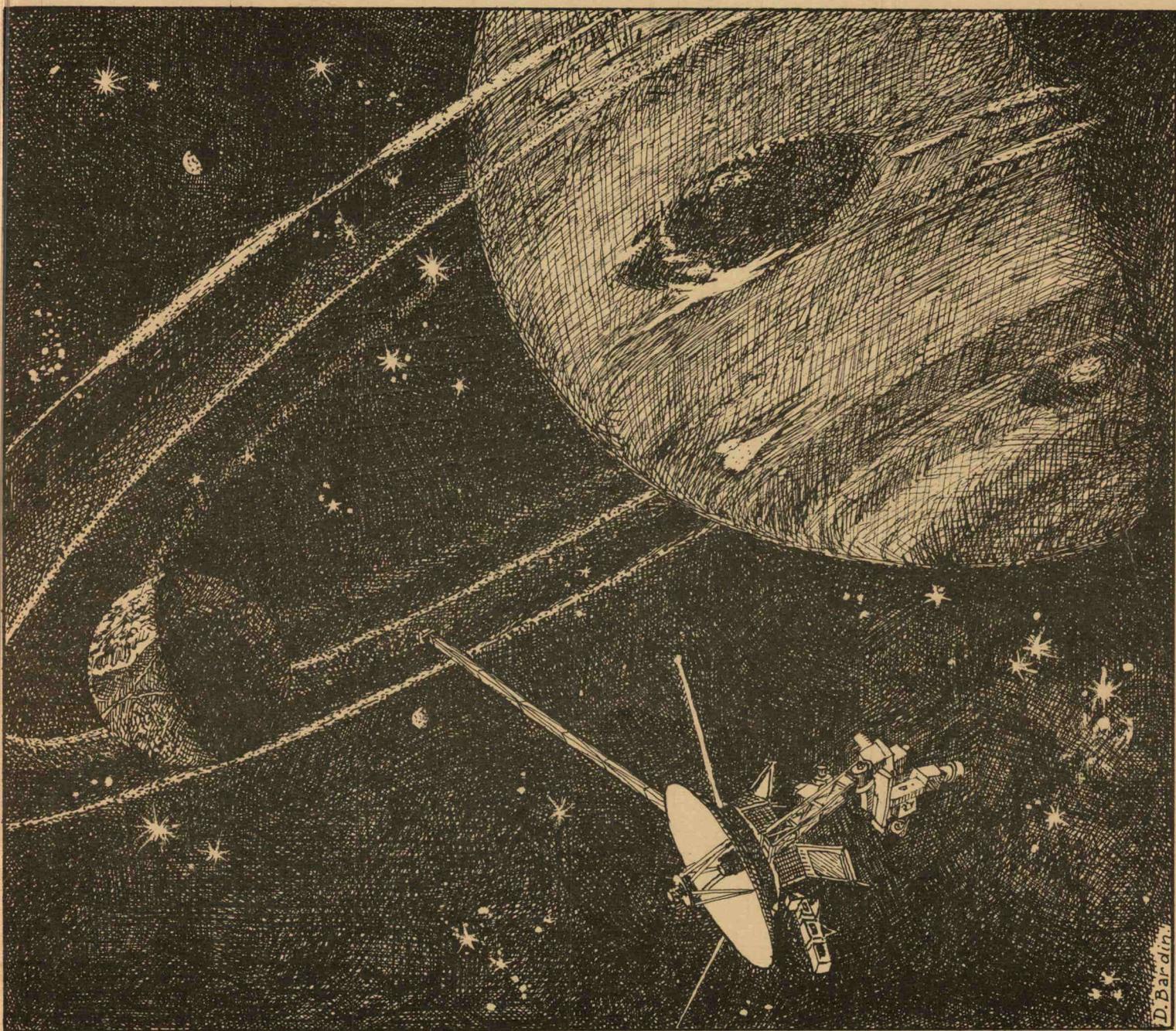


A consulter  
ne pas  
emporter  
SVP

# les cahiers clairaut

bulletin du comité de liaison enseignants et astronomes



N° 52 - H I V E R 1 9 9 0 - 9 1

ISSN 0758-234 X

## LE CLEA - COMITE DE LIAISON ENSEIGNANTS ET ASTRONOMES

---

Le CLEA, Comité de Liaison Enseignants et Astronomes, est une association déclarée (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'école normale. 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 1990

Présidents d'honneur : Jean-Claude Pecker

Evry Schatzman

Présidente : Lucienne Gouguenheim

Vice-Présidents : Agnès Acker

Alain Dargencourt

Marie-France Duval

Hubert Gié

Jean Ripert

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 Paturol, Jean Ripert, Daniel Toussaint, Victor Tryoën, Gilbert Walusinski.

## LES CAHIERS CLAIRAUT

N° 52 Hiver 1990

Lecture de Ptolémée .....	2
Le Groupe de Recherche Pédagogique du CLEA .....	9
Comment se procurer le numéro hors série sur la Lune au collège ? .....	12
La perception par les élèves des concepts astronomiques .....	13
La Lune au Collège .....	17
La comète Lévy .....	18
Les Potins de la Voie lactée .....	20
Lectures pour la Marquise .....	21
Courrier des lecteurs .....	22
Mettez votre planétaire à l'heure .....	23
Il était une fois les constellations .....	24
Au petit curieux .....	31
Astrofiction .....	32
Eclipse totale de Soleil en Finlande .....	34
La vie du CLEA .....	36

### EDITORIAL

Un colloque international sur l'enseignement de l'astronomie s'est tenu à Barcelone en septembre dernier. Le CLEA y était présent, à travers Lucette Bottinelli et Lucienne Gouguenheim ; nos amis Cécile Iwanisewska et Roland Szostak y participaient aussi. Ce colloque nous a permis de rencontrer un grand nombre de personnes, enseignants, didacticiens, astronomes qui ont une expérience passionnante de l'enseignement de l'astronomie. En premier lieu l'organisatrice de la rencontre, Rosa Maria Ros ; elle mène une recherche didactique très concrète sur l'enseignement de l'astronomie que nous souhaitons transmettre aux lecteurs des Cahiers dès que nous aurons su traduire ses publications en catalan ; nous espérons aussi pouvoir l'inviter à participer à la prochaine Assemblée Générale du CLEA. Joseph Nussbaum, de Jerusalem, nous a autorisés à publier sa communication ; grâce à Jacques Vialle, notre infatigable traducteur, un premier épisode apparaît dans ce numéro. Jacques est en train de traduire plusieurs autres communications relatant des expériences pratiques en provenance d'auteurs espagnols, italiens, polonais... A suivre. Il nous a aussi communiqué un article écrit par lui-même que nous renvoyons au numéro suivant par manque de place.

Nous avons publié dans le n° 47 des Cahiers un extrait de la correspondance de Mireille Hibon, institutrice en maternelle au Vésinet, dans le cadre de l'enquête menée par le CLEA sur l'enseignement de l'astronomie ; elle y décrivait en un gateau en forme d'ellipse, découpé en parts égales suivant la loi des aires... Traiter des lois de Kepler à la maternelle avait paru excessif à plusieurs lecteurs, et nous nous étions faits l'écho de ces critiques dans le numéro suivant. Mireille a participé à l'Université d'été de Gap, en août dernier, ce qui donna l'occasion de discuter plus en détails avec elle de ses méthodes et de ses expériences, et de l'entendre expliquer que les parts de gateau elliptique donnaient l'occasion de réfléchir sur les formes. Les discussions avec elle ont fait aussi apparaître des expériences intéressantes menées sur les constellations ; le comité de rédaction des Cahiers lui a demandé d'en faire un article que nous sommes heureux de publier ici.

Daniel Bardin a photographié la comète Lévy et les taches solaires ; les résultats sur la comète sont présentés ici ; on reparlera des taches solaires dans le prochain numéro. Enfin, Françoise Suagher a failli observer une éclipse totale de Soleil en Finlande, et vous raconte son aventure.

Le CLEA a constitué un Groupe de Recherche Pédagogique que Jean Ripert vous présente dans ce numéro. La première production de ce groupe vient de sortir, sous forme d'un numéro hors série des Cahiers ; nous vous invitons à vous le procurer et à le diffuser autour de vous. Il a pour objet de montrer des exemples concrets d'une forme d'enseignement fondée sur l'observation et l'expérience. D'autres publications vont suivre : un second Cahier hors série sur l'école élémentaire ainsi qu'une série de diapositives illustrant les phases de la Lune. Nous attendons vos commentaires et vos suggestions.

La Rédaction

## LECTURE DE PTOLEEMEE (2)

---

La lecture des deux premiers livres de l'Almageste nous avait laissés sur notre faim. Il avait fallu se familiariser avec un style d'un autre âge et pour un profit minime. Si bien que j'hésitais à poursuivre cette lecture. Je l'ai pourtant reprise, ne voulant pas m'avouer vaincu par la difficulté et, cette fois, je crois que les efforts pour décrypter le style et les méthodes de Ptolémée nous apportent un réel enseignement. Sans compter le plaisir qu'il y a toujours à remettre les pas dans les pas d'un savant des temps anciens. Je me rappelle à ce sujet la remarque d'un professeur de dessin qui était aussi un très bon peintre : "Ce n'est pas en peignant d'après nature que vous égalerez Monet ou Turner, c'est en étudiant de près leurs tableaux". Cela ne signifie pas qu'il suffit de lire Ptolémée, Galilée et Einstein sans jamais regarder le ciel pour devenir savant. Au contraire, en relisant Ptolémée, on éprouve l'impérieux besoin d'observer "pour de vrai" ce qu'il schématise.

Nous reprenons donc la lecture au livre III consacré tout entier à la théorie du Soleil, c'est à dire à l'étude de son mouvement apparent. Pour Ptolémée, c'est un préalable à l'étude du mouvement de la Lune et des planètes. Nous allons voir que c'en est une excellente introduction.

### LA DUREE DE L'ANNEE

C'est une donnée d'observation qui est fondamentale. Encore faut-il s'entendre sur la signification du mot "année". On pense qu'une année se sera écoulée quand le Soleil aura fait un tour sur l'écliptique en revenant à un point fixé.

Cela paraît sans ambiguïté. Pourtant Hipparque a montré - Ptolémée le cite - que si on prend comme point de repère le point vernal, le retour à l'équinoxe de printemps, l'année vaut 365 jours plus un peu moins d'un quart de jour. Alors que si on prend comme repère du départ une certaine étoile, on retrouve le Soleil auprès de cette étoile après 365 jours plus un peu plus d'un quart de jour.

Quelle valeur choisir ? Ptolémée reprend les mesures de Hipparque, tente comme lui de considérer la durée écoulée d'un solstice d'été au suivant. Non, c'est encore plus difficile que de bien repérer l'instant d'un équinoxe. Là, en principe, il suffit de disposer d'un plan parallèle au plan de l'équateur : le jour de l'équinoxe, la face éclairée change. (Entre nous, c'est plus facile à dire qu'à observer !)

Conclusion, Ptolémée opte, comme l'avait fait Hipparque, pour le retour au point vernal. Cependant, il rappelle que Hipparque s'était demandé si la durée de l'année ne variait vraiment pas. En utilisant des dates d'éclipses à des périodes assez lointaines (les éclipses ont toujours été soigneusement observées), Hipparque écartait finalement l'idée d'une variation de la durée de l'année. Ptolémée reprend cette conclusion, ce qui est raisonnable eu égard à la précision que les observateurs d'alors pouvaient atteindre.

Remarque : aujourd'hui, nous savons que d'un équinoxe de printemps au suivant s'écoule une "année des saisons" dont la durée oscille autour de la valeur moyenne, celle de l'année tropique soit 365,2422 jours. Exemple, entre l'équinoxe de printemps 1990, le 20 mars, et celui de 1991, le 21 mars, il se sera écoulé une durée de 365,237 jours soit environ 7,5 minutes de temps de moins que la moyenne. Cela ne signifie pas que la Terre a galopé sur son orbite mais seulement qu'en batifolant avec la Lune elle a un peu avancé l'équinoxe sur l'horaire moyen.

Considérant qu'en une année de 365,25 jours, le Soleil a décrit un tour d'écliptique, Ptolémée calcule son moyen mouvement et dresse des tables par périodes de 18 années (sans que les raisons de ce choix de 18 soient parfaitement claires), puis par année, par mois, par jour et par heure.

Il se sent alors capable d'étudier le mouvement apparent réel car c'est là le vrai problème qui l'intéresse : comment expliquer avec un mouvement circulaire et uniforme un mouvement qu'on admet toujours circulaire mais qui n'est certainement pas uniforme, l'observation le montre.

#### SUR L'HYPOTHESE DES MOUVEMENTS CIRCULAIRES ET UNIFORMES

Depuis Platon et Eudoxe, il est convenu que le mouvement circulaire et uniforme donne l'image de la perfection, qu'il peut se perpétuer sans impulsion, qu'il est donc le seul à convenir pour rendre compte des phénomènes célestes observés ou, comme on dit alors, "pour sauver les phénomènes". Ptolémée adopte cette façon de penser sans la discuter mais comme il sait que les mouvements observés n'ont pas cette belle ou idéale régularité, il se propose d'étudier en général les modèles qu'on peut imaginer pour sauver les phénomènes dans ce cadre théorique.

C'est ici que son idée de commencer par le Soleil est bonne : le mouvement apparent est plus simple que celui de la Lune ou a fortiori d'une planète. Mais son exposé, dans le troisième chapitre du livre III est tout théorique, une belle théorie géométrique pour exposer ce que nous appellerons le modèle excentrique et le modèle épicycle et montrer leur équivalence. Il n'emploie pas le mot "modèle", mais je rappelle au lecteur que si j'essaie de remettre les pas dans les pas de Ptolémée, cela ne signifie pas que je reprenne mot à mot ses expressions, ses notations et ses façons de calculer. J'adapte et si possible je simplifie. Ptolémée ne facilite pas la lecture, d'une figure à l'autre, il change ses notations, ici l'observateur est le point Z, là le point D, l'astre observé B, ailleurs Z, etc. Je fais tous mes efforts pour être fidèle au sens du texte, non à sa lettre ; par exemple, pour les calculs, je m'en tiens à l'usage exclusif de la numération décimale, aussi bien pour les durées que pour les angles et nous admettrons qu'on peut écrire aussi bien 365,25 que 365.25 jours.

Commençons par la présentation des deux modèles.

Dans le modèle de l'excentrique, l'astre M décrit uniformément le cercle de centre J non confondu avec le centre O de la sphère céleste. O est donc l'observateur. Le rapport de la distance OJ au rayon du cercle est l'excentricité. Le diamètre OJ coupe le cercle en A et D ; A est l'apogée, D le périgée.

Au sens actuel, apogée signifie distance maximale à la Terre, périgée distance minimale. Ici, pas question de distances, cela signifie que près de A, l'astre avance moins vite, que près de D il avance plus vite. Ce que Ptolémée démontre en prenant deux positions M et M' de l'astre telles que  $\widehat{AJM} = \widehat{M'JD}$  ; alors  $\widehat{AOM} < \widehat{AJM}$  et  $\widehat{M'OD} > \widehat{M'JD}$ .

Dans le modèle de l'épicycle, le centre O de la sphère céleste, position de l'observateur, est le centre du déférent, le cercle que décrit uniformément le centre K de l'épicycle. L'astre M est à l'apogée quand il est en S, au périgée quand il est en Q. Ptolémée ignore la composition des vitesses, il pense que si l'astre est en P son mouvement sera plus rapide que celui de K sur le déférent, que le mouvement sera moins rapide quand il sera en R.

Ptolémée reconnaît qu'avec l'excentrique, on a toujours mouvement plus lent à l'apogée, mouvement plus rapide au périgée. Tandis qu'avec l'épicycle on peut s'arranger pour avoir l'un ou l'autre. On a

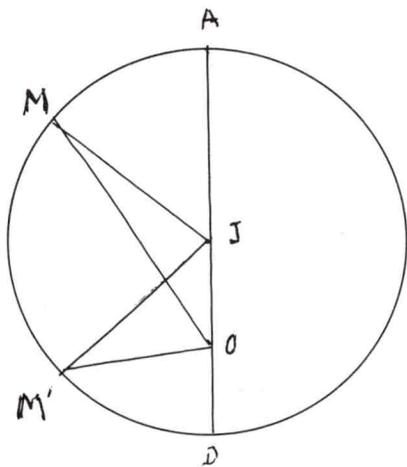


fig 3.1.

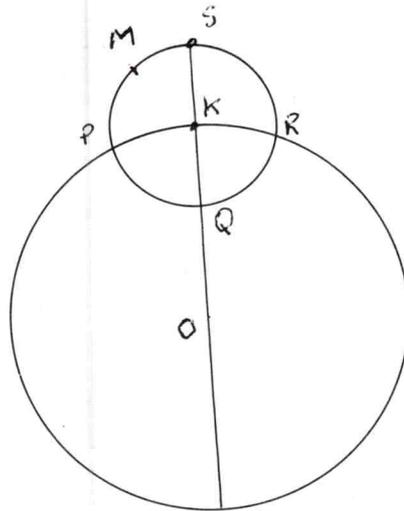


fig 3.2.

bien envie de lui souffler "le modèle excentrique est le meilleur". Lui, il continuera à présenter les deux modèles, montrera qu'ils s'accordent et peuvent même se conjuguer. Pour lui ce ne sont que des modèles explicatifs, ils ne sont pas la réalité.

Entendons nous, avant d'aller plus loin, sur les noms à donner aux angles que nous devons manipuler. Je reprends la terminologie actuelle. Le rayon JM tourne uniformément ; l'arc AM décrit par l'astre depuis son apogée est son anomalie moyenne, autrement dit, pour le Soleil, son moyen mouvement. L'angle AOM qui représente le déplacement du Soleil depuis l'apogée vu par l'observateur est l'anomalie vraie (fig 3.3.).

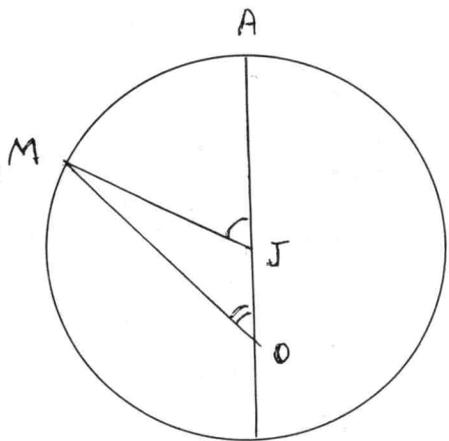


fig 3.3.

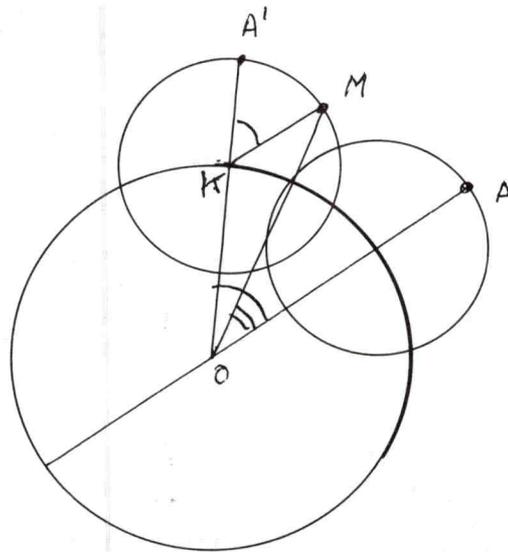


fig 3.4.

Dans le modèle épicycle (fig 3.4.)  $\widehat{AOK}$  est l'anomalie moyenne,  $\widehat{AOM}$  l'anomalie vraie.

Ptolémée nous propose alors son premier théorème : soient B ou D les positions du Soleil à un quadrant de l'apogée ; ce sont les positions du Soleil qui correspondent à la plus grande différence entre anomalie vraie et anomalie moyenne.

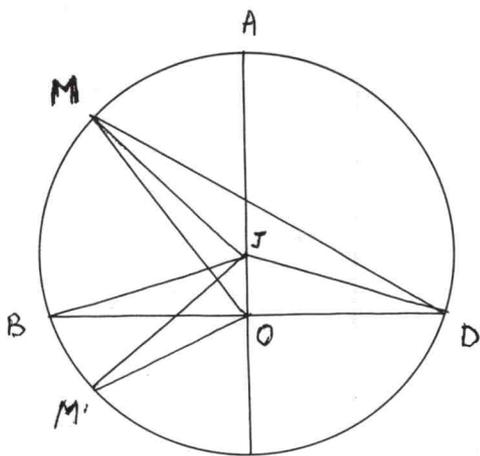


fig 3.5.

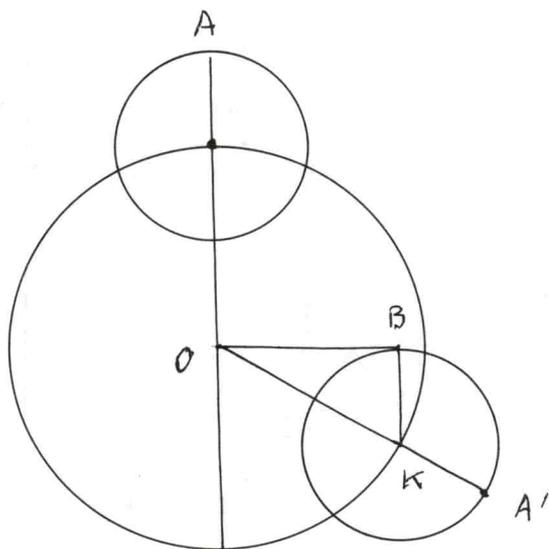


fig 3.6.

Sur le modèle de l'excentrique (fig 3.5.), l'anomalie vraie  $\widehat{AOB}$ , la moyenne  $\widehat{AJB}$ , leur différence est  $\widehat{OBJ}$ . Pour l'astre en M, anomalie moyenne  $\widehat{AJM}$ , anomalie vraie  $\widehat{AOM}$ , différence  $\widehat{OMJ}$ . Traçons MD ;  $MD > MO$  donc de même pour les angles  $\widehat{MDO} > \widehat{OMD}$  et comme  $\widehat{DMJ} = \widehat{JDM}$ , par soustraction  $\widehat{JDO} > \widehat{OMJ}$  ou  $\widehat{OMJ} < \widehat{OBJ}$ , ce qu'on voulait démontrer. Pour l'astre en position M', démonstration semblable.

Sur le modèle de l'épicycle (fig 3.6.), AOB est l'anomalie vraie et AOK la moyenne ; leur différence est BOK qui est bien maximale lorsque OB est tangente à l'épicycle. Et alors AOB est égal à un quadrant puisque le mouvement de K sur le déférent et de l'astre M sur l'épicycle sont également uniformes avec la même vitesse angulaire.

Ptolémée montre ensuite que les deux modèles rendent également compte des phénomènes en nous proposant une nouvelle figure (fig 3.7.)

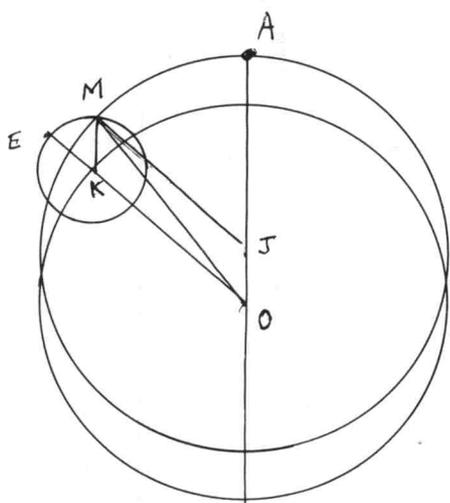


fig 3.7.

superposant les deux schémas (même s'il introduit de nouvelles notations, ce que je me garde d'imiter). Voici ce schéma, il est fort séduisant.

O figure toujours l'observateur, J le centre de l'excentrique. Celui-ci et le déférent de centre O ont même rayon ; le rayon de l'épicycle est égal à OJ.

Avec ces conventions de dessin, OKMJ est un parallélogramme.

$\widehat{AJM} = \widehat{AOK} = \widehat{EKM} =$  anomalie moyenne

$\widehat{AOM} =$  anomalie vraie.

$\widehat{MOK}$  différence des anomalies.

Deuxième théorème proposé par Ptolémée : si on prend deux positions de l'astre S et T telles que l'écart entre l'apogée et la position S soit égal à l'écart entre le périhélie et la position T, alors dans les deux cas il y a la même différence entre anomalie moyenne et anomalie vraie.

Sur le modèle de l'excentrique, OS et OT sont alignés (fig 3.8.) ; de cette façon AOS, écart avec l'apogée, est égal à COT, écart avec le périhélie. Quant aux différences des anomalies, ce sont les deux angles égaux du triangle isocèle JST. Ptolémée aimait visiblement la géométrie,

Sur le modèle de l'épicycle, les écarts égaux avec apogée et périégée cela signifie que les positions S et T sont sur une même droite issue de O ; on retrouve un triangle isocèle KST (fig 3.9.) dont les angles égaux représentent dans chaque cas la différence des anomalies.

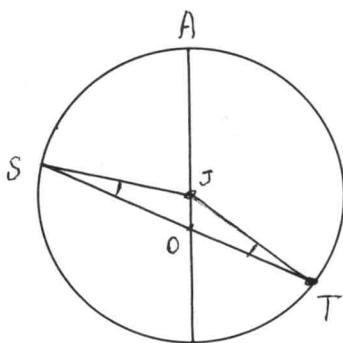


fig 3.8.

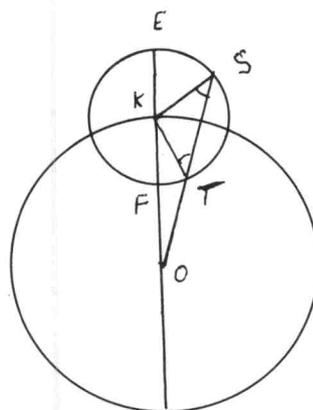


fig 3.9.

APPLICATION AU SOLEIL

L'irrégularité du mouvement apparent du Soleil est simple par rapport à ce que nous trouverons pour les planètes. Elle peut se résumer ainsi : le temps qui s'écoule entre le passage à l'apogée (où la vitesse est la plus faible) et le passage à la position où la vitesse est moyenne est toujours supérieur au temps qui s'écoule entre cette position à vitesse moyenne et le passage au périégée (où la vitesse est la plus grande). Irrégularité dont on peut rendre compte aussi bien par le modèle de l'excentrique que celui de l'épicycle. A cette différence près qu'avec le modèle de l'épicycle, le mouvement du Soleil à l'apogée serait un peu en avance. Il est certainement plus raisonnable de choisir le modèle de l'excentrique, c'est plus simple et cela n'introduit qu'un seul mouvement au lieu de deux. L'argument de simplicité est décisif et, comme on sait, ce ne sera pas sa dernière intervention dans l'histoire des sciences (comparez, en passant, avec ce qui se pratique dans les fausses sciences du genre astrologie et autres ésotérismes où quand c'est possible de faire simple, on complique à plaisir).

On se propose de déterminer l'excentricité et de placer la direction de l'apogée qui portera le centre de l'excentrique. Je reprends les mêmes notations que plus haut : O centre de la sphère céleste locale figure l'observateur, J est le centre de l'écliptique.

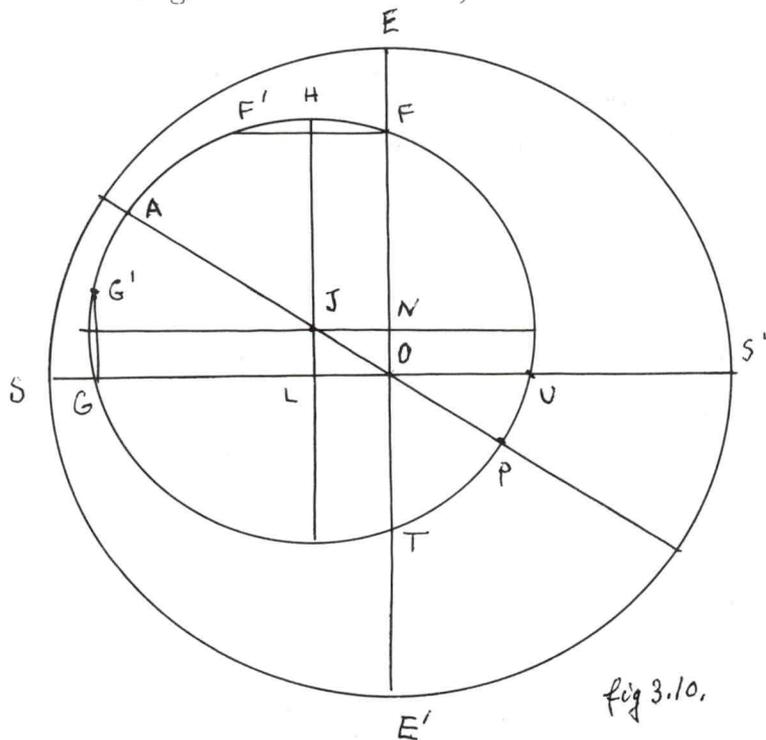


fig 3.10.

Du centre O du cercle figurant l'intersection de la sphère des fixes par le plan de l'écliptique, les directions perpendiculaires OE et OS figurent la direction du point vernal, passage du Soleil à l'équinoxe de printemps et passage du Soleil au solstice d'été, E' équinoxe d'automne,...

Ptolémée reprend les données de Hipparque que je traduis dans notre système de numération décimale  
 durée du printemps 94,5 jours  
 durée de l'été 92,5 jours  
 A ces durées, correspondent sur l'excentrique des arcs de  $93^{\circ},14$  et  $91^{\circ},17$  le mouvement du Soleil sur l'excentrique étant uniforme. Conclusion, l'arc FF'GT sur l'excentrique mesure  $184^{\circ},31$  la moitié de la corde FF' est



LA FIN DU LIVRE III

Je l'abrège parce qu'elle me paraît, pour nous, moins instructive. Nous disposons de bonnes tables du Soleil ce qui n'était pas le cas pour les premiers lecteurs de Ptolémée. Il détaille donc, sur des exemples, comment calculer la position du Soleil moyen, aussi bien sur le modèle excentrique que sur le modèle épicycle. Il donne alors la table de l'anomalie vraie tout au long de l'année.

Il calcule aussi à quelles époques le mouvement apparent est égal au mouvement moyen. Enfin il calcule la position du Soleil à toute date.

Il termine ce livre III par de longues considérations sur l'inégalité des jours solaires. Pour comparer ces durées, il hésite sur l'origine à choisir pour le jour, le lever à l'horizon ou le passage au méridien. Evidemment c'est celui-ci qu'il faut choisir, même si pour les commodités du calendrier civil on reporte l'origine du jour 12 heures auparavant à Minuit. Ptolémée dégage alors très bien les deux causes de l'inégalité des jours solaires : (1) la variation non uniforme de l'anomalie vraie ; (2) les durées inégales de passage au méridien d'arcs égaux de l'écliptique en raison de l'obliquité de celui-ci sur l'équateur céleste.

Pour parler non comme Ptolémée, mais comme je l'avais appris pour passer le bachot (en 1932 on pouvait être interrogé en cosmographie par l'examineur de mathématiques) : le mouvement non uniforme du Soleil sur l'écliptique conduit à une première inégalité dite "équation du centre" ; la seconde inégalité résulte de la "réduction à l'équateur" et la somme de ces deux inégalités est appelée, c'est malencontreux mais nous n'y pouvons rien, l'équation du temps.

L'équation du centre a pour conséquence immédiate l'inégalité des saisons. L'équation du temps se manifeste par la variation de l'intervalle de temps qui sépare deux passages consécutifs du Soleil au méridien du même lieu.

Retenons la conclusion de Ptolémée: négliger la correction d'équation du temps pour certains phénomènes des planètes, passe encore mais pour les mouvements de la Lune qui sont si rapides, en tenir compte est indispensable. Il pense à ce qui va suivre, les livres IV et V sur la Lune et VI sur les éclipses. Nous les lirons ensemble si cela ne vous lasse pas.

à suivre

K.Mizar

Errata Dans la première partie de cette Lecture de Ptolémée, des lecteurs ont relevé deux erreurs :

- p.22 du CC 51, j'affirme comme Toomer l'a écrit que la traduction française de l'Almageste par N.Halma est introuvable. C'est sans doute vrai aux USA mais en France une réédition photographique serait disponible aux éditions Albert Blanchard, avenue de Médicis, 75005 Paris.

- P.27, à la troisième ligne avant la fin de l'encadré, un signe  $\sqrt{\quad}$  (racine carrée) a été oublié. Lire  $c = r \frac{\sqrt{5} - 1}{2} = 0,618 r$

## LE GROUPE DE RECHERCHE PEDAGOGIQUE DU CLEA

Avant de vous présenter le Groupe de Recherche Pédagogique, j'aimerais faire un petit retour en arrière. Cela rappellera de bons souvenirs à certains et permettra aux nouveaux membres et lecteurs de mieux connaître notre association.

Au cours des années 1975-1976, des enseignants ont fait part de leurs besoins en astronomie, enseignants qui étaient confrontés aux demandes pressantes de leurs élèves.

Un premier colloque sur l'enseignement de l'astronomie en France eut lieu à l'occasion de l'Assemblée Générale de l'Union Astronomique Internationale en septembre 1976 à Grenoble. De nombreux participants à ce colloque créèrent dans les mois qui suivent le CLEA et les Cahiers Clairaut.

Un des buts du CLEA fut la promotion de l'Astronomie, son ambition fut et demeure l'apport d'une aide aux enseignants. Le point de vue du CLEA était de former des enseignants avant de demander l'introduction de l'astronomie dans les programmes.

La première Ecole d'Eté eut lieu à Lanslebourg en 1977. Cette année-là, astronomes, enseignants, animateurs et stagiaires cherchèrent leur voie. Mais au cours des Ecoles ou Universités qui suivirent, à raison d'au moins une, souvent deux et parfois trois chaque année, tout évolua, s'affina, s'enrichit.

De la scie égoïne tranchant d'immenses plaques de contreplaqué, on est passé au prédécoupage largement secondé par une scie à ruban et autres matériels électriques (à quand les découpes assistées par ordinateur ?). Après avoir connu le balbutiement et le B. A. BA astronomique, les stagiaires repartent maintenant avec moult informations, des connaissances et surtout de nombreux exemples des activités pédagogiques adaptées à l'âge de leurs élèves.

Ces Universités ont été un creuset permettant des échanges enrichissants et fructueux entre astronomes et enseignants venant de toute la France, des DOM TOM et de l'étranger, et de différents niveaux d'enseignement.

Certains stagiaires de la première année devinrent animateurs, puis le phénomène universel de l'accrétion fit sa besogne, d'autres rejoignirent le groupe, chacun apportant ses expériences, donnant de son temps et épaulant la dynamique équipe d'astronomes.

Le CLEA a également recherché et développé des relations avec des groupes ou des personnes travaillant sur les mêmes objectifs à l'étranger. Je citerai par ordre alphabétique : l'Allemagne (R. Szostak, à l'Université de Münster), l'Espagne (R.M. Ross, à l'Université de Catalogne), les Etats-Unis (D. Hoff du groupe STAR à Harvard), l'Italie (N. Lanciano à Rome), la

Pologne (C. Iwaniszewska à l'université de Torun).

En avril 1989, lors d'une réunion à Orsay, quelques uns d'entre nous prirent contact avec Darrel Hoff représentant le groupe STAR. A cette occasion, Lucienne Gouguenheim donna quelques indications sur les réflexions de la commission "Sciences de la Terre et de l'Univers" (CC n° 46). Il fallait prévoir des thèmes sur l'enseignement de l'astronomie à l'école, au collège et au lycée.

Très rapidement on retombait sur le souci du CLEA : la formation des enseignants. Le CLEA ne devait-il pas produire des documents ? Il avait déjà édité des fascicules de formation des Maîtres. Mais maintenant, pour éviter que certains ne se laissent entrainer vers un enseignement de l'astronomie trop livresque ou encyclopédique, il fallait proposer des méthodes de travail et réaliser des documents directement utilisable avec les élèves. Au cours de la discussion, l'enthousiasme du groupe aidant, l'idée de réaliser des fiches s'imposa.

Chacun repartit avec des idées et en quelques semaines une longue liste de thèmes à traiter fut élaborée.

En avril 1990, nouvelle réunion, quelques ébauches de fiches avaient été réalisées, mais nous nous heurtions à des difficultés. Dans quel esprit fallait-il rédiger ? Quels objectifs se fixer ? Fallait-il d'abord penser à l'enseignant ou à l'élève ? Comment réaliser une unité de rédaction ? Sans parler d'autres problèmes matériels. Il fallait également trouver des volontaires pour rédiger ces fiches ? Nombreux sont ceux qui s'engagèrent avec ardeur. Un groupe s'était donc formé et ses membres se mirent au travail : une fiche (4 pages en moyenne) une fois rédigée est expédiée à deux ou trois personnes pour relecture critique, une synthèse est ensuite faite par l'auteur de la fiche.

Le travail fut productif puisque certaines furent prêtes pour l'Université d'Eté de Gap en août dernier. La décision fut alors prise de les publier en les regroupant dans des numéros hors série des Cahiers Clairaut. Et c'est à Gap que le groupe prit le nom de "Groupe de Recherche Pédagogique" (il fallait bien trouver des parents pour ces fiches...).

Pour mieux traduire l'esprit dans lequel ces documents ont été réalisés, je soumetts à votre lecture le préambule qui accompagnera chaque numéro hors série des CC.

*Ces fiches s'adressent à l'enseignant. Elles proposent des activités sur un thème et sont directement utilisables avec les élèves. Chacune d'entre elles suggère un développement possible. Il arrive que plusieurs fiches traitent le même thème par des approches différentes, laissant ainsi le choix à l'enseignant.*

**Ces fiches concrétisent le travail de recherche mené au sein du Comité de Liaison Enseignants Astronomes (CLEA) et qui s'appuie sur :**

*- des expériences d'enseignants avec leurs élèves (dans une classe, un club ou*

*lors d'un Projet d'Action Educative),*

*- des échanges entre enseignants lors de stages de formation, académiques ou nationaux, ou d'universités d'été,*

*- des rencontres avec des groupes de réflexion de différents pays (par exemple "Science Teaching through its Astronomical Roots" (STAR) aux Etats-Unis, l'Université de Münster ou celle de Catalogne).*

*Elles proposent une démarche pédagogique qui privilégie certains objectifs, qui sont en particulier:*

*- de proposer aux élèves des activités motivantes permettant une découverte, une réalisation,*

*- de fonder ces activités sur l'observation astronomique, en montrant que celle-ci n'est pas réservée à la nuit et reste possible même en ville,*

*- de réaliser des constructions techniques utilisables par l'élève,*

*- de partir de l'observation ou de la manipulation, en passant ensuite à son interprétation, sans être tributaire de l'outil mathématique,*

*- d'utiliser un matériel simple et peu coûteux,*

*- de s'adresser à tout élève, de formation scientifique ou non,*

*- d'apprendre aux élèves à mener une recherche bibliographique et à utiliser une banque de données.*

*On insiste particulièrement sur l'importance des différentes étapes : observation, mesure et interprétation.*

*Les fiches sont présentées selon un plan type, qui part des objectifs, décrit le matériel nécessaire, puis le déroulement des activités ; elles comportent également des conseils pratiques et des documents à utiliser par les élèves ; elles proposent des exercices et des évaluations qui ne reposent ni sur la mémorisation d'un ensemble de faits ni sur la résolution d'un problème mathématique ; elles donnent enfin une bibliographie et, parfois, des informations complémentaires pour l'enseignant.*

*Elles sont regroupées pour leur publication dans un numéro hors série des Cahiers Clairaut par niveau : Ecole Elémentaire, Collège 1 (6ème et 5ème), Collège 2 (4ème et 3ème) et Lycée. Elles sont conçues pour être utilisables séparément et sont aisément détachables.*

*Toute correspondance au sujet de ces fiches ou des autres publications du CLEA est à adresser au **secrétaire du CLEA : G. Walusinski, 26 Bérengère, 92210 Saint-Cloud.***

Actuellement, deux numéros hors série des Cahiers Clairaut ont été édités (ou sont sur le point de l'être). Le numéro 1 traite de l'astronomie à l'école primaire et comportera les fiches suivantes : Pourquoi de l'astronomie à l'école élémentaire? - Ombre propre, ombre portée, cône d'ombre - Comment repérer un lieu à la surface de la Terre - Le jour et la nuit - Repérage : nord, sud, est, ouest - Heure solaire, heure légale, fuseaux horaires - Cadres solaires - Course diurne

du Soleil - Observons les phases de la Lune - Une maquette du système solaire - Apprendre les constellations - La conquête spatiale - Le numéro 2 au niveau collège 1 a pour thème "la Lune" et comporte les fiches : Textes littéraires - Phases de la Lune - Les phases de la Lune : observation - Mouvements de la Lune : observation - Mouvements de la Lune : interprétation - Phases de la Lune : interprétation - Face à face Terre-Lune - Phases et mouvements de la Lune à partir d'un calendrier - La Lune dans l'hémisphère sud et aux pôles. Eclipses - Carte d'identité de la Lune - Glossaire.

Le groupe travaille actuellement à la réalisation d'un numéro hors série consacré au lycée.

Je souhaite que ces numéros soient les premiers d'une longue lignée...

Nous avons pensé qu'il serait intéressant de réaliser également des documents photographiques à caractère pédagogique qui pourraient être utilisés comme documents de substitution (phénomènes difficilement observables) ou de réflexion. Ainsi, certaines séries de diapositives seront réalisées très prochainement : série n°1 : les phases de la Lune ; série n°2 : constellations.

Le GRP a fait de son mieux pour vous aider et pour promouvoir un enseignement satisfaisant de l'astronomie. Nous aimerions qu'à votre tour vous nous aidiez en nous faisant part de vos expériences avec vos élèves, de vos besoins et en faisant connaître les fiches pédagogiques du CLEA autour de vous. Faites les acheter par vos établissements.

Merci d'avance.

Jean Ripert  
pour le GRP

#### COMMENT SE PROCURER LE NUMERO HORS SERIE SUR LA LUNE AU COLLEGE ?

Vous êtes abonné au Cahiers Clairaut : vous envoyez votre commande, accompagnée d'un chèque de **40 francs** et de votre numéro d'abonné, si vous le connaissez (il figure sur la bande d'expédition de la revue) à Gilbert Walusinski, 26 Bérengère 92210 Saint-Cloud.

Vous n'êtes pas abonné aux Cahiers Clairaut : vous envoyez votre commande, accompagnée d'un chèque de **60 francs** à l'adresse ci-dessus. C'est peut-être aussi pour vous une bonne occasion de vous abonner !

## LA PERCEPTION PAR LES ELEVES DES CONCEPTS ASTRONOMIQUES

J. Nussbaum

Jerusalem College for Women, Bayit Vegan, Jerusalem, Israel (1)

### RESUME

Le savoir astronomique repose sur l'assimilation d'un ensemble de notions diverses provenant de différents champs de la physique et des mathématiques. Au cours de ces dernières années, différents travaux ont montré que les élèves de tous âges se font une idée fausse ("misconception" ou fausse représentation) de ces notions physiques et mathématiques fondamentales, malgré l'enseignement qui leur a été dispensé. Il semblerait donc évident que pour bien enseigner l'astronomie, il faudrait délibérément corriger ces fausses représentations précoces ("preconceptions") avant ou pendant le processus de transmission du savoir. Cela n'est généralement pas le cas. Les élèves abordent donc l'astronomie avec des préconceptions naïves et erronées qui influent fortement sur le filtrage et l'interprétation du savoir nouveau qu'ils reçoivent. Il peut en résulter l'élaboration de représentations encore plus fausses et plus complexes. Cet article se propose de décrire quelques exemples de telles fausses représentations et de montrer que leur origine remonte à ces préconceptions naïves.

### 1: INTRODUCTION

L'astronomie est aujourd'hui un des fronts les plus actifs de la recherche scientifique et les résultats absolument étonnants obtenus ces derniers temps atteignent presque aux frontières de l'imagination humaine. Pourtant, diverses études menées dans différents pays (ref. 1-6) montrent que de vastes tranches de la population scolaire appartenant à différents groupes d'âge ignorent encore de façon stupéfiante les notions et les concepts fondamentaux de l'astronomie. Une telle ignorance ne signifie pas que l'individu doit purement et simplement être considéré comme "tabula rasa" en matière d'astronomie. Dès son plus jeune âge, chaque enfant a déjà amassé un certain nombre d'impressions sur les phénomènes qu'il voit se reproduire régulièrement dans le ciel. Il a aussi été exposé à une information astronomique véhiculée par les medias modernes, par exemple les dessins animés de science-fiction qu'il voit à la télévision. En psychologie cognitive moderne, la plupart des approches admettent que les représentations mentales existant chez un individu (schèmes) déterminent sa manière de sélectionner, d'interpréter et finalement d'incorporer l'information à ses structures cognitives. Ainsi, les faiblesses du savoir astronomique constatées chez un individu et sa mauvaise compréhension des concepts fondamentaux l'amènent tout naturellement à élaborer un singulier ensemble de fausses représentations sur la structure et la dynamique du Cosmos. Le phénomène général des fausses représentations mentales en sciences est devenu, au cours de la dernière décennie, un sujet de préoccupation de plus en plus aigu pour les chercheurs en sciences de l'éducation (ref. 9-12). Bien des questions soulevées lors de l'examen rapide du problème général des fausses représentations tenues pour valides par les apprenants seront à l'arrière-plan de la discussion qui va

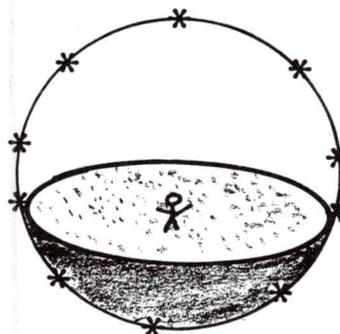
---

(1): Traduction de l'article publié dans "Proceedings of the GIREP Conference 1986: COSMOS - an Educational Challenge, Copenhagen, 18-23 August, 1986" (ESA SP-253, Nov. 1986).

suivre. Dans ce travail, nous nous intéresserons particulièrement à quelques fausses représentations bien étudiées dans le domaine de l'astronomie. Nous en examinerons quelques exemples typiques et nous tenterons d'en comprendre les origines.

Montrons d'abord par un exemple ce que nous entendons par fausse représentation mentale. Lors d'un entretien, on a posé cette question à Igal (11 ans): "Tu as dit que la Terre avait la forme d'une boule: où est cette boule? Pourquoi ne voit-on pas de forme ronde quand on regarde par la fenêtre?" Igal répondit que nous vivions à l'intérieur de la boule. Le chercheur qui dirigeait l'entretien et qui avait déjà trouvé cette fausse représentation chez d'autres enfants demanda alors à Igal de dessiner ce qu'il voulait dire. Igal dessina la Terre comme sur la figure (1). Il expliqua que la Terre était en réalité composée de deux hémisphères. L'hémisphère inférieur était solide, fait de roches et de sol et il portait les océans. L'hémisphère supérieur était un dôme constitué d'air. Igal expliqua que les gens vivaient sur la vaste surface circulaire à peu près plate qui est à l'intérieur de la boule.

Fig.(1): Modèle de la Terre à deux hémisphères



Ce genre de fausse représentation existe chez les enfants plus fréquemment qu'on ne le pense. Selon une étude, confirmée par de nombreuses autres, elle est présente chez environ 15% des enfants de 10-11 ans et environ 6% des enfants de 13 à 14 ans (ref.2). Cette conception peut nous paraître simpliste et primitive mais elle était pleine de sens et tout à fait fonctionnelle pour cet enfant. Grâce à cette représentation mentale (fausse), Igal pouvait s'expliquer le mouvement du Soleil, de son lever derrière l'horizon Est jusqu'à son coucher derrière l'horizon Ouest. Son idée était que le Soleil passait derrière la Terre pendant la nuit et il ajoutait que "lorsque le soleil est sous la Terre, il la réchauffe et c'est pour ça qu'il y a de la lave et des volcans."

Nous avons donc ici un modèle apparemment simpliste et primitif mais tout à fait fonctionnel et capable de donner une explication mécanique raisonnable à plusieurs des phénomènes connus de l'enfant. Cet enfant n'était ni stupide ni retardé. On ne lui avait jamais présenté ce modèle comme tel, mais il l'avait plutôt élaboré lui-même. Ce n'était pas un travail délibéré et conscient. Il était parvenu à ce modèle par un effort général d'interprétation des bribes de connaissances qui lui parvenaient. Bien qu'étant son modèle à lui, il l'avait élaboré en étant persuadé que c'était ce que sa "source d'information" entendait par "une Terre sphérique". Après l'avoir élaboré, cet enfant pouvait le compléter en y ajoutant des significations personnelles. Il est tout à fait

probable que ce modèle mental lui a servi pendant un certain temps à assimiler d'autres connaissances, jusqu'à ce qu'il éprouve le besoin d'en changer ou de lui faire subir des modifications importantes. Comme les représentations mentales propres à chaque individu lui servent de cadre de référence dans lequel il interprète toute information nouvelle pertinente, l'apprenant qui s'est constitué un ensemble de fausses représentations et qui les tient pour vraies est enclin à faire subir des distortions à l'information qui lui est transmise par ses professeurs. C'est à ce stade que le phénomène de la fausse représentation mentale devient un problème.

Certains lecteurs ayant affaire à des apprenants de bon niveau (lycée ou université) trouveront peut-être la description et l'analyse ci-dessus de peu d'intérêt ou tout à fait artificielle. Quelques-uns objecteront probablement que "le problème" pourrait être facilement résolu "en enseignant mieux". Mais que veut dire "mieux enseigner"? Ici, je voudrais faire remarquer que seule une étude sérieuse de la nature de fausses représentations précises et du processus processus d'évolution conceptuelle en situation de classe (ref.13) permettrait de proposer de meilleures stratégies pédagogiques.

Quelques lecteurs objecteront que ces fausses représentations mentales n'existent que chez les plus jeunes et qu'elles disparaissent d'elles mêmes à mesure que l'enfant gagne en maturité. Certains objecteront aussi que l'on pourrait résoudre le problème en attendant que l'apprenant ait atteint la disponibilité cognitive souhaitable, c'est à dire en repoussant à un âge plus avancé la présentation de certains sujets. Bien que de tels arguments semblent tout à fait raisonnables, les recherches ont montré que les fausses représentations qu'on a laissé évoluer spontanément depuis le plus jeune âge sont tenaces et résistent à toute tentative de modification en dépit de l'enseignement qui sera dispensé par la suite (ref.14). Ainsi, divers travaux ont montré que des fausses représentations rappelant fortement les vues d'Aristote sur la Nature ou les idées du Moyen-Âge sur la mécanique et qui s'étaient développées spontanément au cours de l'enfance et de l'adolescence, étaient toujours acceptées et utilisées par de nombreux lycéens et étudiants du Premier Cycle universitaire qui venaient à peine de terminer un cours de mécanique newtonienne (ref.15). Deux autres études sur les concepts astronomiques chez des adultes ont mis en évidence des phénomènes similaires. Une étude menée dans une Université américaine a montré qu'un nombre significatif d'étudiants ayant à peine achevé un cycle d'initiation à l'astronomie éprouvaient des difficultés à reproduire les phases de la Lune à partir d'une situation donnée, illustrée par un dessin. Certains d'entre eux avaient en outre des vues totalement fausses sur le déroulement des phases de la Lune (ref.5). Une étude menée en Italie et en Colombie, a montré que, dans un échantillon d'adultes, nombreux étaient ceux qui avaient des vues totalement fausses sur la gravité et sur la Terre en tant que corps céleste (ref.6).

Ainsi, que nous soyons chercheur ou enseignant, ces fausses représentations méritent toute notre attention, à quelque niveau qu'elles se placent.

## 2: UN PARALLELE ENTRE L'HISTOIRE DES SCIENCES ET L'EVOLUTION CONCEPTUELLE DES ETUDIANTS

La position actuelle des psychologues de la connaissance sur l'extrême importance du rôle que jouent les représentations mentales propres à chaque

individu (schèmes) dans la sélection, l'interprétation, et l'assimilation de nouveaux savoirs a été formulée de façon précise dans les années 60. Ces idées rejoignent un ensemble d'idées analogues développées indépendamment en Histoire et en Philosophie des Sciences. C'est essentiellement dans les années 60 qu'une controverse éclata chez les Historiens et les Philosophes des Sciences. Cette controverse avait été déclenchée par Kuhn dont les idées sur le rôle des paradigmes et sur le caractère révolutionnaire de l'Histoire des Sciences sont certainement familières aux lecteurs. Il est clair que cette notion de "paradigme" rappelle fortement la théorie de la "Gestalt" et les notions plus récentes de "schèmes" ou de "structures conceptuelles" de la psychologie cognitive. Toulmin, une des figures les plus remarquables de l'Histoire et de la Philosophie des Sciences analyse explicitement "la compréhension humaine", tant au niveau de l'individu qu'à celui des communautés scientifiques, avec une approche identique (ref. 16). En essayant de faire une synthèse des arguments de la Philosophie des Sciences, de la Psychologie Cognitive et de la Pédagogie, Novak a dégagé ce qu'impliquait pour les Sciences de l'Education la théorie du développement de Toulmin (ref.17).

Divers chercheurs ont suggéré que le développement des concepts scientifiques chez l'individu, répète, généralement, le développement historique de la science (ref.15). Dans diverses études, on a soutenu que, de même que lorsqu'il y a changement de paradigme, les remises en question majeures opérées par un apprenant sur ses fausses représentations sont de nature révolutionnaire, et se font donc difficilement (ref.8). Mon point de vue personnel est qu'en proposant comme hypothèse de travail un parallèle entre l'Histoire des Sciences et le développement des idées scientifiques chez l'individu, il faut examiner les théories des historiens et des philosophes avec beaucoup de précautions. De nos jours, la plupart des historiens ne sont plus d'accord avec la théorie de Kuhn telle qu'il l'a proposée. Avec, certes, quelques différences sur l'importance accordée à tel ou tel point et sur la terminologie employée, leur point de vue est essentiellement que le développement historique n'a jamais un caractère de révolution radicale. On ne passe pas d'un paradigme à un autre par une évolution progressive dans laquelle un nombre de plus en plus grand des éléments du paradigme se modifient. Ce n'est que lorsqu'un nombre suffisant de ces éléments ont été modifié qu'on voit apparaître ce qui semble être un nouveau paradigme (ref.16,19,20).

En cherchant à retrouver les origines de l'évolution conceptuelle chez les apprenants, mon expérience personnelle m'a montré que les modifications de leurs (fausses) représentations, qu'elles se produisent au bout de plusieurs années ou après quelques heures de cours, sont de caractère évolutionnaire (ref.13,21). Cette observation sera vérifiée par les exemples qui vont suivre. Si elle est valide et universelle, elle pourrait alors avoir un retentissement sérieux sur l'élaboration des séquences d'enseignement et des stratégies pédagogiques. Bien que les méthodes et les sources de l'Histoire des Sciences et de l'étude du développement scientifique chez l'apprenant soient évidemment différentes, les méthodologies de ces deux branches de recherche ont en commun une caractéristique essentielle. C'est leur attitude fondamentale envers les individus objets de leur étude (c'est à dire, l'élève qui apprend maintenant ou les savants et les communautés scientifiques dans le passé) et envers leurs idées et leurs conceptions. Ce qu'écrivait Toulmin dans l'introduction à son célèbre ouvrage sur l'histoire de l'Astronomie décrit bien cette attitude et le lecteur est invité à penser à l'apprenant et aux situations de classe chaque fois que Toulmin parle des astronomes et des sociétés des périodes historiques passées.

"..Il ne suffit pas de découvrir ce que croyaient nos prédécesseurs et d'en rester là: nous devons essayer de voir le monde à travers leur regard d'hommes à qui la connaissance était déniée, de reconnaître les problèmes auxquels ils étaient confrontés, et de trouver ainsi par nous mêmes pourquoi leurs idées étaient si différentes des nôtres."

"...Donc, pour voir le monde à travers leur regard, nous devons abandonner bien plus que notre adhésion à l'idée élémentaire que la Terre tourne autour du Soleil. Nous devons abandonner toute une attitude intellectuelle envers l'astronomie planétaire: par exemple, l'idée que le Soleil et la Terre sont tous deux des corps célestes, et que notre travail principal est de mettre en équations leurs positions et leurs mouvements respectifs."

"...En passant de l'astronomie au mouvement des corps (l'étude de la dynamique), nous devons une fois de plus rejeter des idéaux et des idées dont nous tenons la validité pour évidente... Par exemple, on croit qu'une théorie dynamique doit se ramener à des équations mathématiques établissant des relations entre des quantités comme le moment et la force. Cette idée n'a guère plus de 400 ans d'âge. Elle n'est universellement acceptée par les physiciens que depuis seulement 250 ans, et elle n'était même pas concevable auparavant..."

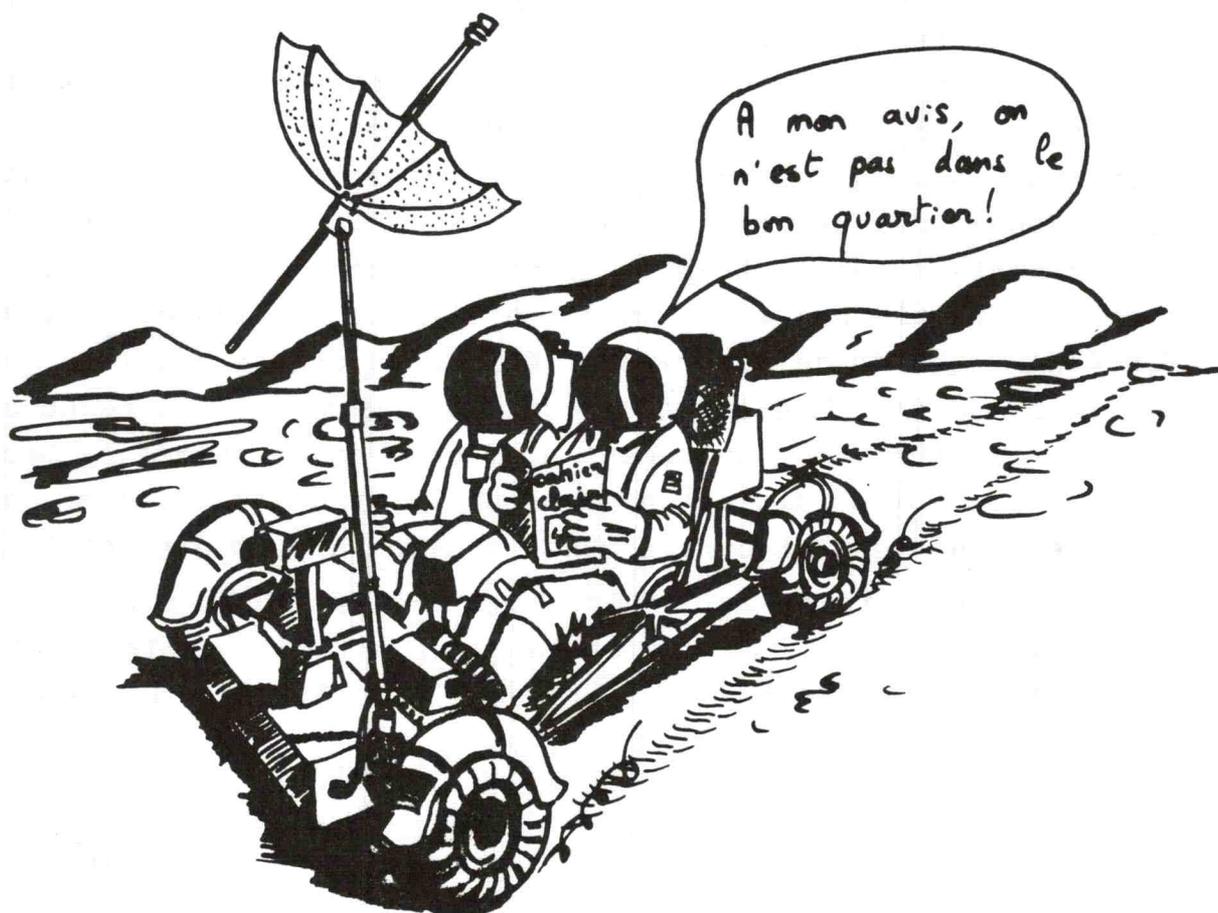
"... C'est seulement si nous prenons la peine de voir clairement quelles questions préoccupaient les astronomes en tel ou tel siècle, que nous pourrons porter un jugement équitable sur les réponses qu'ils trouvaient convaincantes." (ref.22).

(à suivre)

---

### CONNAISSEZ-VOUS LES PUBLICATIONS PEDAGOGIQUES DU CLEA ?

(voir page 9 et page 12)



LA COMÈTE LÉVY.

Images de cette comète de l'été 1990 prises à l'aide d'un objectif Nikon de 180mm de focale ouvert à 2,8.

Pellicule Fujichrome 400.

Monture équatoriale à entraînement manuel; contrôle du suivi grâce à une petite lunette guide (D= 66mm; F= 350mm) et un mouvement lent en  $\delta$ .

Eléments de ces prises de vues:

Lieux:	Poses:	Heures: (T.U.)	Dates:
Pic du Midi (Pyrénées)	15 min	de 22h 29 à 22h 44	18 08 1990
Col Bayard (Gap)	14 min	de 23h 26 à 23h 40	21 08 1990
Col Bayard	16 min	de 23h 32 à 23h 48	23 08 1990

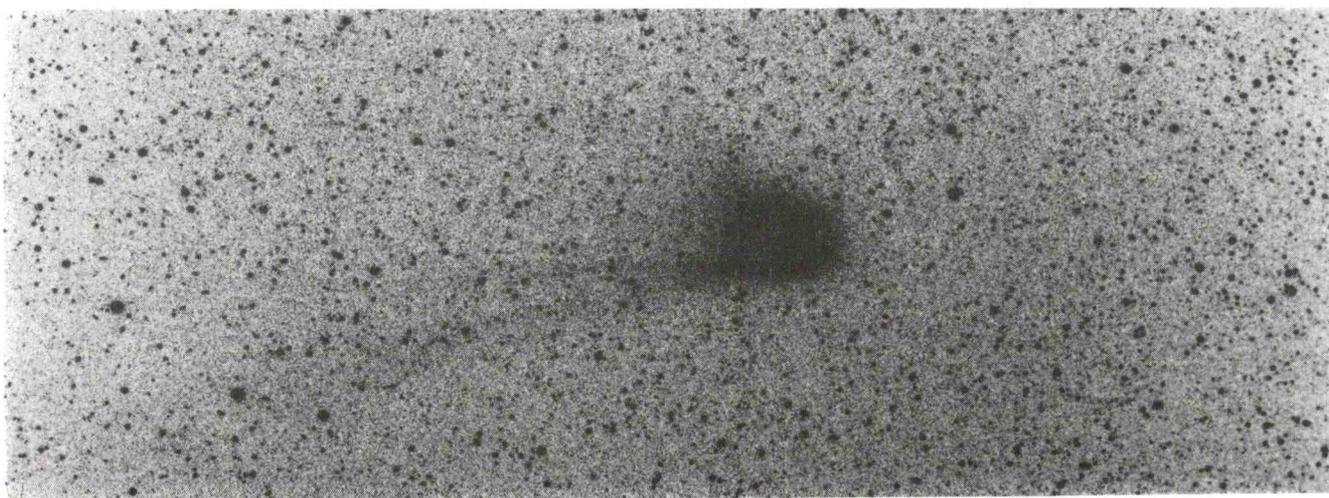
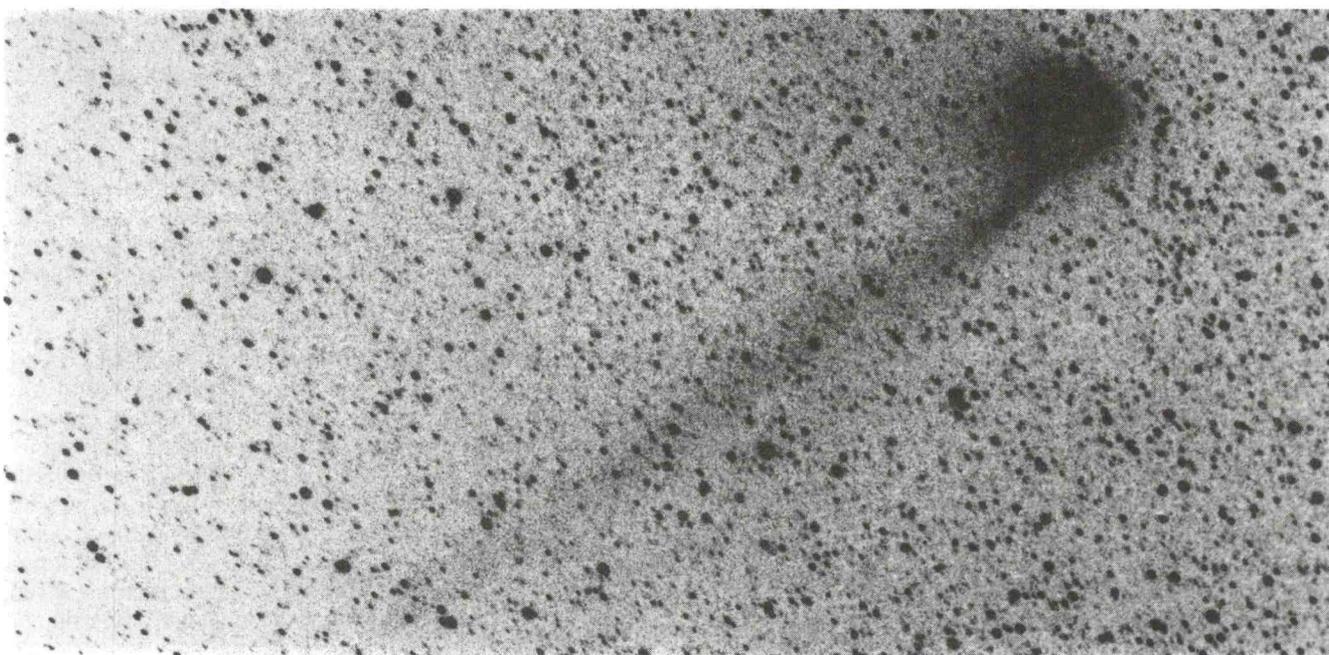
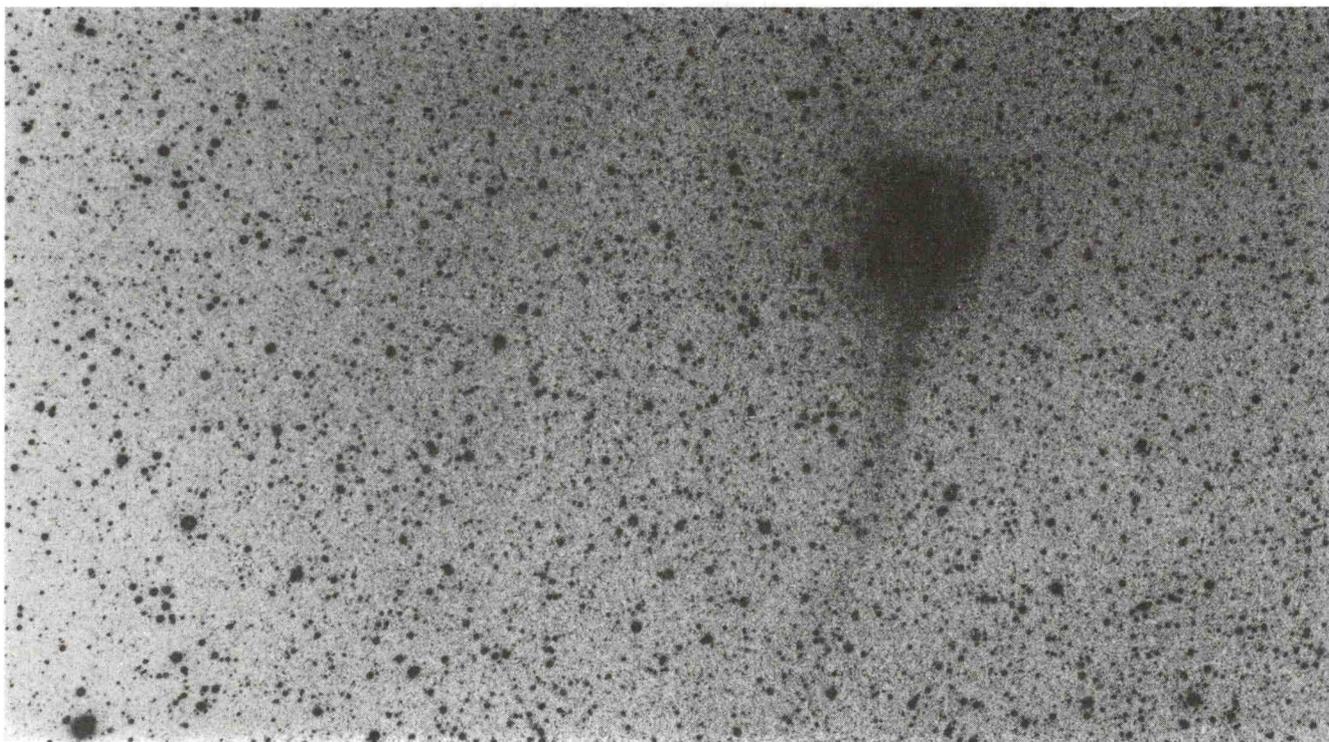
Remarques: le 18 août, la comète frôle l'amas globulaire NGC 7078 (M 15); comme la comète se trouve presque à l'opposé du soleil par rapport à la Terre au début d'août, les 3 clichés montrent, à la fois, les changements réels des structures de la queue mais, aussi, la modification rapide de l'angle de phase due à la perspective.

Les diapositives ont été tirées sur Cibachrome; ensuite, elles ont été placées dans l'agrandisseur pour réaliser des contretypes négatifs noir et blanc. Cette dernière manipulation, bien connue des astrophotographes, fait ressortir les fins détails en augmentant les contrastes, donc le rapport signal/fond.

La partie sud de la queue paraissait la plus active, mais on peut détecter de nombreuses régions et des jets diffus au nord de la chevelure. L'étendue de cette dernière s'étale beaucoup plus sur les contretypes (autrement dit, le procédé permet la lecture d'isophotes plus faibles en décalant la dynamique) alors que les tirages sont tous rigoureusement au même rapport d'agrandissement.

Sur le cliché du 21 août, le diamètre de la chevelure est visible sur 30' de diamètre et la queue est détectable sur 5°. La position de la tête à cette date est:  $\alpha = 20h 53min$  et  $\delta = +5^\circ 40'$ .

Daniel Bardin.



## LES POTINS DE LA VOIE LACTEE

### LA SONDE MAGELLAN DECOUVRE LE RELIEF DE VENUS

Lancée en mai 1989 par la NASA, la sonde Magellan a atteint Vénus le 10 août 1990 après avoir parcouru environ 220 millions de km. L'opération de mise en orbite autour de Vénus s'est déroulée normalement malgré quelque angoisse pour les ingénieurs de la NASA qui ont réussi à maîtriser les problèmes électroniques du système de communication qui avait conduit à perdre plusieurs fois, pendant plus de 10h, le contact avec Magellan au cours du premier mois suivant la mise en orbite. Magellan décrit une orbite elliptique inclinée de  $86^\circ$  sur l'équateur de Vénus, avec une période de 3h 15 min, qui place la sonde à une altitude comprise entre 294 et 8450 km au-dessus du sol de Vénus et retransmet vers la Terre des images d'une précision inégalée de la surface de Vénus.

Le programme de Magellan comporte une seule expérience (la NASA a dû faire des économies et renoncer à son programme initial beaucoup plus ambitieux projeté en 1982) consistant à cartographier le détail de la surface de Vénus en utilisant un radar (le système d'imagerie est appelé "SAR" pour "Synthetic-Aperture Radar"). Quand la sonde est au plus proche de Vénus et pendant une durée de 37 minutes deux systèmes radar travaillent en parallèle. L'un envoie des impulsions radio (à la longueur d'onde 12,6 cm) très brèves (plusieurs milliers par seconde) obliquement vers la surface de Vénus. L'autre joue le rôle d'altimètre en envoyant des impulsions perpendiculairement à la surface de Vénus et enregistre également l'énergie radio émise par la planète. Les échos réfléchis par les différents points de la surface sont enregistrés à bord et après chaque survol proche, la sonde pivote pour orienter son antenne de 3,7 m de diamètre vers la Terre et transmettre l'information recueillie vers le réseau de réception au sol.

L'exploitation des échos radar met en jeu la mesure des délais de réception des impulsions successives réfléchies en des points différents de la surface, se traduisant par différents décalages Doppler-Fizeau; par ailleurs, l'analyse de l'intensité relative des échos dépend de l'inclinaison du sol par rapport à l'axe du faisceau envoyé par la sonde et du matériau constituant ce sol. A chaque tour la sonde explore une zone de 20-25 km de large et de 15000 km de long. Compte tenu de la période de rotation propre de Vénus (243 jours terrestres), la sonde effectuera sa cartographie en 243 jours et environ 80% de la surface aura été balayée.

L'atmosphère et les nuages qui entourent Vénus sont si épais qu'il n'est pas possible d'atteindre sa surface par photographie depuis l'espace. Une imagerie par télévision depuis le sol de Vénus lui-même a été réalisée à partir des engins soviétiques Venera 9, 10, 13 et 14 qui ont atterri en 1982 sur Vénus; dans ce cas l'exploration est très détaillée mais ne peut porter que sur l'environnement proche du véhicule spatial (environ à une douzaine de mètres au maximum). Seules les techniques d'échos radar utilisées au voisinage de la planète permettent d'obtenir une vue d'ensemble du paysage et ses détails de structure.

Les premières observations radar de Vénus ont été effectuées depuis la Terre en 1961. Pendant ces trente dernières années, de nombreuses missions spatiales (Magellan est la 23<sup>ième</sup>) ont eu Vénus pour objectif et c'est en 1978 que la sonde PVO (pour "Pioneer Venus Orbiter") de la NASA a produit la première vue topographique globale avec une résolution de quelques dizaines de km sur la surface et une précision de l'ordre de 200 m en altitude. Celle-ci révélait essentiellement la présence de vastes plaines (analogues aux mers lunaires) et des continents surélevés de 4 à 5 km au-dessus des plaines voisines (leur dimension est analogue à l'Afrique ou à l'Australie). L'exploration radar par les sondes soviétiques Venera 15 et 16 en 1983, a révélé des détails de l'ordre de 1-2 km à la surface de Vénus et une nature très diversifiée : vastes plaines couvertes de coulées de lave basaltique (typiquement avec un longueur de 100-300 km et une largeur de 10-50 km), cratères circulaires (de 10 à 150 km de diamètre), chaînes de montagnes entrecroisées, structures complexes chaotiques ou organisées en cannelures ou cordes. Ces caractéristiques se retrouvent avec plus de netteté sur les premières images obtenues par Magellan avec une résolution de 120m sur la surface de Vénus et de 10m en altitude, mais des phénomènes à plus petite échelle apparaissent comme par exemple, des lignes de fractures organisées sur plusieurs dizaines de km de longueur ou entrelacées, des zébrures s'étendant autour de cratères, de fines fractures donnant l'aspect d'un papier parcheminé.

Avec une telle résolution les planétologues seront en mesure de reconstituer l'évolution de Vénus et son histoire géologique et de la comparer à sa planète soeur (de masse et de rayon très voisins), la Terre. On devrait obtenir les réponses à quelques questions, comme par exemple : le volcanisme est-il actuellement encore actif sur Vénus ? Magellan a les réserves nécessaires pour entreprendre une nouvelle cartographie après sa première mission de 243 jours pour permettre de déceler des changements éventuels, signe d'une certaine activité présente. Il est aussi possible qu'une éruption soit enregistrée en direct par la détection d'un intense sursaut d'émission radio. La surface fracturée de Venus est-elle la trace d'une activité tectonique analogue ou non à celle de la Terre ? Pour le moment Magellan a cartographié seulement 1,5% de la surface de Vénus, il faut donc attendre avec patience la suite de la mission...

## LECTURES POUR LA MARQUISE ET POUR SES AMIS

---

---

### LA PLACE DE L'ETOILE

---

N'est-elle pas centrale dans l'astrophysique d'aujourd'hui ? Pour quelques lignes, suivez, s'il vous plaît, mon raisonnement. D'abord, sans notre étoile à nous, le Soleil, pas de planète, pas de Terre, pas de vie sur la Terre, donc pas d'astronomie et pas de Cahiers Clairaut. Mais regardons plus loin, sans ces étoiles brillantes qui se prêtent si bien à l'analyse spectrale, aurions nous des idées sur l'évolution du monde, sur les mouvements dans le monde, sur l'histoire de l'Univers ? Et ces étoiles nous font considérer notre Soleil comme une étoile banale au destin banal. Et notre destin à nous, alors, banal, très banal.

Fin de mon raisonnement fumeux. Passons aux faits : sur ma table trois livres que je range dans un certain ordre :

1. L'avenir du Soleil par Jean-Claude Pecker ; collection "Questions de Science", 112 p. ; éd Hachette (69 F).
2. Pour comprendre l'Univers par Armand Delsemme, Jean-Claude Pecker, Hubert Reeves ; collection "Champs", 252 p. ; éd Flammarion.
3. Astrophysique. LES ETOILES par Evry Schatzman et Françoise Praderie ; collection "Savoirs actuels", 492 p. ; Interéditions/Editions du CNRS (275F).

L'ordre de lecture importe, à mon avis.

Dans le premier, J-C. Pecker s'adresse au plus large public. Il expose et il plaide. Son sujet est l'avenir du Soleil, il le déborde vite vers l'évolution des étoiles banales. Il nous avait d'ailleurs déjà montré dans son livre "Sous l'Etoile Soleil" (éd Fayard, 1984) qu'à partir de cette étoile, on pouvait passer en revue tous les problèmes de l'astronomie. Il plaide également, aussi bien pour la recherche scientifique en général que pour l'enseignement de l'astronomie en particulier (sur ce dernier point, sa réflexion mériterait d'être développée et précisée ; ce n'était pas la place dans ce petit livre, ce serait sa place dans ces Cahiers).

Le deuxième livre est en trois parties traitées indépendamment par chacun des trois auteurs. Pecker reprend plus en détail l'étude de la formation puis du démarrage d'une étoile et de son évolution ultérieure. Quelques schémas aident le lecteur à se représenter la progression des idées, par exemple sur la structure d'une étoile banale. Son texte est précédé par un double chapitre sur le système planétaire : les progrès de son exploration par les sondes spatiales puis les problèmes de l'astrophysique planétaire. L'auteur, Armand Delsemme est un Américain qui travaille pour la NASA. Le livre se termine par un exposé de Hubert Reeves, "Une cosmologie scientifique". On connaît le talent de vulgarisateur de l'auteur. Je ne suis pas certain qu'ici, en moins de quarante pages, il puisse faire mieux que nous inciter à approfondir le sujet.

Le livre de Schatzman et Praderie est évidemment d'une autre catégorie. Il ne s'adresse plus au grand public mais aux étudiants et aux mordus d'astrophysique théorique qui aiment et aiment toujours se reporter au classique "Astrophysique Générale (éd Masson, 1959). Autrement dit, un ouvrage de référence. Pour les lecteurs des Cahiers qui auront sûrement besoin de le consulter un jour ou l'autre, je leur donne un aperçu du sommaire :

1. Données de base sur les étoiles.
2. Le Soleil : l'étoile la plus proche.
3. Evolution stellaire.
4. Perte de masse et vent stellaire.
5. Hydrodynamique de l'intérieur des étoiles (convection, rotation).
6. Etoiles variables.
7. Activité solaire et stellaire.
8. Les derniers stades de l'évolution stellaire.

La comparaison avec le traité publié il y a trente ans met en relief les progrès accomplis pendant cette période, les découvertes; étoiles à neutrons et pulsars, le déficit de neutrinos solaires par rapport à la prédiction théorique, les données de l'héliosismologie et celles de la supernova 1987 A du Grand Nuage de Magellan, ... Je suis sûr d'en oublier.

J'insiste, livre de référence et non de vulgarisation. Livre d'enseignement qui méritait donc d'être ici signalé... et salué.

#### TITRES DIVERS

Une aurore de pierres par Antoine Danchin, collection "Science ouverte", 280 p. ; éd Seuil (130 F). (L'Auteur, spécialiste de génétique moléculaire à l'Institut Pasteur, oppose à la théorie darwinienne de la naissance de la vie dans l'eau celle de l'origine des premiers êtres vivants sur les pierres. Une chimie très savante.)

De la nature par Lucrèce ; traduction d'Alfred Ernout. (Réédition du texte publié initialement par les Belles Lettres, disponible ici dans la collection "Tel" de Gallimard ; 292 p., 45 F. Un grand classique à ne pas ignorer.)

Le défi des galaxies lointaines par Brigitte Rocca-Volmerange et Bruno Guiderdoni (La Recherche, juin 1990).

La vie sur Mars par Christopher P. MacKay (La Recherche, oct 1990).

La fascination du rayon vert par Nenis Lévidence (Ciel et Espace, octobre 1990) (avec de belles photos dont celle d'un chapelet de rayons verts obtenu par Daniel Bardin depuis le Pic du Midi.)

---

### C O U R R I E R D E S L E C T E U R S

---

HOMMAGE A EVRY SCHATZMAN. Nous étions nombreux, le samedi 15 septembre 1990, au Centre des Congrès de la Cité des Sciences de La Villette pour rendre hommage à Evry Schatzman à l'occasion de ses soixante-dix ans. Le matin, rétrospective de sa carrière par Jean-Claude Pecker, Jean-Paul Zahn et Jean-Loup Puget pour son oeuvre d'astrophysicien, par Yves Galifret pour son militantisme rationaliste. L'après-midi, la conférence de Schatzman "Pourquoi le Soleil tourne-t-il aussi lentement ?" fut suivie d'un débat animé avec Jean Audouze, Paul Caro et Jean-Claude Pecker. La séance du matin avait été ouverte par une allocution chaleureuse de Monsieur Hubert Curien, Ministre de la Recherche, mais ce sceau officiel ne devait rien enlever au caractère convivial de toute cette journée.

A L'ATTENTION DES AMIS DU CLEA RESIDANT EN POITOU-CHARENTES. Depuis le 15 octobre 1990, il est possible de tout savoir sur les stages organisés dans la région Poitou-Charentes, sur les écoles d'été nationales et sur bien d'autres choses encore en se connectant sur le serveur télématique du lycée Léonce-Vieljeux de La Rochelle :

- 1) numéro du serveur 46 67 05 73
- 2) au menu d'entrée, demander CLEA puis taper (Envoi) et (suite) pour obtenir le sommaire.

Le coût de l'appel est celui d'une communication téléphonique ordinaire.

ECOLE D'ETE D'ASTRONOMIE STEIGE 1991. Les services du Rectorat de l'Académie de Strasbourg font savoir que l'école d'été d'astronomie de 1991 aura lieu et sera comme en 1990 prise en charge dans des conditions identiques. Son inscription au PAF n'ayant pu être publiée, nous souhaitons par cette annonce participer à l'information auprès des enseignants.

ERRATUM CYRANO. Notre Collègue René Dumont nous envoie la note suivante:

"L'ouvrage de Cyrano de Bergerac (cf Cahiers Clairaut, automne 1990, p.30) ne s'intitule pas Histoire cosmique, mais Histoire comique, etc... Et dire que j'avais relu trois fois, Mais c'était le type même de la coquille traîtresse. Un peu comme Rostand fait dire à Cyrano :

Impossible, Monsieur, mon sang se coagule  
En pensant qu'on y peut changer une virgule,  
j'aurais envie de dire :  
C'est affolant de voir comment, en écriture,  
Pour une simple lettre un mot se dénature..."

R.D.

L'ECLIPSE D'UNE VIE. Sous ce titre l'Observatoire astronomique d'Aniane annonce l'organisation de deux voyages en Basse Californie pour observer la plus longue éclipse de Soleil avant 2132. Pour chaque voyage, 35 personnes.

Premier voyage : du 24 juin 1991 au 12 juillet 1991 ;  
19 jours Paris/Paris, 20 300 F

Deuxième voyage : du 07 juillet 1991 au 26 juillet 1991;  
21 jours Paris/Paris, 21 300 F

Les deux voyages séjourneront ensemble à La Paz du 09 au 11 juillet 1991.

Renseignements complémentaires et fiches d'inscription, écrire à OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE, BP 14, 34150 ANIANE.

EXPERIENCES POUR UNE EXPOSITION D'ASTRONOMIE. Sous ce titre, l'Association pour le Développement de l'Animation Scientifique et Technique en Auvergne (ADASTA, complexe scientifique des Cézeaux, 63177AUBIERE CEDEX) publie une brochure de 32 pages sous titrée "fiche pédagogique n°25". A partir de ce qui avait été réalisé pour l'exposition "Découverte de l'Univers", des fiches sur la mesure du rayon terrestre (Eratosthène), le pendule de Foucault, les phénomènes optiques atmosphériques, les instruments d'observation et la spectroscopie. (25 F FRANCO DE PORT)

DU SENSIBLE A L'INTELLIGIBLE : un itinéraire scientifique et artistique réalisé par l'équipe du projet "Omega", les élèves de BTS du lycée Pierre Bayle ; l'exposition a lieu du 3 au 16 novembre 1990 dans le Château fort de Sedan.

LA SCIENCE TRISTE : c'est la science maltraitée. Pour expliquer (?) la plus grande marée de l'année, le 5 octobre au Mont Saint-Michel, 14,6 mètres au-dessus du niveau zéro, soit coefficient 108), voici comment le journal Libération daté 3 octobre 1990 explique le phénomène dans sa page "Eureka"

"Pour obtenir une marée d'une telle amplitude il aura fallu la conjonction de deux éléments : l'équinoxe (c'est à dire le moment où la terre passe au plus près du soleil, soit le 23 septembre) et la pleine lune le 4 octobre (l'effet sur les océans a toujours un petit décalage)."

---

---

#### METTEZ VOTRE PLANETAIRE A L'HEURE

Longitudes écliptiques héliocentriques des planètes au 1 er janvier 1991

Mercure 137°4	Vénus 314°8	Mars 83°0
Jupiter 126°3	Saturne 297°2	Terre 100°

IL ETAIT UNE FOIS... LES CONSTELLATIONS

Compte-rendu d'activités avec des enfants  
de Grande Section de maternelle

Les enfants sont déjà sensibilisés, durant toute l'année scolaire, à l'intérêt des observations nocturnes du ciel, dans le cadre d'une petite initiation à l'astronomie.

En ce qui concerne l'observation des constellations, le ciel de nos villes, déjà d'un champ assez réduit, ne permet pas en outre, à cause de la "pollution lumineuse", d'observer des étoiles d'une magnitude supérieure à 3. Cela restreint donc beaucoup le nombre des constellations pouvant être reconnues d'une façon satisfaisante: seules, quelques unes d'entre elles parmi les plus visibles, comme Orion, Cassiopée ou la Grande Ourse (réduite aux 7 étoiles de son arrière train) peuvent devenir familières aux enfants. Pour les autres, il faut donc avoir recours à des documents tels que les cartes du ciel ou les ouvrages spécialisés.

C'est vers le mois de juin, en prévision des grandes vacances au cours desquelles les enfants ont la possibilité d'observer le ciel loin des lumières des villes, que j'essaie de leur fournir un petit "bagage" concernant les constellations les plus simples à repérer. Je termine toujours aussi par des activités faisant appel à l'imaginaire pour répondre à leur besoin de merveilleux.

Voici le déroulement habituel de toutes ces activités:

PREMIERE SEQUENCE:

J'apporte une grande carte du ciel: étonnement des enfants devant cette multitude de petits points parmi lesquels ils ont bien du mal à retrouver les constellations qu'ils connaissent déjà.

La forme de la carte, en double cercle, les intrigue également: cela ne ressemble pas aux cartes routières que consulte papa... J'essaie de leur expliquer que le ciel nocturne est perçu comme un vaste couvercle rond au-dessus de nos têtes, et que deux "couvercles" sont nécessaires pour représenter tout le ciel entourant la Terre: le stellarium lumineux installé sous la petite coupole abritant le télescope du Club d'Astronomie local permet de mieux intégrer cette notion. J'ai aussi acheté, lors d'une sortie à la Cité des Sciences de la Villette, un grand parapluie reproduisant la voûte céleste.

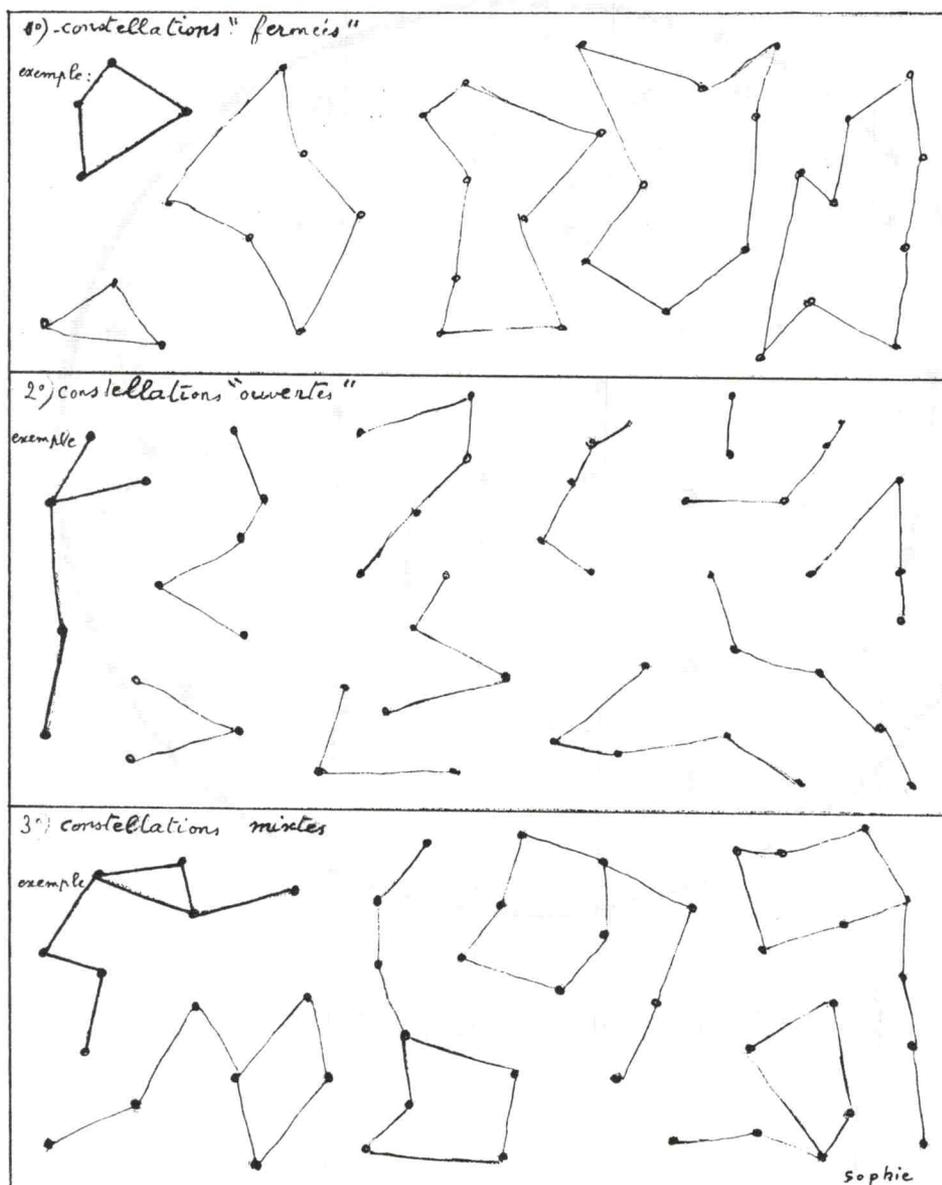
Les enfants repèrent très vite les traits qui relient les étoiles: ils remarquent qu'ils forment soit des figures simples (triangles, carrés, losanges), soit des lignes brisées, certains groupes d'étoiles présentant ces deux particularités à la fois. Je leur précise que ces petits traits n'ont pas, bien sûr, d'existence réelle, et qu'ils ne sont là que pour aider au repérage des groupes d'étoiles.

DEUXIEME SEQUENCE:

En prévision d'exercices ultérieurs, je propose aux enfants d'apprendre à relier par des traits des "points étoiles" pour former des constellations, et cela selon trois cas de figure:

- des constellations "fermées"
- des constellations "ouvertes"
- des constellations "mixtes"

Je donne à chacun une feuille divisée en 3 secteurs où figurent des petits points épars. Chaque secteur propose un exemple parmi les trois types de constellations évoquées, et il s'agit de continuer de la même façon:



Les feuilles sont ensuite regroupées et commentées par les enfants. Si la topologie ne pose guère de problème, en revanche, la qualité des traits laisse parfois à désirer lors d'un premier essai: certains enfants ont du mal à tracer des traits à peu près rectilignes; d'autres tracent des lignes courbées ou des traits se croisant sans qu'il y ait d'étoile à l'intersection.

Je redonne alors une nouvelle feuille en insistant à la fois sur la qualité du graphisme et sur le respect des consignes liées à la topologie.

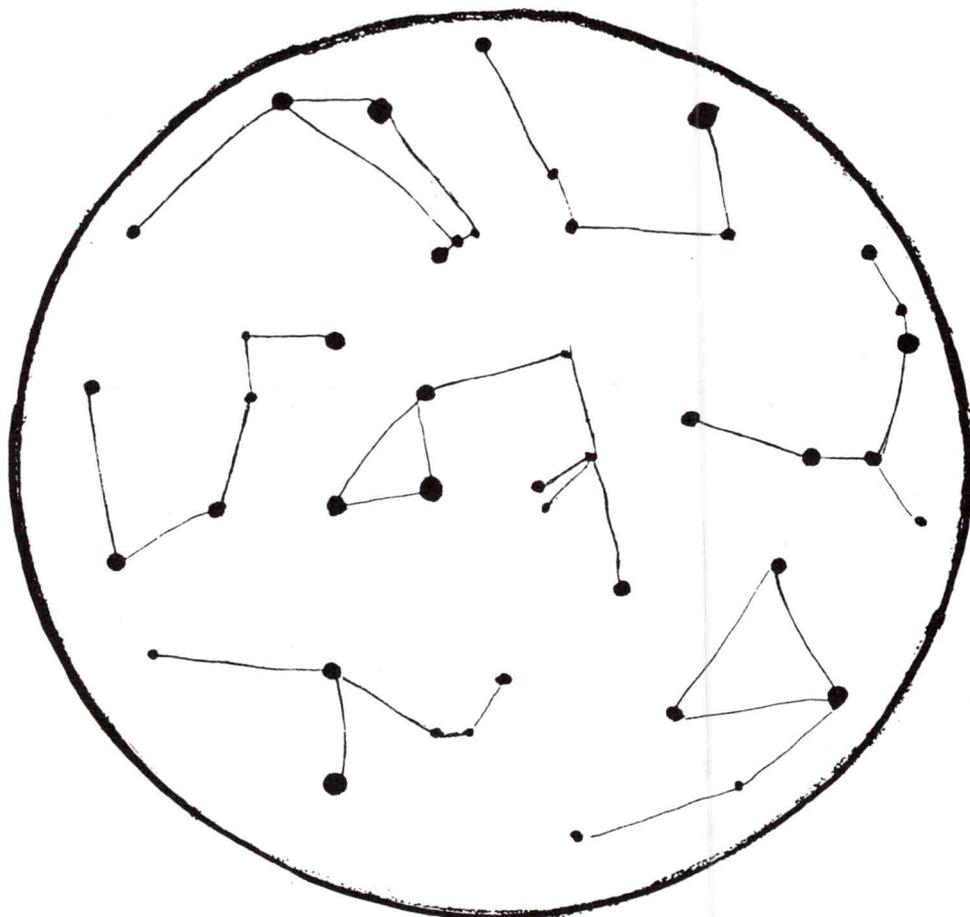
### TROISIEME SEQUENCE:

Chaque enfant va réaliser une carte du ciel selon sa fantaisie: il reçoit une feuille sur laquelle figure juste un cercle.

Tout d'abord, il s'agit de faire des points avec des feutres de couleur, de différentes grosseurs (référence aux magnitudes des étoiles).

Ensuite, avec un crayon, il faut relier ces points afin de faire apparaître des constellations inspirées de l'exercice précédent.

Ce jeu plait beaucoup aux enfants, et les résultats sont très intéressants:



*-j' invente une carte du ciel.*

#### QUATRIEME SEQUENCE:

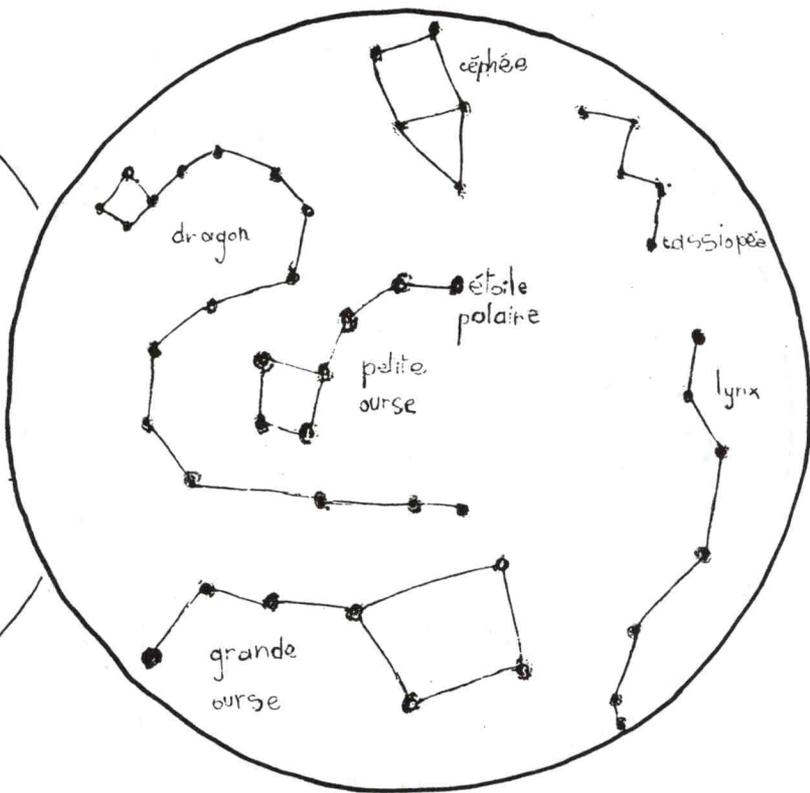
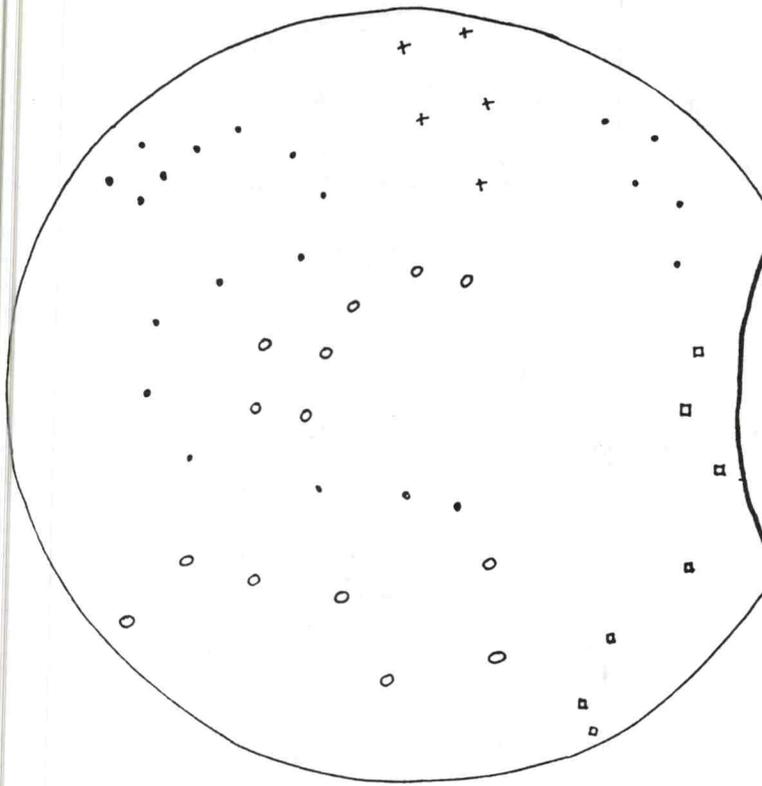
Procédons maintenant à l'étude de quelques constellations circumpolaires: mémorisons leurs figures, leurs orientations et leurs positions respectives. Nous voyons en particulier la Petite Ourse et la Grande Ourse, cette dernière nous offrant une "clé" pour trouver l'étoile polaire, l'étoile la plus importante du ciel pour les navigateurs d'autrefois. J'explique l'origine de certains noms (Cassiopée, Céphée), et montre que certaines constellations sont appelées différemment selon l'époque et le lieu (autres noms pour la Grande Ourse: le Grand Chariot, la Casserole, les Pleureuses et le Cercueil)

#### CINQUIEME SEQUENCE:

Chaque enfant reçoit une "carte du ciel" où figurent des petits points colorés différemment selon les constellations étudiées.

A lui de retrouver ces constellations, de les tracer et de recopier leur nom.

Les enfants réussissent ce jeu avec aisance et rapidité.

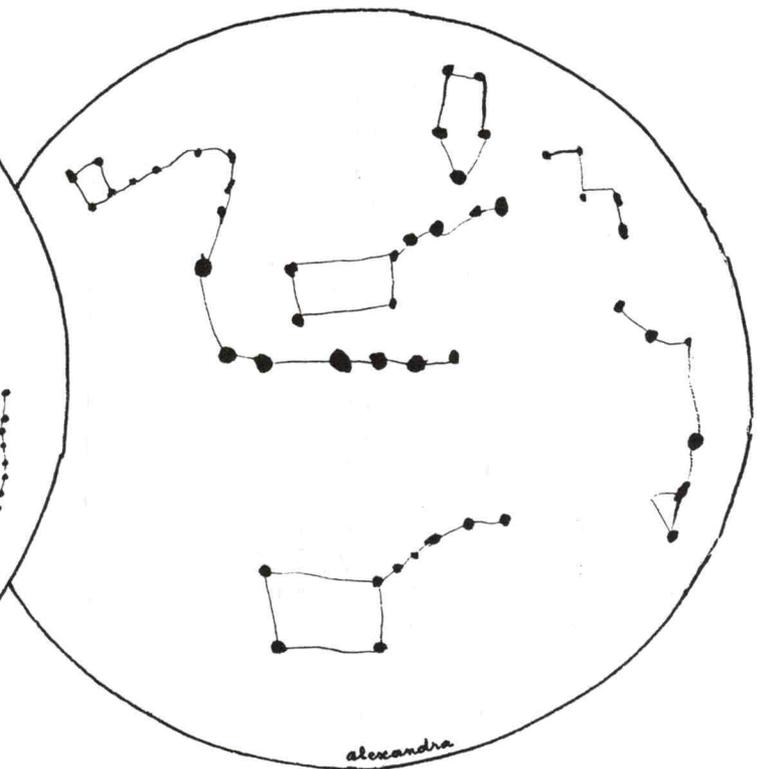
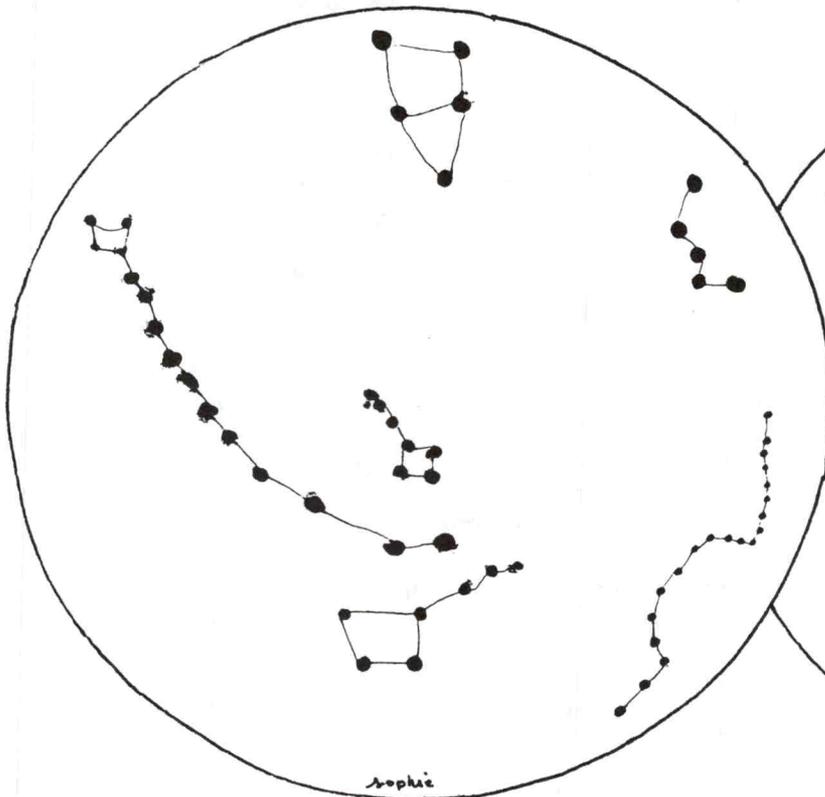


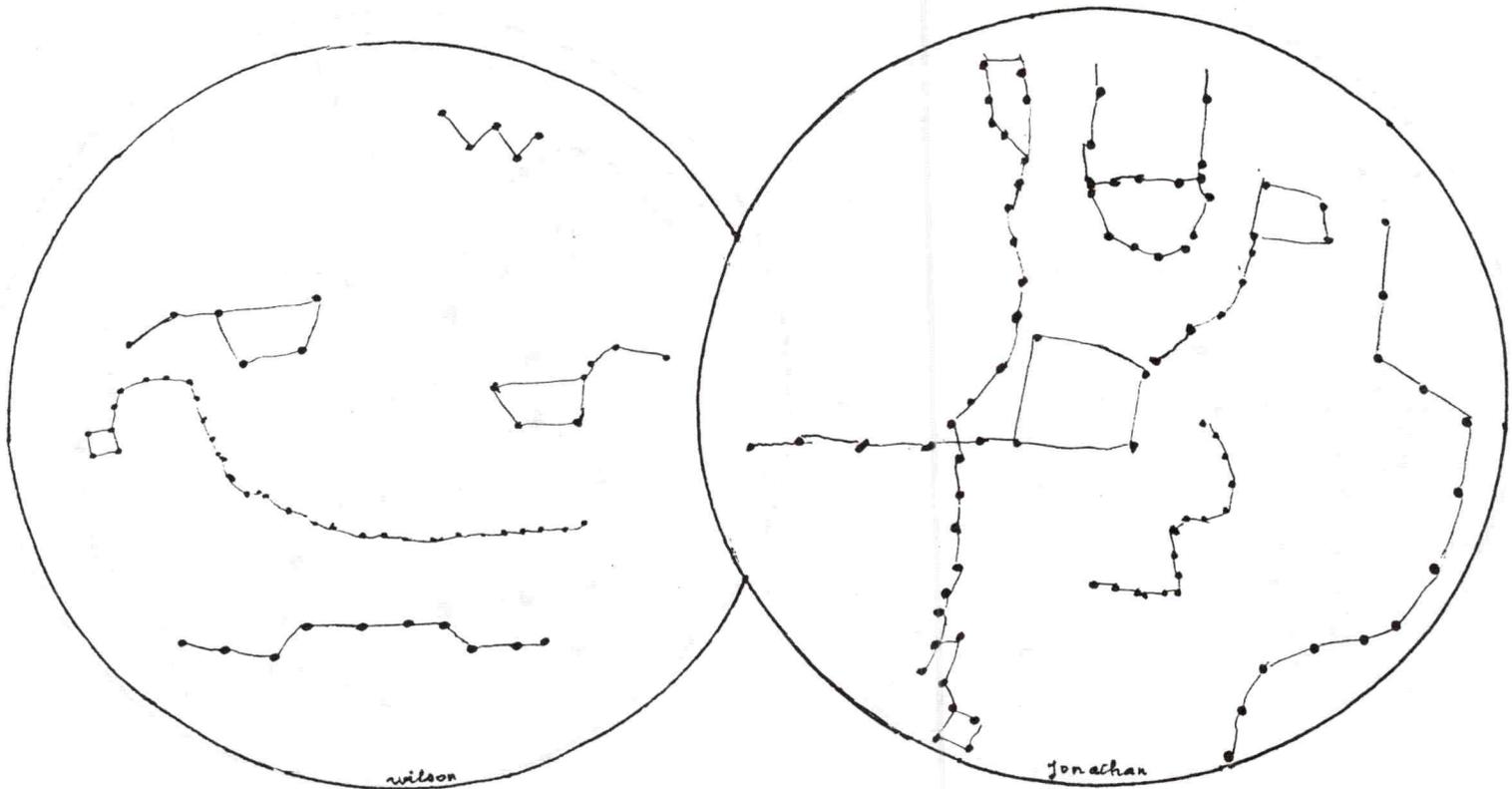
SIXIEME SEQUENCE:

Cette fois-ci, les enfants vont essayer de reconstituer entièrement de mémoire cette même "carte du ciel", car aucun point ne sera déjà tracé.

Les résultats sont très divers, mais très encourageants car on retrouve bien toutes les constellations étudiées, même si certaines sont reproduites maladroitement, ou avec des erreurs d'orientation ou de positions respectives.

Voici quelques exemples typiques:





#### SEPTIEME SEQUENCE:

Les enfants découvrent d'autres constellations dans des livres et sur différentes cartes du ciel.

Ce sont les animaux fantastiques qui les attirent le plus. Je suis étonnée aussi de constater que la plupart d'entre eux reconnaissent spontanément les signes du Zodiaque, non seulement leur propre signe mais aussi celui des membres de leur famille...

Je nomme les personnages empruntés à la mythologie, et je raconte certains épisodes de leur histoire, ce qui passionne beaucoup les enfants.

Je sens qu'ils sont prêts maintenant à passer à l'étape suivante.

#### HUITIEME SEQUENCE:

Maintenant, jouons à inventer des constellations:

Chaque enfant reçoit une feuille parsemée de petits points.

1°) Il doit placer une étoile sur tous les points, avec un feutre jaune.

2°) Il relie les étoiles par des traits au crayon noir, pour former des constellations.

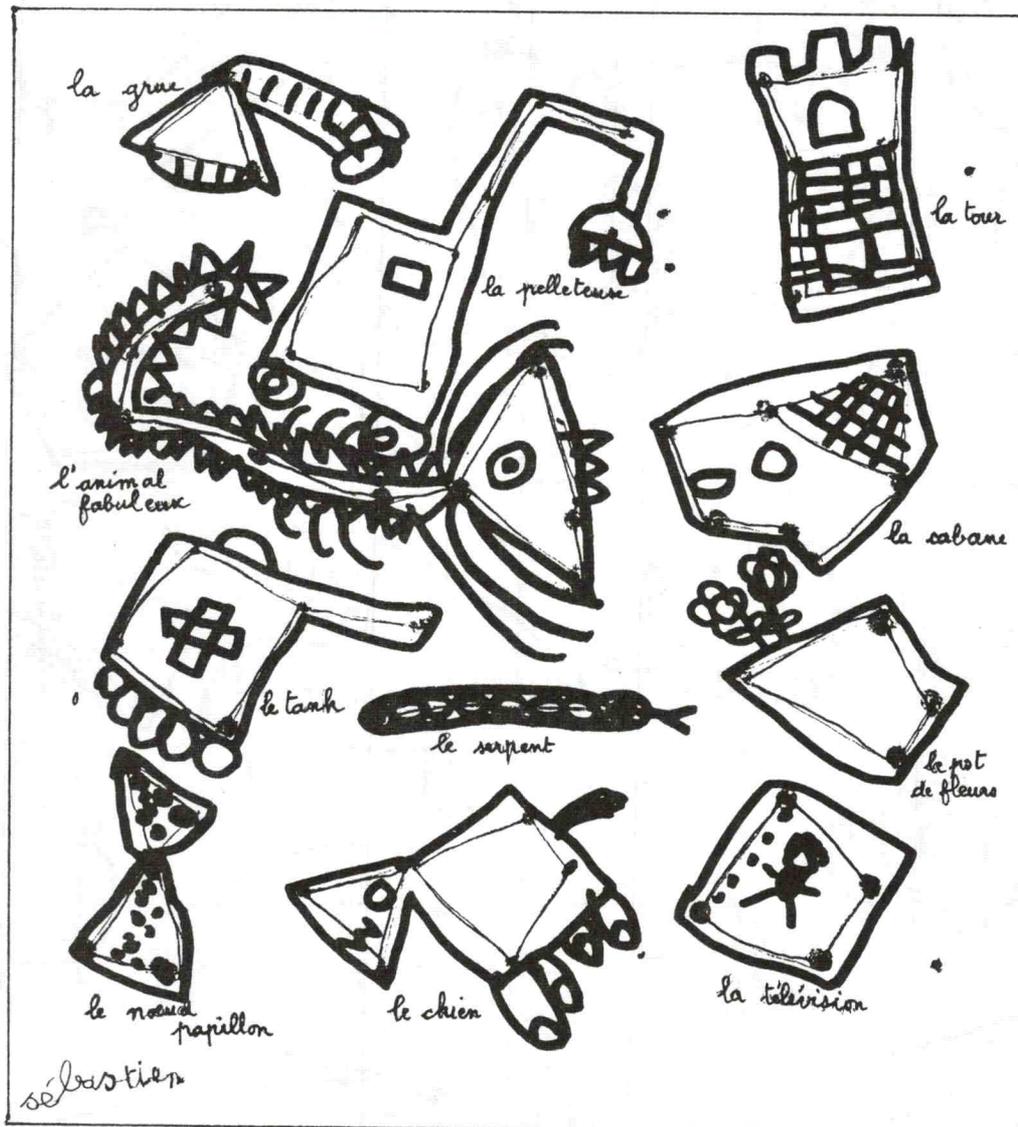
3°) Il trace ensuite, tout autour, avec un feutre de couleur vive, des formes d'objets, de personnages ou d'animaux, selon son inspiration.

Les enfants aiment beaucoup ce jeu graphique d'imagination. En général, ils respectent bien les consignes données et ne sont pas en peine de trouver des formes d'objets ou d'animaux très variés.

Par contre, il y en a toujours quelques uns qui se trouvent comme bloqués devant leur feuille, souvent parce qu'ils essaient de "voir" une forme avant de relier les étoiles par des traits: en effet, contrairement aux "vraies" étoiles du ciel apparaissant plus ou moins regroupées sur la voûte céleste, celles de leur feuille sont totalement éparses, ce qui peut apparaître comme une difficulté au départ, alors que cela permet, au contraire, une plus grande liberté d'invention.

Certains ont aussi des problèmes de topologie: étoiles trop nombreuses pour une même constellation qui devient alors tentaculaire ou de masse informe, traits courbes ou coudés ou encore n'aboutissant nulle part...

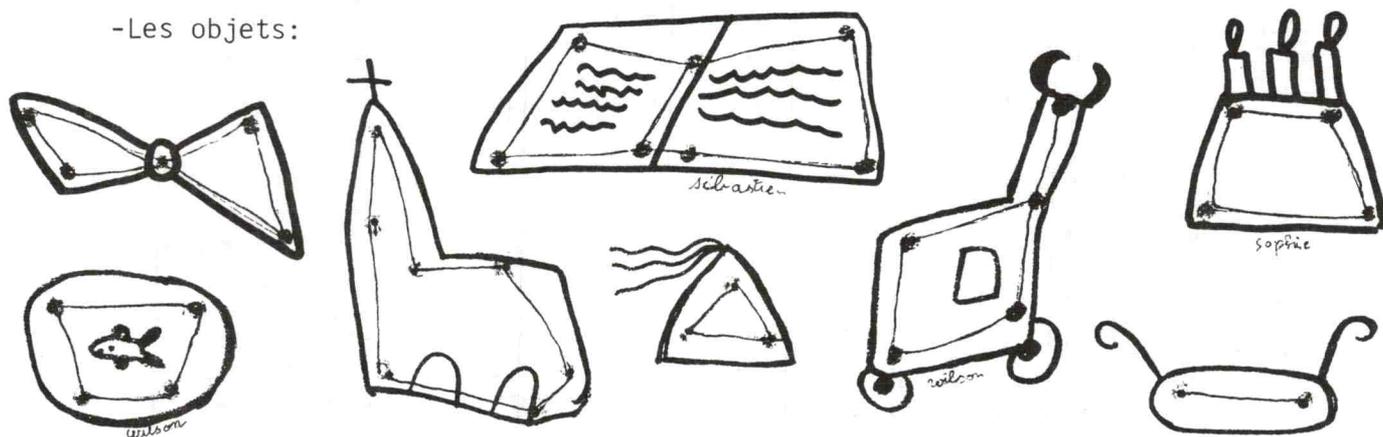
Voici la reproduction, réduite, des idées trouvées par Sébastien:

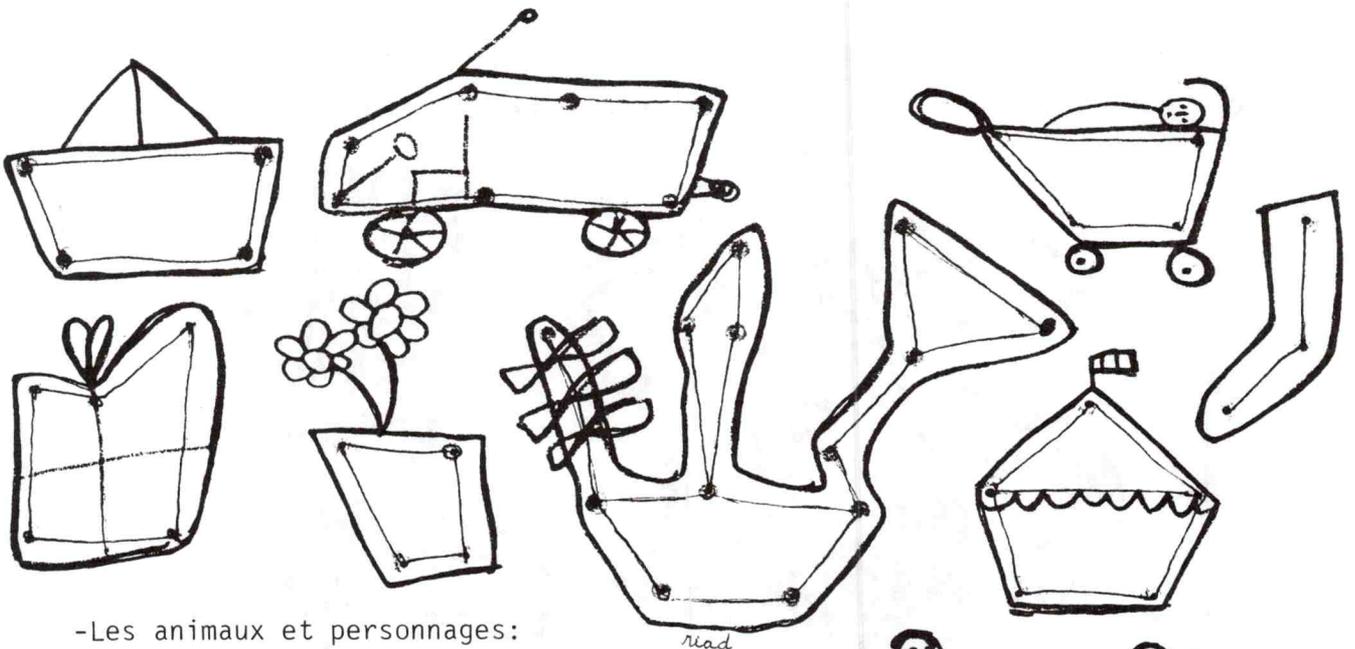


Chaque année je prends des relevés graphiques des idées les plus originales, et les classe par genre.

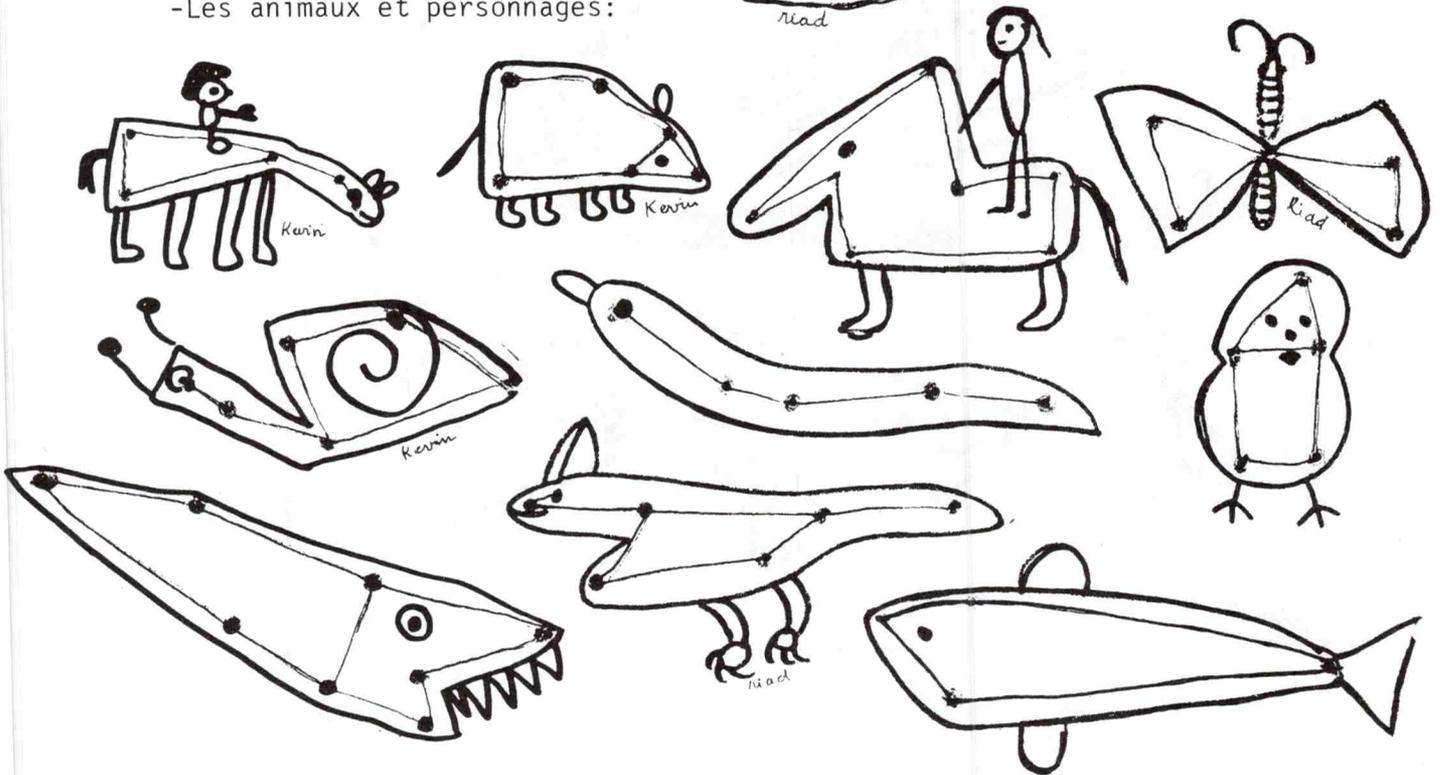
En voici des reproductions (en réduction):

-Les objets:





-Les animaux et personnages:



Enfin, pour terminer cet article par une note poétique, je signale que l'on peut trouver des poèmes concernant les constellations dans le recueil du poète belge Maurice Carême, intitulé "L'Almanach du Ciel", édité chez Nathan.

En voici deux que les enfants aiment beaucoup:

LA PETITE OURSE

Qui ne serait pas fière  
De porter l'Etoile Polaire,  
Et de voir chaque nuit la Terre  
Tourner en dessous d'elle  
Ainsi qu'au bout d'une ficelle ?  
Pourtant, la Petite Ourse  
Trouve beaucoup plus naturel  
-Elle n'a pas d'autre ressource-  
Que de tourner, mais à l'envers,  
Pour nous complaire en haut du ciel.

LA GRANDE OURSE

Toute Grande Ourse que vous êtes,  
Sept clous d'or ont pourtant suffi  
Pour fixer des pieds à la tête  
Votre image au coeur de la nuit,  
D'où vous ne bougez guère plus  
Qu'un chariot aux roues verrouillées.

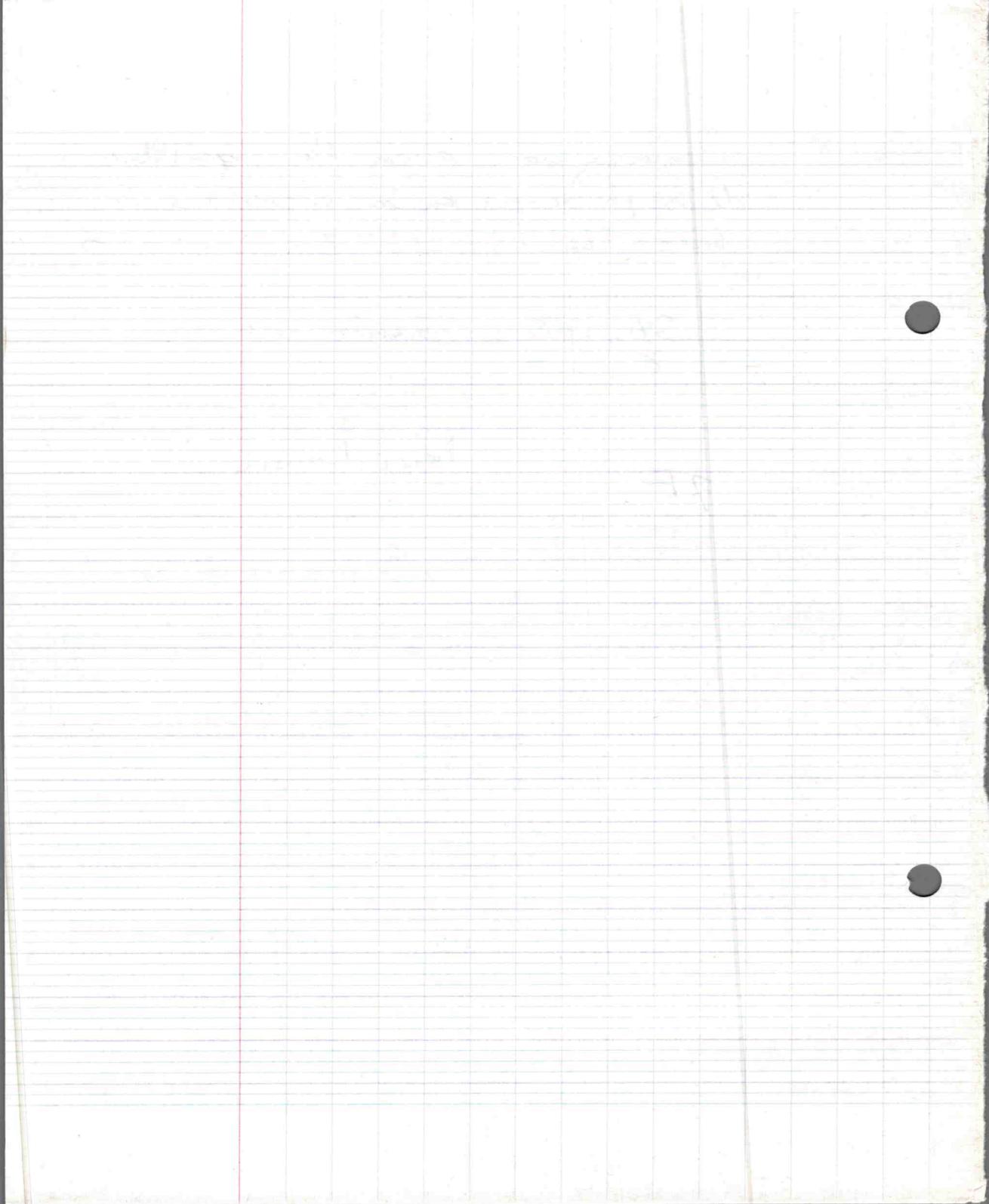
Mireille Hibon, institutrice.

pourriez vous avoir la gentillesse  
de me photocopier en un exemplaire les  
pages 24-25-26-27-28-29-30

SAMSON Gamba 304.  
Guillemette,

ZF.

Merci d'avance



## Rubrique : Au petit curieux - Optique curieuse

Si vous regardez l'écran de certains micro-ordinateurs avec une cuillère en plastique bien calée entre les dents (non, non... je vous assure, c'est sérieux) et si, de surcroît, vous faites vibrer la cuillère...



... vous verrez onduler l'écran avec une grande amplitude. La généralisation du phénomène est que si vous regardez l'écran et que vous recevez un ébranlement sur la tête (par exemple en croquant une pomme bien dure), l'image est perturbée de façon spectaculaire.



Le phénomène semble lié à la fréquence de la cuillère et à la fréquence de balayage d'écran. De plus, il semble que cela marche mieux si on se place à quelque distance de l'écran. Peut-être certains physiologistes pourraient nous aider à comprendre ce curieux phénomène ?

## ASTROFICTION

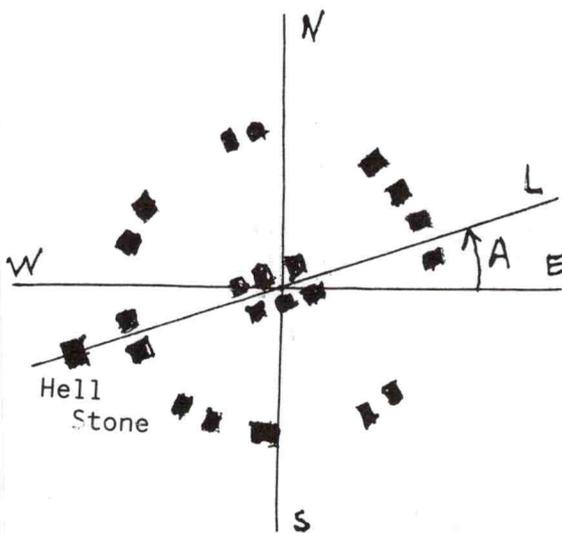
"Et le plus drôle, c'est qu'on ne sait toujours pas à quoi peut bien servir un menhir."

Panoramix

### 1. LES MONUMENTS MEGALITHIQUES ET L'ARCHEOASTRONOMIE

On admet communément, de nos jours, que les constructeurs de mégalithes ne disposèrent pas leurs énormes blocs de pierre au hasard. Et l'on a même prétendu que certains de leurs monuments ne furent rien d'autre que de gigantesques observatoires édifiés pendant la période néolithique pour étudier le mouvement du Soleil, de la Lune et des étoiles les plus brillantes et - pourquoi pas ? - pour prédire les éclipses. Il n'est pas prouvé que les arguments de ces visionnaires entraînent l'adhésion des archéologues professionnels et des astronomes de notre temps.

Mais il est certain, en tout cas, que l'éminent astronome anglais Sir Norman Lockyer (1836-1929), celui-là même qui découvrit l'hélium dans le spectre de la chromosphère solaire (1868) avant que Ramsay ne l'identifie à son tour (1895) comme l'un des gaz rares de l'air, s'est intéressé à cette question. C'est ainsi, par exemple, qu'il a daté la construction



du cercle de pierres de Stonehenge (G-B) par des considérations strictement astronomiques. Observant, en 1901, que l'axe médian de l'allée centrale de ce monument quasi circulaire est très sensiblement orienté vers le point de l'horizon où le Soleil se lève au solstice d'été, il pense que cette orientation est intentionnelle et que, à l'époque de la construction, cet axe était exactement pointé vers le point L du lever solsticial.

A partir de là ses calculs le conduisent à dater Stonehenge de 1680 (+ ou - 200 ans) av J-C. Plus récemment, l'archéologue Atkinson (University College, Cardiff), corrigeant une erreur de Lockyer, reporte cette date à 1840 (+ ou - 200 ans) av J-C, sans adhérer pour autant aux vues de l'illustre astronome. D'ailleurs, à l'aide des procédés modernes de datation (Carbone

14, thermoluminescence), il distingue trois phases distinctes dans cette construction ; elles s'étalent de 3100 à 1100 av J-C. (The megalithic monuments Glyn Daniel, Scientific American, July 1980)

### 2. UN ESSAI DE RECONSTITUTION

Faute de connaître les calculs de Lockyer, on peut au moins les imaginer. Supposons donc que l'alignement médian de Stonehenge soit exactement dirigé vers le point de l'horizon où le Soleil se levait en ce lieu au solstice d'été à l'époque de son édification. Cette information suffit-elle pour dater ce monument par de simples calculs astronomiques ?

La question est évidemment liée à la détermination du lever d'un astre de déclinaison  $\delta$  en un lieu de latitude  $\varphi$ .

Disons d'abord que l'on appelle amplitude ortive, A, l'azimut de l'astre qui se lève, à compter du point Est, et que l'on donne à cette

amplitude le signe de la déclinaison. On obtient A par la relation :

$$\cos A = \sin \delta \sec \varphi = \sin \delta / \cos \varphi$$

(cf. A. Danjon, Astronomie générale, p.51)

Or, au solstice d'été, pour le Soleil,  $\delta = \epsilon$  (obliquité de l'écliptique), donc ce jour-là l'amplitude ortive du Soleil a pour valeur  $\cos A = \sin \epsilon / \cos \varphi$

Mais l'obliquité varie avec le temps, selon l'égalité :

$$\epsilon = 23^{\circ}45'22.94'' - 0^{\circ}01'30.125'' T - 0^{\circ}00'00.064'' T^2 + 0^{\circ}00'00.0503'' T^3 = f(T)$$

T étant compté en siècles juliens à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1900 (cf. J. Meeus, Calculs astronomiques pour amateurs, 15/4). Ayant mesuré A et connaissant  $\varphi$ , on dispose pour déterminer T du système  $\cos A = \sin \epsilon / \cos \varphi$  et  $\epsilon = f(T)$

### 3. CALCULS

Pour Stonehenge, la latitude est voisine de  $51^{\circ}$  ; on prendra  $\varphi = 51^{\circ}$

Supposons maintenant que par une mesure précise on ait trouvé sur le site même de ce monument la valeur suivante pour l'amplitude ortive de son allée centrale (astrofiction)  $A = 49^{\circ} 55' 08'',34$  ; on a d'abord

$$\sin \epsilon = \cos 49^{\circ}55'08'',34 \times \cos 51^{\circ} \text{ d'où } \epsilon = 23^{\circ}45'22.94'' = 23^{\circ}54'13'',3$$

puis l'équation du troisième degré en T qui se réduit à

$$0,000000503 T^3 - 0,0000064 T^2 - 0,0130125 T - 0,45140567 = 0$$

A l'aide d'une machine convenablement programmée on trouve  $T = -37,4$  soit 3740 ans avant le début de 1900, c'est à dire aux environs de 1840 av J-C.

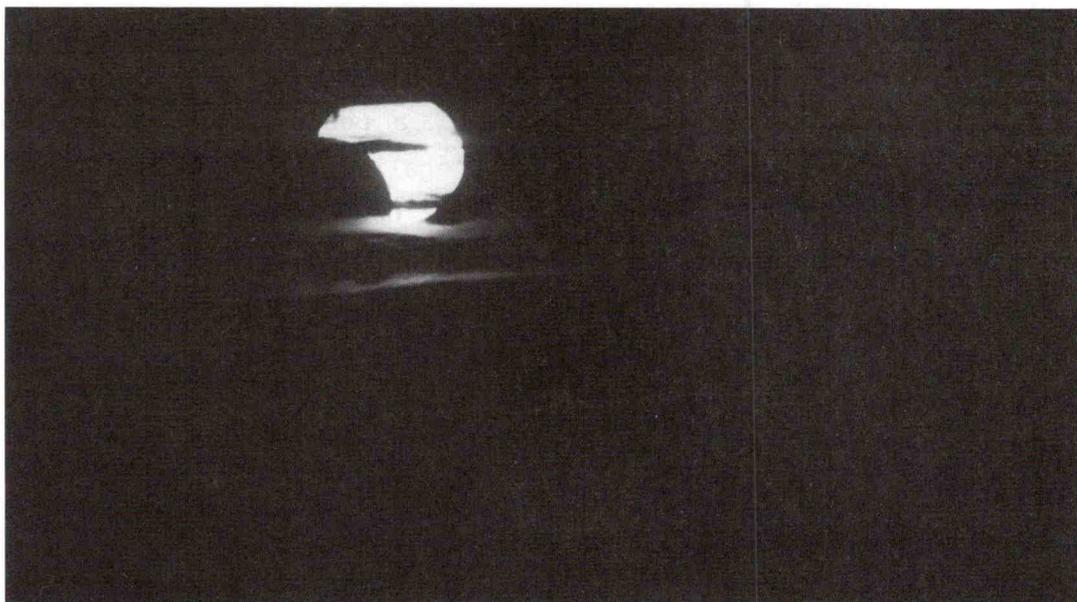
Il est à peine utile de dire qu'on est parti de la valeur de T donnée par Atkinson. On en a déduit la valeur de A et le reste a suivi. Il ne manquait plus maintenant qu'une observation précise faite avec un bon théodolite sur le site même de Stonehenge pour voir si les calculs précédents sont totalement fictifs.

Indiquons pour terminer que l'amplitude ortive du Soleil au solstice d'été de 1901, facilement calculable avec les formules rencontrées ci-dessus, avait pour valeur  $A = 50^{\circ} 46' 20''$  ce qui représente un écart de  $0^{\circ} 51' 11''$  avec l'alignement central de Stonehenge. Cet écart vaut sensiblement une fois et demie l'angle sous lequel on voit le disque solaire il est loin d'être négligeable.

P-S. L'équation du troisième degré en T admet comme solution  $T_1 = -37,400383$  mais aussi  $T_2 = -131,855588$  qui situerait Stonehenge à 11 285 av J-C et  $T_3 = 181,97992$  qui pourrait suggérer que Stonehenge serait construit dans le futur en l'an 20 097 ! Mais d'une part l'expression polynomiale de  $\epsilon = f(T)$  n'est valable que pour des valeurs assez petites de T et d'autre part le simple bon sens exclut  $T_3$  . Voilà pourquoi je n'ai retenu que  $T_1$  .

Paul Perbost (Nice 1990)

## ECLIPSE TOTALE DE SOLEIL EN FINLANDE



Ils étaient près de 10 000 amoureux du ciel, du monde entier, à se retrouver, au petit matin, en Finlande, à l'occasion de l'éclipse totale de soleil du 22 juillet 90. La ville de Joensuu, en Carélie du Nord, à quelques cinquante kilomètres de la frontière russe, au centre de la ligne de totalité avait à cet effet organisé les festivités.

Arrivés sur place deux jours avant le phénomène, nous pouvons profiter de cette ambiance très particulière. Mais avant que les réjouissances ne battent leur plein, c'est la pluie qui nous accueille, la visibilité est très réduite et le terrain de camping s'apparente à une pataugeoire! Toutes les voitures ont leurs codes en plein jour, mais dans les pays nordiques, tous les jours de l'année, même quand il n'y a pas de nuit et quel que soit le temps, on roule ainsi. Gare au conducteur distrait qui stationne longuement...

Cette première journée est consacrée à la recherche et au choix d'un site. Le problème dans un pays aussi plat et aussi boisé, est de trouver un site approprié, l'éclipse ayant lieu à 4 degrés au dessus de l'horizon Nord Est. Mais l'URSA, association d'astronomes amateurs finlandais, a fait une sélection de 11 sites remarquables pour leur dégagement.

La veille de l'éclipse, le temps s'améliore considérablement, et les quelques passages nuageux n'empêchent nullement les danses folkloriques sur la place du marché, le ballet contemporain, les chants de tous pays, la démonstration de l'école de samba, l'exposition artisanale et de spécialités locales sur l'esplanade.

Simultanément les préparatifs pour l'éclipse vont bon train. Que de filtres en mylar sont testés, que de diapositives noires ou de chutes de négatifs changent de main! Chacun s'enquiert du temps d'exposition qu'il faudra adopter pendant chacune des phases de l'éclipse...Les

résultats ne se feront pas attendre car certains photographes de Joensuu s'engagent à développer immédiatement les photos et à les rendre à leurs auteurs en début d'après midi pour une confrontation générale. Les finlandais sont très sensibilisés à l'astronomie et l'évènement fait la "Une " des journaux et des informations télévisées.

En soirée, un magnifique arc en ciel nous laisse espérer que le ciel va se dégager définitivement. Au site d'observation, au bord d'un lac bien entendu ( comment faire autrement dans un pays où l'eau et la forêt sont omniprésentes ) les moustiques nous accueillent avec férocité. Des français ont déjà pris place, et mis en station lunettes et télescopes.

Mais l'attente sera encore longue, il faut que le soleil se couche, frôle l'horizon avant de réapparaître... plusieurs heures encore; voici donc l'occasion de surveiller le déplacement d'un redoutable front nuageux à l'horizon nord et de tester nos capacités en langues vivantes. Qu'il est drôle de parler anglais avec un italien, ou d'entendre nos compatriotes causer espagnol avec deux américaines. De quoi occuper une bonne partie de la "nuit" ( en fait, le soleil passant à peine sous l'horizon; il fait constamment jour).

L'approche de l'heure fatidique est marquée par l'arrivée des cars. Les Japonais débarquent en rangs serrés avec un matériel impressionnant. Alors que le soleil est censé se lever derrière le rideau de nuages, une petite pluie fine s'abat sur nous. Aussitôt des sacs en plastique multicolores couvrent le matériel astro. L'éclipse va bientôt commencer, et chacun espère que la petite bande de ciel dégagé, visible dans le front nuageux lui permettra de voir Appolon. Effectivement, le soleil déjà rongé par le disque lunaire apparait, et les appareils photos crépitent. Mais cela ne dure que peu de temps. Déjà les nuages cachent à nouveau le spectacle. Une telle occasion se renouvellera-t-elle pour observer la totalité. Il ne suffirait que de 90 "petites" secondes... dans trente minutes. La luminosité ambiante baisse progressivement. Une étrange lumière assaille le paysage, puis brusquement , c'est la nuit.

#### LA NUIT NOIRE DANS UN JOUR SANS FIN.

Bientôt une clarté apparait à l'est et nous envahit. Malgré la déception, les applaudissements éclatent, on entend même sauter les bouchons des bouteilles de champagne. On est tout bête et on se donne rendez vous... au Mexique ...en 1991...

Dans l'après midi, les photos de l'éclipse prises en avion sont diffusées au théâtre et c'est plus de 5000 personnes qui défilent pour voir le disque solaire avec ses taches dévoré par le limbe lunaire, puis la haute couronne, spectaculaire en cette période de maximum d'activité.

H + 24 heures, le ciel est complètement dégagé, ...sacrée météo.

Françoise SUAGHER

LA CHRONIQUE DU CLEA

Assemblée générale du dimanche 18 novembre 1990

L'assemblée générale annuelle du CLEA s'est ouverte le dimanche 18 novembre 1990 à 10 h sous la présidence de Lucienne Gouguenheim, dans l'amphithéâtre G3 du bâtiment 450 de l'Université Paris XI, Centre scientifique d'Orsay. Plus de cent quatrevingt Collègues y ont participé, venant comme de coutume de toutes les régions de France, la visite imprévue d'un ami de l'Université de Münster (RFA) venant accroître le succès de cette assemblée.

Le secrétaire signale que de nombreux collègues empêchés lui ont adressé regrets et excuses: Jean-Claude Pecker, Président d'honneur, en convalescence après une opération et à qui nous souhaitons prompt rétablissement, Michel Vignand de La Réunion qui nous envoie des nouvelles détaillées (voir plus loin) sur l'activité du CLEA à La Réunion, Jean Chapelle de Clermont-Ferrand, Jeanine Chappelet de Nice, D.Mc.Nally, Président de l'Association for Astronomical Education de Londres, Agnès Acker de Strasbourg, Louis Hernu, de Montréal (Québec) qui ne peut venir, "mais ça me fait plaisir de recevoir l'invitation", Bernadette Durieux de l'académie de Nancy-Metz, etc. Voici ce que nous écrit Darrel Hoff, le responsable aux USA du projet STAR : "It is so good to see your group continuing to be professionally active. I am sorry that I will not be able to attend. Please extend my warmest greetings to the group - particularly those who were present at our conference last year."

RAPPORT GENERAL

présenté par Gilbert Walusinski, secrétaire-trésorier.

L'organisation du secrétariat reste inchangée. L'ami Jacques Dupré apporte toujours son aide efficace pour la gestion du fichier informatisé. La fiche d'abonnement et de réabonnement qu'il a réalisée nous aide beaucoup, y compris pour les commandes de publications. Cette fiche est encore perfectionnée pour ce numéro 52 et va certainement vous tenter pour vous réabonner sans tarder et ajouter votre commande personnelle. Le secrétaire, sachez-le, ne se plaint pas d'avoir des paquets à poster puisque le trésorier se réjouit que le CLEA ait les moyens de développer son activité. Ce qui passe par un bilan financier satisfaisant ; à vous de juger:

BILAN FINANCIER - Il concerne les recettes et les dépenses du CLEA du 19891101 au 19901031.

<u>Recettes</u>		<u>Dépenses</u>	
abonnements simples	26 845,63	Impression CC n°48 à 51	75 854,5
abonnements-cotisations	63 279	Expédition CC n°48 à 51	14 090,89
collections CC	6 415	Impression fascicules	27 849
Fascicules	24 788,4	fabrication transparents	26 000
Transparents	16 870	Fabrication Diapos	9 984,86
Diapos	7 350	Secrétariat	16 863,7
Cours Orsay	5 020	Colloque du 3 mars	3 500
Comptes rendus	1 406	Dépenses diverses	1 833,43
Starlab	5 250	Total des dépenses	175 976,38
Subvention (ac.Versailles)	10 000		
diverses	3 500		
Total des recettes	170 724,03		

Annexe : 1°) Commandes reçues pour le compte du planétarium de Strasbourg ; les sommes sont transmises à Strasbourg qui assure les livraisons. Total 2 121 F.

2°) Pour l'Université d'été de Gap, la trésorerie du CLEA a reçu : subvention ESA 28 000 F, contributions des participants 123 242 F soit un total de recettes de 151 242 F. Les dépenses, y compris un remboursement partiel aux participants, se sont élevées à 151 306F.

Remarques sur ce bilan : la comparaison avec les comptes 1989 fait apparaître une relativement importante diminution des recettes d'abonnement. Nous pensons que cela résulte du système des abonnements pour deux ans dont la plus grande partie n'était pas renouvelable en 1990. Si cette explication est la bonne, nous le vérifierons en 1991 par une augmentation substantielle des recettes d'abonnements.

Ce qui serait satisfaisant car en 1990 les recettes d'abonnement ont dépassé seulement de peu les dépenses consacrées strictement aux Cahiers Clairaut, impression et expédition

des quatre numéros annuels. Or, dans notre conception du CLEA, ces recettes d'abonnement doivent donner à l'association les moyens de son activité. La véritable solution réside donc dans la croissance significative du nombre des abonnés. L'accroissement actuel est-il le signe favorable ? En 1988, nous étions 960 abonnés, seulement 948 en 1989 ; nous étions 1062 ce premier novembre 1990. Nous devons nous fixer un objectif ambitieux de publicité et de recrutement pour être 1500 en 1992.

Si le développement des autres publications du CLEA a été l'occasion de dépenses importantes (fabrication puis expédition des commandes qui expliquent le gonflement des dépenses de secrétariat), il leur correspond un stock relativement important qui s'écoule régulièrement et alimente notre caisse, reportez vous aux recettes des publications. Les comptes, arrêtés au 31 octobre ne peuvent tenir compte de la dépense du premier numéro hors série des Cahiers. Il s'agit là d'un nouveau développement de l'activité du CLEA qui doit nous mobiliser tous pour faire connaître ce travail, ce matériel pédagogique directement utilisable par les maîtres dans leurs classes.

Une dernière remarque : le CLEA apprécie que son action soit reconnue par l'Education Nationale, ce qui se traduit ici par la subvention de 10 000 F. Soit un peu moins de 6% de notre budget annuel. Il est bon que notre "train de vie" reste ainsi fidèle à ce qu'il a toujours été, fidélité au principe que si nous voulons que les choses changent dans l'enseignement de l'astronomie, nous devons nous prendre par la main pour y parvenir.

En dehors des aspects financiers, le secrétariat doit regretter une absence de critiques sur la rédaction des Cahiers Clairaut. Il y a certainement des observations à faire. Nous sommes conscients que la diversité des auteurs d'articles n'est pas assez grande. Que les Collègues n'hésitent pas à réclamer des articles sur tel ou tel sujet qui les intéresse et qu'ils osent aussi prendre la plume pour relater leurs expériences en classes ou en club.

En conclusion de cette première partie de l'ordre du jour, l'assemblée a approuvé à l'unanimité les comptes 1990 et la reconduction en 1991 des tarifs actuels d'abonnement et d'adhésion. Le trésorier remercie les membres du CLEA de leur confiance et leur rappelle que sur la fiche de réabonnement il y a une ligne à ne pas manquer intitulée "soutien". D'avance merci.

#### SUITE DU RAPPORT GENERAL

Extraits de quelques rapports d'activité envoyés par des Collègues géographiquement lointains et qui n'ont pu être à Orsay ce dimanche...

Michel Vignand (Ecole Normale de St Denis de la Réunion) : "L'Association Astronomique de la Réunion (AAR) tourne toujours autour d'une douzaine de membres actifs qui se retrouvent une fois par mois pour une soirée ou un week-end astronomique. Deux "veillées aux étoiles", au théâtre en plein air St Gilles, ont rassemblé chaque fois environ 400 personnes. En octobre 89, nous avons lancé l'opération "collèges" avec l'aide du Conseil Général et du Rectorat; 25 collèges sur 52 ont été touchés pour 48 séances totalisant 244 heures d'animateurs et deux mille participants. Nous essaierons de dépasser ces nombres cette année en étendant cette action aux lycées et écoles qui le souhaiteront. Autre réalisation importante : le financement et le début des travaux de l'observatoire destiné à l'accueil des classes transplantées, de tous ceux qui désirent découvrir l'astronomie et des amateurs venant d'Europe ; pourquoi pas une école d'été en juillet 92 à la Réunion (40 places prévues) ? Inauguration prévue fin septembre 91 mais premier stage pour animateurs inscrit au PAF en juin 91.

Autre activité astronomique : depuis avril, je produis et présente une petite émission télévisée d'initiation à l'astronomie ; 14 émissions sur le premier canal le mardi à 20 h 20 (après le journal télévisé, d'avril à juillet ; reprise depuis octobre au cours d'une émission qui passe à 19 h, le mardi, cinq minutes sur un thème, le vendredi trois minutes sur les observations de la semaine et le concours Argos 90 ouvert à tous les collégiens et lycéens et primé par le Conseil Général. Pendant les vacances de janvier, projet de réalisation d'une cassette vidéo reprant les séquences utilisables en classe.

Jean Chapelle (Clermont-Ferrand) : L'action qu'il mène en Auvergne pour l'astronomie dans l'enseignement a bénéficié des moyens qu'a accepté de mettre en oeuvre l'ADASTA (Association pour le Développement de l'Animation Scientifique et Technique en Auvergne) et à la décharge partielle de service que lui a accordée la MAFPEN. Soutien qu'il faut saluer car il va encore s'amplifier dans les années à venir. En résumé, un bilan succinct : Dix demi journées de formation des professeurs à Clermont et au Puy (74 collègues) ; deux demi journées de formation des instituteurs à l'E.N. de Clermont ; circulation de deux diaporama et d'un commentaire sur cassette ; réalisation de la mesure du rayon de la Terre (Eratosthène) avec vingt collèges depuis Lille jusqu'à Port la Nouvelle ; création d'une exposition itinérante "Découverte de

l'Univers" ; accueil de classes à l'observatoire de l'Association des Astronomes Amateurs d'Auvergne et circulation du télescope C8 acquis et mis à disposition par l'ADASTA.

Andrée Richelme (Grenoble) : stages de formation destinés aux enseignants du secondaire ; stage 1 d'une semaine pour les physiciens (25 participants, en octobre 90) ; stage de deux jours sur l'utilisation du planétarium mobile destiné à ceux qui ont suivi le stage 1 ; stage interdisciplinaire de trois jours, aura lieu en février pour 25 enseignants ; stage de trois demi journées organisé dans la Drôme sur l'utilisation du Starlab acquis par le département ; d'autres stages en direction des animateurs culturels et des clubs d'astronomie. L'APPAG (Association pour un Planétarium dans l'Agglomération Grenobloise) propose à l'IUFM un stage pour les instituteurs en poste. L'académie dispose de deux starlab, le plus ancien acquis en 85 a circulé dans les cinq départements : 8 000 personnes par an. Autres activités : rubrique mensuelle dans un grand quotidien local, une émission mensuelle sur la radio locale. Une seule ombre au tableau, notre projet de planétarium fixe à Grenoble piétine.

Jeanine Chappelet (Nice) - Nous venons de faire le premier stage "découverte de notre environnement astronomique", comme chaque année depuis trois ans avec 25 participants d'origine très variée. Nous avons eu en avril deux jours pour les physiciens ; nous aurons en avril prochain une journée pour les professeurs de mathématiques. Le point fort de l'année passée a été l'organisation du congrès de l'APLF (Association des Planétariums de Langue Française).

#### LES INTERVENTIONS

Jean Ripert se propose de présenter le GRP-CLEA et ses premières réalisations. Il rappelle l'origine du CLEA, le colloque de Grenoble en 1976 et la première école d'été à Lanslebourg en 1977. Le premier objectif du CLEA a été de participer à la formation des enseignants en astronomie par le dialogue entre astronomes et enseignants. Sans négliger les contacts avec les expériences menées dans d'autres pays. En 1989, un colloque a réuni à Orsay un groupe d'animateurs du CLEA avec Darrel Hoff, responsable aux USA du projet STAR ; l'idée a germé de traduire l'expérience acquise dans des documents didactiques. Une nouvelle rencontre en avril 90 a montré que cela était possible. Ce qu'a confirmé l'échange durant la journée "de repos" de l'université d'été de Gap. Jean rappelle alors le mode de réalisation des fiches par ce qui est devenu le Groupe de Recherche Pédagogique du CLEA. (Ce bref résumé de l'intervention de Jean Ripert renvoie le lecteur à l'article qu'il nous a donné pour ce numéro des Cahiers) Jean termine en donnant le programme des publications du GRP : le Hors Série n°2 sera le premier (Kepler a bien découvert en premier la deuxième loi), "la Lune", au niveau collège 1 (Sixième et Cinquième) ; Viendra ensuite le Hors Série n°1 sur l'astronomie à l'école élémentaire, nous travaillons actuellement au n°3 pour le lycée, mais il y en aura sûrement d'autres. Précisons enfin que le GRP n'est pas un groupe fermé et que toutes les bonnes volontés désirant participer à ses travaux seront les bienvenues.

Lucienne Gouguenheim rappelle qu'avec Lucette Bottine<sup>!!!</sup>, elles ont participé à un colloque de l'UAI à Barcelone où elles ont rencontré des Espagnols des Italiens, des Polonais, des Israéliens, etc qui travaillent dans des perspectives très voisines des nôtres. Certains nous ont confié des documents fort intéressants que notre ami Jacques Vialle a déjà commencé à traduire et que nous publierons dans les Cahiers Clairaut.

Jean Ripert présente en détail le contenu du HS2 (Hors série n°2) et sur l'utilisation des fiches. Il présente en particulier la fiche "face à face Terre-Lune".

La discussion qui s'engage sur l'utilisation des fiches permet de souligner que telle fiche conçue pour des élèves de Sixième-Cinquième peut très bien être adaptée, à quelques modifications près pour des élèves de Terminale A ou même des élèves de Cours Moyen. La formule des fiches rend ce matériel utilisable dans le cadre actuel aussi bien que dans un cadre à venir où de véritables programmes d'enseignement de l'astronomie existeraient.

Michel Laisne présente le Hors Série n° 1, "L'astronomie à l'école élémentaire" qui est pratiquement terminé et se présente sous la forme de douze fiches. Voici un aperçu du sommaire : 1. Préambule adapté à l'école élémentaire. 2. Ombres. 3. Coordonnées terrestres. 4. Le jour et la nuit. 5. Le repérage. 6. La course du Soleil dans une journée. 7. Heure solaire et heure légale. 8. Cadrans solaires. 9. Phases de la Lune. 10. Maquette du système solaire. 11. Les constellations. 12. La conquête spatiale.

Michel présente en particulier la fiche "course du Soleil pendant une journée" qui s'inspire des idées présentées par Roland Szostak à Gap. Roland qui nous a fait la surprise de venir

de Münster à Orsay juste pour notre assemblée en profite pour nous offrir une demi-sphère transparente dans laquelle il a mis une magnifique salade, une façon originale et amicale de saluer la manière dont Michel a traduit son idée en remplaçant la demi-sphère par un simple saladier...

Victor Tryoën présente douze diapositives sur les phases de la Lune qui correspondent aux fiches du GRP. Il remarque que le phénomène des phases est observable de jour ce qui facilite son observation par les jeunes écoliers ("oui, je vois bien le premier quartier, dit une fillette, mais la Lune n'est pas encore allumée!"). Une diapositive donne la cartographie de la Lune pour que, durant l'observation, on se repère sur les détails visibles, mer des Crises, grands cratères. Bien faire remarquer la forme du limbe, celle du terminateur. Et aussi la bonne orientation des cornes du croissant. Les photos n'ont pas été faites au télescope ; on aurait vu alors trop de détails alors que ce qui nous importe ici c'est seulement la forme de la partie éclairée et en particulier la forme du terminateur, une demi ellipse. Les diapositives se justifient comme synthèses des observations faites par les élèves.

Daniel Toussaint présente les huit diapos qui complètent la série et qui sont des explications, des interprétations des phases ; par exemple une photo juxtaposant le premier quartier et l'aspect d'une boule portée au bout d'une canne à pêche.

Lucienne Gouguenheim dit quelques mots sur la diffusion des productions du GRP. Que tous les adhérents du CLEA nous aident pour faire connaître les travaux du CLEA. Que les représentants du CLEA dans les académies prennent en dépôt les numéros Hors Série. De notre côté, nous ferons des services de presse en espérant que les revues feront écho à notre travail. En projet, nous avons donc ces diapos et le Hors Série n°1 qui vont paraître bientôt ; ensuite le Hors Série n°3 sur les activités au lycée, nous en avons discuté hier et nous pourrions sans doute le sortir au printemps prochain.

Philippe Huyard, animateur municipal à Saint-Etienne, a pu faire aménager le sommet d'une colline occupée par un parc public en y installant des "attractions astronomiques" : du sommet, des piliers portant des motifs décoratifs indiquent les positions du Soleil levant ou couchant aux équinoxes et aux solstices ; plus loin un cadran solaire analemmatique a été conçu pour qu'un enfant de dix ans puisse s'y placer et lire l'heure solaire ; un panneau donne les explications nécessaires et le public qui fréquente ce jardin public apprécie. Philippe a présenté sa réalisation par des diapositives ; "Le crêt des six soleils, un regard sur le temps et l'espace" obtient un grand succès auprès des membres du CLEA.

Daniel Bardin rend compte des activités du groupe de Marseille, de la part de Marie-France Duval qui n'a pu venir à Orsay : activités scolaires, visites de l'observatoire pour 4500 élèves accueillis par quatre enseignants en général et une institutrice retraitée qui prend spécialement en charge les groupes des plus jeunes ; lors de l'exposcience de l'Université nous avons installé le planétarium qui a été visité par 700 visiteurs ; le planétarium itinérant a permis de toucher cinq mille élèves, toujours sans animateur permanent ; deux journées portes ouvertes de l'Observatoire ont eu lieu en mai et novembre. Enfin, comme convenu, cette année 1991 c'est le groupe de Marseille qui prend en charge l'université d'été du CLEA, du 4 au 12 août à Saint-Véran.

Françoise Suagher signale à l'assemblée le problème particulier qui se pose pour l'association astronomique de Franche Comté qui anime le groupe local du CLEA ; il dispose actuellement d'un local prêté par l'Université mais ce local risque d'être prochainement démoli pour les services de l'Université et celle-ci ne semble pas tellement soucieuse de trouver un local de remplacement pour ces astronomes amateurs ; elle nous invite donc à signer une pétition pour soutenir la demande des amis de Besançon. Elle nous présente ensuite quelques diapositives rapportées de son voyage en Finlande où elle espérait voir l'éclipse 1990 ; les nuages ont compromis l'observation du phénomène mais elle a pu faire de belles photos de rennes en liberté...

o o

La séance de l'assemblée générale est alors suspendue pour le déjeuner. Comme de coutume, celui-ci a été préparé essentiellement par Béatrice Sandré aidée par Catherine Vignon et Annie Petit. Lucette Bottinelli, Edith Hadamcik, Martine Rivière, Martine et Michel Bobin participent au service de ce repas délicieux qui permet à plus de cent vingt convives de prolonger les échanges de l'assemblée. Rappelons le menu qui a été fort apprécié : salade composée, saumon en croûte et champignons farcis, fromage, pâtisserie, café (et tout cela, excellent, pour une contribution aux frais de 40 F). Félicitations à Béatrice. L'un des convives proposait que le CLEA, soit inscrit avec étoiles au guide Michelin !

L'aménagement de la salle avait été préparé dès le samedi avec l'aide de Tahar Melliti, Roger Meunier et sa fille, Nicole Sanglerat, Martine et Michel Bobin. Le secrétaire n'est pas certain d'avoir cité tous ceux qui ont contribué au succès et au confort de l'assemblée. De même pour le compte rendu des séances ; n'a-t-il pas omis quelque trait, une intervention qu'il a mal su repérer sur son magnétophone. Autant l'avouer, il fait ce qu'il peut et il promet de réparer les oublis dans de prochain cahier, celui du printemps, où il verra plus clair.

o o

La séance est reprise à 14 h 30.

Jean-Yves Marchal rend compte des activités du groupe de Strasbourg animé par Agnès Acker: dans le cadre de l'Université Louis-Pasteur, des activités de formation, en particulier pour les animateurs de planétarium ; développement des spectacles au planétarium, soit trente mille visiteurs par an ; la crypte aux étoiles, exposition permanente ; le planétarium itinérant que nous louons pour 500 F par jour en fournissant un animateur ; l'école d'été a eu lieu à Steige en juillet 1990 pour 21 inscrits et une nouvelle école d'été aura lieu en 1991.

Anne-Marie Louis rappelle la belle participation du CLEA aux journées annuelles de l'Union des Physiciens à Paris : conférence passionnante de Lucienne Gouguenheim sur la mesure des distances en astronomie, quatre ateliers sur des thèmes astronomiques et un stand du CLEA qui présentait toutes nos publications. Les journées ont aussi comporté une visite du Palais de la Découverte avec deux séances spéciales du planétarium. Lucienne Gouguenheim ajoute en conclusion que nous pouvons nous féliciter d'une coopération toujours plus étroite de l'UdP et du CLEA.

o o

Avant de donner la parole au conférencier, notre Présidente veut profiter de l'occasion pour saluer amicalement Evry Schatzman de la part de tous. Nous n'oublions pas que lors de la première assemblée générale du CLEA, il nous avait donné une conférence passionnante sur "Les neutrinos solaires". "Permettez-moi, ajoute-t-elle d'évoquer un souvenir personnel. Alors que j'étais étudiante en mathématiques à l'Université, j'ai suivi le cours de Schatzman qui fut pour moi une révélation. Il m'a fait comprendre qu'il y avait du travail et des découvertes à faire en astrophysique et que l'astrophysique était la voie où je devais m'engager. Je n'ai d'ailleurs pas été la seule à profiter ainsi de son enseignement et de son exemple. Merci Evry. Je te cède la parole."

La conférence d'Evry Schatzman sur "La rotation des étoiles" a été enregistrée. Le temps a manqué entre le 18 novembre et la date de remise du texte du Cahier 52 à notre imprimeur pour en transcrire correctement le texte et permettre à l'Auteur de le relire et de le corriger. Cette rédaction sera mise au point dans les semaines qui suivent et la conférence sera publiée dans le Cahier 53 (printemps 1991).

o o  
o

Conformément à la règle statutaire, l'assemblée générale renouvelle le Conseil du CLEA. Il y a eu 87 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 1991 : 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 (Ciel-CEMEA), Liliane SARRAZIN (Limoges), Evry SCHATZMAN, François SUAGHER (Besançon), Daniel TOUSSAINT (Reims), Victor TRYOEN, René VENTO (APISP) Jacques VIALLE, Michel VIGNAND (La Réunion), Catherine VIGNON (Paris), Gilbert WALUSINSKI.

## LES PUBLICATIONS DU C. L. E. A.

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

Les Cahiers Clairaut et les autres publications du CLEA sont toutes conçues pour l'information des enseignants et pour les aider dans leur enseignement de l'astronomie.

### FASCICULES POUR LA FORMATION DES MAITRES 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)

### TRANSPARENTS ANIMES POUR RETROPROJECTEUR

- T1. Le TranSoLuTe (les phases de la Lune et les éclipses) (50 F)
- T2. Les fuseaux horaires (40 F)
- T3. Les saisons (50 F)

### DIAPPOSITIVES

- D1. Série de 20 diapositives+ livret sur "Les phénomènes lumineux" (50F)

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

- C1. Astrophysique générale (30 F)
- C2. Mécanisme de rayonnement en astrophysique (30 F)
- C3. Etats dilués de la matière : le milieu interstellaire (30 F)
- C4. Structure interne des étoiles (30 F)
- C5. Relativité et cosmologie (30 F)
- S. Cours d'astrophysique solaire : le Soleil (30 F)

LES COMPTES RENDUS DES UNIVERSITES D'ETE 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 par F.Ochsenbein, A.Acker, E.Legrand J-M.Poncelet et E.Thuet-Fleck (75 F) - Le catalogue existe sur disquettes pour PC (120 F les deux disquettes).

Deux séries de cartes postales : 1°) le système solaire ; 2°) 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 CLEA et LES CAHIERS CLAIRAUT

---

Conditions d'adhésion et d'abonnement pour 1990 :

Cotisation simple au CLEA pour 1990	25 F
Abonnement simple aux Cahiers n°49 à 52	90 F
Abonnement aux Cahiers (n°49 à 52) ET cotisation CLEA pour 1990	110 F
Contribution de soutien (par an)	30 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 le fascicule index noté FI 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	

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<sup>er</sup> trimestre 1979 ; numéro d'inscription CPPAP : 61660