre IUFM, 21 h d'astronomie dans une option de 60 h de physique pour les professeurs d'école (2^{ème} année) et pour les professeurs du secondaire 12 h d'astronomie pour les mathématiciens, 18 h pour les physiciens ; de plus atelier planétarium en option proposé à tous les stagiaires. Enfin, dans le cadre MAFPEN, stage pour les professeurs de collège 21 h, stage pour les professeurs de lycée, 28 heures.

Daniel Bardin nous donne un compte rendu de l'Université d'été de Saint Vêran (4-12 août) illustré de belles photos commentées avec son humour habituel. On retrouvait, parmi les animateurs de cette UEA, en plus de Daniel Bardin et Marie-France, Ardissonne, Donas, Gerbal, Lisciandra, Jean Ripert, Triaire et Toualbi.

La Présidente du CLEA a alors le plaisir de donner la parole à Madame Rosa Maris Ros y Ferré qui est venue de Barcelone pour témoigner de ce qui est réalisé par elle-même et ses collègues à l'Institut des Sciences de l'Education de l'Université Polytechnique de Catalogne. Madame Ros dit qu'elle parle mieux l'anglais que le français ; en tout cas, elle a rédigé sa communication en français et tout l'auditoire l'a applaudit. Son exposé sur les mesures des courbes de lumière de deux étoiles variables réalisées avec des élèves de lycée aura constitué l'un des temps forts de notre assemblée ; on lira cet exposé avec ses illustrations dans ce même numéro des Cahiers. Contentons-nous, ici, de citer, à la fin de l'exposé de Madame Ros quelques indications sur les activités du Séminaire Permanent d'Astronomie de l'Université Polytechnique de Catalogne. Dans l'Institut des Sciences de l'Education, nous publions des livres ou des monographies, par exemple :

- expériences d'astronomie avec ou sans télescope pour élèves du lycée (niveau baccalauréat) ;
- construction d'instruments astronomiques anciens ;
- liaison de l'astronomie avec la navigation sur les anciens bateaux ;
- un petit cahier (avec diapositives) sur les courbes de lumière de δ -Cephei et de β -Persei.

Nous participons également à la formation des enseignants, par exemple :

- en montrant comment on utilise un télescope ;
- en donnant plusieurs cours d'astronomie ;

SUITE DU RAPPORT GENERAL

Pour commencer donnons la parole aux amis lointains qui n'ont pu venir à Marseille.

L'équipe de Strasbourg animée par Agnès Acker a réuni plus de trente collègues dans une nouvelle école d'été au col de Steige ; avec le renfort des animateurs suivants : Daniel Bardin, Marc Dietrich, Christian Dumoulin, Dominique Kayser, Jean-Paul Parisot, Jean-Marie Poncelet et Corinne Gerling. Programme sur le thème "l'astronomie et l'espace", cours le matin, ateliers et groupes de travail l'après midi et le soir, du 7 au 14 juillet. Dans l'année, activités autour du planétarium. En 1991, le Planétarium a organisé la deuxième et dernière session du diplôme universitaire d'animateur de planétarium (12 stagiaires). En 1992, le DUAP ne sera pas reconduit mais un diplôme universitaire d'animateur en astronomie est à l'étude et sera organisé par la structure muséographique du "Jardin des sciences". Une prochaine école d'été aura lieu en 1993.

Michel Vignand, de La Réunion, envoie tous les mois aux collègues et lycées de l'île les éphémérides, une dizaine de collèges et trois lycées ont été visités. Deux stages PAF ont été organisés. Une émission de 3 à 5 minutes les mardis et vendredis sur RFO 1^{er} canal est assurée par lui-même. Un observatoire a été construit aux Mables, commune de St Louis, à mille mètres d'altitude ; l'inauguration du 17 au 22 septembre a donné lieu à de nombreuses manifestations pour le grand public. Les demandes en formation continue en astronomie sont de plus en plus abondantes alors que, déception, la formation initiale en astronomie au sein du nouvel IUFM est réduite à zéro. Michel termine son rapport par une intéressante question : à quand une université d'été du CLEA à la Réunion ?

Jean Chapelle de Clermont-Ferrand nous envoie un résumé de son activité : 10 demi journées de formation pour 38 enseignants du second degré, demi journées pour les instituteurs dans le cadre de "récréasciences", circulation de diaporama sur l'astronomie, circulation d'une exposition "découverte de l'Univers" comportant 50 panneaux. Toutes ces activités dans le cadre du MAFPEN et de l'ADASTA (Association pour le Développement de l'Animation Scientifique en Auvergne) et l'AAAA (Association des Astronomes Amateurs d'Auvergne).

NOUVELLES REALISATIONS DU CLEA

Présentation des nouvelles productions du Groupe de Recherche Pédagogique du CLEA :

Cécile Schulman présente le nouveau recueil D4 de vingt diapositives qui a pour titre "Initiation aux constellations". Le projet en avait été élaboré lors de l'Université d'été de Gap. On s'est efforcé de couvrir les principales constellations d'une façon uniforme. Le tirage de ce recueil à cent exemplaires pour commencer sera livrable sous quelques jours dès que les commentaires détaillés auront été rédigés d'après les tirages eux-mêmes et non d'après les originaux.

Lucienne rappelle qu'avec les numéros hors série des Cahiers Clairaut, le GRP du CLEA se propose de mettre à la disposition des enseignants des documents directement utilisables dans les classes. Après "L'astronomie à l'école élémentaire" (HS1) présentée à l'AG 90 par Victor Tryoën et Michel Laisne, puis "La Lune" au niveau 1 du Collège qui a été présenté par Jean Ripert (HS2) voici HS3 pour le lycée, ensemble de huit fiches sur "Le temps et les constellations" que va nous présenter plus en détail Josée Sert, principale rédactrice. Josée montre alors les deux premières fiches sur les calendriers, la troisième sur la construction d'un calendrier perpétuel fait intervenir quelques calculs de congruences. La quatrième "une carte du ciel raconte" renvoie à de nombreuses questions historiques. "Constellations dans l'espace et le temps" explique comment des étoiles pas forcément groupées dans l'espace paraissent rassemblées sur la voûte étoilée. "Constellations vues d'ailleurs ... à la calculatrice" au prix de quelques transformations de coordonnées on peut voir l'aspect de la Grande Ourse vue de Véga. Enfin Cécile a développé la théorie, la construction et l'utilisation de l'astrolabe. La dernière fiche sur le repérage dans l'espace et dans le temps rassemble des définitions de notions et de mots utilisés dans toutes les autres fiches. Gilbert fait remarquer que dans ces fiches on utilise des congruences d'entiers et la transformation géométrique de l'inversion qui ne sont plus dans nos programmes scolaires. Le GRP a du choisir entre strict et aveugle respect des programmes au prix de l'étouffement de la curiosité ou bien encouragement à la liberté chercheuse. Cette dernière option nous a paru dans la ligne préconisée par Albert Einstein dans la citation proposée page 30 du Cahier 55 sous le titre "De qui est-ce?"

Lucienne signale que d'autres fiches sont en cours d'élaboration aussi bien pour le lycée que pour le collège. Nous n'avons pas encore de quoi construire un nouveau recueil. Il est d'ailleurs difficile d'ajuster cette construction avec des futurs programmes dont la conception reste encore indécise.

Quelques mots pour illustrer ou expliquer ces données, en les comparant à celles de l'exercice 90 (Cf n°52, P.36). Les abonnements simples sont en diminution de 10% alors que les abonnements et cotisations sont en augmentation de 65%. D'une part, un plus grand nombre de collègues ont compris que l'abonnement prend toute sa signification militante avec la cotisation, d'autre part, en année impaire, un plus grand nombre d'abonnés pour deux ans doivent renouveler. L'an dernier, après rectification, nous avions 981 abonnés ; cette année 1041 soit une augmentation d'environ 6%, ce n'est pas considérable mais c'est la bonne direction. Il faut poursuivre cette croissance pour atteindre l'objectif raisonnable "2000 abonné en l'an 2000".

Pour la vente des autres publications, faible croissance des collections des Cahiers, très forte croissance des ventes des cours d'Orsay alors que les fascicules fdm (formation des maîtres) se sont moins vendus. Forte croissance des ventes des transparents et des diapos, +40%. Notez en passant les ventes de Hors Série 1 et 2 avant de voir leur prix de revient.

Pour les publications du planétarium de Strasbourg, nous nous contentons de recevoir et transmettre ces commandes à nos amis alsaciens : une coopération naturelle ... et amicale.

Depuis sa création le CLEA entend vivre par ses propres moyens même s'il accepte la subvention annuelle versée par le Rectorat de Versailles, son montant restant invariant. Il faut, cette année expliquer la subvention exceptionnelle MRT. Sur une suggestion de Jean-Claude Pecker, nous avons pris contact avec Mme Favier, Chef du département Culture Scientifique et Technique au Ministère de la Recherche et de la Technologie. Nous lui avons expliqué et montré ce que nous faisons et la faible diffusion de nos publications en regard du nombre total des enseignants. Madame Favier qui nous a réservé un accueil fort sympathique a aussitôt proposé de nous aider à nous faire connaître en subventionnant l'édition et la diffusion de cinq mille exemplaires supplémentaires du n°53 des Cahiers. Pour leur diffusion, nous avons obtenu gracieusement des adresses par nos amis de l'APMEP, de l'UdP et de l'APISP ; merci à eux. Petite déception, le rendement en nouveaux abonnés a été trop faible à nos yeux. En tout cas, nous devons remercier le MRT et Madame Favier en particulier pour cette aide. Financièrement, l'opération MRT a coûté, impression + diffusion des 5000 exemplaires 56 932 F soit donc la totalité de la subvention.

Dans le chapitre des dépenses, il faut tenir compte de cette opération MRT dans l'augmentation exceptionnelle du chapitre impression des CC. Enfin, il faut comparer le prix de revient des hors série 1 et 2 avec la vente ; chaque hors série est tiré à deux mille exemplaires dont il faut trouver la vente. Le coût du hors série n°3 qui vient de sortir sera porté aux dépenses 1992.

Le trésorier demande d'excuser la longueur de ces explications fastidieuses et non astronomiques, mais le CLEA ne vit pas que de rayons de Lune. Rapprocher nos 1041 abonnés des 30000 enseignants susceptibles de s'intéresser à l'astronomie. Saluons au passage les revues qui, en citant nos publications et notre adresse nous ont valu des lettres et des demandes de spécimens en particulier La Classe, Le Monde de l'Education et l'Université syndicaliste ; merci à ces revues, leur exemple est à suivre, c'est sans doute la meilleure méthode pour accroître notre rayonnement. La multiplication de nos publications doit aussi y contribuer. Il faut donc des finances saines. Le trésorier demande donc à l'assemblée :

- d'approuver les comptes 1990 ;
- d'approuver une légère rectification des tarifs, 100 F au lieu de 90, 120 F au lieu de 110 ;
- d'approuver une certaine participation aux frais d'envoi pour les commandes par la poste des diverses publications.

Les questions des participants soulèvent le problème de la diffusion des publications du CLEA dans les pays de langue non française. Lucienne signale que notre ami Jacques Vialle a déjà traduit en anglais les commentaires d'une série de diapos. Il faudra trouver un traducteur pour l'espagnol. Une difficulté provient aussi du fait que les pays demandeurs sont très souvent des pays qui n'ont pas les moyens de financer l'opération. Sans doute pourrait-on trouver une aide officielle pour les travaux de traduction. Une réserve est formulée par Victor Tryoën : en exportant nos publications ne participe-t-on pas à imposer notre culture ? Lucienne remarque que des grands pays le font et qu'il peut être utile que leur influence soit un peu équilibrée par la nôtre. En tout cas, ce débat montre que la question de la diffusion à l'étranger doit être suivie avec attention.

Pour clore ce chapitre, Lucienne demande à l'assemblée d'approuver les propositions du trésorier. Celles ci sont approuvées à l'unanimité des présents.

Vous qui lisez ce compte rendu et qui êtes en fin d'abonnement avec ce numéro 56, pensez donc tout de suite à utiliser la fiche de réabonnement et de commande qui a encore été perfectionnée par Jacques Dupré. Avec cette nouvelle fiche, c'est un plaisir d'approvisionner la caisse du CLEA.

Pour la première fois, l'assemblée générale annuelle du CLEA se réunit hors de la région parisienne. La séance s'est ouverte le samedi 16 novembre 1991 à 10h sous la présidence conjointe de Lucienne Gouguenheim et de Marie-France Duval dans l'amphithéâtre Marion de l'Université de Provence à Marseille. Plus de quatrevingt collègues y ont participé, venant comme de coutume de toutes les régions de France, Bretagne, Normandie, Poitou, Auvergne, Ile de France, etc. Séance honorée en particulier par la présence et la participation de Madame Rosa Maria Ross y Ferré, professeur à Barcelone. Parmi les nombreux collègues qui nous ont écrit pour s'excuser de n'être pas à Marseille avec nous (qu'ils nous pardonnent de ne pas les citer tous et merci de leurs encouragements) nous devons mentionner une lettre particulièrement chaleureuse de notre ami Roland Szostak, de l'Université de Münster ; il nous signale qu'une première assemblée sur l'astronomie à l'école organisée par la Société Allemande de Physique s'est tenue en octobre et a réuni plus de 60 participants ; qu'une prochaine assemblée aura lieu à Berlin pour la fondation officielle de la branche astrophysique dans la section de didactique de la physique et il espère bien que ce mouvement se développera dans l'esprit et le climat qu'il a appréciés au sein du CLEA.

Monsieur Claude Monleau, vice-Président de l'Université de Provence a bien voulu saluer notre assemblée. Il se félicite que l'Université de Provence ait été choisie pour inaugurer l'effort de décentralisation des AG de notre association, il pense que le dynamisme de Marie-France Duval pour l'enseignement de l'astronomie n'y est pas étranger. M. Jacques Boulesteix, astronome et conseiller municipal à Marseille salue également l'assemblée. Il rappelle que depuis les temps historiques, les astronomes ont toujours été consultés par les pouvoirs, aujourd'hui encore un astronome est conseiller du Président de la République. Argument supplémentaire en faveur de l'enseignement de l'astronomie : que les jeunes soient préparés plus tard à bien conseiller les pouvoirs politiques dans les décisions souvent importantes à prendre dans les divers domaines scientifiques.

RAPPORT GENERAL

présenté par Gilbert Walusinski, secrétaire-trésorier.

L'organisation du secrétariat reste inchangée. Jacques Dupré apporte toujours son aide amicale et efficace à la gestion du fichier de l'association ; il a mis au point une fiche d'abonnement ou de réabonnement qui permet à nos collègues de passer des commandes pour nos publications de plus en plus nombreuses. Voici, pour l'année le relevé des recettes et des dépenses entre le 19901101 et le 19911001 :

<u>Recettes</u>		<u>Dépenses</u>	
abonnements simples	24 140	impression CC 52 à 55	116 007.80
abonnements-cotisations	104 804	expédition CC	36 911.76
collections CC	7 577.65	diapositives	13 635.38
cours d'Orsay	10 670	hors série 1	53 045.40
Fascicules f m	19 599.25	hors série 2	37 706.76
comptes rendus U d'été	983	transparents	8 000
transparents	23 865	papèterie	1 138.30
diapositives	10 390	timbres	14 670
Hors série 1 et 2	25 243	AG 90	4 658.16
location starlab	6 900	versements à Strasbourg	869
commandes pour Strasbourg	869	réimpressions Fascicules	21 000
subvention Ac Versailles	10 000	envoi circulaire AG91	2 000
subvention MRT	56 750		
diverses (dont AG90:7 865)	9 274	total des dépenses	309 642.56
total des recettes	311 064.90		

Enfin au milieu de tout cela, des panneaux reprenaient chaque planète avec ses caractéristiques et présentaient éclipses, comètes et météores. Une large part était donnée à l'évolution des étoiles et prévoyait la fin de notre monde dans 4 milliards d'années. Quelle audace pour cette prévision et quelle inquiétude malgré l'énormité du chiffre !

Et que dire de nos atomes qui viendraient de je sais quelle explosion d'étoile !

Cette exposition, où les élèves a priori peu motivés par les Sciences ont eu plaisir à bricoler après une documentation sérieuse, et ont présenté avec fierté leur travail aux camarades et au public, s'est révélée très perturbante pour beaucoup y compris la presse locale invitée...

Les étoiles ont sans doute perdu un peu de leur poésie auprès de ces élèves littéraires, mais cette perte sera compensée j'espère par des questions (et des éléments de réponses) d'ordre philosophique qui leur seront utiles. De leur propre aveu, ils se souviendront de l'Astronomie en lère A... Mais combien sont définitivement convaincus que l'astrologie, elle, n'a rien de scientifique ? Le bain irrationnel est toujours omniprésent et laisse un dépôt tenace...

C.Poinsteau (Bressuire).

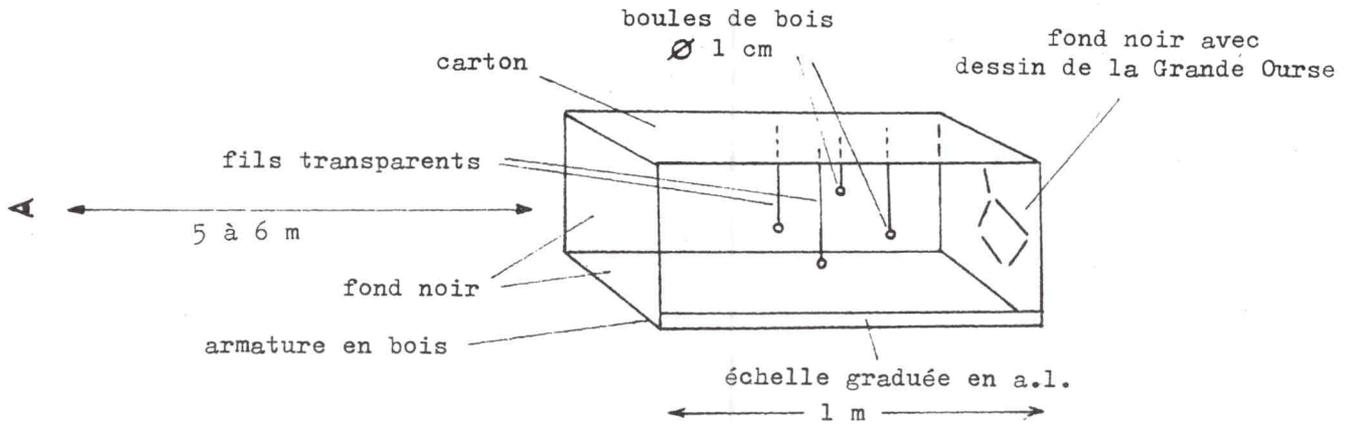
LES PUBLICATIONS RECENTES DU CLEA

o o o

Le Groupe de Recherche Pédagogique du CLEA vient de publier, sous la responsabilité de Josée Sert, Cécile Schulman et Gilbert Walusinski, le troisième numéro hors série des Cahiers : il s'agit toujours de fiches pédagogiques destinées aux enseignants. Ce numéro rassemble 8 fiches utilisables avec des élèves de lycée : elles portent sur le temps, le calendrier, les constellations et la construction d'un astrolabe. Elles devraient particulièrement intéresser les enseignants de mathématiques qui ont choisi avec leur classe de TA2 l'option d'astronomie.

Nous vous rappelons aussi la série de diapositives réalisées par Daniel Toussaint : "Les astres se lèvent aussi" qui propose en particulier un travail intéressant sur le lever du Soleil ; une nouvelle série permettant d'illustrer un travail sur les constellations est actuellement en cours de réalisation par le GRP-CLEA, sous la responsabilité de Cécile Schulman. Vous pouvez déjà les commander au secrétaire.

Le GRP attend avec intérêt vos commentaires sur son travail et souhaite connaître votre demande pour orienter ses travaux futurs.

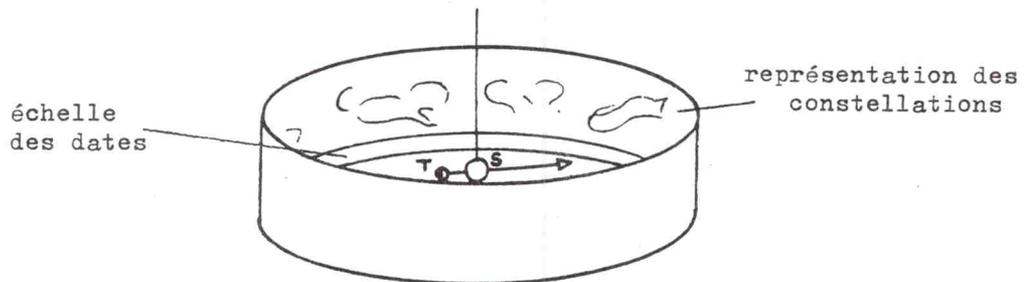


Grande surprise auprès des élèves et du public et grand intérêt auprès des collègues de mathématiques pour ce bel exemple de projection.

- Une maquette représentant le Zodiaque et les vraies dates s'y rapportant. La bande de 240 cm de long était en papier dessin noir sur lequel les silhouettes symboliques étaient tracées au crayon-craie blanc, les principales étoiles au stylo doré, le tout fixé sur une feuille de plastique semi-rigide. Une échelle des dates était collée en s'appuyant sur l'étoile Régulus qui se trouve sur l'écliptique le 22 Août.

Sur un axe central était fixée une flèche en bois, le Soleil sur cet axe (balle de tennis percée) et la Terre (balle de ping-pong) opposée à la flèche.

Il suffisait de pointer la flèche sur la date de naissance pour voir le vrai signe du Zodiaque d'un côté et les constellations visibles alors la nuit de l'autre.



Quelle émotion pour les visiteurs en découvrant que le phénomène de précession avait fait dériver le signe de chacun en général d'un terme ! Malgré les explications fournies à côté, bien des visiteurs sont restés incrédules et nous avons même parfois ressenti comme une menace dans leur refus de changer leurs habitudes horoscopiques. D'autant plus que la maquette de la Grande Ourse laissait supposer que l'animal-signe avait en réalité une drôle d'allure...

ASTRONOMIE EN CLASSE LITTÉRAIRE

Le programme de Sciences Physiques en lère A permet certaines libertés qui peuvent être mises à profit lorsque les circonstances sont favorables. Une classe sympathique à effectif réduit (25 élèves avec dédoublement en Travaux Pratiques) offrant une possibilité de dialogue fructueux, c'était l'occasion de tenter une expérience intéressante : réaliser une exposition sur l'Astronomie.

Après des chapitres d'approche (énergie nucléaire, optique, spectroscopie), l'astronomie a été abordée avec deux objectifs : mieux connaître le système solaire et découvrir le reste de l'univers et son évolution.

L'exposition a été réalisée dans la salle de lecture du Centre de Documentation et nous avons fait coïncider son début avec l'opération " portes ouvertes " proposée annuellement par le Lycée. Elle comportait les éléments suivants, essentiellement mis au point par les élèves en Travaux Pratiques :

- Une maquette à l'échelle du système solaire (1 cm pour 5000 km en ce qui concerne les planètes et 1 cm pour 5000.000 km pour les distances).

Dans ces conditions la Terre était une sphère de 2,5 cm de diamètre alors que Jupiter atteignait 30 cm de diamètre. La longueur totale de l'ensemble atteignait environ 12 m. Le Soleil n'était que partiellement représenté dans un coin par du papier coloré. Les planètes étaient constituées de plaques de "styrodur" de 5 cm d'épaisseur, collées les unes sur les autres et taillées en sphères au cutter puis lissées au papier de verre fin. Les élèves se sont fait un plaisir de peindre les planètes en s'aidant de photos prises dans des livres spécialisés.

Un fil de nylon bien solide, accroché à une tige de cuivre rigide noyée dans la masse de "styrodur" permettait de suspendre les boules à un autre cordon fixé au plafond de la pièce.

Les satellites n'ont pas été représentées et l'anneau de Saturne était une feuille de plastique transparent rigide collée entre 2 demi-sphères.

L'effet d'ensemble est saisissant quant aux tailles et aux distances relatives. Pour en avoir une idée, il faut aller au Palais de la Découverte.

- Une maquette montrant en perspective la Grande Ourse. L'objectif était de montrer que les constellations observées ne représentent pas en fait des associations d'étoiles proches les unes des autres.

macroscopiques." Et il y a, dans ce livre, beaucoup de prouesses semblables dans l'art de vulgariser sans vulgarité...

Mais cet art a ses limites qui lui sont imposées par le caractère très abstrait, très inhabituel des notions introduites par les théories les plus nouvelles. "Renormalisation des théories", "brisure spontanée des symétries", "confinement" sont des expressions qui peuvent faire croire au lecteur naïf qu'il a vraiment compris. C'est un peu ce qui s'est passé, en mathématiques, quand on a parlé de la théorie des groupes, certains pensaient à des "groupes sociaux" alors que les mathématiciens pensaient par exemple, au groupe des entiers pour l'addition. Il y a l'écueil de l'illusion des mots dans la vulgarisation la plus sérieuse. Surtout quand la science s'intéresse à des problèmes aussi passionnants que les origines ou le destin de l'Univers.

Gilles Cohen-Tannoudji en est bien conscient qui termine son exposé par un appel à l'humilité : "Il serait dramatique que la science, sous le prétexte qu'elle s'intéresse aux problèmes des origines de l'Univers, serve de justification à des pseudo théories normatives, obscurantistes ou scientistes...". Et ce mot de la fin : "Les constantes universelles sont les CONSTANTES UNIVERSELLES DE LA PHYSIQUE ... Elles nous empêchent de divaguer, mais elles ouvrent des horizons."

Rien à voir, par conséquent, avec divagations à la mode sur l'existence de Dieu comme l'éditeur de ce livre a cru commercialement habile de le suggérer par une bande-réclame indécente.

P-S. Sur les théories de la grande unification, les amateurs liront le texte d'Abdus Salam, "L'unification des interactions fondamentales", soixante pages d'une densité certaine réunies dans un petit livre La Grande Unification (collection "Science ouverte", 124 p. ; éd Seuil 1991, 99 F) avec deux textes méthodologiques à relire : "Un point de vue critique" par Werner Heisenberg et "Les méthodes en physique théorique" par Paul Dirac.

G.W.

DANS LES REVUES

- Pour la Science : L'enfance des étoiles par Stephen Stahler (septembre 91). Les collisions de galaxies par J.Barnes, L.Hernquist et F.Schweizer (octobre 91).

- La Recherche : Le coeur de la Voie Lactée par J.Paul, B.Cartier et G.Védrenne (septembre 91). Un neutrino vraiment trop lourd par François Vanucci (octobre 91). La sismologie des étoiles par S, et G.Vauclair (novembre 91).

- Ciel et Espace : dans le numéro d'octobre 91, Serge Brunier, rédacteur en chef adjoint de la revue s'est étonné d'entendre Hubert Reeves dire "Je me méfie presque autant des prédictions des astronomes que de celles des astrologues." Hubert Reeves réplique que l'expression est tirée d'un article paru dans Elle, qu'il devait se prendre avec une pointe d'humour. Mais pour se défendre vraiment, il s'abrite sous cette citation de Nietzsche: "Ce qui importe, ce n'est pas tellement ce qui est "vrai" mais ce qui aide à vivre." Hubert Reeves croit-il ainsi se défendre ?

- Dans le Journal des Astronomes Français (n°40-juillet 1991), C.Jaschek, de l'Observatoire de Strasbourg, nous rappelle une curieuse statistique sur les astronomes ayant signé plus de cent publications au cours de leur vie, au dix-huitième et dix-neuvième siècles. En tête Secchi avec 360 publications suivi de Lalande (299) ; Flammarion (210) est au cinquième rang, Le Verrier (164) au onzième, Laplace (135) au quatorzième et Arago (110) au dix-neuvième.

Vladimir Vernadsky (1926) pour qui résoudre la question sociale passait par la science d'augmenter les moyens de la puissance humaine, c'est à dire, aujourd'hui, par un changement de la forme de la nourriture et des sources d'énergie utilisées. Mais la civilisation qu'il baptise thermo-industrielle a envahi la planète ; ses méfaits sont à la même échelle ; les remèdes ne peuvent être efficaces qu'à cette échelle. En tenant compte, bien sûr, de ce danger dramatique qu'est la surpopulation que certains aveugles volontaires nient criminellement.

On me dit que le livre de Deléage est la rédaction pour le grand public d'une thèse forcément trop austère ou trop volumineuse pour être mise en toutes les mains. J'accepte cette hypothèse à condition de souligner la réussite exceptionnelle de cette rédaction qui n'a rien de commun avec la vulgarisation simplificatrice. Non, une lecture aussi instructive que passionnante culminant dans ses conclusions. En voici un bref aperçu : "Le défi nous semble celui d'une nouvelle citoyenneté écologique et planétaire, d'une nouvelle culture qui en finisse avec les divisions disciplinaires d'un autre âge."

ASTRONOMIE. GUIDE DU MATERIEL par Jean Lacroux et Christian Legrand. Collection "Multiguides astronomie", 192 p.; couverture cartonnée; éd Bordas 1991(130F)

Nous restons dans le thème de la vulgarisation, ici c'est de la pratique de l'observation qu'il s'agit. Les auteurs sont des astronomes amateurs expérimentés qui mettent leur compétence au service des amateurs débutant aux prises avec les problèmes courants : quel matériel d'observation choisir ? comment tester ces instruments, etc. Des adresses utiles et une bibliographie (priviliégiant un peu les publications AFA). Bref, un guide qui rendra service.

LES CONSTANTES UNIVERSELLES par Gilles Cohen-Tannoudji. Collection "Questions de Science" ; 120 p.; éd Hachette 1991 (79 F)

Ce dernier volume de la collection "Questions de Science" dirigée par Dominique Lecourt porte, sur une couverture nouvelle et plus attrayante, la mention du concours de la Cité des Sciences et de l'Industrie. Rappelons que dans cette collection ont déjà paru "L'expansion de l'Univers" par Evry Schatzman, "L'Avenir du Soleil" par Jean-Claude Pecker et "La vie dans l'Univers" par Jean Heidmann.

La formule de tous ces livres est la même : après une introduction par Dominique Lecourt qui tend à situer le problème étudié dans le champ philosophique, le spécialiste invité doit exposer son sujet en une centaine de pages sans illustrations ni schémas.

Voici, avec ce livre sur les constantes universelles, un bon exemple des prouesses d'exposition demandées à l'auteur : dégager les grandes idées en essayant d'être clair et complet alors qu'entrer dans le détail d'expériences ou dans la description fine de phénomènes est impossible. L'exemple est ici particulièrement périlleux puisque, à partir de la définition de ces constantes, Cohen-Tannoudji nous brosse le tableau des grandes théories, la gravitation universelle, la Relativité, les Quanta et leur mariage. Tout cela sans écrire beaucoup plus de quatre formules

$F = GMmr^{-2}$, $E = mc^2$, $E = kT$ et $E = h\nu$ Et voilà nos quatre constantes G , c , k , h et toute la physique dans leurs relations (conflictuelles?).

Il en résulte un exposé à la fois impressionnant et inquiétant. Je m'explique. Dans la mesure où il expose des théories que vous croyez avoir déjà bien assimilées, il vous impressionne par la synthèse qu'il en donne. Un exemple, entre autres, cette présentation de la "chambre de Wilson" comme un appareil détecteur d'atomes "dont au moins une des parties est en état d'équilibre hyperinstable, tellement instable que la perturbation d'un seul de ses atomes suffira à la déstabiliser ; il sera donc capable de transformer cette perturbation microscopique en un signal

La quatrième partie du livre, "comment on vulgarise", la plus étendue, est aussi, pour nous, la plus passionnante. Bien sûr notre époque n'est plus celle de Camille Flammarion et de Jean-Henry Fabre, où trouverait-on encore des hermites comme le sien pour observer à loisir les mœurs des insectes ? Mais il y a sans doute de bonnes idées à reprendre dans ce qu'imaginaient les auteurs des "Promenades d'une fillette autour d'un laboratoire" ou des "Excursions du Petit Poucet dans le corps humain et dans les animaux" : pensez que la science va beaucoup plus loin dans l'échelle microscopique, vers la molécule, l'atome, le noyau...

Je souhaite que les auteurs de Savants et Ignorants poursuivent leur étude jusqu'à notre époque où les problèmes d'édition se posent sous des formes différentes. Ainsi, du temps où les émissions radio commençaient à se populariser, Paul Couderc avait assuré les premières causeries astronomiques radiodiffusées (et il poursuivit avec la collaboration de Jean-Claude Pecker et Evry Schatzman). Peut-on dire qu'aujourd'hui la télévision soit, sur ce sujet, à la hauteur de ce qu'on attend d'elle ?

En tout cas, le livre de Raichvarg et Jacques intéressera nos collègues. Ils y trouveront trente pages de renseignements bibliographiques fort précieux et un index des plus de 700 noms cités. J'aurai sans doute l'occasion de revenir sur ce livre et son sujet quand j'aurai consulté le compte rendu d'un colloque du CNAM, "La science pour tous, 1850-1914" qui s'est tenu en 1990.

HISTOIRE DE L'ÉCOLOGIE

Une science de l'homme et de la nature par Jean-Paul Deléage; collection "histoire des sciences", 332 p. ; éd La Découverte 1991 (125F)

A n'entendre que les polémiques à forte résonance électorale on oublierait vite que l'écologie est une science, et même une science difficile : un carrefour de connaissances encore incomplètes - ce qui offre espérance à tous les amis de la science - débouchant dans toutes les directions sur des réflexions ou des problèmes qui plongent dans les pires angoisses les amis du genre humain.

Jean-Paul Deléage qui enseigne la physique et l'histoire des sciences à l'Université Paris VII nous donne un véritable traité de la science écologique en nous retraçant son évolution, des origines - quand on ne l'appelait pas encore écologie mais économie de la nature chez Aristote et encore chez Linné - jusqu'à l'écologie globale, pour une gestion humaine de la planète Terre à laquelle il n'est pas trop tôt de penser. Avantage de cette conception de l'exposé : nous faire appréhender successivement les concepts de niche écologique, d'écosystème, de biosphère, au fur et à mesure que le besoin a été ressenti d'élargir la niche par laquelle il fallait bien commencer l'étude.

L'écologie, comme l'astronomie, est une science carrefour. Ses études sont donc nécessairement pluridisciplinaires. Imaginez seulement le problème de modélisation d'une niche écologique ; si deux paramètres seulement sont pris en compte, vous voyez se dessiner des surfaces dans un plan xy ; exemple, la répartition des diverses variétés de chênes et de pins selon la température et l'altitude ; mais bientôt vous observerez que d'autres paramètres sont à considérer et vous définirez pour ces mêmes variétés végétales des hypervolumes à n dimensions xyztuv... Sans que vous soyez encore assuré d'avoir tout pris en compte. Autre exemple que connaissent bien les météorologistes, quand aura-t-on un modèle vraiment fiable de notre atmosphère ?

L'écologie est aussi une science humaine, ses implications sociales et politiques sont évidentes. Jean-Paul Deléage cite abondamment

LECTURES POUR LA MARQUISE ET POUR SES AMIS

Ce trimestre, je me réjouissais d'avoir sur ma table des livres de genres très variés quand j'ai reçu de notre Collègue Christian Astruc, de Brive la Gaillarde, un article qu'il considère comme un billet d'humeur. Excellente entrée en matière pour ma rubrique.

VULGARISER SANS VULGARITE

La vulgarisation scientifique est un exercice difficile, et ceci d'autant plus que le lectorat visé est plus jeune ; la difficulté essentielle étant de traduire un vocabulaire de spécialiste avec des mots simples mais rigoureusement choisis, sans tomber dans les métaphores racoleuses et trompeuses. Voici, entre autres, quelques extraits d'un article de "Science et Vie Junior", écrit par A.Alter et annonçant l'éclipse de juillet 91. Accrochez-vous, il y a de quoi bondir !

- "...Les jours où ils (Soleil et Lune) communient totalement, ça fait du bruit."

- "...les deux astres (S et L) se fêleront doucement..."

- "... Unies (avec la faute dans l'imprimé) par la gravitation, les deux astres (Terre et Lune) sont inséparables mais dès que le Soleil commence à se mêler de leurs affaires, rien ne va plus..."

- "...parfois, la Lune s'interpose entre l'étoile et notre planète..."

- "... D'autres fois, c'est la Terre qui se faufile entre le petit astre et le gros..."

- "... A cause des tressautements lunaires et d'autres bizarreries du même style, les alignements sont rarement parfaits."

Quand on sait la promptitude de nos jeunes adolescents à prendre l'écrit au pied de la lettre, au tout premier degré, on peut nourrir de légitimes inquiétudes quant à leur interprétation de ce genre de texte et aux idées erronées qui en découleront.

Alors, revues de vulgarisation à déconseiller ? Certes non, bien au contraire, mais avec mises en garde et, pourquoi pas, études critiques d'articles dans le cadre de notre enseignement scientifique.

Christian Astruc

SAVANTS ET IGNORANTS

une histoire de la vulgarisation des sciences, par Daniel Raichvarg et Jean Jacques ; collection "Science ouverte", 296 p.; éd Seuil 1991

Le billet de Christian ne pouvait mieux tomber. Presque en même temps j'ai reçu ce livre non de Vulgarisation mais sur la vulgarisation des sciences, un genre littéraire longtemps considéré comme mineur mais qui commence à être sérieusement pris en compte. Les auteurs de cette histoire ont la compétence requise. Daniel Raichvarg est un historien des sciences qui enseigne à l'Université Paris VII, Paris XI et à l'IUFM de Saint-Denis ; Jean Jacques a fait toute sa carrière de chimiste au laboratoire du Collège de France et nous a donné deux petits chefs d'oeuvre de vulgarisation, ses "Confessions d'un chimiste ordinaire" et "L'imprévu ou la science des objets trouvés" sans oublier son cinglant "Berthelot, autopsie d'un mythe".

Dans Savants et ignorants, nos auteurs s'interrogent: "Pourquoi vulgarise-t-on ?", "Pour qui ?", "Qui vulgarise ?" et enfin "Comment vulgarise-t-on ?". Ils font donc le tour du sujet mais se limitent volontairement dans leur histoire aux débuts du genre - bonjour Fontenelle - et surtout à ce qu'ils appellent l'âge d'or de la vulgarisation des sciences, le dix-neuvième siècle, pour s'arrêter à peu près à la deuxième guerre mondiale ou plutôt à la création du Palais de la Découverte.

On se procurera une sphère de polystyrène d'environ 15 cm de diamètre que l'on peindra à la gouache noire. On se procurera aussi un thermomètre de 0 à 100°C. Les thermomètres pour fours micro-ondes couvrent cette gamme de températures et sont suffisamment solides pour qu'on puisse les enfoncer dans la boule. Il vous faudra aussi un tube de papier Canson (5 x 15 cm) et une collerette de carton dans laquelle on enfilera ce tube (voir figure 3).

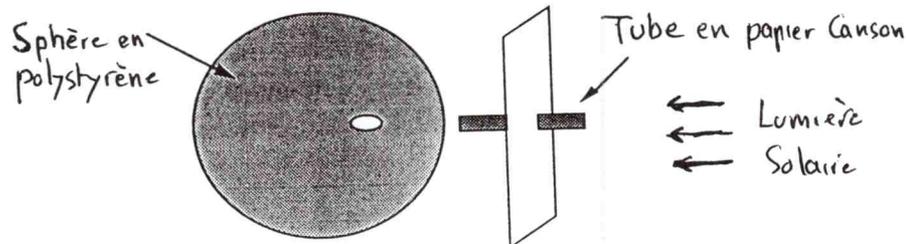


Fig.3: Les rayons du Soleil tombant sur le globe de polystyrène et échauffant une zone à la surface de la sphère.

Exposer la sphère au soleil et laisser tomber la lumière à angle droit de façon que la tache lumineuse soit bien circulaire. Exposer pendant environ deux minutes puis mesurer la température de la partie exposée.

Mettre la sphère à l'ombre et la laisser refroidir jusqu'à l'équilibre avec la température ambiante. Après quelques minutes, exposer de nouveau la sphère en laissant tomber les rayons lumineux sous une incidence oblique. Exposer pendant deux minutes et mesurer de nouveau la température de la partie exposée. On devrait noter une différence sensible entre les deux mesures. Nous avons fait cette expérience à de nombreuses reprises et il n'est pas infrequent de noter des différences de l'ordre de 10° ou plus entre les deux mesures.

L'expérience offre un modèle analogique des effets de l'éclairement direct par les rayons solaires en été et en hiver. Après avoir participé activement à cette expérience, les élèves peuvent passer au modèle classique montrant la relation entre l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre et la variation de l'angle d'incidence des rayons solaires au cours de l'année.

Le second facteur contribuant à la différence de réchauffement selon les saisons est bien entendu la variation du rapport entre la période diurne et la période nocturne pendant laquelle la Terre se refroidit. Ce phénomène est plus évident pour les élèves habitant les régions tempérées mais la construction d'un diagramme à barres montrant les périodes diurnes et nocturnes aux équinoxes et aux solstices complétera utilement l'expérience décrite ici.

Par exemple, une démonstration classique de la différence de réchauffement en fonction de la saison consiste à faire varier l'angle d'incidence d'un faisceau lumineux pour simuler la variation saisonnière et montrer qu'un même faisceau de rayons solaires éclaire une aire plus petite en été qu'en hiver. Les élèves sont alors conduits par la réflexion à l'idée que les rayons du soleil estival, plus "concentrés", produiront un échauffement plus important que les rayons obliques du soleil d'hiver. Dans une version plus raffinée de cette approche, les élèves font tomber le faisceau lumineux d'une torche sur un papier millimétré et sous diverses incidences. En traçant les aires éclairées par le faisceau les élèves peuvent estimer les surfaces relatives couvertes (voir fig.1 et 2).

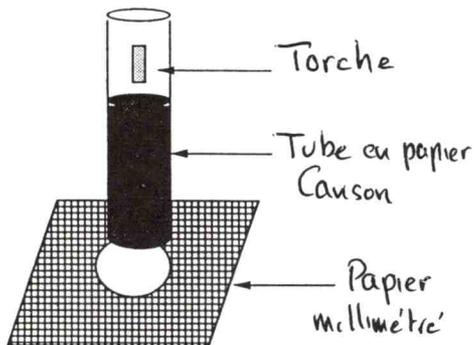


Fig.1: Torche éclairant perpendiculairement une feuille de papier

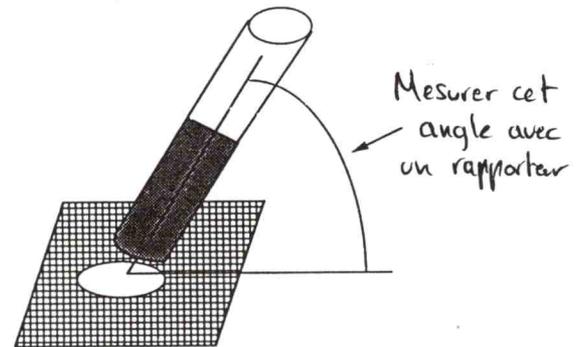


Fig.2: Torche éclairant obliquement une feuille de papier

UNE APPROCHE DIFFERENTE POUR ENSEIGNER LES SAISONS

Qu'est-ce qui ne va pas dans l'approche décrite ci-dessus? D'abord, le schéma et les démonstrations n'imposent pas à l'élève d'avoir une attitude active vis-à-vis du phénomène étudié. Le fait d'observer les rayons lumineux éclairant un globe terrestre ne se transpose pas directement en une expérience personnelle du phénomène. Ensuite, l'approche plus raffinée consistant à tracer les limites de l'aire éclairée par le faisceau lumineux sous diverses incidences oblige l'élève à raisonner à l'envers. En d'autres termes, les rayons quasi-verticaux illuminent une surface plus petite alors que les rayons obliques éclairent une surface plus grande. Les intelligences portées vers le concret peuvent en inférer que l'aire plus petite éclairée par les rayons presque verticaux correspond à une énergie reçue moindre et vice versa. Il faut donc proposer à ces élèves une expérience dans laquelle l'angle d'incidence se relie directement à l'effet de réchauffement. C'est précisément l'objet de l'expérience décrite ci-dessous.

RECHAUFFEMENT EN FONCTION DE L'ANGLE D'INCIDENCE

Cette expérience a été conçue pour un atelier SPICA et a été utilisée par de nombreux professeurs américains cherchant à impliquer leurs élèves de façon active dans une expérience mesurant directement l'échauffement en fonction de l'angle d'incidence des rayons solaires. Cette approche exploite des mesures directes avant de passer aux modèles du système Terre-Soleil.

EFFET DE L'ANGLE D'INCIDENCE DES RAYONS SOLAIRES SUR LE RECHAUFFEMENT DU SOL

Darrel Hoff, Ph.D.
Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics
60, Garden Street, Cambridge, MA 02138, U.S.A.

INTRODUCTION

Le projet STAR est hébergé par le Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics de Cambridge, Massachusetts. Le projet STAR (Science Teaching Through its Astronomical Roots: Enseignement des Sciences à partir de l'Astronomie) est consacré à l'étude des idées fausses couramment admises par les élèves en astronomie. Le projet SPICA est un projet parallèle au projet STAR (Support Program for Instructional Competency in Astronomy: Programme Complémentaire de Formation à l'Enseignement de l'Astronomie). Ce programme fait appel à des professeurs tuteurs originaires de divers endroits du territoire américain et dont la tâche consiste à concevoir et expérimenter des activités ainsi qu'à animer des stages s'adressant aux autres professeurs, avec pour objectif un meilleur enseignement de l'Astronomie à tous les niveaux du système éducatif. Ces deux programmes sont subventionnés par la National Science Foundation (1). L'activité décrite ci-dessous s'inspire de l'expérience acquise dans le cadre de ces deux projets.

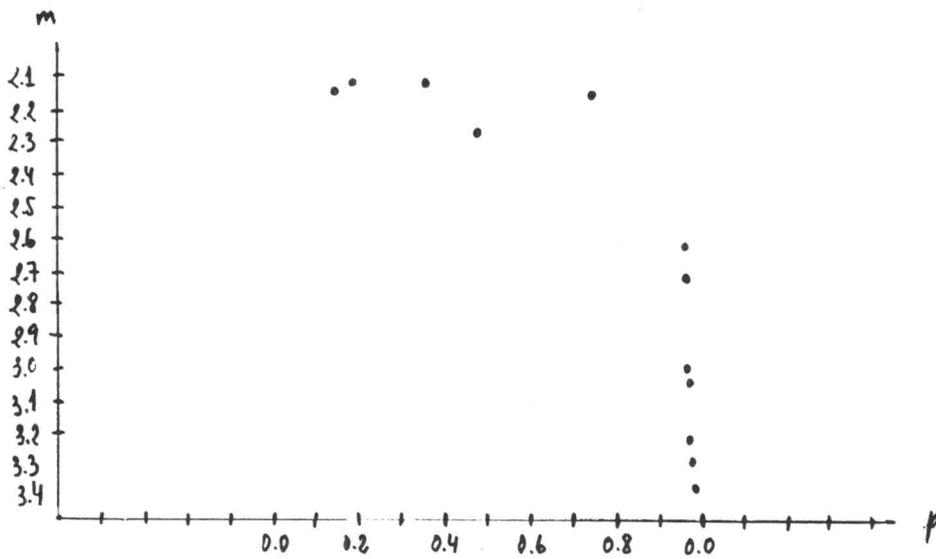
Un des premiers produits du projet STAR est la fameuse cassette video intitulée "A Private Universe" ("Un Univers bien à soi"). Cette cassette explore le problème des fausses idées astronomiques qui encombrant l'esprit des élèves et font obstacle à l'apprentissage. Les scènes du début montrent la cérémonie de remise des diplômes à Harvard et on pose à un certain nombre d'étudiants tout juste diplômés deux problèmes astronomiques élémentaires: "Quelle est la cause des phases de la Lune?" et "Quelle est la cause des saisons?". Un grand nombre d'étudiants croient que les phases de la Lune ont pour cause l'entrée de notre satellite dans l'ombre de la Terre. A la seconde question, la plupart répondent que les saisons sont dûes à la variation de la distance Terre-Soleil. En fait, 21 étudiants sur les 23 interrogés donnent cette réponse, ignorant les causes réelles, c'est à dire la variation annuelle de l'angle d'incidence des rayons solaires et de la durée relative du jour par rapport à la nuit. Nos tests menés sur des élèves plus jeunes mettent en évidence des idées fausses du même genre. Cet article suggère des activités qui devraient aider les élèves de tous âges à acquérir une expérience personnelle plus directe d'un des facteurs responsables du phénomène des saisons, à savoir l'effet de l'angle d'incidence des rayons solaires sur le réchauffement du sol.

ENSEIGNER LES SAISONS

Pour enseigner les saisons, une méthode classique consiste à faire appel à des explications et à des schémas montrant comment l'angle d'incidence des rayons solaires en différents points de la Terre varie à mesure que celle-ci parcourt son orbite annuelle, du fait de la relative constance de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre. Des recherches menées dans le cadre du projet STAR ont montré que ces explications, assorties ou non de discussions, ne suffisent pas à modifier des idées fausses profondément enracinées.

(1): A peu près l'équivalent de notre Ministère de la Recherche (Ndt)

fig 5



$p = 0.160$	$m = 2.112$
$p = 0.187$	$m = 2.165$
$p = 0.348$	$m = 2.112$
$p = 0.455$	$m = 2.253$
$p = 0.748$	$m = 2.165$
$p = 0.948$	$m = 2.607$
$p = 0.957$	$m = 2.695$
$p = 0.964$	$m = 2.983$
$p = 0.970$	$m = 2.995$
$p = 0.978$	$m = 3.210$
$p = 0.985$	$m = 3.255$
$p = 0.994$	$m = 3.330$

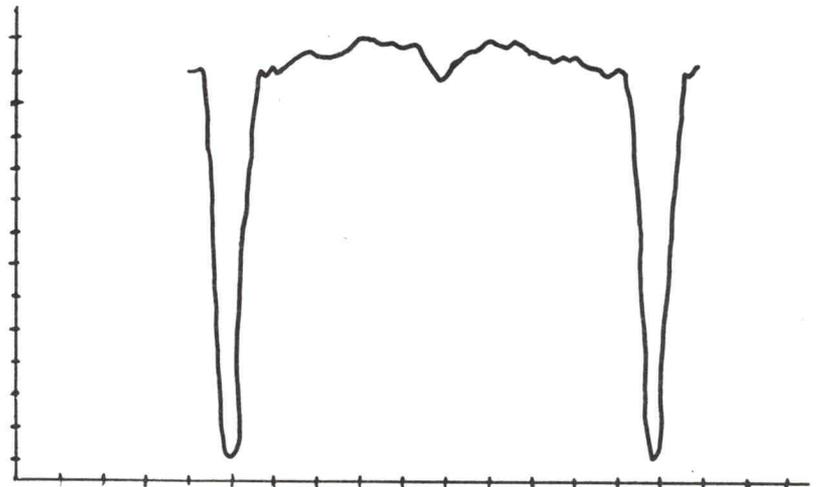


fig 6

La même vérification est facile avec la superposition d'une courbe de lumière dessinée à la même échelle.

Rosa Maria Ros y Ferré

01/06/89 0h 0 TU jour julien 2447678.5
 11/06/89 0h 0 TU jour julien 2447688.5
 11/06/89 3h 0 TU jour julien 2447688.625
 Pour δ -Cephei, E = 2436075.445 P = 5.366341
 alors $\frac{DJ - E}{P} = 2164.078$

Depuis la date correspondant à E en jours juliens, la variable a atteint son maximum 2164 fois et dans la période en cours au moment où la diapositive a été prise, la fraction 0.078 de la période s'est écoulée, la phase $p = 0.078$

Nous disposons des deux coordonnées

$p = 0.078$ $m = 3.86$

pour fixer un point de la courbe de lumière.

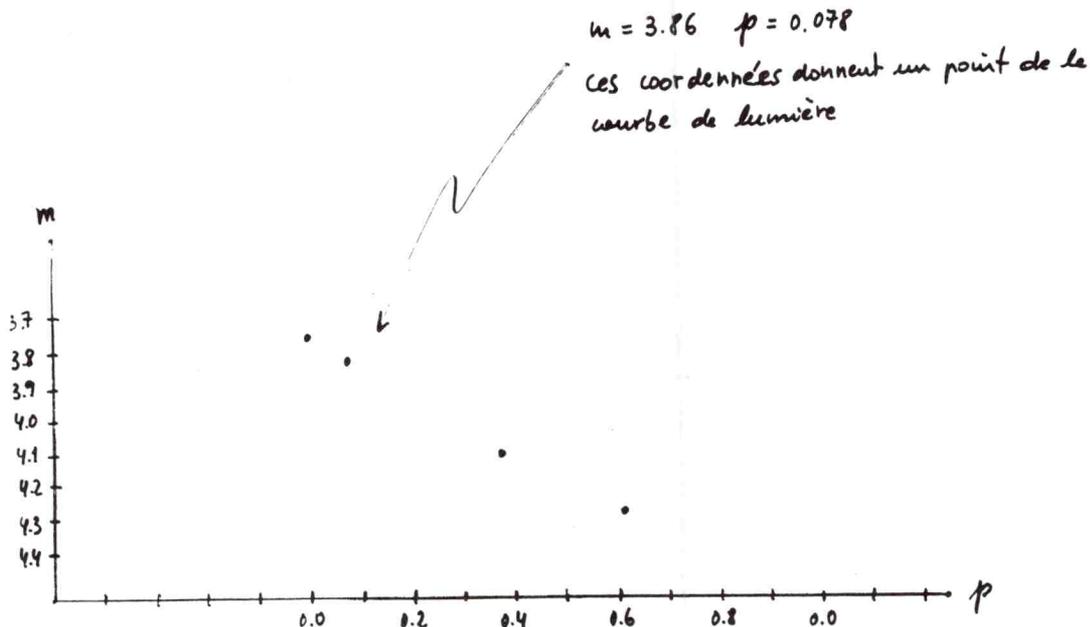


fig 4

La figure 4 comprend quatre points de la courbe de lumière obtenus de cette façon sur quatre diapositives réalisées par quatre élèves différents :

p	0.00	0.08	0.37	0.60
m	3.76	3.86	4.10	4.29

La superposition avec une courbe de lumière dessinée à la même échelle, celle de la figure 3, prouve le sérieux des mesures effectuées et la validité de la méthode.

° °

Voici un autre exemple : douze mesures effectuées sur des diapositives de la constellation de Persée pour l'observation de la variable β -Persei (Algol. Soit douze photographies et douze points de la courbe de lumière, les coordonnées ayant été mesurées ou calculées comme précédemment :

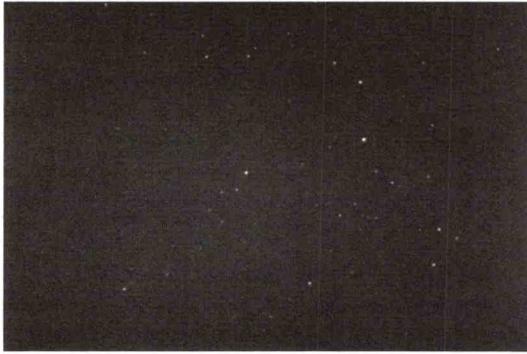


fig 2

la variable étudiée est δ -Cephei;
les étoiles de référence sont

$$A = \xi \quad m_A = 3.62$$

$$B = \nu \quad m_B = 4.46$$

Etant donné que la magnitude de δ -Cephei varie entre 3.7 et 4.4, nous avons choisi des étoiles de référence dont les magnitudes encadrent à coup sûr la magnitude de la variable étudiée.

Avec l'exemple considéré A2V5B, nous obtenons

$$m = 2/7 (4.46 - 3.62) + 3.62 = 3.86$$

valeur qui nous donne une des coordonnées d'un point de la courbe de lumière (fig 3) mais il nous reste à connaître dans quelle phase se trouve l'étoile au moment de la prise de vue.

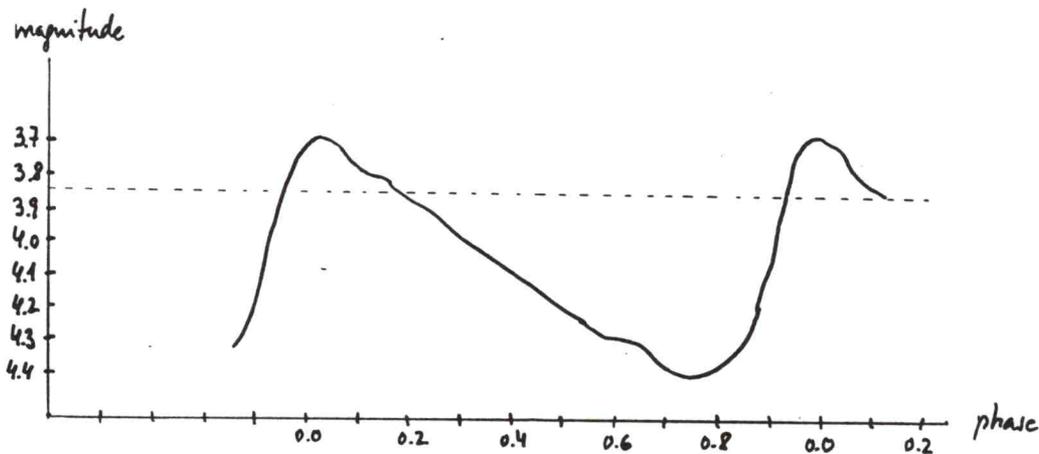


fig 3

Pour déterminer exactement le point sur la courbe de lumière, il faudrait connaître la phase p de la variable au moment de l'observation. Nous baserons cette détermination sur la connaissance du jour, de l'heure et de la minute de l'observation exprimés en jours juliens ; soit le nombre décimal DJ. Les éphémérides nous donnent en jours juliens la date E des maxima de la variable et nous en déduisons sa période P (toujours en jours juliens évidemment). Nous calculons alors le nombre décimal $\frac{DJ - E}{P}$

- sa partie entière est le nombre de maxima atteints par la variable entre la date E de l'éphéméride et la date DJ de l'observation ;
- sa partie décimale est la phase dans laquelle se trouve la variable au moment de l'observation.

Exemple : la diapositive utilisée avait été prise le 11/06/89 à 3h 0 TU. D'un annuaire nous tirons :

En conséquence, chaque fois que j'effectuais une observation, je faisais une photo de la constellation de Céphée. Quand j'eus quelques photos, je les projetai et pour chacune je déterminai la magnitude de l'étoile et calculai sa phase. Le système fonctionnait, seulement j'avais besoin d'un grand nombre de diapositives pour pouvoir construire la courbe de lumière de l'étoile. Il suffit donc que les élèves tirent une série de diapositives pour qu'on les étudie ensemble en classe (un groupe de vingt élèves).

Je précise d'abord le matériel nécessaire et son mode d'emploi. Il faut disposer d'un appareil photographique réflex (objectif 50 mm); le diaphragme est ouvert au maximum ; l'objectif est au point sur l'infini, l'obturateur en position B pour des temps de pose de 20 à 30 secondes. L'appareil doit être installé sur un trépied et il faut disposer d'un déclencheur souple pour l'obturateur afin d'éviter soigneusement toute vibration. Il faut aussi prendre soin de s'installer en dehors des localités habitées, d'éviter toute lumière d'ambiance ; on opérera, bien sûr, par une nuit sans Lune. On s'efforce d'obtenir une vue recouvrant la constellation toute entière. Enfin on note exactement date, heure et minute en T.U. On utilise des diapositives couleur de sensibilité 1000 ASA afin de capter le plus d'étoiles possibles et mieux recueillir les différentes couleurs.

Voici comment nous allons évaluer la magnitude m de la variable considérée V . Nous choisissons deux étoiles de référence visibles sur chaque cliché, deux étoiles que nous notons ici A et B , A étant plus brillante que V , B l'étant moins ; m_A et m_B sont les magnitudes connues des étoiles A et B .

Nous comparons la variable V avec l'étoile A selon le schéma suivant :

- A1 : doute entre A et V , magnitudes pratiquement égales
- A2 : doute mais nous finissons par voir A plus brillante que V
- A3 : éclats comparables mais tout de suite nous voyons A plus brillante que V
- A4 : clairement, depuis le début nous voyons A plus brillante que V
- A5 : disproportion accusée entre les éclats de A et de V

Nous opérons de même avec l'étoile B :

- 1B : doute entre B et V , magnitudes pratiquement égales
- 2B : doute mais nous finissons par voir B moins brillante que V
- 3B : éclats comparables mais tout de suite nous voyons B moins brillante que V
- 4B : clairement, depuis le début nous voyons B moins brillante que V
- 5B : disproportion accusée entre les éclats de B et de V

En fin d'observation nous notons notre mesure $AaVbB$ où a et b sont à prendre dans l'ensemble $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ par chaque élève. Soit par exemple le résultat noté $A2V5B$.

On calculera la magnitude correspondante de la variable par interpolation selon la formule

$$m = \frac{a}{a+b} (m_B - m_A) + m_A$$

Voici la constellation photographiée (fig 2) :

UNE ETUDE D'ÉTOILES VARIABLES

Communication de Madame Rosa Maria Ros y Ferré devant l'assemblée générale du CLEA à l'Université de Provence (Marseille, 16 novembre 1991).

L'expérience que je vais vous exposer a été réalisée avec des élèves de lycée de deuxième et troisième années (entre 15 et 17 ans). Habituellement, quand je traitais le sujet "étoiles variables", je devais me borner à commenter les différents types de variables sur les schémas classiques (fig 1.). Autrement dit, j'expliquais les courbes de lumière et mes élèves se contentaient d'écouter.

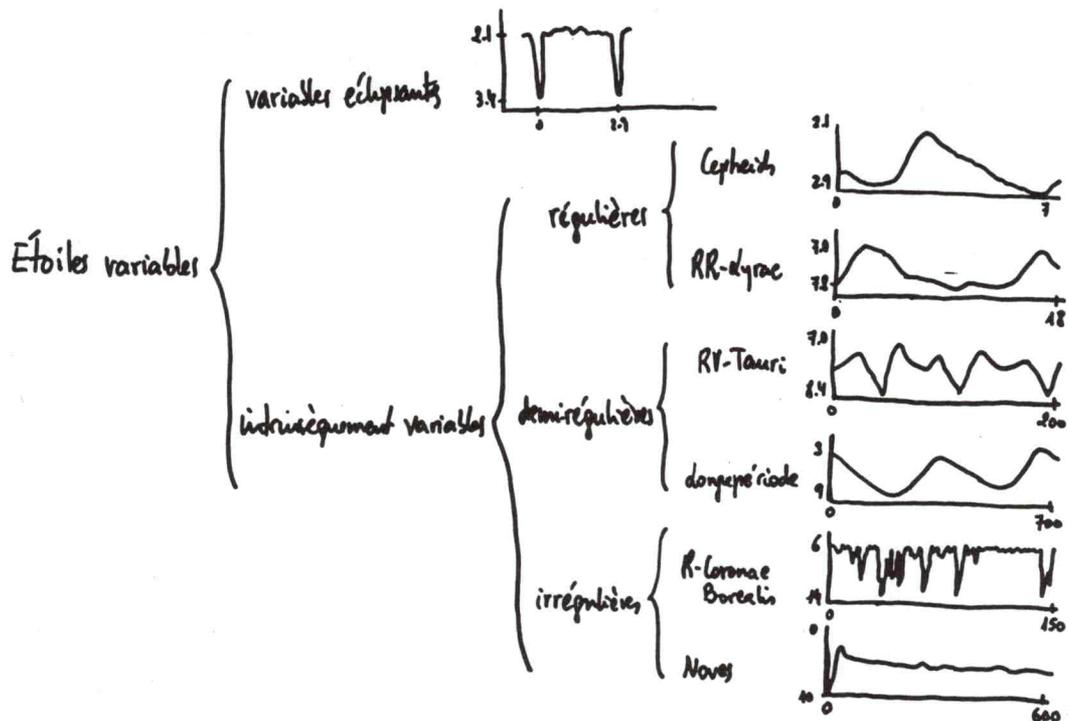
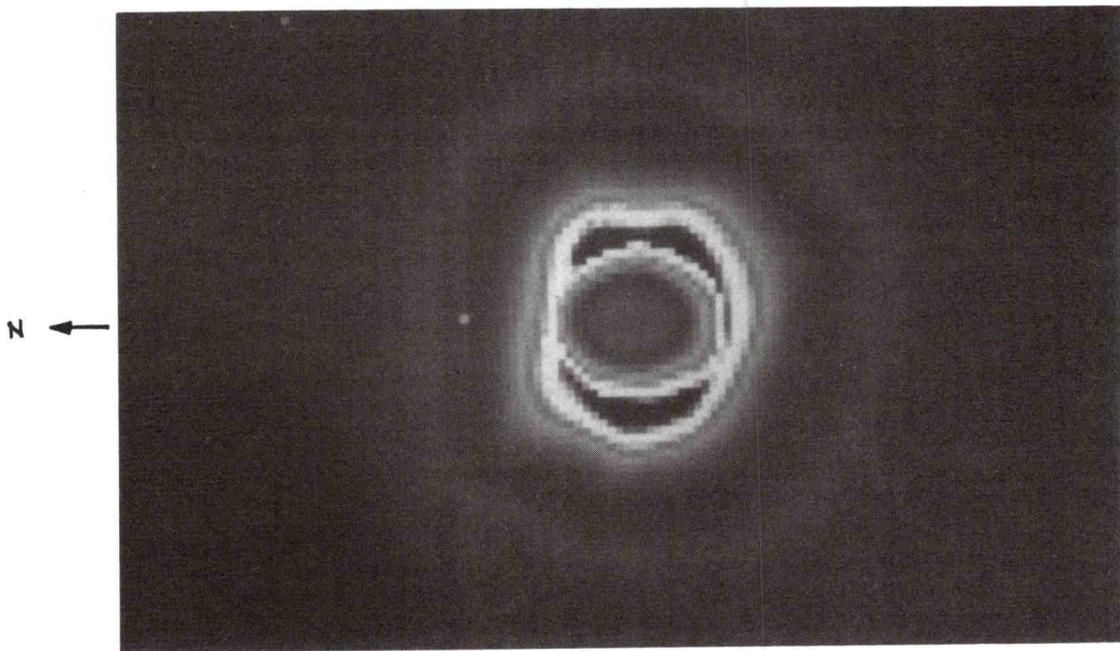


fig 1

Je pensai alors effectuer quelques observations avec un nombre réduit d'élèves. Avec cinq élèves de troisième année, je tentai quelques observations d'Algol. Cette étoile, tous les deux jours et demi dans un intervalle de cinq heures réduit son éclat au tiers de la normale puis reprend son éclat habituel. Je calculai qu'à une certaine date, l'éclat commencerait à décroître vers les sept heures, dans la soirée donc à une heure très acceptable pour les élèves et je décidai de préparer l'expérience avec eux. Ce fut un désastre ; les élèves étaient lassés par de trop longues attentes, ils ne distinguaient pas bien les étoiles de référence. Bref, on ne pouvait opérer de cette façon.

J'imaginai donc d'agir d'une toute autre manière en utilisant la photographie. A cette époque, j'avais, depuis trois ou quatre années, l'expérience de différentes activités en utilisant des photographies. Pourquoi ne pas essayer cette méthode avec les étoiles variables ?

Je commençai avec une étoile pouvant être observée à n'importe quelle heure : δ -Cephei, bien qu'elle ne soit pas aussi spectaculaire qu'Algol, mais elle correspondait bien à ce dont j'avais besoin.

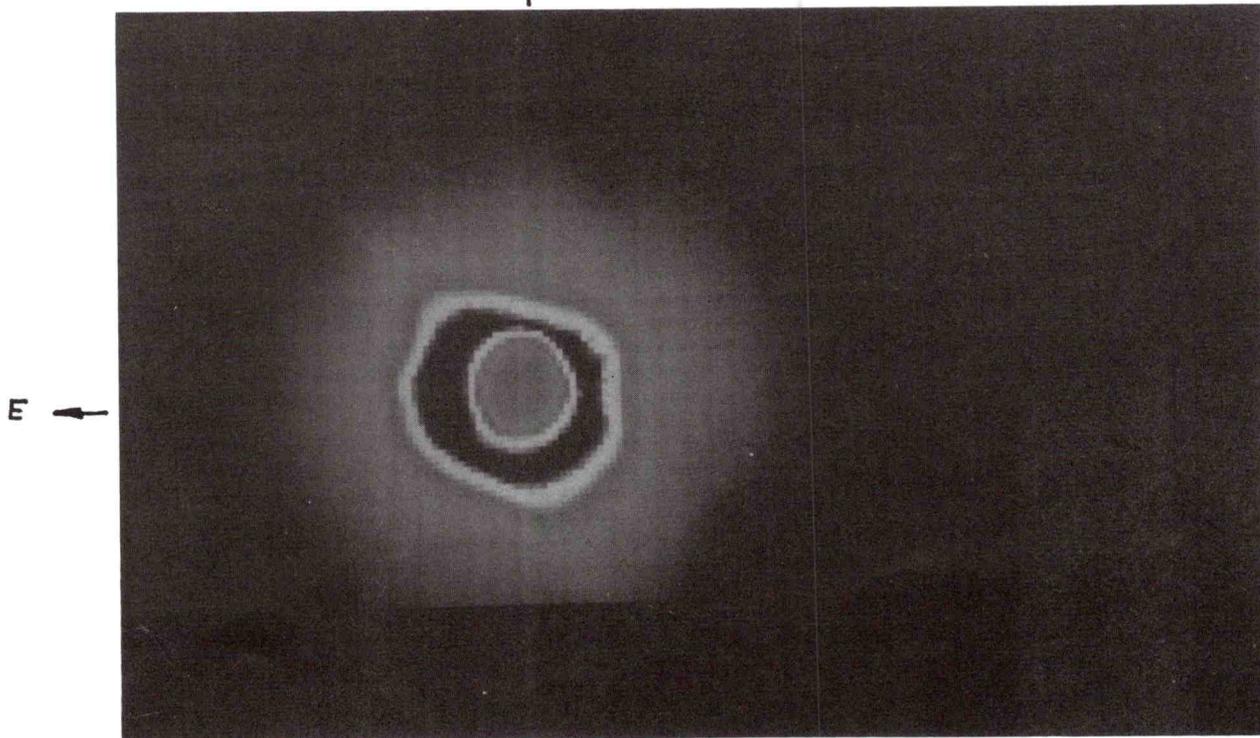


↓
E

(cliché Ph. LAMY, J. KUHN)

Fig 3

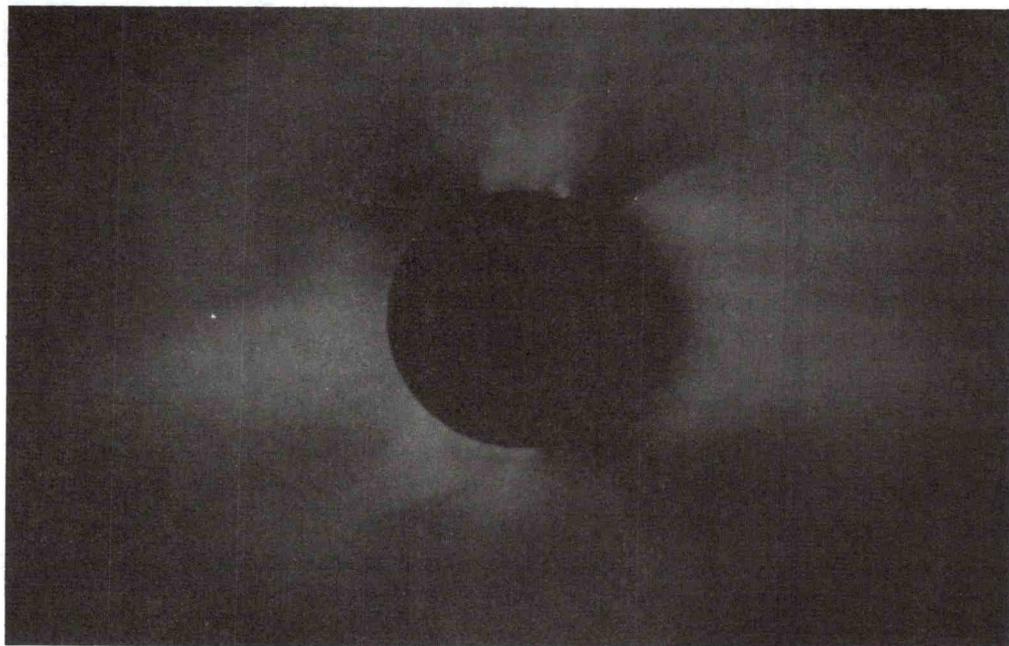
N
↑



(cliché Ph. LAMY, J. KUHN)

Fig 4

N ↗



↘
E

(cliché S. KOUTCHMY, P. MARTINEZ, JP. ZIMMERMANN)

Fig 1

N ←



↓
E

(cliché Ph. LAMY, J. KUHN)

Fig 2

CLICHES PRESENTES

Fig 1 : Cliché en lumière blanche obtenu par l'équipe de S. Koutchmy, avec une chambre de 3 m de focale munie d'un filtre neutre radial. Il doit permettre de mettre en évidence les jets, et toute la dynamique de la couronne K.

Fig 2 : Cliché en fausses couleurs obtenu par l'équipe Ph. Lamy - J. Kuhn avec la caméra infra-rouge refroidie à l'azote liquide, muni d'un filtre centré sur $\lambda = 1,6 \mu\text{m}$ (bande H). Le cliché présenté est une image composite de plusieurs temps de pose (0,003 à 0,6 s). L'échelle de couleur est logarithmique ; le rapport de brillance entre le bord de la Lune et les régions externes est de 100. L'étendue du cliché est de +/- 6 rayons solaires.

Fig 3 : Cliché en fausses couleurs obtenu par l'équipe Ph. Lamy - J. Kuhn avec la caméra infra-rouge refroidie à l'azote liquide, muni d'un filtre centré sur $\lambda = 2,2 \mu\text{m}$ (bande K). Le cliché présenté est une image composite de plusieurs temps de pose (0,003 à 0,6 s). L'échelle de couleur est logarithmique ; le rapport de brillance entre le bord de la Lune et les régions externes est de 1 500. L'étendue du cliché est de +/- 6 rayons solaires.

Fig 4 : Cliché en fausses couleurs obtenu par l'équipe Ph. Lamy - J. Kuhn avec la caméra infra-rouge refroidie à l'azote liquide, muni d'un filtre centré sur $\lambda = 2,2 \mu\text{m}$ (bande K). Le cliché présenté est une image composite de plusieurs temps de pose (0,003 à 10,5 s) et de plusieurs clichés pris le long d'un axe équatorial permettant une représentation jusqu'à 16 rayons solaires. L'échelle de couleur est logarithmique ; le rapport de brillance entre le bord de la Lune et les régions externes est de 5 000.

prenait notamment des Astronomes Amateurs de la Société Astronomique de France (Philippon et R. Verseau).

LES APPAREILS

Outre le télescope franco-canadien de 3,60 m, équipé de divers instruments, était installée une chambre de 3 m de focale, munie d'un filtre neutre radial afin d'obtenir des images des structures fines de la couronne K en lumière totale sur émulsion couleur.

L'équipe du LAS, quant à elle disposait de :

- * une caméra infra-rouge installée sur une monture équatoriale indépendante,

- * un boîtier Hasselblad 6x6, focale de 200 mm, installé sur une seconde monture équatoriale indépendante, afin d'obtenir des images de la couronne étendue en lumière totale sur émulsion couleur (Ektachrome),

- * un boîtier Nikon 24x36, focale de 180 mm, installé sur la monture équatoriale précédente, équipé d'un filtre infra-rouge ($\lambda_{\text{off}} = 0,8 \mu\text{m}$), afin d'obtenir des images de la couronne étendue sur émulsion sensible à l'infra-rouge,

- * un boîtier Nikon 24x36, objectif 200 mm, muni d'un analyseur polarimétrique, installé sur un pied fixe, afin d'obtenir des images polarisées de la couronne étendue sur émulsion couleur (Ektachrome).

BILAN PROVISOIRE

Il est encore trop tôt pour donner les résultats obtenus lors de cette campagne d'observation.

On peut cependant d'ores et déjà indiquer que les observations spectroscopiques à haute résolution n'ont pu avoir lieu du fait de la couverture nuageuse et de la pluie qui régnaient sur toutes les parties basses de l'île de Hawaï au moment de l'éclipse totale.

Pour ce qui concerne les expériences faites au sommet du Mauna Kea, bien que le ciel ait été dégagé au moment de l'éclipse, l'ensemble n'a pas été entièrement satisfaisant. Dès le 4 juillet, l'observatoire météorologique installé sur l'autre volcan (le Mauna Loa) a noté l'arrivée à la latitude de Hawaï des poussières volcaniques projetées dans le ciel quelques semaines plus tôt par le volcan philippin Pinatubo. Ceci avait pour conséquence d'augmenter considérablement le fond de ciel et de générer une polarisation importante. De plus de légers cirrus voilaient la haute atmosphère. Une conséquence est que l'on pensait pouvoir observer une couronne jusqu'à 20 ou 30 rayons solaires, ce qui n'a malheureusement pas été le cas. Enfin, l'appareil de prise de vue de la couronne en lumière polarisée s'est enrayé, empêchant donc de disposer lors des dépouillements des résultats en polarisation.

Il se trouve que cette éclipse, une des plus longues du siècle, présentait l'avantage majeur d'avoir sa bande de totalité passant au dessus de l'un des observatoires les mieux équipés. Il a ainsi été possible de réaliser une véritable première en utilisant le télescope de 3,60 m de diamètre et de disposer de toute l'infrastructure de cet observatoire, notamment des moyens électriques, et matériels (possibilité de se procurer l'azote liquide nécessaire à la caméra infra-rouge, de disposer d'un laboratoire photographique bien équipé). Un dernier avantage, non négligeable, résidait aussi dans le fait de pouvoir réaliser des observations en haute altitude, dans un site réputé pour la qualité de son "seeing" et sa transparence.

PARTICIPATION FRANÇAISE

Trois équipes françaises se sont rendues en juillet dernier à Hawaï pour observer l'éclipse du 11.

1) Une équipe de l'Institut d'Astrophysique de Paris (I.A.P.), dirigée par Serge KOUTCHMY, utilisant l'Observatoire Franco-Canadien du Mauna Kea ; elle était composée de

Maurice Belmahdi, IAP (CNRS)
Serge Koutchmy, IAP (CNRS)
Patrick Martinez, Sup Aéro, Toulouse
Jean Mouette, IAP (CNRS)
Jean-Claude Vial, IAS (Orsay)
Jean-Paul Zimmermann, IAP (CNRS)

La mission de cette équipe était de photographier les structures fines de la couronne K d'une part avec une chambre photographique de 3 m de focale, d'autre part en utilisant le télescope franco-canadien et en y installant des équipements divers afin de prendre des images de la basse couronne (trous coronaux, protubérances, jets...) à travers divers appareils (répartis tout autour de l'image du bord de la Lune), dont une caméra de 70 mm et des CCD.

2) Une équipe du Laboratoire d'Astronomie Spatiale de Marseille (L.A.S.), dirigée par Philippe LAMY, utilisant le site de l'Observatoire Franco-Canadien du Mauna Kea ; elle était composée de

Yanling Fang, LAS (CNRS)
Serge Koutchmy, IAP (CNRS)
Jeff Kuhn, Michigan State University
Philippe Lamy, LAS (CNRS)
Philippe Malburet, LAS (CNRS)
Ray Smartt, National Solar Observatory (Sac Peak).

La mission de cette seconde équipe était de recueillir des images de la couronne F dans l'infra-rouge complétées par une couverture spectrale allant du visible à l'infra-rouge.

3) Une équipe conduite par STELLMACHER (IAP), sous la direction de S. Koutchmy et Ph. Lamy, à Kona, avait pour mission de réaliser des observations spectroscopiques à haute résolution de la couronne dont l'un des objectifs était lié à la préparation des programmes scientifiques de LASCO. Cette équipe com-

jusqu'à disparition totale au fur et à mesure que leur température augmente, d'autres sont au contraire repoussés sur des orbites de moins en moins elliptiques (probablement même hyperboliques) et vont constituer ce que l'on appelle les **météorites- β** qui ont été observées en train de quitter le Système Solaire, grâce à certaines sondes spatiales.

Il est enfin désormais acquis qu'il existe tout autour du Soleil une région vide de poussières. Le calcul indique que les grains silicatés disparaissent aux alentours de 4 rayons solaires, les grains métalliques vers 20 rayons solaires et que les grains de glace ne subsistent que jusqu'à 1 ou 2 unités astronomiques.

Pourquoi observer les régions proches du Soleil dans l'infrarouge?

1) De façon tout à fait classique, la basse couronne a été étudiée grâce aux images en lumière blanche prises au moment d'éclipses totales. Ce que l'on observe alors est en fait la superposition de la lumière diffusée par les électrons de la couronne K et par les grains de poussière (couronne F). La distinction entre ces deux composantes repose sur la supposition que la couronne F a une polarisation nulle, alors que la couronne K est fortement polarisée. Ce phénomène est cependant de moins en moins valide au fur et à mesure que l'on s'éloigne du limbe solaire. En outre, le signal dû à la couronne F résulte d'une intégration, le long de la ligne de visée, de la lumière diffractée par les particules situées à de grandes distances du Soleil, combinée avec celle diffusée par les grains proches du Soleil.

L'importance relative de ces deux composantes de la couronne F n'est pas connue exactement, bien qu'il y ait tout lieu de penser que la première (particules situées sur la ligne de visée) domine l'ensemble en lumière blanche.

2) On estime que dans l'infrarouge le spectre de la couronne est dominé par les émissions thermiques des grains au delà de 5 μm . De plus la contribution de la couronne K est alors négligeable, alors que celle due aux grains proches du Soleil l'emporte sur celle due aux grains éloignés, du fait des hautes températures atteintes par ces grains.

Les observations en infrarouge depuis le sol restent cependant limitées, notamment pour des sources étendues telles que la couronne solaire, pour lesquelles il n'est pas possible d'employer la technique dite du "shopping". Tant que l'on est contraint d'observer au sol (et même en haute altitude), l'émission thermique du ciel est prépondérante ; dans la pratique il n'est guère possible de dépasser 2,2 μm , même à l'observatoire du Mauna Kea (4 200 m).

POURQUOI LE CHOIX DE HAWAÏ?

La question mérite en effet d'être soulevée car le moment de l'éclipse (peu après le lever du Soleil, alors que celui-ci est encore relativement bas sur l'horizon, environ 20°) ainsi que le lieu retenu (durée de la totalité de 4 mn 12 s) ne paraissent *a priori* pas les meilleurs.

Il est maintenant établi que la couronne K est très hétérogène et est le siège d'une intense activité, dont le moteur exact est encore mal connu, qui se manifeste par des structures bien définies : jets, boucles, arches, filaments, protubérances. Ces structures sont généralement bien visibles sur des clichés pris dans la raie H- α ou bien lors d'éclipses totales. Des zones, appelées **trous coronaux**, situées en gros près des pôles du Soleil, en dehors des structures actives de la photosphère, sont maintenant mieux connues : elles sont la source du vent solaire qui quitte le Soleil à grandes vitesses pour atteindre notamment la Terre.

On sait aussi que le Soleil présente une activité périodique (généralement appelée **cycle des 11 ans**), qui se manifeste par une alternance assez régulière de périodes d'activité maximum et de périodes de minimum. La forme générale de la couronne est caractéristique de l'intensité de l'activité du Soleil : en période de maximum, la couronne présente une symétrie sphérique assez accusée, alors qu'en période de minimum, elle a plutôt la forme d'un disque plus ou moins aplati contenant le plan équatorial du Soleil.

Les expériences montées à l'observatoire du Mauna Kea avaient un double objectif : d'une part en utilisant la puissance du télescope franco-canadien de 3,60 m de diamètre, mieux connaître la couronne K proche du Soleil, d'autre part grâce à l'emploi de détecteurs infra-rouges, étudier l'ensemble de la couronne F, tout en couvrant une très large bande spectrale (depuis le visible jusqu'au proche infra-rouge).

La couronne F

On sait que l'espace interplanétaire est rempli de poussières diverses. Celles-ci ont des origines variées : comètes, astéroïdes, mais certaines d'entre elles résultent de collisions mutuelles d'autres poussières. Elles constituent ce qu'on appelle le **nuage zodiacal** qu'il est possible d'observer sous certaines conditions depuis la Terre grâce à la lumière solaire diffusée par les grains de poussière (*lumière zodiacale*). Ces grains ont été étudiés dans l'infra-rouge par le satellite IRAS pour des élongations de l'ordre de 90°. Notre connaissance en ce qui les concerne reste cependant limitée et vaut essentiellement pour les grains relativement éloignés du Soleil.

Selon les théories actuelles, ces grains, soumis à diverses forces telles que : attraction gravitationnelle du Soleil, pression de radiation, pression corpusculaire, forces magnétiques, perturbations planétaires, tout ceci renforcé par un processus d'érosion (essentiellement la **sublimation**, mais aussi fragmentation), ont une évolution qui peut s'étaler sur des périodes allant de 10 000 à 100 000 ans. Ces évolutions deviennent particulièrement aiguës et s'exacerbent au fur et à mesure que l'on se rapproche du Soleil et que leur température augmente.

On estime que dans un premier temps, les orbites des grains se circularisent progressivement, puis leur distance héliocentrique diminue (effet **Poynting-Robertson**). Contrairement à ce que l'on pourrait imaginer ces grains ne "tombent" pas dans le Soleil, mais évoluent de façon fort complexe selon leur section géométrique : certains d'entre eux sont progressivement sublimés

ECLIPSE DE SOLEIL DU 11 JUILLET 1991

OBSERVER UNE ECLIPSE TOTALE DE SOLEIL

L'un des intérêts majeurs des éclipses totales de Soleil tient au fait qu'il est alors possible d'étudier les phénomènes généralement peu lumineux situés dans le voisinage immédiat du Soleil, et invisibles du fait de la différence de contraste entre le disque solaire (photosphère) et les diverses enveloppes de gaz et de poussières entourant le Soleil formant le chromosphère et les régions plus éloignées connues sous l'appellation globale de **Couronne**. Si l'on regarde le Soleil depuis le niveau de la mer, la couronne (un million de fois moins brillante que la photosphère) est invisible car elle est masquée par le rayonnement photosphérique diffusé par l'atmosphère et l'instrument.

On distingue habituellement deux parties intimement mêlées dans la couronne solaire :

la couronne de plasma, encore dénommée couronne électronique et souvent désignée par **Couronne K** (pour Kontinuum ; on assimile généralement le Soleil à un *corps noir* dont la température est de 6 000 K ; les électrons libres de la couronne diffusent la lumière photosphérique en émettant un spectre continu dont le maximum est situé dans le visible à 0,5 μm)

la couronne de poussière, souvent désignée par **Couronne F** (pour Fraunhofer ; elle montre dans le spectre solaire des raies sombres dues à l'absorption par la chromosphère des radiations émises par la photosphère, et mises en évidence par Fraunhofer).

Cette partie de l'activité solaire est assez mal connue du fait de la difficulté d'observer ces régions considérablement moins lumineuses que la photosphère et malgré tout proches du limbe. Il a fallu l'invention d'un appareil permettant d'occulter le Soleil (coronographe de B. LYOT, en 1931) pour mieux connaître ces phénomènes. Il reste cependant que les conditions optimales d'observation de la couronne sont réalisées naturellement lors d'une éclipse totale, ou encore pour des sondes spatiales qui peuvent observer en dehors de notre atmosphère (Cf projet SOHO dont le coronographe LASCO, est actuellement en cours de mise au point au Laboratoire d'Astronomie Spatiale de Marseille).

Dans une première approximation, on peut dire que jusqu'à une distance d'environ 2 rayons solaires de la photosphère, c'est la couronne K qui prédomine, et qu'au delà c'est la couronne F. Les raies de Fraunhofer sont trop élargies par l'effet Doppler dû à l'agitation thermique des électrons pour être observables dans la couronne K jusqu'à 2 rayons solaires. Au delà, la couronne F devenant prépondérante, ces raies deviennent observables.

LES CAHIERS CLAIRAUT

Hiver 1992

	page
Eclipse de Soleil du 11 juillet 1991.....	2
Une étude d'étoiles variables	10
Effet de l'angle d'incidence des rayons solaires sur le réchauffement du sol	15
Lectures pour la Marquise	18
Astronomie en classe littéraire	22
Les publications récentes du CLEA	24
La Chronique du CLEA	25
Courrier des lecteurs	30
Origines du Bureau des Longitudes (suite)	31
Université d'été d'Astronomie au col Bayard	37
Les potins de la Voie lactée	38
Carte céleste pour le rétroprojecteur.....	40

EDITORIAL

Grâce à l'enthousiasme, à l'énergie et à la bonne organisation de l'équipe marseillaise, qui n'a pas plaint sa peine, notre Assemblée Générale s'est tenue cette année à Marseille, à la satisfaction générale des 80 participants. Des vocations semblent en être nées pour que la décentralisation se poursuive...

Ce numéro s'ouvre donc, comme il est de tradition, sur les deux conférences prononcées lors de l'Assemblée par Philippe Malburet et Rosa Maria Ros. Le premier a participé, avec une équipe de chercheurs conduite par Philippe Lamy à une mission d'observations de la couronne solaire à Hawaï, lors de l'éclipse totale de Soleil de juillet 1991 ; Rosa Maria est venue de Barcelone à cette occasion, pour nous présenter un exemple des travaux qu'elle mène pour un enseignement de l'astronomie qui repose sur l'observation : la vocation européenne du CLEA s'affirme !

Nous sommes très reconnaissant à notre ami d'outre Atlantique, Darrel Hoff, ainsi qu'à son traducteur Jacques Vialle, pour l'article qui relate un travail sur les saisons de l'équipe STAR. Certains se rappelleront peut-être une approche similaire que Roland Szostak nous avait présentée lors de l'Assemblée de 1989.

Un grand merci aussi à Claude Poinsteau qui nous a fait part de son travail en classe littéraire. Nous sommes toujours demandeurs d'articles de ce type, relatant vos expériences pédagogiques ; les instituteurs nous écrivent qu'on ne pense pas assez à eux ; la rédaction des Cahiers ne demande qu'à publier ce que vous voudrez bien lui envoyer !

Le Groupe de Recherche Pédagogique du CLEA continue son travail : le n°3 hors série des Cahiers vient de paraître : il est consacré au temps et aux constellations, au niveau lycée. N'attendez pas pour vous le procurer et pour le diffuser autour de vous. Une série de diapositives sur les constellations est en préparation et devrait être rapidement disponible.

La Rédaction

LES PUBLICATIONS DU C. L. E. A.

Le CLEA publie depuis treize ans, son bulletin trimestriel de liaison, Les Cahiers Clairaut. On trouvera, page 4 de la couverture, les conditions d'abonnement et les conditions d'adhésion au CLEA.

Toutes les publications du CLEA sont conçues pour l'information des enseignants et pour les aider dans leur enseignement de l'astronomie.

FASCICULES POUR LA FORMATION DES MAÎTRES EN ASTRONOMIE

de l'Université de Paris XI (Orsay) :

1. L'observation des astres et le repérage dans l'espace et le temps (20F)
2. Le mouvement des astres (25 F)
3. La lumière messagère des astres (25 F)
4. Naissance, vie et mort des étoiles (30 F)
5. Renseignements pratiques et bibliographie pour l'astronomie (25 F)
- 5 bis. Complément au fascicule 5 (25 F)
6. Univers extragalactique et cosmologie (30 F)
7. Une étape de la physique, la Relativité restreinte (60 F)
8. Moments et problèmes dans l'histoire de l'astronomie (60 F)
9. Le système solaire (50 F)
10. La Lune (30 F)
11. La Terre et le Soleil (40 F)
12. Simulations en astronomie sur ordinateur (30 F)

LES FICHES PÉDAGOGIQUES DU CLEA, numéros hors série des Cahiers Clairaut

par le Groupe de Recherche Pédagogique du CLEA

- HS 1. L'astronomie à l'école élémentaire (60 F) (40 F pour les abonnés)
HS 2. La Lune, niveau collège 1 (60 F) (40 F pour les abonnés)

TRANSPARENTS ANIMÉS POUR RETROPROJECTEUR

- T 1. Le TranSoLuTe (les phases de la Lune et les éclipses) (50 F)
T 2. Les fuseaux horaires (40 F)
T 3. Les saisons (50 F)

DIAPPOSITIVES Séries de 20 diapositives avec livret

- D 1. Les phénomènes lumineux (50 F)
D 2. Les phases de la Lune par le Groupe de Recherche Pédagogique du CLEA (50F)

COURS D'ASTRONOMIE POLYCOPIÉS de l'Université de Paris XI (Orsay)

- C 1. Astrophysique générale (30 F)
C 2. Mécanisme de rayonnement en astrophysique (30 F)
C 3. Etats dilués de la matière : le milieu interstellaire (30 F)
C 4. Structure interne des étoiles (30 F)
C 5. Relativité et cosmologie (30 F)
C 5. Cours d'astrophysique solaire : le Soleil (30 F)

LES COMPTES RENDUS DES UNIVERSITÉS D'ÉTÉ qui présentent le fruit du travail des participants. Sont encore disponibles ceux de : Digne 1978 (25 F), Grasse 1979 (35 F), Grasse 1983 (58 F), Formiguères 1984 (65 F), Formiguères 1985 (100 F), Formiguères 1986 (100 F).

PUBLICATIONS DU PLANETARIUM DE STRASBOURG : catalogue des étoiles les plus brillantes (75 F) ; le catalogue existe sur disquettes pour PC (120 F les deux disquettes. Deux séries de cartes postales : CP1 le système solaire, CP2 nébuleuses et galaxies (chaque série 23 F)

Commandes à adresser au secrétaire du CLEA, Gilbert Walusinski, 26 Bérengère, 92210 ST CLOUD en joignant le chèque correspondant rédigé à l'ordre du CLEA.

LE C.L.E.A. et LES CAHIERS CLAIRAUT

Conditions d'adhésion et d'abonnement pour 1991 :

Cotisation simple au CLEA pour 1991	25 F
Abonnement simple aux Cahiers n°53 à 56	90 F
Abonnement aux Cahiers (n°53 à 56) ET cotisation au CLEA pour 1991	110 F
Contribution de soutien (par an)	30 F
Le numéro des Cahiers Clairaut (port compris)	35 F

Possibilité de cotiser ou de s'abonner pour deux ans en doublant les tarifs précédents.

A l'intention des nouveaux abonnés, onze fascicules ont été édités; ils réunissent par thèmes des articles publiés dans les Cahiers Clairaut. Tout nouvel abonné reçoit en témoignage de bienvenue un index des articles publiés dans les Cahiers et un fascicule à choisir dans la liste suivante :

FA. L'astronomie à l'école élémentaire	FG. Astronomie et informatique
FB. L'astronomie au collège	FH. Articles de physique
FC. Construction d'une maquette	FJ. Articles d'astrophysique
FD. Construction d'un instrument	FK. Histoire de l'astronomie
FE. Réalisation d'une observation	FL. Interprétation d'un document d'observation
FF. Les Potins de la Voie Lactée	

On peut aussi se procurer des collections des Cahiers Clairaut :

C1.. Collection complète du n°1 au n°52 (650 F)
C88. Collection année 1988 (n°41 à 44) (80 F)
C89. Collection année 1989 (n°45 à 48) (80 F)
C90. Collection année 1990 (n°49 à 52) (90 F)

Adresser commandes et souscriptions au secrétaire du CLEA :

Gilbert Walusinski, 26 Bérengère, 92210 SAINT-CLOUD

en joignant à votre envoi le chèque correspondant à l'ordre du CLEA.

Directeur de la publication : Lucienne Gougenheim
Imprimerie Hauguel, 92240 Malakoff

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